

UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DIREITO

**ESTUDO DAS FONTES DE ENERGIA ALTERNATIVAS RENOVÁVEIS COM
ANÁLISE DE ZONEAMENTO PARA UM DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL
À LUZ DO DIREITO E DA CIÊNCIA**

ISABEL NADER RODRIGUES

CAXIAS DO SUL
2014

ISABEL NADER RODRIGUES

**ESTUDO DAS FONTES DE ENERGIA ALTERNATIVAS RENOVÁVEIS COM
ANÁLISE DE ZONEAMENTO PARA UM DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL
À LUZ DO DIREITO E DA CIÊNCIA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *stricto sensu* da Universidade de Caxias do Sul, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Direito.

Orientador:

Professor Doutor Adir Ubaldo Rech

CAXIAS DO SUL
2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Universidade de Caxias do Sul
UCS - BICE - Processamento Técnico

R696e Rodrigues, Isabel Nader, 1972-

Estudo das fontes de energia alternativas renováveis com análise de zoneamento para um desenvolvimento sustentável à luz do direito e da ciência. - 2014.

139 f. ; 30 cm

Dissertação (Mestrado) – Universidade de Caxias do Sul, Programa de Pós-Graduação em Direito, 2014.

Apresenta bibliografia.

“Orientação: Prof. Dr. Adir Ubaldino Rech.”

1. Direito ambiental. 2. Desenvolvimento sustentável. 3. Energia – Fontes alternativas. I. Título.

CDU 2.ed.: 349.6

Índice para o catálogo sistemático:

- | | |
|----------------------------------|---------|
| 1. Direito ambiental | 349.6 |
| 2. Desenvolvimento sustentável | 502/504 |
| 3. Energia – Fontes alternativas | 690.92 |

Catalogação na fonte elaborada pelo bibliotecário
Marcelo Votto Teixeira – CRB 10/ 1974



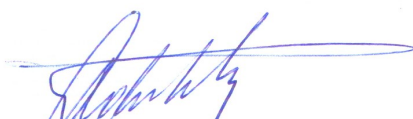
UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL

“Estudo das Fontes de Energia Alternativas Renováveis com Análise de Zoneamento para um Desenvolvimento Sustentável à Luz do Direito e da Ciência”.

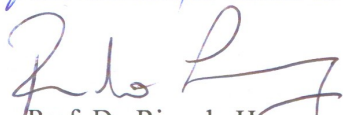
Isabel Nader Rodrigues

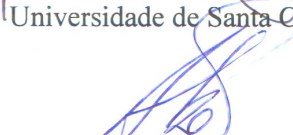
Dissertação de Mestrado submetida à Banca Examinadora designada pela Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Direito – Mestrado da Universidade de Caxias do Sul, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre em Direito, Área de Concentração: Direito Ambiental, Trabalho e Desenvolvimento.

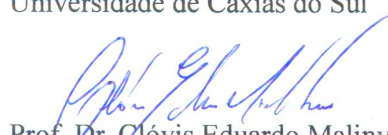
Caxias do Sul, 13 de Março de 2014.


Prof. Dra. Adir Ubaldino Rech
Universidade de Caxias do Sul

(Orientador)


Prof. Dr. Ricardo Hermany
Universidade de Santa Cruz do Sul


Prof. Dr. Alindo Butzke
Universidade de Caxias do Sul


Prof. Dr. Clóvis Eduardo Malinverni da Silveira
Universidade de Caxias do Sul

UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL
Sistema de Bibliotecas



CIDADE UNIVERSITÁRIA
Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130 – B. Petrópolis – CEP 95070-560 – Caxias do Sul – RS – Brasil
Ou: Caixa Postal 1352 – CEP 95020-972 – Caxias do Sul – RS – Brasil
Telefone / Telefax (54) 3218 2100 – www.ucs.br
Entidade Mantenedora: Fundação Universidade de Caxias do Sul – CNPJ 88 648 761/0001-03 – CGTE 029/0089530

Aos meus filhos Laura e Matheus.

AGRADECIMENTOS

Uma grande jornada nunca é trilhada sozinha. Nesse árduo caminho, encontramos algumas pessoas que tornam a caminhada especial e prazerosa.

Um agradecimento especial aos meus filhos Matheus e Laura pela paciência e compreensão. Minhas ausências muitas vezes foram imprescindíveis.

Ao meu marido que sempre foi minha fonte de inspiração, por seu conhecimento, profissionalismo e suporte afetivo e técnico, desde os tempos do IF-UFRGS.

Aos meus pais que me ensinaram que o estudo é a maior conquista.

Aos meus sogros pelo suporte e apoio principalmente no período de aulas.

À minha irmã por ser quem é e por estar por perto, mesmo tendo que abrir mão de seu próprio sonho.

Em especial, a duas amigas: Fernanda Mazzochi e Analu Gomes pelas discussões nos congressos de Direito Tributário em Gramado, que me fizeram acreditar que este sonho era possível.

Ao Professor Mestre Gilson César Borges de Almeida por suas valiosas contribuições, discussões, e pela ajuda ao me guiar nos primeiros passos para a realização deste sonho, conseguindo apontar um caminho que conciliasse a minha formação em Física com o Direito.

Ao meu orientador Professor Doutor Adir Ubaldo Rech por acreditar na minha capacidade e por seus elogios, bem como por propiciar meu crescimento com liberdade de criar e ainda lapidar com seu brilhantismo característico esta pesquisa.

A todos os professores do Curso de Mestrado em Direito Ambiental, em especial ao Professor Dr. Alindo Butzke, Professor Dr. Clóvis Montovani e à Professora Dra. Maria Carolina Rosa Gullo, por suas indicações e discussões que serviram de base desta pesquisa.

À Professora Ivone Polidoro Franco por sua minuciosa revisão da língua portuguesa e das normas da ABNT.

Aos meus colegas da Turma XII, que se tornaram parceiros e amigos nessa jornada.

À Deus por me dar forças pra continuar.

Yes and how many years can a mountain exist
Before it's washed to the seas (sea) ?
Yes and how many years can some people exist
Before they're allowed to be free?
Yes and how many times can a man turn his head
Pretend that he just doesn't see?
The answer, my friend, is blowin' in the wind.
(Bob Dylan)

RESUMO

Constituem objetivos dessa pesquisa científica, realizar uma análise com base em dados idôneos, sobre a atual matriz energética brasileira e avaliar a viabilidade de diferentes formas de energias renováveis como alternativa para propiciar um ambiente ecologicamente saudável e desenvolvido. Para tanto é realizada uma ponderação sobre a capacidade renovatória dos recursos naturais até hoje dispendidos e sua saturação em função do tempo. Também é realizado um estudo, com ponderação sobre dados atuais, das consequências ambientais da matriz energética petrolífera e seus efeitos no Planeta e nos seres humanos, afetando diretamente o seu bem estar. Conjuntamente a este estudo é propiciado um diálogo entre as ciências naturais e o direito, procurando demonstrar que a própria natureza possui limites físicos empíricos, e que o Princípio da Precaução pode ser visto como uma consequência do Princípio de Incerteza de Heisenberg, desmistificando assim a posição da ciência e posicionando-a como ferramenta que pode ser aliada para um desenvolvimento sustentável. São avaliadas formas alternativas de energia obtidas por fontes renováveis como o sol, a biomassa e o vento. Como um exemplo da possibilidade de mudança, também é apresentada uma análise de viabilidade técnica e jurídica da implantação de um parque eólico no município de Caxias do sul, RS. Por fim é feito uma minuciosa ponderação sobre a legislação atual, bem como da doutrina, sobre a especificação de áreas destinadas para produção de energia renovável, concluindo a necessidade de um zoneamento energético tanto em nível nacional, estadual e principalmente municipal.

Palavras chave: Energia. Princípio da Precaução. Desenvolvimento sustentável. Zoneamento Energético. Interdisciplinaridade.

ABSTRACT

The objectives of this scientific research are to analyze the current Brazilian energy matrix, based on data suitable, and to evaluate the viability of different forms of renewable energy, as alternatives to provides an environment ecologically healthy and developed. To achieve a balance of the lease renewal ability of expended resource today and its saturation with respect to time is performed. A study is also conducted, with consideration of current data, the environmental consequences of oil energy matrix and its effects on the planet and humans, directly affecting their welfare. Together with this study is fostered dialogue between the natural sciences and the law, seeking to demonstrate that nature itself has empirical physical limits, and that the precautionary principle can be seen as a consequence of the Principle of Uncertainty Heisenberg thus demystifying the position of science and positioning it as a tool that can be linked to sustainable development. Seeks to raise alternative forms of energy obtained from renewable sources like the sun, wind and biomass, analyzing scientific and legal feasibility for implementation of a wind farm in the city of Caxias do Sul, RS as an example of the possibility of change. Finally done is a thorough consideration of the current legislation and the doctrine on the specification of areas intended for the production of renewable energy, ending the need for an energy zoning at both the national, state and local level mainly.

Keywords: Energy. Precautionary Principle. Sustainable Development. Energy zoning. Interdisciplinary.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABEEólica	Associação Brasileira de Energia Eólica
ABDI	Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
Aneel	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANP	Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
BEN	Balanço Energético Nacional
BIG	Banco de Informações da Geração
CDIAC	<i>Carbon Dioxide Information Analysis Center</i>
CDE	Conta de Desenvolvimento Energético
CRFB/88	Constituição da República Federativa do Brasil de 1988
Cepel	Centro de Pesquisa de Energia Elétrica
Conama	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CNPE	Conselho Nacional de Política Energética
Epia	Estudo Prévio de Impacto Ambiental
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
GEEs	Gases de Efeito Estufa
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>
MDLs	Mecanismos de Desenvolvimento Limpo
MIT	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>
NOAA	<i>National Oceanic and Atmospheric Administration</i>
ONU	Organização das Nações Unidas
PCH	Pequenas Centrais Hidrelétricas
PCI	Poder Calorífero Inferior
PNMA	Política Nacional do Meio Ambiente
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
Proinfa	Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia
Sema	Secretaria do Meio Ambiente
SEMC	Secretaria de Energia, Minas e Comunicações
STF	Supremo Tribunal Federal
STJ	Superior Tribunal de Justiça
Tep	Tonelada Equivalente de Petróleo

TRF	Tribunal Regional Federal
UEA	<i>University of East Anglia</i>
Unced	<i>United Nations Conference on Environment and Development</i>
Unesco	<i>United Nations Educational Scientific and Cultural Organization</i>
WWF	<i>World Wide Fund for Nature</i>
ZEE	Zoneamento Ecológico-Econômico
ZIEs	Zonas Industriais Específicas
ZIL	Zonas de Interesse Local

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Energias renováveis e não renováveis	30
Figura 2 – Monumento na Universidade de Chicago.....	40
Figura 3 – Médias climatológicas de Precipitação anual no RGS, área demarcada Caxias do Sul.	118
Figura 4 – Temperatura Média do RS, destacado Caxias do Sul.....	119
Figura 5 – Densidade Média do ar no RS, destacado Caxias do Sul.....	120
Figura 6 – Regime de ventos no RS, destacado Caxias do Sul.....	121
Figura 7 – Mapeamento da velocidade dos ventos a 50m de altura. Em destaque Caxias do Sul.	124
Figura 8 – Mapeamento da velocidade dos ventos a 75m de altura. Em destaque Caxias do Sul.	125
Figura 9 – Mapeamento da velocidade dos ventos a 100m da altura. Em destaque Caxias do Sul.....	126

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Produção de energia primária no Brasil

34

LISTA DE QUADRO

Quadro 1 – Escalas e Efeitos

44

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Panorama mundial oferta de energia por fonte	32
Gráfico 2 – Panorama mundial do consumo final de energia por fonte	33
Gráfico 3 – Consumo final de energia, no Brasil, por fonte	33
Gráfico 4 – Produção <i>versus</i> Consumo de energia	34
Gráfico 5 – Variação temperatura da Terra	36
Gráfico 6 – Correlação entre a temperatura da Terra e as emissões de CO ₂	36
Gráfico 7 – Gráfico feito com base dos dados retirados de CDIAC	37
Gráfico 8 – Curva de potência de turbina eólica em função da velocidade do vento	122
Gráfico 9 – Emissões de gás carbônico evitadas	123
Gráfico 10 – Geração realizada de energia eólica no Brasil	124

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 DIREITO E ENERGIAS RENOVÁVEIS <i>versus</i> ENERGIAS NÃO RENOVÁVEIS	18
2.1. DIREITO, MEIO AMBIENTE E ENERGIA: CONTEXTO, PREVISÃO LEGAL E CONCEITOS	18
2.2 ENERGIAS RENOVÁVEIS E NÃO RENOVÁVEIS	27
2.3 ENERGIA DAS NANOPARTÍCULAS E A ENERGIA NUCLEAR.....	39
2.4 BIOMASSA: AUSÊNCIA DE ESPECIFICAÇÃO EM LEGISLAÇÃO PERTINENTE AO TRATAMENTO DE RESÍDUOS	45
3 PRINCÍPIO DA PRECAUÇÃO E PRINCÍPIO DA INCERTEZA DE HEISENBERG	52
3.1 CONCEITOS E CONTEXTO : PRINCÍPIOS DA PREVENÇÃO E PRECAUÇÃO.....	53
3.2 A AMPLITUDE DO PRINCÍPIO DA PRECAUÇÃO NA DOCTRINA E NA JURISPRUDÊNCIA	67
3.3 O CONCEITO FÍSICO DO PRINCÍPIO DA INCERTEZA DE HEISENBERG E A POSSIBILIDADE DE CONFRONTO ENTRE PREVISÃO LEGAL <i>VERSUS</i> PREVISÃO NATURAL.....	80
3.4 LIMITES EMPÍRICOS DA PRÓPRIA NATUREZA AMBIENTAL	85
4 ZONEAMENTO DAS FONTES LOCAIS POTENCIAIS	93
4.1 INSTRUMENTOS JURÍDICOS E VOCAÇÃO ESPACIAL.....	95
4.2 POTENCIALIDADE DO LOCAL <i>VERSUS</i> DISPONIBILIDADE DE ENERGIA RENOVÁVEL	102
4.3 ZONEAMENTO, ENERGIA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.....	107
4.4 AS POLÍTICAS PÚBLICAS RELATIVA ÀS ENERGIAS RENOVÁVEIS	113
4.5 VIABILIDADE – ESTUDO DE CASO – ENERGIA EÓLICA	115
5 CONCLUSÃO	127
REFERÊNCIAS.....	132

1 INTRODUÇÃO

Um estudo sobre as possíveis fontes de energia renováveis, como alternativas para substituição da atual matriz energética brasileira, conjuntamente com uma análise de possibilidade de zoneamento, como busca de um desenvolvimento sustentável, sob o prisma não somente do Direito, mas também da ciência é o tema desta pesquisa.

O Direito Ambiental é uma área que, por sua relação com outras áreas de conhecimento, sua completude é possível quando diálogos com diversas disciplinas, entre elas a ciência, são estabelecidos. Entretanto, esse diálogo fica muitas vezes prejudicado por carência de profissionais com formação específica em Direito e em alguma área da ciência. As perguntas feitas por um a outro e as respostas dadas são geralmente desencontradas acarretando uma inércia no sistema, sendo o maior prejudicado o próprio meio ambiente.

Surge a questão sobre a necessidade de apontar fontes alternativas de energia, fontes renováveis, com base numa matriz energética diferente da atual. E ainda se esse tema é abordado de forma objetiva, como a ciência exige, e de forma protecionista, como o Direito requer, bem como se essas duas áreas falam a mesma linguagem.

Nesse contexto, a questão energética vem permeando os desenvolvimentos econômico e humano e necessita da interdisciplinaridade para potencializar a solução do problema que envolve a matriz energética nacional brasileira atualmente. A legislação e a doutrina são fartas e instrumentalizam a busca pelo desenvolvimento sustentável; contudo, é preciso ainda estabelecer o diálogo de viabilidade entre o teórico e o prático.

Defende-se a tese de que há alternativas de fontes de energia renováveis, viáveis economicamente, em substituição à matriz energética. Devido à finitude dos recursos naturais e sua incapacidade recuperatória levaram estudiosos a reflexão sobre alternativas sustentáveis de produção de energia limpa, viáveis economicamente. A matriz energética nacional, como será demonstrado a seguir, ainda está baseada em queima de combustíveis fósseis, mas há alternativas energéticas viáveis para a substituição da mesma, como: a solar, a eólica e a de biomassa.

Nesse sentido, analisa-se a existência de previsão legal com viabilidade de novas fontes energéticas, para que sejam implementadas energias alternativas de forma obrigatória, como forma de obter um ambiente ecologicamente equilibrado, bem como se a ciência e o Direito usam a mesma linguagem e se estão dialogando e trabalhando em conjunto sem causar prejuízo ao meio ambiente.

Ante a imprecisão das áreas, objetiva-se uma análise das diferentes formas de energia renováveis e sua importância e viabilidade ao meio ambiente ecologicamente sustentável, ponderando sobre a saturação do uso de energia não renovável em função do tempo; estudando a irreversibilidade e as consequências desse uso de energia ao meio ambiente; demonstrando formas alternativas de energia e sua viabilidade, com embasamento científico. Ainda: analisa-se a legislação vigente e a posição jurisprudencial, buscando desmistificar a posição da ciência e usá-la como aliada e não como antagonista.

Instigada pela ausência de maior aprofundamento acerca da matéria, bem como pela relevância própria do tema, por envolver a sustentabilidade do Planeta sem impedir o desenvolvimento, a interface entre diferentes áreas precisa ser realizada. Essa análise se torna fundamental para que o Direito e as ciências possam trabalhar juntos, como aliados, para que haja um meio ambiente protegido e, ao mesmo tempo, desenvolvido. O Direito pode perguntar à ciência até aonde ela pode ir. Essa, com certeza, responderá com exatidão. Entretanto, não cabe a ele (o Direito) questionar sobre as infinitas variáveis, pois isso terá infinitas soluções e nenhuma delas será objetiva o suficiente para os fins que se deseja. Até aonde a ciência pode ir é a fronteira da qual o Direito poderá exigir uma resposta clara. Requerer mais que isso é limitar a ciência e engessá-la.

Este estudo foi realizado mediante uma análise interpretativo-fática de obras doutrinárias pertinentes ao assunto em tese, sendo a pesquisa bibliográfica um dos instrumentos utilizados para a realização deste estudo.

A abordagem sobre o uso de energias renováveis para um ambiente ecologicamente equilibrado passa por uma busca doutrinária de conceitos básicos de energias renováveis e não renováveis, ciência das nanopartículas, resíduos, princípios norteadores do Direito Ambiental, princípios relativos à ciência e aos demais temas pertinentes para implementação de uma postura ambiental consciente.

Quanto aos métodos de procedimento, não são exclusivos entre si e devem ser adequados a cada área de pesquisa. Neste trabalho usar-se-á o método dialético na primeira etapa do trabalho e, na sequência, o hipotético-dedutivo.

O trabalho será desenvolvido em três capítulos teóricos, além desta introdução e das conclusões. O primeiro capítulo compreende uma revisão teórica sobre os recursos renováveis e não renováveis, abrangendo conceitos científicos e uma busca doutrinária sobre o tema, embasando com dados e gráficos atuais sobre a matriz energética brasileira, como forma de fundamentar o arguido.

No segundo capítulo será feito uma discussão a respeito do Princípio da Precaução e o Princípio de Incerteza de Heisenberg, visando a demonstrar o limite empírico da própria natureza ambiental.

No terceiro capítulo discutir-se-à acerca da necessidade de haver um plano de zoneamento energético nacional, estadual e municipal como forma de propiciar o desenvolvimento sustentável. Será feito um estudo de caso no qual se analisa a possibilidade de implantação de um parque eólico no Município de Caxias do Sul. Após, foram construídas as conclusões com ponderações valorosas acerca da pesquisa.

2 DIREITO E ENERGIAS RENOVÁVEIS *versus* ENERGIAS NÃO RENOVÁVEIS

A urgência de preservar o meio ambiente é evidente e gritante devido à contínua e crescente taxa de poluição e desperdício do próprio meio. Todos os dias, em algum lugar do Planeta, somos bombardeados com notícias de catástrofes naturais, como: enchentes, deslizamento de terras, tsunamis e furacões. Sendo a Terra um ecossistema fechado, tudo que fazemos nos afeta direta ou indiretamente, seja no Hemisfério Sul ou no Norte. Tudo acaba convergindo em causas e consequências das atitudes dos seres humanos.

Independentemente da visão do homem sobre a natureza, a necessidade de cooperação do homem com a natureza tem se mostrado vital como regra de sobrevivência. As ações antrópicas têm agido prejudicialmente sobre o meio ambiente de forma relevante, seja nas teses ambientais¹ do novo constitucionalismo, seja na Gaya, na Pachamama ou no *deep ecology*, em que a natureza é tratada como sujeito de direito. É necessária uma conscientização da essencialidade de preservação do meio ambiente natural.

2.1. DIREITO, MEIO AMBIENTE E ENERGIA: CONTEXTO, PREVISÃO LEGAL E CONCEITOS

Uma consciência ecológica plena de que a exploração inconsequente dos recursos naturais, em qualquer lugar do Planeta, acaba afetando todo o globo e alterando o equilíbrio do sistema em que vivemos tem se mostrado cada vez mais significativo. A percepção de que a Terra é um ecossistema fechado e que qualquer alteração significativa ou não pode repercutir em qualquer ponto do mundo é agravada principalmente quando a questão é energia. A energia é a mola propulsora do desenvolvimento humano.

Em meados de 1960, o *Clube de Roma* começou uma discussão sobre a demanda por recursos não renováveis e sua finitude. Sob seu patrocínio foi gerado o relatório “The limits to growth”, pelo MIT, que assinalava o tempo de esgotamento dos recursos naturais do Planeta. Assim, o ambientalismo ganhava reconhecimento científico e técnico, cuja ciência e técnica ocupavam lugar de destaque ao estabelecer como as “verdades” eram produzidas, fazendo o deslocamento da questão cultural e política para outro foco: a lógica técnico-científica.

¹ ZAFFARONI, Eugenio Raúl. La Pachamama y el humano. In: ACOSTA, Alberto; MARTÍNEZ, Esperanza. *La naturaleza con derechos: De la filosofía a la política*. Quito: Abya-Yala, 2011. p 25-139.

Segunda interpretação marxista de Montibeller-Filho,² a exploração ilimitada da natureza não é fruto das concepções religiosas que imperaram por certo período histórico, mas do surgimento de uma sociedade fundamentada na propriedade privada e na economia monetária, que acaba por abafar o conhecimento científico. A relevância do aspecto econômico se sobrepunha sobre o humano e o ambiental.

A desvalorização do trabalho era vista como uma das principais características dos neoliberais, exaltando desmoderadamente o papel da ciência e da tecnologia. A tese que ganhava força era a que os desenvolvimentos científico e tecnológico, parte do processo social do trabalho, não estavam a serviço da superação dos problemas mais fundamentais da humanidade, como a devastação ambiental do planeta Terra, a fome e a miséria incluídas.³ Havia uma supervalorização do trabalho intelectual e a desqualificação do trabalho manual, aqueles eram reservados para determinada classe social (burguesia e gestores); eram os trabalhos considerados sublimes, destinando aos outros os que eram considerados degradantes.

A discussão sobre as relações entre economia, ambiente e sociedade precisa ser analisada, pois são interdependentes. Os economistas modernos fundam o conceito de economia na escassez, que, em paradoxo, é o contrário de riqueza, tanto que os bens abundantes não têm valor econômico, são naturais. Logo, o fundamento teórico da economia mercantil moderna é a escassez e não a riqueza. Somente quando um bem se torna escasso, como a água (pela poluição) é que a economia passa a se interessar e incorporar sentido econômico.

Portanto, a forma como o homem se relaciona com o meio ambiente, somada aos resultados negativos das ações que vem empreendendo sobre esse, vem gerando uma crise na sua percepção em relação à natureza. Tal fato pode ser considerado um ponto de partida para o início de uma consciência de que a natureza não deveria mais ser tratada como mero objeto sobre o qual é possível dispor e usufruir de suas riquezas. É dessa forma que se manifesta Bachelet:

Bruscamente, a humanização da natureza, cada vez mais violentamente destrutiva do mundo inicial, fez do homem um conquistador insaciável até ele tomar consciência dos efeitos nefastos da sua atividade [sic] tornada industrial e, ao mesmo tempo, assassina da terra que o alimentava.⁴

²MONTIBELLER-FILHO, Gilberto. Movimento ambientalista e desenvolvimento sustentável. In: MONTIBELLER-FILHO, Gilberto. *O mito do desenvolvimento sustentável: meio ambiente e custos sociais no moderno sistema produtor de mercadorias*. 3ª ed, rev. e atual. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2008. p.41-42.

³ PORTO-GONÇALVES, Carlos Walter. *A globalização da natureza e a natureza da globalização*. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2006. p. 118.

⁴ BACHELET, Michel. *Ingerência ecológica*. Lisboa: Instituto Piaget, 1995. p. 100.

Para Ost,⁵ a crise ambiental significa a crise da nossa representação da natureza, de nossa relação com ela, o que leva a crer que está intrínseca nessa relação uma crise de vínculo e de limite. O vínculo diz respeito ao que nos liga e ao que nos obriga, enquanto o limite expressa até aonde podemos ir. O limite ainda expressa um sinal de demarcação, permitindo um ponto de diferença, possibilitando, assim, uma mudança de paradigma. Isso explica o questionamento do homem acerca do seu comportamento e das implicações que esse gera sobre o meio ambiente em que se vive. Além disso, o ser humano indaga-se sobre o nível de qualidade do meio ambiente que será deixado como legado às gerações futuras.

Por conseguinte, o homem passa a buscar uma convivência harmônica entre desenvolvimento econômico e a preservação do meio ambiente. Tem noção de que esses dois fatores devem coexistir, pois afinal o homem e a natureza fazem parte de um mesmo sistema, em que o homem interage com o meio em que vive, recebendo desse, cedo ou tarde, a consequência dos seus atos, que irão variar de acordo com o tipo de ação empreendida por ele sobre o meio.

Almeja-se a contemporização do desenvolvimento econômico e a sustentabilidade ambiental, por meio do princípio do desenvolvimento sustentável, que será abordado posteriormente. Entretanto, é importante ressaltar que para que o desenvolvimento sustentável se opere é necessário que haja uma mudança paradigmática na forma como a sociedade enxerga o meio ambiente. Acima de qualquer coisa, é imprescindível que ocorra no homem uma reação ética da ordem da responsabilidade, pois, conforme ensina Jonas,⁶ o homem deve ter um dever em relação à natureza, como condição da sua própria continuidade e como um dos elementos da sua própria integridade existencial.

Para Montibeller-Filho,⁷ o desenvolvimento sustentável se faz com o cumprimento simultâneo do trinômio: eficiência econômica, eficácia social e eficácia ambiental. No ramo da economia, são necessárias a alocação e a gestão dos recursos de forma eficaz, perseguindo o incremento da produção e da riqueza social, sem dependência externa, de modo a proporcionar uma melhoria da qualidade de vida às pessoas, o que proporciona reflexos diretos na esfera social.

Portanto, tendo em vista os recursos finitos do Planeta e a tendência a um crescimento infinito de produção, há a necessidade de estabelecer limites considerando sua

⁵ OST, François. *A natureza à margem da lei*. Lisboa: Instituto Piaget, 1995. p. 8.

⁶ JONAS, Hans. *O princípio responsabilidade: ensaio de uma ética para a civilização tecnológica*. Tradução de Marijane Lisboa; Luiz Barros Montez. Rio de Janeiro: Contraponto: Ed. Da PUC-Rio, 2006. p. 230.

⁷ MONTIBELLER-FILHO. op. cit., p. 59.

velocidade de utilização. Segundo Faladori,⁸ a palavra “velocidade remete a um ritmo de utilização que, evidentemente, não depende do recurso em si, mas de seu emprego pela sociedade humana”, isto é, ambos (velocidade e utilidade) remetem aos limites físicos que são impostos ao desenvolvimento humano, não somente referentes ao *como* se produz, mas ao *quanto* se consome dos recursos naturais. A taxa de utilização não é a mesma que a taxa de reconstrução natural do recurso consumido, o que implica que a velocidade de esgotamento é superior à de reposição. Nesse contexto, a produção de energia, usando fontes renováveis, é uma ferramenta essencial para o desenvolvimento humano.

Tanto no processo de produção de bens quanto no de consumo, há energia envolvida na ação, fazendo-se essencial a análise de seu entorno para que essa seja entendida e potencializada, e aproveitada de forma eficiente e sustentável.

Inicialmente, o conceito de energia estava atrelado à força física, vital:

Energia, em grego, significa “trabalho” (do grego *énérgēia* e do latim *energia*) e, inicialmente, foi usado para se referir a muitos dos fenômenos explicados através dos termos: “*vis viva*” (ou “força viva”) e “calórico”. A palavra energia apareceu pela primeira vez em 1807, sugerida pelo médico e físico inglês Thomas Young. A opção de Young pelo termo energia está diretamente relacionada com a concepção que ele tinha de que a energia informa a capacidade de um corpo realizar algum tipo de trabalho mecânico.⁹

No dicionário,¹⁰ energia é descrita como a “capacidade de produzir; atividade vigorosa; firmeza; força”. Nesse conceito, a força está sempre presente. Fisicamente, energia é a capacidade de realizar trabalho. Pode ser encontrada de diversos modos, como na cinética (que é a energia envolvida quando há movimento), na potencial gravitacional (energia relacionada à altura), na termodinâmica (energia que envolve trocas de calor), na magnética (energia eletromagnética), entre outras. Pode ser encontrada de muitas formas, como no vento, na água, armazenada em matéria e em combustíveis fósseis (carvão, gás natural, petróleo).

O mais importante, nesse desenvolvimento do conceito de energia, é que ela não pode ser criada, nem destruída, apenas transformada.¹¹ A energia total do universo se mantém constante. Por isso tem-se o vento (movimento) transformado em energia eólica; a água

⁸ FALADORI, Guillermo. *Limites do desenvolvimento sustentável*. Campinas: Ed. da Unicamp, São Paulo; Imprensa Oficial, 2001. p. 120.

⁹ BUCUSSI, Alessandro A. Introdução ao conceito de energia. In: *Textos de apoio ao professor de Física*. Marco Antonio MOREIRA, Eliane Angela VEIT. Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, 2007. p. 06.

¹⁰ BUENO, Silveira. *Minidicionário da Língua Portuguesa*. São Paulo: FTD, 2000. p. 290.

¹¹ Princípio da Conservação de Energia.

(queda), transformada em energia hidrelétrica; o urânio (matéria), transformado em calor e radiação.

Para Balzhiser,¹² da *Electric Power Research Institute*, “Energia não é um fim em si mesma. Os objetivos fundamentais que devemos ter em mente são uma economia e um ambiente saudáveis.” Portanto, essencial também é analisar a questão da disponibilidade de fontes de energia, cuja produção dependa da natureza e da sua possibilidade de esgotamento a curto e longo prazos. Segundo Montibeller-Filho,¹³ a exploração de um determinado recurso de forma não sustentada gera desordem física e social e também o esgotamento da disponibilidade desse bem. Contudo, esses aspectos negativos, entre eles o custo ambiental, não são compensados no preço de venda, fazendo com que o produto sofra uma troca econômica desigual.

A necessidade de uma substituição gradativa da atual matriz energética brasileira, que hoje está baseada em combustíveis fósseis, por fontes renováveis, se faz urgente. Principalmente, produzir mais energia de fontes como a solar e a eólica, mesmo que a eficiência energética não seja equivalente à atual. Entende-se por eficiência energética¹⁴ a relação entre o uso de energia ou recurso e o produto gerado, ou seja, quanto recurso é necessário para produzir uma mesma quantidade de energia. Buscar potencializar essas produções por meio de pesquisa na área, embora fundamental para a sustentabilidade ambiental, ainda é bastante precária.

Dentro dos critérios de sustentabilidade nomeados por Sachs,¹⁵ sob o aspecto ecológico, a “preservação do potencial do capital natureza na sua produção de recursos renováveis”¹⁶ é alcançável mediante aproveitamento de fontes de energia renováveis, propiciando os desenvolvimentos social, econômico e territorial, conforme os direitos humanos e as garantias asseguradas na nossa Constituição. Para ele, “temos um elenco de energias renováveis a serem aperfeiçoadas e uma enorme margem para aumentar a eficiência energética no uso das energias disponíveis”.¹⁷

Nesse contexto, essa discussão sobre alternativas para uma matriz energética se faz necessária e urgente. Na sociedade contemporânea, a economia planetária está embasada essencialmente em exploração de petróleo; entretanto, esse bem, além de ser finito, sua

¹² HINRICHS, Roger A et al., Apud Richard Balzhiser. op. cit. p. 3.

¹³ MONTIBELLER-FILHO, op. cit., p. 270.

¹⁴ Ibidem, p. 256.

¹⁵ SACHS, Ignacy. *Caminhos para o desenvolvimento sustentável*. 2. ed. Rio de Janeiro: Garamond, 2002. p. 85-88.

¹⁶ SACHS, op. cit., 2002, p. 86.

¹⁷ SACHS, Ignacy. *A energia do amanhã*. Entrevista à Carta Verde em 14/10/2009. p. 54. Disponível em <http://www.nossofuturoroubado.com.br/arquivos/dezembro_09/paradigma.html>. Acesso em 10/out./2012.

extração traz sérias consequências ao meio ambiente, e a principal é o aumento da produção de CO₂ (dióxido de carbono) que afetaria diretamente o nosso clima do. A criação de alternativas viáveis econômica, social e ambientalmente de fontes de energia de forma a usar a ciência como aliada se faz imperiosa nos dias de hoje.

O Princípio da Sustentabilidade Ambiental é a ferramenta que busca harmonizar o progresso e o desenvolvimento econômico com a preservação ambiental, tendo em vista a finitude dos recursos naturais e a crescente demanda mundial por bens e matérias naturais.

Essa preocupação, aliás, é o objetivo número 7 do PNUD, que visa a garantir a sustentabilidade ambiental, por meio de uma melhora nas condições de vida da população que mais necessita de infraestrutura básica, como o fornecimento de água. Diz:

Nº 7: Garantir a sustentabilidade ambiental: A proporção de áreas protegidas em todo o mundo tem aumentado sistematicamente. A soma das áreas protegidas na terra e no mar já é de 20 milhões de km² (dados de 2006). A meta de reduzir em 50% o número de pessoas sem acesso à água potável deve ser cumprida, mas a de melhorar condições em favelas e bairros pobres está progredindo lentamente. Entre 1990 e 2006, mais de 1,6 bilhões de pessoas ganharam acesso à água potável, aumentando de 76% para 86% a proporção da população com esse acesso. São 76 os países que estão no caminho para o cumprimento dessa meta, mas 23 estão estagnados e 5 apresentaram regressão de acordo com dados mais recentes do Banco Mundial.¹⁸

O conceito de desenvolvimento sustentável pode ser entendido como aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade das gerações futuras de atenderem às suas próprias necessidades.¹⁹

O Princípio do Desenvolvimento Sustentável implica um certo manejo correto dos recursos ambientais, de modo a permitir a recomposição dos elementos utilizados. O aparente confronto entre direitos fundamentais dos seres humanos e das sucessivas gerações contra o limite constitucional à atividade econômica torna-se insignificante, uma vez que as atividades econômicas não podem ser exercidas em desarmonia com os princípios destinados à proteção ambiental.

Tratando-se do meio ambiente, a legislação brasileira é composta por algumas leis esparsas, destacando-se, entre muitas, as infracitadas. Algumas são recentes, outras já existem há décadas.

¹⁸ PNUD. Disponível em: <<http://www.pnud.org.br/odm/index.php>>. Acesso em: 07/out/2011.

¹⁹ BRASIL. TRF4 AC nº 2000.70.08.001184-8, 3ª Turma, Relator Marga Inge Barth Tessler, publicado em 07/05/2003. Disponível em: <http://www2.trf4.jus.br/trf4/controlador.php?acao=consulta_processual_resultado_pesquisa&txtValor=2000.70.08.0011848&selOrigem=PR&chkMostrarBaixados=S&selForma=NU&hdnRefId=102f84032ebe614af0ebe85787b3c64c&txtPalavraGerada=ByYD>. Acesso em: 06/out./2012.

Na década de 30 (séc. XX) como marco, o Código Florestal (Dec. 23.793/34), foi substituído posteriormente pela atual Lei Federal 4.771/65, o Código das Águas (Dec. 24.643/34), assim como o Código de Caça e o de Mineração. A Lei de Proteção da Fauna (Dec. 24.645/34) estabelece medidas de proteção aos animais, e o Dec. 25/37 organizou a proteção ao Patrimônio Histórico e Artístico Nacional.

Na década de 60 (séc. XX) destacam-se o Estatuto da Terra (Lei 4.504/64), o novo Código Florestal (Lei 4.771/65), a nova Lei de Proteção da Fauna (Lei 5.197/67), a Política Nacional do Saneamento Básico (Dec. 248/67) e a criação do Conselho Nacional de Controle da Poluição Ambiental (Dec. 303/67).

Em Estocolmo, em 1972, a participação brasileira na Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente, buscava a proteção e a preservação do meio ambiente. Já no ano seguinte, pelo do Dec. 73.030/73, art. 1º, foi criada a Sema, “orientada para a conservação do meio ambiente e uso racional dos recursos naturais”.

Na década de 80 (séc. passado) a legislação ambiental teve um salto de amadurecimento. O ordenamento jurídico, até então, tinha como enfoque a proteção econômica, e não a ambiental. Da época, os marcos legislativos que se destacam são a Lei 6.938/81, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação; a Lei 7.347/85, que disciplina a Ação Civil Pública de responsabilidade por danos causados ao meio ambiente.

A CRFB/88, em seu art. 225, prevê o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem como a obrigação de toda a coletividade na obtenção desse direito:

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.²⁰

Di Pietro²¹ leciona que “consideram-se bens de uso comum do povo aqueles que, por determinação legal ou por sua própria natureza, podem ser utilizados por todos em igualdade de condições”. Ou seja, são aqueles de que o povo se utiliza, sem restrição, gratuita ou onerosamente, sem necessidade de permissão especial. “Não cabe, portanto, exclusivamente a

²⁰ BRASIL. Presidência da República. *Constituição da República Federativa do Brasil de 1988*. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em: 10/mar/2012.

²¹ DI PIETRO, Maria Sylvia Zanella. *Direito Administrativo*. 15. ed. São Paulo: Atlas, 2003. p. 545.

uma pessoa ou grupo, tampouco se atribui a quem quer que seja sua titularidade.”²² Portanto, o meio ambiente é um bem de uso comum que por todos deve ser preservado.

A Lei 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a PNMA,²³ buscou definir meio ambiente, degradação, poluição e recursos naturais. Entende-se pelos respectivos conceitos:

Art. 3º. Para os fins previstos nesta Lei, entende-se por:

I – meio ambiente, o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas;

II – degradação da qualidade ambiental, a alteração adversa das características do meio ambiente;

III – poluição, a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente:

a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população;

b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas;

c) afetem desfavoravelmente a biota;

d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente;

e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos;

IV – poluidor, a pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, responsável, direta ou indiretamente, por atividade causadora de degradação ambiental;

V – recursos ambientais, a atmosfera, as águas interiores, superficiais e subterrâneas, os estuários, o mar territorial, o solo, o subsolo e os elementos da biosfera.

E, ainda, em seu art. 2º, institui entre os objetivos da PNMA, o desenvolvimento sócioeconômico com a preservação e a melhoria do meio ambiente:

Art. 2º. A Política Nacional do Meio Ambiente tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento sócio-econômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana, atendidos os seguintes princípios:

I – ação governamental na manutenção do equilíbrio ecológico, considerando o meio ambiente como um patrimônio público a ser necessariamente assegurado e protegido, tendo em vista o uso coletivo;

II – racionalização do uso do solo, do subsolo, da água e do ar;

III – planejamento e fiscalização do uso dos recursos ambientais;

²² FIORILLO, Celso Antonio Pacheco. *Curso de Direito Ambiental brasileiro*. 8. ed. rev. atual. e ampl. São Paulo: Saraiva, 2007. p. 67.

²³ BRASIL. Presidência da República. *Lei 6938/81*. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/Ccivil_03/Leis/L6938.htm>. Acesso em 05/06/2012.

- IV – proteção dos ecossistemas, com a preservação de áreas representativas;
- V – controle e zoneamento das atividades potencial ou efetivamente poluidoras;
- VI – incentivos ao estudo e à pesquisa de tecnologias orientadas para o uso racional e a proteção dos recursos ambientais;
- VII – acompanhamento do estado da qualidade ambiental;
- VIII – recuperação de áreas degradadas;
- IX – proteção de áreas ameaçadas de degradação;
- X – educação ambiental a todos os níveis de ensino, inclusive a educação da comunidade, objetivando capacitá-la para participação ativa na defesa do meio ambiente.²⁴

Ainda prevê o incentivo a atividades voltadas ao meio ambiente, incluindo aqui iniciativas que propiciem a racionalização dos recursos ambientais, podendo ser incluídas aqui alternativas renováveis de energia por meio do incentivo a pesquisas científicas e tecnológicas.

Art. 13. O Poder Executivo incentivará as atividades voltadas ao meio ambiente, visando:

- I – ao desenvolvimento, no País, de pesquisas e processos tecnológicos destinados a reduzir a degradação da qualidade ambiental;
- II – à fabricação de equipamentos antipoluidores;
- III – a outras iniciativas que propiciem a racionalização do uso de recursos ambientais.

Parágrafo único - Os órgãos, entidades, e programas do Poder Público, destinados ao incentivo das pesquisas científicas e tecnológicas, considerarão, entre as suas metas prioritárias, o apoio aos projetos que visem a adquirir e desenvolver conhecimentos básicos e aplicáveis na área ambiental e ecológica.²⁵

A Lei 9.478/97 dispõe sobre a Política Energética Nacional, as atividades relativas ao monopólio do petróleo, institui o CNPE e a ANP, visando a promover o aproveitamento racional dos recursos energéticos disponíveis no País, assegurando as características regionais de cada área, revendo periodicamente a matriz energética nacional e buscando estabelecer diretrizes para aproveitamento de energia proveniente de fontes alternativas.

Art. 2º. Fica criado o Conselho Nacional de Política Energética - CNPE, vinculado à Presidência da República e presidido pelo Ministro de Estado de Minas e Energia, com a atribuição de propor ao Presidente da República políticas nacionais e medidas específicas destinadas a:

²⁴ Idem.

²⁵ Idem.

I – *promover o aproveitamento racional dos recursos energéticos do País, em conformidade com os princípios enumerados no capítulo anterior e com o disposto na legislação aplicável;*

II – *assegurar, em função das características regionais, o suprimento de insumos energéticos às áreas mais remotas ou de difícil acesso do País, submetendo as medidas específicas ao Congresso Nacional, quando implicarem criação de subsídios;*

III – *rever periodicamente as matrizes energéticas aplicadas às diversas regiões do País, considerando as fontes convencionais e alternativas e as tecnologias disponíveis;*

IV – *estabelecer diretrizes para programas específicos, como os de uso do gás natural, do carvão, da energia termonuclear, dos biocombustíveis, da energia solar, da energia eólica e da energia proveniente de outras fontes alternativas;* (Redação dada pela Lei nº 11.097, de 2005)

[...]

VI – sugerir a adoção de medidas necessárias para garantir o atendimento à demanda nacional de energia elétrica, considerando o planejamento de longo, médio e curto prazos, podendo indicar empreendimentos que devam ter prioridade de licitação e implantação, tendo em vista seu caráter estratégico e de interesse público, de forma que tais projetos venham assegurar a otimização do binômio modicidade tarifária e confiabilidade do Sistema Elétrico. (Incluído pela Lei 10.848, de 2004) (*Grifos nossos*).²⁶

Portanto, há previsão legal para um aproveitamento de energia de forma sustentável, no sentido de proteger o meio ambiente e, mais do que necessário, se faz urgente sua aplicação.

2.2 ENERGIAS RENOVÁVEIS E NÃO RENOVÁVEIS

A abundância dos recursos naturais sempre foi um fato historicamente incontestável, não sendo, portanto, considerado seu valor econômico nem em fatores de produção.²⁷ A ausência de finitude, bem como a sua potencial substituição por outro recurso, eram certas e inquestionáveis.

Consoante com esse pensamento, Mishan²⁸ escreveu em 1972 sobre a disponibilidade e uso dos recursos. “Y aunque en los constructos de los economistas siempre hay recursos sustitutos esperando a que los usemos siempre que el precio de un recurso

²⁶ BRASIL. PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19478.htm>. Acesso em: 2/jul./2013.

²⁷ SILVA, Maria Amélia Rodrigues da. Economia dos recursos naturais. In: *Economia do meio ambiente: teoria e prática*. Peter MAY; Maria Cecília LUSTOSA; Valéria da VINHA (Org.). Rio de Janeiro: Elsevier, 2003. p. 33.

²⁸ BECKERMAN, Wilfred. *Lo pequeño es estúpido*. Madrid: Debate. 1995. p. 83.

existente comience a subir, no se sabe todavía qué pondrá sustituir, si es que algo puede sustituirlos”.

Entretanto o *fator humano* entra como uma variável aleatória nessa equação, representando um acelerador da finitude dos recursos. Dorst já afirmava a importância de seu impacto no equilíbrio do Planeta.

O homem primitivo não dispunha, evidentemente de uma quantidade de energia mecânica suficientemente grande para que o seu impacto sobre a natureza pudesse ultrapassar certos limites estreitamente circunscritos. Mas existe apenas uma diferença de grau entre o cultivador neolítico desflorestando para obter uma clareira e cultivando o solo, e o homem do ano 2000 que, através de explosões atômicas, deslocará montanhas e modificará o curso dos rios, obrigando-os a irrigar os desertos. O *fato humano* tem de ser levado em consideração no equilíbrio biológico do mundo, desde os primórdios da humanidade, e se o seu impacto é cada vez mais profundo, não se deve no entanto, perder de vista o momento em que nasceu.²⁹

A discussão sobre a capacidade recuperatória de um determinado recurso é o que caracteriza sua regeneração ou reposição. Os recursos hoje existentes são decorrentes de milhões de anos de formação geomorfológica. Silva³⁰ faz a classificação dos recursos entre renováveis e não renováveis, em função de sua recomposição.

A capacidade de recomposição de um recurso no horizonte de tempo humano tem sido o principal critério para a classificação dos recursos naturais que podem ser renováveis, ou reproduzíveis, e não-renováveis, também conhecidos como exauríveis, esgotáveis ou não reproduzíveis.

Não há como dissociar a evolução energética do contexto histórico-social e econômico. A análise da disponibilidade e renovabilidade dos recursos é fundamental para a produção de energia. À medida que recursos, como o petróleo, forem se tornando mais caros e menos disponíveis, haverá a necessidade econômica de optar por recursos energéticos alternativos e renováveis.

Dentro desse conceito encontramos a energia renovável, que nada mais é do que aquela energia que provém de fontes naturais como o calor (sol e manto terrestre), as marés (oceanos e mares), os ventos e a chuva (atmosfera), recursos esses inesgotáveis na perspectiva de tempo da raça humana. O conceito de energia renovável, segundo Silva pode ser o de “um recurso que é extraído mais rápido do que é reabastecido por processos naturais é um recurso

²⁹ DORST, Jean. *Antes que a natureza morra*. Coord. De Mário Guimarães Ferri. Trad. de Rita Buongermino. São Paulo: Blucher, 1973. p.19.

³⁰ SILVA, op. cit., 2003, p. 34.

não-renovável. Um recurso que é repostado tão rápido quanto é extraído é certamente um recurso renovável”.³¹ A autora ainda destaca a escala temporal para a reposição do recurso.

Os solos, o ar, as águas, as florestas, a fauna e a flora são considerados recursos naturais renováveis, pois seus ciclos de recomposição são compatíveis com o horizonte de vida do homem. Os minérios em geral e os combustíveis fósseis (petróleo e gás natural) são tidos como não-renováveis, uma vez que são necessárias eras geológicas para sua formação.³²

Logo as fontes de energia não renováveis, como os combustíveis fósseis e os minerais como o urânio, têm taxa de utilização muito maior que a taxa de formação. Suas reservas são limitadas. Suas principais fontes são a fissão nuclear e os combustíveis fósseis como o petróleo, o gás natural e o carvão.

Por exemplo, embora a segurança seja ainda questionável, um cálculo é capaz de mostrar que se todos os núcleos num bloco de urânio pudessem fissionar, numa reação em cadeia, a energia liberada seria, aproximadamente, de 10^6 vezes maior do que aquela obtida na queima de um bloco de carvão ou na explosão de um bloco de dinamite de mesma massa. Para Eiseberg e Resnick a energia nuclear pode ser economicamente competitiva.

Num reator nuclear, a fissão ocorre com uma taxa cuidadosamente controlada. Uma fonte contínua de energia é, então, obtida a partir da energia térmica produzida quando os fragmentos de fissão são detidos pelos materiais do reator. Depois de muitos anos de desenvolvimento tecnológico, os reatores nucleares tornaram-se fontes de energia que são competitivas economicamente, com o carvão ou com o óleo.³³

Nesse viés, necessária se faz a distinção entre reserva e recurso. Para Silva³⁴ a distinção se dá à medida que se conhece a informação precisa ou hipoteticamente. Ou seja, para se falar em reserva, alguma medida física foi realizada “sobre o teor e a quantidade de concentração mineral *in situ*”, cuja exploração seja viável tecnológica e economicamente. Já os recursos³⁵ não são medidos com precisão, mas se conhece sua existência e sua potencialidade de exploração. Os recursos hipotéticos seriam todos aqueles conhecidos, ou não, existentes no manto da Terra, capazes de serem extraídos futuramente.

³¹ SILVA, apud Brown, G.; et al. op. cit., p. 34.

³² Idem.

³³ EISEBERG, Robert; RESNICK, Robert. *Física quântica: Átomos, Moléculas, Sólidos, Núcleos e Partículas* Trad. de Paulo Costa Ribeiro, Enio Frota da Silva e Marta Feijó Barroso. 4 ed. Rio de Janeiro: Campus, 1986. p. 752.

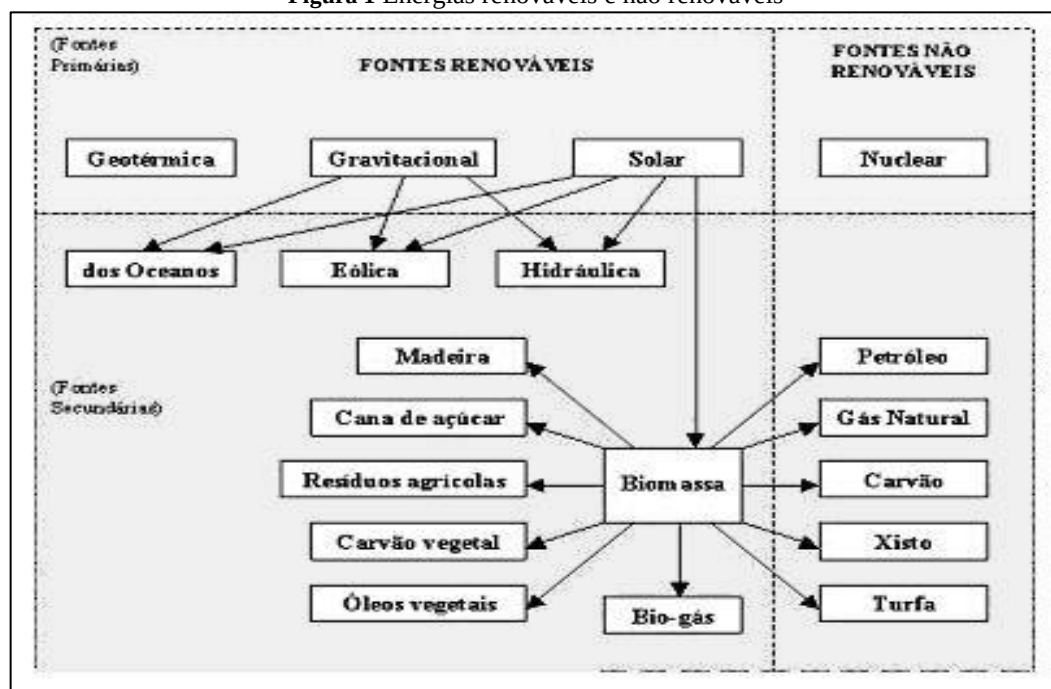
³⁴ SILVA, op. Cit. P. 36.

³⁵ Para a autora (SILVA, op.cit. p. 36), os recursos ainda são divididos em conhecidos e hipotéticos. Esses últimos são todos os recursos conhecidos e não conhecidos, mas potenciais na crosta da terra possíveis de extração futura.

A variável temporal é essencial para a análise de uma utilização “ótima”, segundo os economistas. Esse ponto “ótimo” não necessariamente coincide com o “ótimo” ambiental. Sob o prisma ambiental, seria a taxa em que o recurso conseguiria se recompor; do ponto de vista econômico o término de um recurso finito implica a análise de “um ‘custo de uso’, que representa o valor que as gerações presentes devem pagar, ou reduzir de sua renda, de forma a compensar as gerações futuras pelo esgotamento desses recursos”.³⁶ Essas são conhecidas como decisões intertemporais.

Contudo, como mencionado anteriormente, a energia solar é fonte de energia inicial para quase todos os processos de transformação de energia, de forma direta (energia solar propriamente dita) ou indireta. Segue uma figura comparativa de energias e suas fontes:

Figura 1 Energias renováveis e não renováveis



Fonte: MAIO, Lecília. *Energias renováveis*. Disponível em: <<http://www.minerva.uevora.pt/odimeteosol/energias.htm>>. Acesso em: 10/out./2011. (como original).

O tema sobre o uso de energias renováveis como vetor para o desenvolvimento foi objeto inicial deste estudo gerando um artigo.³⁷ Algumas dessas reflexões são aqui retomadas e enriquecidas.

A importância da energia no cotidiano das pessoas passa, muitas vezes, despercebida. Faz-se uso desse recurso, quase sempre disponível, de forma irrefletida. O

³⁶ SILVA, Op. Cit. P. 37

³⁷ RODRIGUES, Isabel Nader. Desenvolvimento sustentável. In: *Direito, economia e meio ambiente: olhares de diversos pesquisadores*. RECH, Adir Ubaldio; BUTZKE, Alindo; GULLO, Maria Carolina (Org.). Educus, 2012. p. 147-172.

problema começa a surgir quando essa disponibilidade resta ameaçada; quando existe a demanda, mas não existe oferta equivalente do bem, e os prognósticos se fazem preocupantes. Usa-se a energia, sobretudo, para confecção de bens de que necessitamos, a partir dos recursos naturais disponíveis.

A utilização de recursos naturais de maneira não controlada, ou irracional, que é o consumo acelerado de recursos naturais finitos cuja necessidade é tendencialmente infinita, gera um problema energético, que é causa e consequência latentes da crise ecológica.

O desenvolvimento econômico está atrelado intimamente ao fornecimento contínuo e seguro de energia. Na ausência dessa, a economia é paralisada e ocorre diminuição na produção de bens. Em vista disso, a energia afeta todos os setores da sociedade: economia, meio ambiente e, principalmente, o cotidiano da maioria dos cidadãos.

Lembra-se ainda que um grande percentual de brasileiros vive sem energia. O fornecimento de energia elétrica³⁸ ainda não atinge 2.749.243 habitantes do País, sendo que 396.294 são pessoas urbanas e 2.352.949 moram na zona rural, segundo o Censo 2010 do IBGE.³⁹

Para Hinrichs e colaboradores,⁴⁰ determinados fatos históricos – notadamente, o embargo do Petróleo, em 1973, a Revolução Iraniana, em 1979, a Guerra do Golfo Pérsico, em 1991 e a invasão do Iraque, em 2003–, tornaram evidente a essencialidade do petróleo e culminaram nessa crise energética, quase esquecida atualmente. O esquecimento se dá pelo fato de que, enquanto “tudo” funciona, está tudo certo, sem se preocupar com as consequências ambientais do uso da matriz petrolífera, como as relatadas na sequência.

A dependência do petróleo é vital atualmente e continua a se investir pesadamente ainda nesse ramo, principalmente no Brasil. Melhor seria em usar os recursos desse investimento em outras formas alternativas renováveis de energia. Tais eventos, como os citados acima, originaram uma consciência ecológica sobre o tema, demonstrando a necessidade de viabilizar outras fontes de energia e o quão prejudicial (em termos ecológicos) pode se tornar o uso contínuo do petróleo e seus derivados. O aquecimento global, a chuva ácida, a ruptura da camada de ozônio são temas ligados à questão energética do planeta Terra e à necessidade de se repensar a matriz energética atual.

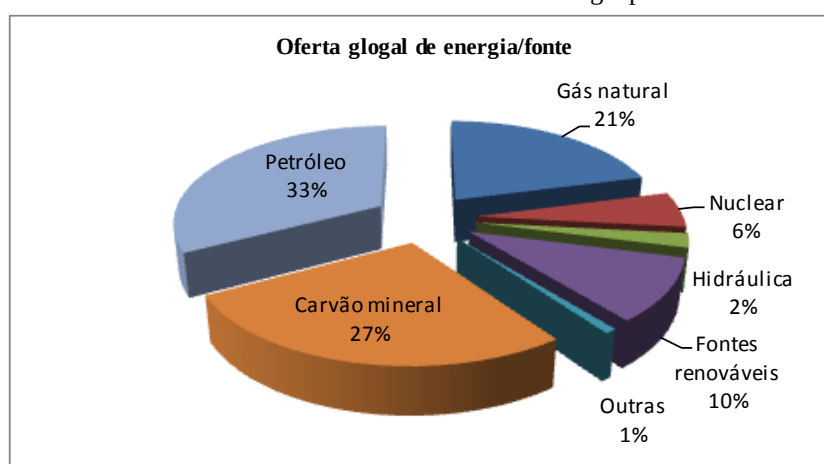
³⁸Disponível em: <<http://ultimosegundo.ig.com.br/brasil/mais-de-27-milhoes-de-brasileiros-nao-tem-energia-eletrica-revela-censo-2010/n1597368876772.html>>. Acesso em: 20/jun./2013.

³⁹IBGE. Disponível em <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=P13&uf=00>>. Acesso em: 20/jun./2013.

⁴⁰HINRICHS, Roger A.; KLEINBACH, Merlin; REIS, Lineu Belico dos. *Energia e meio ambiente*. São Paulo: Cengage Learning, 2010. p. 1.

O fornecimento de energia é um fator limitador do desenvolvimento econômico de um país. Segundo o Balanço Energético Nacional de 2012, ilustrado abaixo, mais de 30% da energia global da Terra ($12\,267\,10^6$ tep em 2009) vem do petróleo,⁴¹ isto é, a oferta de energia disponível em petróleo é de 32,8%. Diminuindo a quantidade disponível de petróleo, consequentemente haveria diminuição na produção industrial e agrícola do Planeta, afetando diretamente a economia e com reflexos diretos na população. A necessidade de se apontar substitutos energéticos viáveis de forma a suprir a demanda de energia sem prejudicar a economia e o meio ambiente se faz imperiosa.

Gráfico 1: Panorama mundial oferta de energia por fonte.



Fonte: EPE. Adaptado do Relatório BEN 2012.

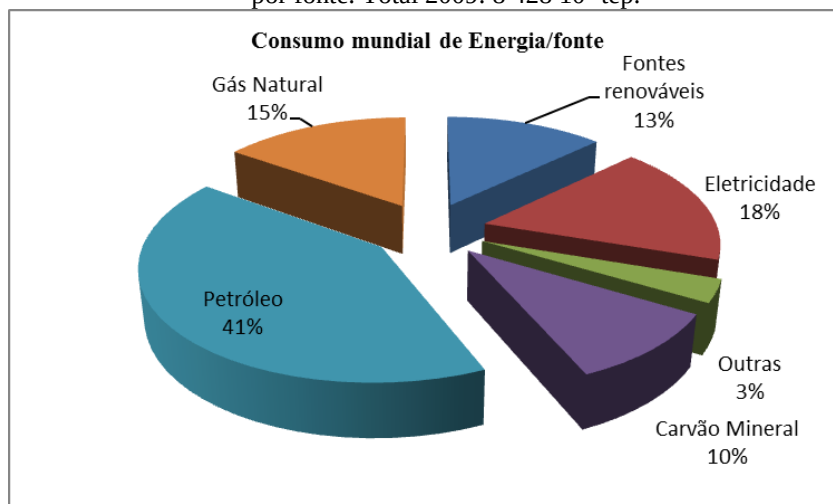
Butzke,⁴² e outros já afirmavam que a crise ambiental é uma crise de civilização, que somente será solucionada mediante ações eficazes dirigidas às suas causas. Afirma, ainda, a necessidade de mudança do *modus vivendi*, a fim de que os recursos naturais não sejam tratados como sendo infinitos e como se a poluição fosse absorvida pela biosfera de maneira ilimitada. Portanto, se faz premente uma consciência ecológica plena de que a exploração descontrolada dos recursos naturais, em qualquer lugar do Planeta, acaba afetando todo o globo e alterando o equilíbrio do sistema em que vivemos.

A crise ambiental e a crise energética estão atreladas como causa e efeito: a necessidade cada vez maior de energia e a urgência em produzi-la acabam por degradar o ambiente. Se se comparar, a oferta de petróleo, que é de 32,8% (gráfico 1), com o consumo de petróleo, que é de 41,3% (gráfico 2), perceber-se-á nitidamente que o consumo mundial já é maior do que a oferta e continua aumentando, caracterizando uma tendência de crise global.

⁴¹EPE. Relatório BEN 2012. Ministério de Minas e Energia. Governo brasileiro, 2012. Disponível em: <<https://ben.epe.gov.br/BENRelatorioFinal2012.aspx>>. Acesso em: 09/abril/2013.

⁴²BUTZKE, Alindo; ZIEMBOWICZ, Giuliano; CERVI, Jacson Roberto. *O direito ao ambiente ecologicamente equilibrado*. Caxias do Sul: Educ, 2006. p. 15-20.

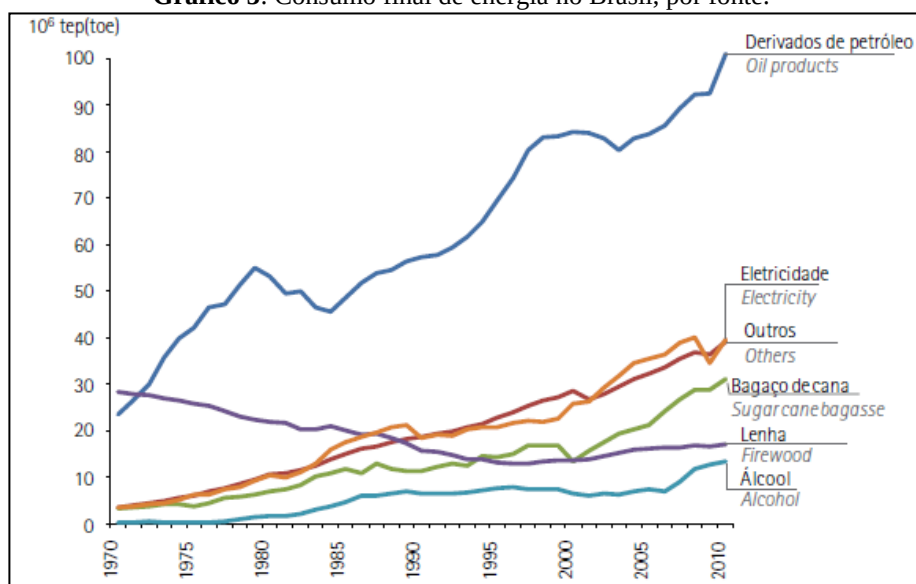
Gráfico 2- Panorama mundial do consumo final de energia por fonte. Total 2009: 8 428 10⁶ tep.



Fonte: EPE. Adaptado do Relatório BEN 2012.

No Brasil, o consumo final por fonte ainda é crescente e fortemente dependente do petróleo. Embora a geração decorra predominantemente de fontes renováveis, como as hidrelétricas, o consumo ainda está concentrado no petróleo e seus derivados.

Gráfico 3: Consumo final de energia no Brasil, por fonte.



Fonte: BEN 2012(como original).

A matriz energética petroquímica é predominante no Brasil. A tabela⁴³ a seguir trata da produção brasileira de energia primária, que ainda é fortemente concentrada em fontes não renováveis (54,18%), sendo derivada do petróleo em 42,44%. A produção de energia na

⁴³ EPE. BEN 2012, op. cit. p.19.

forma elétrica, derivada de fontes hidráulicas, representa somente 14,35% do total da energia produzida no país.

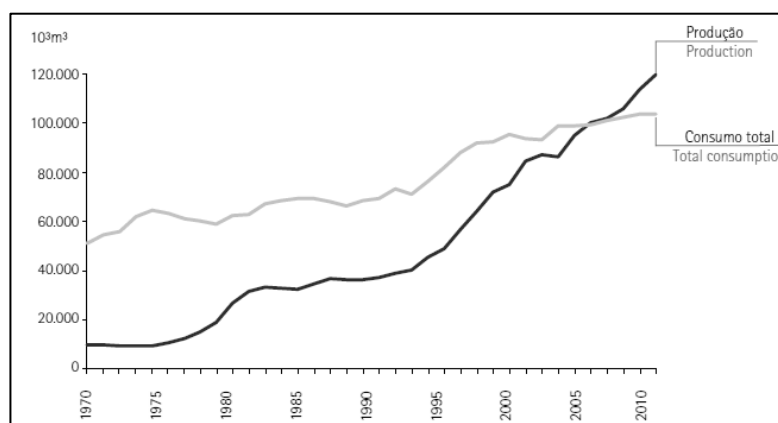
Tabela 1: Produção de energia primária, no Brasil.

											10 ³ tep (toe)
FONTES	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	SOURCES
NÃO RENOVÁVEL	95.677	97.474	99.216	105.667	111.421	114.761	122.009	127.409	133.201	139.112	NON-RENEWABLE ENERGY
PETRÓLEO	74.927	77.225	76.641	84.300	89.214	90.765	94.000	100.918	106.559	108.976	PETROLEUM
GÁS NATURAL	15.416	15.681	16.852	17.575	17.582	18.025	21.398	20.983	22.771	23.888	NATURAL GAS
CARVÃO VAPOR	1.936	1.785	2.016	2.348	2.200	2.257	2.494	1.913	2.104	2.104	STEAM COAL
CARVÃO METALÚRGICO	63	38	137	135	87	92	167	167	0	0	METALLURGICAL COAL
URÂNIO (U ₃ O ₈)	3.335	2.745	3.569	1.309	2.338	3.622	3.950	3.428	1.767	4.143	URANIUM - U ₃ O ₈
RENOVÁVEL	78.583	86.267	91.022	94.855	100.380	108.947	114.553	112.460	119.973	117.628	RENEWABLE ENERGY
ENERGIA HIDRÁULICA	24.604	26.283	27.589	29.021	29.997	32.165	31.782	33.625	34.683	36.837	HYDRAULIC
LENHA	23.645	25.965	28.187	28.420	28.496	28.618	29.227	24.609	25.997	26.322	FIREWOOD
PRODUTOS DA CANA-DE-AÇÚCAR	25.279	28.357	29.385	31.094	35.133	40.458	45.019	44.775	48.852	43.270	SUGAR CANE PRODUCTS
OUTRAS RENOVÁVEIS	5.055	5.663	5.860	6.320	6.754	7.705	8.526	9.450	10.440	11.200	OTHERS
TOTAL	174.260	183.742	190.238	200.522	211.802	223.708	236.562	239.869	253.174	256.740	TOTAL

Fonte: BEN 2012, p. 19. (como original)

Por último, o gráfico 4⁴⁴ ilustra a produção e o consumo total de petróleo, no Brasil. Percebe-se que as duas curvas são crescentes, indicando que esse ainda é o alicerce de produção e consumo de energia.

Gráfico 4: Produção versus Consumo de energia



Fonte: BEN 2012 (como original).

O uso predominante de combustíveis fósseis gera impacto no efeito estufa. A produção industrial e dos meios de transporte aéreo e automotivo é apontada como a mais

⁴⁴ Ibidem, p. 40.

relevante produtora de GEE.⁴⁵ Embora exista a corrente que acredita que o aquecimento seja consequência do próprio planeta, a liberação de toneladas de CO₂ na atmosfera, atribuível ao fato de que a matriz energética mundial ainda tem no petróleo e seus derivados a principal fonte de energia,⁴⁶ é uma das principais barreiras para um desenvolvimento sustentável. Consequentemente, o efeito estufa é intensificado e, como resultado, tem-se alterações climáticas importantes. Segundo o BEN⁴⁷ de 2011, "o total de emissões antrópicas (resultantes da ação do ser humano) associadas à matriz energética brasileira atingiu 395,8 MtCO₂-eq no ano de 2011, sendo a maior parte desse total (192,0 MtCO₂-eq) gerado no setor de transportes". Ainda, conforme dados do BEN de 2011, dentro das maiores fontes primárias mundiais está o petróleo em primeiro lugar, seguido pelo carvão, e, em terceiro lugar, o gás natural. Importante é ressaltar que isso significa um total de quase 70% de fontes não renováveis.

O CO₂ e o vapor-d'água existentes na atmosfera dificultam a propagação dos raios infravermelhos, ocasionando a retenção da energia térmica emitida pela própria Terra, quando aquecida pelo sol. Logo, quanto maior for o acúmulo de CO₂, menor será o calor a retornar ao espaço, sendo retido na atmosfera terrestre, ocasionando, assim, o aumento da temperatura do Planeta.⁴⁸

Devido à ação antrópica, esse feito está se intensificando. As principais causas são a queimada de combustíveis fósseis (petróleo, carvão e gás natural) e o aumento do desmatamento, provocado pela expansão agropecuária e pela indústria madeireira. O IPCC⁴⁹ estima que, no último século, a temperatura aumentou 0,5°C, com previsão de aumentar mais 1°C até 2030 e 5,8°C até 2100.

⁴⁵ GEE (Anexo A do Protocolo de Quioto): Dióxido de Carbono (CO₂); Metano (CH₄); Óxido Nitroso (N₂O); Hidrofluorcarbonos (HFCs); Perfluorcarbonos (PFCs); Hexafluoreto de enxofre (SF₆). (GEEs = 70%CO₂+27%CH₄+3%N₂O+CFCs+O₃+vapor H₂O).

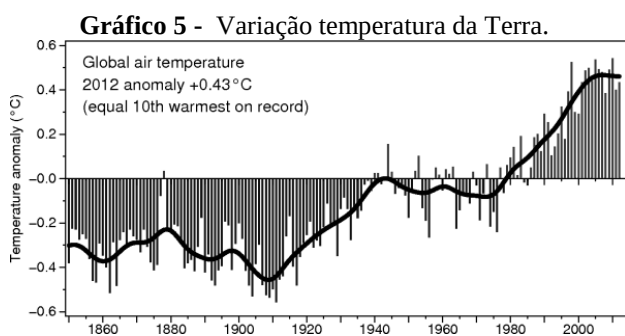
⁴⁶EPE. Relatório do BEN 2011, anexo III. Disponível em: <<https://ben.epe.gov.br/BENRelatorioFinal2011.aspx>>. Acesso em: 07 ago. 2012.

⁴⁷EPE. Resultados do pré-BEN 2012. Disponível em: <<https://ben.epe.gov.br/BENResultadosPreliminares2012.aspx>>. Acesso em: 07 ago. 2012.

⁴⁸ O CO₂ tem duração de 50 a 200 anos; o metano tem tempo de duração de 9 a 15 anos; o óxido nitroso de, 120 anos; os hexafluoretos, 3.200 anos; os hidrofluorcarbonetos, 1,5 a 264 anos, e os polifluorcarbonetos de 50 a 1.700 anos. Fonte: IPCC, 1995.

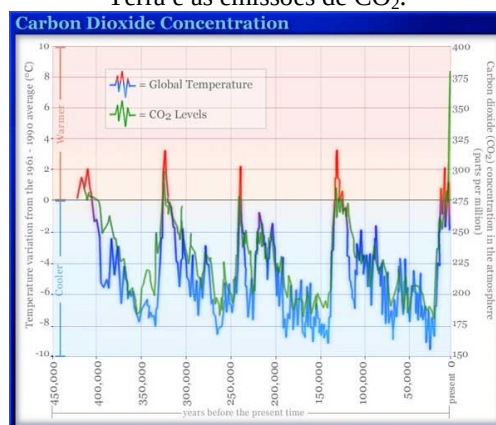
⁴⁹ YOSHIDA, Consuelo Yatsuda Moromizato. Mudanças climáticas, Protocolo de Quioto e o Princípio da Responsabilidade Comum, mas diferenciada: a posição estratégica singular do Brasil: alternativas energéticas, Avaliação de Impactos, Teses Desenvolvimentistas e o papel do Judiciário. IN: CONGRESSO INTERNACIONAL DE DIREITO AMBIENTAL, 12., 2008, São Paulo. *Anais...* São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo. 2008, 2v. p.95.

O gráfico 5⁵⁰ ilustra a variação experimentada da temperatura, realizada pela Unidade de Pesquisas Climáticas da UEA, com dados de 1850 a 2012, demonstrando uma variação de temperatura de mais de 1°C em 160 anos. Comparativamente, o gráfico 6 demonstra a correlação entre alterações climáticas do Planeta e as concentrações de CO₂ na atmosfera (escala planetária). Percebe-se que os picos de aquecimento da Terra, coincidem com os máximos de concentração de CO₂ na atmosfera.



Fonte: JONES, Phil, op. cit. p. 1⁵¹.

Gráfico 6 - Correlação entre a temperatura da Terra e as emissões de CO₂.



Fonte: NOAA⁵²

Em estudo anterior⁵³, com os dados obtidos do *Carbon Dioxide Information Analysis Center - Oak Ridge National Laboratory*, foi possível plotar o gráfico 7 onde é possível verificar o crescimento da liberação na atmosfera oriunda dos combustíveis fósseis, corroborando com os dados acima.

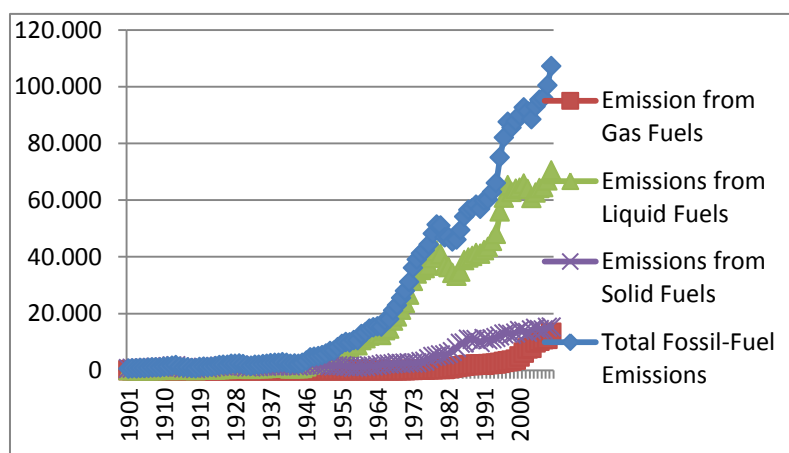
No Brasil, a emissão de dióxido de Carbono vem aumentando consideravelmente desde 1900, tendo sua parcela de contribuição no aumento do efeito estufa, sem querer eximir-se de sua responsabilidade. O gráfico abaixo expõe o crescimento da produção de combustíveis fósseis tanto sólidos como líquidos e gasosos, demonstrando um crescimento exponencial a partir de meados de 1978. A curva em azul significa o total liberado.

⁵⁰ JONES, Phil. *Global temperature record*. Disponível em <<http://www.cru.uea.ac.uk/>>. Acesso em: 16/abr./2013.

⁵¹ A série histórica mostra a temperatura da combinação terra e superfície marinha entre 1850 e 2012. (JONES, op. cit. p. 1. (Como original)).

⁵² Imagem baseada em dados da NOAA. Disponível em: <<http://www.planetseed.com/pt-br/relatedarticle/co2-e-mudanca-de-temperatura>>. Acesso em: 16/abr./2013. (Como original).

⁵³ RODRIGUES, op. cit. p. 168.

Gráfico 7: Produção combustíveis fósseis em função do tempo.

Fonte: Elaborado pela autora. Dados de CDIAC⁵⁴ (Carbon Dioxide Information Analysis Center - Oak Ridge National Laboratory). All emission estimates are expressed in thousand metric tons of carbon. To convert these estimates to units of carbon dioxide (CO₂), simply multiply these estimates by 3,667.

Como se tentou demonstrar, a sociedade contemporânea tem a economia planetária embasada essencialmente na exploração de petróleo; entretanto, além de se tratar de um bem finito, sua extração traz consequências graves. A criação de fontes de energia alternativas desde os pontos de vista econômico, social e ambiental, utilizando a ciência como aliada, se faz imperiosa nos dias de hoje, para um desenvolvimento realmente sustentável. As opções são muitas, ressaltando-se as energias eólica, solar e de biomassa. Essa última, além de produzir energia, pode solucionar um problema que é comum a todos os grandes centros urbanos: resíduos sólidos.

A energia solar é obtida pela transformação direta da luz solar em eletricidade, por meio de células fotovoltaicas. A explicação desse fenômeno se dá pelo efeito fotoelétrico,⁵⁵ dado por Albert Einstein em 1905. O principal material utilizado para confecção de tais placas é o silício, abundante na terra; contudo, outros materiais já estão sendo pesquisados e usados para a confecção de tais placas, por meio de filmes finos, tais como: o arseneto de gálio, o telureto de cádmio, o sulfeto de cádmio, o biseleneto de cobre, o índio e o gálio, muito desses são metais pesados que gera dano ao ser humano e ao ambiente. Embora o custo para confecção ainda seja elevado (US\$ 0,25 a 0,30 por KWh) o de manutenção é relativamente

⁵⁴ Disponível em: <<http://cdiac.esd.ornl.gov/ftp/trends/emissions/bra.dat>>. Acesso em: 1º/maio/2012.

⁵⁵ O efeito fotoelétrico pode ser explicado onde um feixe de luz que incide sobre uma placa negativa e elétrons são emitidos com uma quantidade de energia que é inversamente proporcional ao comprimento da onda da luz incidente.

baixo: US\$ 0,005 por KWh.⁵⁶ Em algumas regiões, essa é a única maneira de atender à demanda por energia nessas localidades, principalmente nas zonas rurais.

A produção de energia por painéis fotovoltaicos resulta da insolação diária recebida, que dependerá também do lugar, da época do ano, do clima e da orientação dos módulos. Mas para dar um exemplo, uma casa que use em média 600KWh/mês, o que equivale a 20KWh/dia, com uma insolação média de 4.700W/m²/dia, fornece picos de 4,7W/dia, precisaria de três módulos de 80W, resultando em 376Wh/dia.⁵⁷

Quanto à energia eólica, essa implica a extração de energia pelo vento. A pressão do vento faz girar pás que estão atreladas a um rotor, ligado a um eixo conectado a um gerador elétrico. Sua energia pode ser armazenada em baterias, pois é em corrente contínua. Ligando-a (a bateria) em um convertor de corrente contínua para alternada, tem-se a corrente utilizável na maioria dos equipamentos domésticos. No Brasil, a produção de eletricidade a partir da fonte eólica alcançou 2.705GWh em 2011. Isso representa um aumento de 24,3% em relação ao ano anterior, quando se alcançou 2.177GWh. Em 2011, a potência instalada para geração eólica no país aumentou 53,7%. Segundo o BIG, da ANEEL, o parque eólico nacional cresceu 498MW, alcançando 1.426MW no final de 2011.⁵⁸ Embora o impacto ambiental seja praticamente nulo, estuda-se ainda a poluição visual potencial, a produção de ruídos e ainda, seus efeitos sobre algumas aves de rapina.

Além das energias solar e eólica, aquela produzida por biomassa constitui solução possível para um problema crescente, ao mesmo tempo que instrumentaliza a geração de energia, resolvendo duas variáveis importantes na sociedade: o lixo e a energia. Apenas os resíduos agrícolas, geralmente não aproveitados, representam uma disponibilidade energética equivalente a 747 mil barris diários de petróleo.⁵⁹ O Brasil, em 2010, produzia 260mil toneladas diárias de lixo, sendo 53% material orgânico. Desses, 53% acabam em aterros sanitários, 23% em aterros controlados e 20% em lixões.⁶⁰ A produção de lixo urbano, numa cidade como Caxias do sul, equivale a 436 mil Kg lixo/dia.⁶¹ Cada tonelada pode produzir, em média, 350 a 500m³ de gás⁶², podendo gerar um PCI⁶³ médio de 3KWh/kg. Cada Kg de

⁵⁶ HINRICHS et al., op. cit. p. 448-455.

⁵⁷ Exemplo adaptado de HINRICHS et al., op. cit. p. 452.

⁵⁸ Dados do BEN 2012, op. cit. p.14.

⁵⁹ SACHS, op. cit., 2009, p. 56.

⁶⁰ OLIVEIRA, Maurício. Lixo: Aqui era o maior lixão do mundo. *VEJA*. Editora Abril, ano 43, ed. Especial, dez./2010, p. 82 a 84.

⁶¹ Disponível em: <http://www.caxias.rs.gov.br/meio_ambiente/texto.php?codigo=626>. Acesso em: 1º/maio/2012.

⁶² Esse potencial depende do tipo de lixo e demais variáveis físicas, como temperatura, pressão e outras.

⁶³ PCI. Necessário para o cálculo de transformação de Kcal/Kg para KWh/Kg.

lixo pode gerar energia para, em média, o uso de uma geladeira por quase 3h, ou usar o computador por 5h. Seu potencial é imenso.

A transformação da biomassa em energia, além de incrementar o setor energético, traz diversos benefícios complementares como a melhoria no projeto social subjacente, já referido neste trabalho, como sendo um elemento indutor do desenvolvimento sustentável. Fatores tais como a melhoria na gestão de resíduos, a diminuição das diferenças sociais, o desenvolvimento local e, conseqüentemente, uma maior arrecadação, acabam resultando em melhoria para todos os setores. Ações nesse sentido constituiriam soluções globalmente eficazes.

As opções para substituição da matriz energética atual são muitas. Resta analisar sua viabilidade, identificar quais exercem o menor impacto ambiental e trazem mais benefícios agregados. Todas as formas de produção de energia causam algum dano ao ambiente, em maior ou menor grau. Mesmo parques eólicos ou de células solares causam poluição, ainda que visual. Faz-se necessário ponderar quais seus efeitos cumulativos, bem como seus efeitos sinérgicos, e conceber uma matriz energética segundo a ótica da prevenção, do planejamento racional, da durabilidade, e das sustentabilidades social, econômica e ecológica.

2.3 ENERGIA DAS NANOPARTÍCULAS E A ENERGIA NUCLEAR

Inicialmente é importante destacar que, embora as nanotecnologias e as partículas nucleares operem num mundo escalar muito pequeno, não possuem basicamente interação, sendo, ainda hoje, um grande desafio misturar a nanotecnologias com partículas nucleares.

As interações nucleares pertencem a um domínio particular, embora seja possível utilizar-se das nanotecnologias para a criação de dispositivos que sejam úteis nas interações nucleares. A principal razão está na discrepância entre as escalas nuclear e suas interações de curto alcance e a nanométrica. O núcleo radioativo é da ordem de $9F$,⁶⁴ sendo cinco ordens de grandeza inferior ao comprimento característico do átomo, $1\text{\AA}$.⁶⁵ Eisberg descreve as diferenças entre as forças coulombianas e as forças nucleares, sendo as primeiras essencialmente repulsivas (nesse caso) e as outras atrativas de curto alcance.

Tanto as análises de espalhamento de partículas quanto as de emissão de partículas α mostram que, além de uma força coulombiana repulsiva, existe

⁶⁴ [F] é a unidade chamada FERMI, utilizada em física nuclear. $1F = 1 \times 10^{-15}m$.

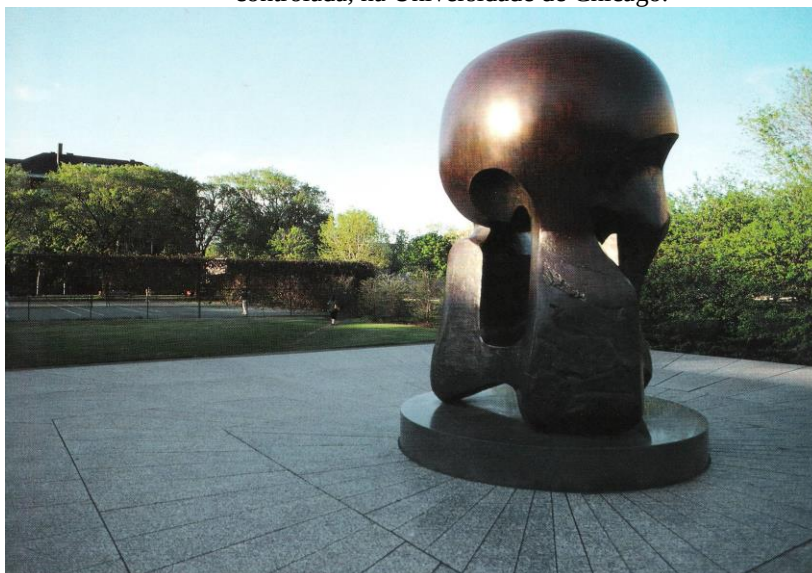
⁶⁵ [Å] é a unidade de medida do átomo, chamada Angstrom. $1\text{\AA} = 1 \times 10^{-10}m$.

uma *força nuclear* que é *atrativa*, agindo entre essas partículas e os núcleos. Outra conclusão obtida é que a força nuclear é de *curto alcance*, isto é, ela atua de maneira apreciável somente sobre uma distância inferior a 10 F. As análises também indicam que a força nuclear é *intensa*, comparada à força coulombiana, pois ela predomina sobre esta – que é repulsiva – produzindo uma força atrativa sobre as partículas que se encontram muito próximas do núcleo.⁶⁶

Em capítulo específico (3) será feita uma análise mais detalhada dessas limitações, pelo Princípio da Incerteza de Heisenberg. Aqui tão somente será discutido o potencial energético e seus riscos, tendo em vista tratar-se de uma fonte de energia não renovável. Mundialmente essa fonte tem sido responsável por 6% da energia global (ver gráfico 1 já citado).

A descoberta da fissão nuclear em 1939 por Otto Hahn e Strassman,⁶⁷ e posteriormente a fissão controlada de Enrico Fermi,⁶⁸ com grande liberação de energia é um marco histórico do Planeta. Infelizmente utilizada como arma, o primeiro objeto foi a produção da “bomba atômica” na Segunda Guerra Mundial. Em 1942, na Universidade de Chicago Henry Moore, com Fermi, obteve a primeira reação nuclear controlada em cadeia.

Figura 2- Monumento alusivo à primeira reação nuclear controlada, na Universidade de Chicago.



Fonte: The University of Chicago. Photographed by Dan Dry. Harmony House. Chicago. p. 59

⁶⁶ EISBERG, Robert; RESNICK, Robert. *Física quântica: Átomos, Moléculas, Sólidos, Núcleos e Partículas* Trad. de Paulo Costa Ribeiro, Enio Frota da Silva e Marta Feijó Barroso. 4 ed. Rio de Janeiro: Campus, 1986. p. 643

⁶⁷ EISBERG, Robert. Op. Cit. P. 751

⁶⁸ Enrico Fermi (1901 – 1958) ganhou o prêmio Nobel de Física em 1938 “pela demonstração da existência de novos elementos radioativos produzidos por irradiações de nêutron, e pela descoberta correlata de reações nucleares induzidas por nêutron lentos.” RESNICK, Robert. *Física/David Halliday*. Trad. de Adir Luciano Leite Videira. 4ed. Rio de Janeiro: LTC, 1984. p. 348.

Koppes relata que, na época, o físico da Universidade de Chicago, Samuel K. Allison, afirmou: “All of us knew that with the advent of the chain reaction, the world would never be the same again.” Mas após o período de guerra, muitos benefícios foram descobertos da fissão nuclear.

Medical research gained unexpected benefits from the wartime research. In the early 1950s, the Atomic Energy Commission funded the Argonne Cancer Research Hospital, which became the Franklin McLean Institute, 5841 S. Ellis Ave., in 1973. The Argonne Hospital successfully pioneered the use of radiation in cancer treatment, with efforts later expanding to include radiological innovations in the diagnosis and treatment of other diseases.⁶⁹

A fissão nuclear nada mais é do que o bombardeamento por nêutron sobre um núcleo de um átomo, liberando a energia contida nas ligações “quebradas” e mais nêutrons que seguem bombardeando outros núcleos, como num efeito dominó, formando uma reação em cadeia controlada. Miller Júnior descreve a fissão como sendo

uma alteração nuclear em que os núcleos de determinados isótopos com número de massa altos (como o urânio 235) são divididos em núcleos, mas leves quando afetados pelos nêutrons; cada fissão libera dois ou três nêutrons, além de energia [...]. Cada um desses nêutrons, por sua vez pode acionar uma reação de fissão adicional. Para que ocorram várias fissões, deve haver uma quantidade suficiente de núcleos que possam ser desintegrados de modo que proporcione a *massa crítica* necessária para a captura eficiente desses nêutrons.⁷⁰

Simplificadamente, num reator nuclear o calor resultante dessa fissão nuclear produz um vapor que faz girar uma turbina, gerando eletricidade.

O maior problema⁷¹ desse tipo de geração de eletricidade por energia nuclear está na produção de resíduos resultantes desse processo e sua armazenagem. Não se trata da quantidade de lixo nuclear produzida, mas sim da qualidade. Somente 1Kg de Urânio (235) produz o equivalente energético a 3 mil toneladas de carvão ou 14 mil barris de petróleo,⁷² ou seja, sua eficiência energética é enorme. Entretanto, seu resíduo radioativo (de alto e baixo teores), os quais são removidos dos reatores (alto teor, com meia-vida), deve ser guardado de 10 mil a 240 mil anos, em segurança. Problema esse que ainda nos dias de hoje não foi seguramente desenvolvido.

⁶⁹ KOPPES, Steve. How the first chain reaction changed science. Disponível em: <http://www.uchicago.edu/features/how_the_first_chain_reaction_changed_science/>. Acesso em: 03/jul./13.

⁷⁰ MILLER JÚNIOR, G. Tyler. Ciência Ambiental. Trad. De All Tasks. São Paulo: Cengage Learning, 2011. p.29.

⁷¹ Não se objetiva aqui discutir todos os problemas que a energia nuclear possa ter, como o risco de acidentes, ataques terroristas e outros, mas somente a limitação científica imposta pela ausência de tecnologia segura.

⁷² HINRICHS et al., op. cit., p. 522.

A discussão mais atual sobre energia segura e eficiente, mas ainda não solucionada, trata-se da fusão nuclear. Uma energia potencialmente com baixa poluição ambiental e segura e que é fonte de toda a energia que é emitida pelo sol. Todavia as limitações tecnológicas ainda não obtiveram satisfatoriamente a liberação de energia maior que a utilizada na própria fusão. Explica-se

A fusão⁷³ seria a união de dois núcleos menores, formando um terceiro maior, mais estável, com liberação de energia. Entretanto, a energia necessária para juntar esses dois núcleos ainda é muito maior que a energia liberada, nos experimentos controlados já realizados, na junção desses dois elementos. Os combustíveis utilizados nessa reação poderiam ser o deutério (núcleo de hidrogênio-2) encontrado na água, e o trítio (núcleo de hidrogênio-3), formando um núcleo de hélio-4, um nêutron e energia⁷⁴.

O processo de fusão é possível pelo meio térmico. Eisberg e Resnick afirmam que

não há dificuldade em provocar a fusão na terra através de meios outros que o térmico. Pode ser conseguida com relativa facilidade através de um ciclotron ou outro acelerador capaz de fornecer à partícula incidente energia suficiente para vencer a barreira coulombiana repulsiva entre ela e o núcleo alvo. Entretanto é muito pequena a energia liberada nas fusões relativamente pouco numerosas que são produzidas através desse método, sendo mesmo desprezível quando comparada com a energia consumida pelo acelerador. Dessa forma, parece não haver esperanças no uso de processos não térmicos como fontes eficientes de energia. Uma fusão térmica eficiente tem entretanto ocorrido durante muito tempo nas estrelas.⁷⁵

O potencial energético da fusão nuclear é gigantesco, contudo o avanço da tecnologia não tem andado na mesma velocidade que a demanda por energia. Como a limitação tecnológica é um muro que pode e deve ser transposto, a nanotecnologia pode ser uma ferramenta para esse fim. Por meio dela é possível instrumentalizar o ramo energético.

Com foco na produção de energia de forma sustentável, as nanopartículas já são consideradas uma ferramenta promissora a fim de diminuir o impacto ambiental do setor energético. Serrano⁷⁶ afirma que 80% das emissões mundiais de CO₂ são oriundas do setor energético, e que as nanotecnologias poderão contribuir principalmente com formas sustentáveis de armazenar energias, oriundas de energia solar e conversões de hidrogênio e dispositivos de termelétricas.

⁷³ Também conhecida como energia do sol.

⁷⁴ MILLER JÚNIOR, op. cit., p. 29, 347; HINRICHS et al., op. cit., p. 608-624.

⁷⁵ EISBERG; RESNICK, op. cit., p.759.

⁷⁶ SERRANO, E. et al. Nanotechnology for sustainable energy. *Renew Sustain Energy Rev.*, 2009, doi:10.1016/j.rser.2009.06.003. p. 02.

A utilização das nanopartículas já abrange os alimentos, a indústria de cosméticos (principalmente os protetores solares), a farmacológica e a medicina (especialmente no tratamento de certos tipos de câncer). Podem ser utilizadas ainda pela mineração, indústria petroquímica, metalurgia e até para a geração de energia (solar), foco deste trabalho. Não se objetiva aqui, neste estudo, fazer uma análise dos riscos (ou não) dessa nova tecnologia, mas apresentá-la como potencial ferramenta para gerar energia sustentável.

Vários fenômenos ligados à escala nano,⁷⁷ existentes na natureza, estão presentes no nosso dia a dia. Para exemplificar essa afirmação, a gotícula de orvalho que se forma na superfície de uma folha, que devido à estrutura nano da folha a gota rola por ela; os dentes apresentam uma estrutura nanoestruturada que dão resistência mecânica para mastigação de sólidos resistentes; o fenômeno de difração⁷⁸ observado nas asas das borboletas, são exemplos de estrutura nano. Assim pode-se depreender que a escala nano sempre esteve presente na natureza. Conhecê-la e utilizá-la de forma consciente e ética pode ser uma importante ferramenta de proteção ambiental.

Nesse norte, por ser uma área que está engatinhando em suas aplicações e notadamente crescendo em um ritmo acelerado, não possui um histórico relevante sobre seus efeitos no ser humano e no meio ambiente, o que torna fundamentais estudos científicos e idôneos mais profundos nessa área.

Para tanto, inicialmente, precisa-se compreender a *estrutura da matéria*. Acreditava-se que os átomos, formados por prótons, nêutrons e elétrons seriam os constituintes fundamentais da matéria.. Hoje se sabe que prótons e nêutrons possuem uma estrutura interna composta de outras partículas mais leves e realmente elementares: os *quarks*. Os léptons também são elementares, não possuindo estrutura, tais como: o elétron, o pósitron e o neutrino.⁷⁹ O que se pensava ser indivisível observou-se ser divisível.

Para se ter uma noção comparativa das dimensões de que se está tratando, um átomo de hidrogênio tem 0,1nm; uma molécula de DNA possui 2,5nm; uma molécula de proteína tem entre 5 e 50nm. Já um vírus possui entre 75 e 100nm, uma bactéria entre 1.000 e 10.000nm e as células brancas 10.000nm (consideradas gigantescas para o mundo nano). Se

⁷⁷ 1 nanometro = 0,000 000 001m = 10⁻⁹m.

⁷⁸ Difração, numa definição simples, é a decomposição da luz visível que forma um arco-íris de cores.

⁷⁹ O modelo padrão descreve que toda matéria na natureza é constituída por dois "clãs" de partículas elementares: léptons e quarks, e esses constituem os hádrons. Pode-se fazer uma distinção entre os hádrons, pois alguns deles são bósons, chamados mésons; o pión é um exemplo. Os outros hádrons são férmions, chamados bárions; o próton é um exemplo. Os quarks estão sempre confinados em mésons ou em bárions; esses, por sua vez, são férmions, assim como os léptons, por possuírem spin fracionário, os mésons com spin inteiro são bósons, o fóton com spin 1 é um exemplo. Já o fotino, pela teoria da supersimetria, uma variante do fóton, possui spin 1/2, tornando-se um férmion.

alguém imaginar que um nanômetro é representado por uma pessoa, uma célula vermelha do sangue (7000nm) seria de 7Km de extensão.⁸⁰ Sabendo-se o tamanho em questão, é possível prever os efeitos e suas interações,⁸¹ pois esses são otimizados quando estão sendo utilizadas grandezas de mesma dimensão (tamanho). O quadro 1 demonstra tais aspectos de forma esquemática:

Quadro 1 - Escalas e Efeitos

TAMANHO	EFEITOS
Centímetro (0,01m)	Gravidade, fricção, combustão
Milímetro (0,001m)	Eletrostática, Van der Waals, Browniano
Nanômetro (0,00000001m)	Eletrostática, Van der Waals, Browniano, Quântico (<i>fenômenos da estrutura molecular e atômica</i>)
Angström (0,0000000001m)	Mecânica quântica e relativística (<i>comportamento de partículas atômicas e sub-atômicas</i>)

Fonte: elaborado pela autora

Observando a escala nanométrica, já é possível detectar os efeitos quânticos, que não são observáveis nas demais escalas. Com estudo na área dos nanomateriais é possível tornar mais eficiente os processos atuais de geração de energia alternativa.

Na escala nanométrica, segundo Serrano et al., já é possível construir células fotovoltaicas com alto grau de eficiência e, ao mesmo tempo, com um custo de elaboração reduzido, bem como a produção de hidrogênio, seu armazenamento e sua transformação em eletricidade.

Thanks to better nanomaterials, PV solar cells are increasing their efficiency while reducing their manufacturing and electricity production costs at an unprecedented rate. Hydrogen production, storage and transformation into electricity in fuel cells are being benefited from more efficient catalysts for water splitting, better nanostructured materials for higher hydrogen adsorption capacity and cheaper simpler fuel cells.⁸²

A utilização do hidrogênio como fonte de energia é relativamente nova. A tecnologia das células fotovoltaicas PV (photovoltaic), cuja energia pode quebrar a molécula de água, armazenando diretamente a energia do hidrogênio, é um sistema ainda em testes, mas com

⁸⁰ Disponível em: < <http://www.nano.org.uk/news/1140/> com>. Acesso em: 05/out./2012.

⁸¹ ABDI, *grifos nossos*

⁸² SERRANO et al., op. cit. p. 10.

potencialidade de tornar a produção de hidrogênio, a partir de energia solar, uma captação de energia limpa e sustentável.⁸³

Quanto à regulamentação dessas fontes de energia, sobre energia nuclear, veja-se a Lei 4.118/62, a qual dispõe sobre a política nacional de energia nuclear, cria a Comissão Nacional de Energia Nuclear, e dá outras providências, com alterações das Lei 4.156, de 1962, do Decreto-lei 1.982, de 1982, do Decreto de 8.12.1993 e do Decreto 5.667/06, ainda vigentes. Sobre nanotecnologia, a legislação ainda precisa ser desenvolvida.

2.4 BIOMASSA: AUSÊNCIA DE ESPECIFICAÇÃO EM LEGISLAÇÃO PERTINENTE AO TRATAMENTO DE RESÍDUOS

Clarke⁸⁴ já afirmava que “resíduos sólidos são apenas matérias-primas que não utilizamos porque somos burros demais”.

Esse tópico objetiva analisar a potencialidade produtora de energia dos resíduos por meio da biomassa, conceituando-os e os diferenciando, além de verificar a legislação vigente do ponto de vista da previsibilidade legal à transformação dessa em energia útil.

Independentemente da necessidade de conscientização de toda a sociedade para que seja produzidos menos resíduos, seja via educação para um consumo consciente, seja proibindo determinados compostos, inicialmente é fundamental conceituar e diferenciar os diversos tipos de resíduo e quais desses têm potencialidade para geração de energia pela biomassa.

O conceito de resíduo sólido para Miller Júnior⁸⁵ é “qualquer material indesejável ou descartado que não seja gasoso ou líquido. Na natureza não existe resíduo sólido, pois os resíduos de um organismo transforma-se em nutrientes para outros organismos”. Esses resíduos produzidos diretamente pelos produtos ou serviços que são consumidos ou usados é conhecido como lixo.

Os resíduos sólidos são um dos materiais utilizados para produção de energia por meio da biomassa. Hinrichs conceitua a energia da biomassa como

aquela derivada de matéria viva como os grãos (milhos, trigo), as árvores e as plantas aquáticas; esta matéria viva também é encontrada nos resíduos agrícolas e florestais (incluindo os restos de colheita e os estrumes) e nos

⁸³ Ibidem, p. 1-12.

⁸⁴ CLARKE, apud Miller Jr, op. cit., p. 445.

⁸⁵ TYLER JÚNIOR, op. cit., p. 446.

resíduos sólidos municipais. A biomassa pode ser utilizada como combustível em três formas: combustíveis sólidos, como as lascas de madeira; combustíveis líquidos produzidos a partir da ação química ou biológica sobre a biomassa sólida e/ou da conversão de açúcares vegetais em etanol ou metanol; e combustíveis gasosos produzidos por meio do processamento com alta temperatura e alta pressão. (*Grifos nossos*).⁸⁶

Isto é, através da decomposição do lixo orgânico produzido nos grandes centros urbanos, nos aterros sanitários (em biodigestores), ou ainda pelo lixo produzido pela agricultura (como as plantações de cana-de-açúcar), há a produção de gases (essencialmente⁸⁷ metano (CH_4), dióxido de carbono (CO_2), amônia (NH_3), hidrogênio (H_2), gás sulfídrico (H_2S), nitrogênio (N_2) e oxigênio (O_2)), que, se forem canalizados podem ser usados para girar uma turbina e produzir eletricidade. Esse processo é conhecido como digestão anaeróbica.⁸⁸

Esse biogás produzido pode fomentar a indústria energética simultaneamente resolve um problema dos grandes centros urbanos. Como exemplo, 1 milhão de toneladas de resíduos sólidos pode produzir em torno de 1MW por mais de 15 anos; os resíduos sólidos de uma cidade de 1 milhão de pessoas comportam plantas de usinas biodigestoras de 8MW.⁸⁹

Um exemplo prático ainda são os digestores com volume de $1,5\text{m}^3$ que produzem cerca de $0,75\text{m}^3$ de biogás por dia a partir de esterco diário de duas vacas. Ou ainda: com a produção de um biodigestor caseiro de 1m^3 e $0,43\text{m}^3$ de metano por quilograma de biomassa, que equivale a $1,5\text{m}^3$ de gás de cozinha. Nesse caso, o rendimento é entre 70% e 90% do biodigestor e uma eficiência térmica média igual a 68%.⁹⁰ A eficiência energética dependerá ainda de fatores como pressão, temperatura, umidade, tipo de biomassa utilizada e tempo de decomposição do aterro, podendo potencializar os resultados.

O BEN no relatório Síntese de 2013, embora parcial, já aponta para a redução de biomassa de cana-de-açúcar e redução de renováveis na matriz energética.

Gás natural, petróleo e derivados responderam por 97% deste incremento. Isto se deveu basicamente à redução na oferta interna de biomassa da cana, notadamente do etanol, e de hidreletricidade. Uma vez que a produção de derivados, ainda que tenha aumentado, não acompanhou o ritmo da demanda, houve, como consequência,

⁸⁶ HINRICHS et al., op. cit. p.623.

⁸⁷ MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. *Aproveitamento energético do biogás de aterro sanitário*. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/politica-nacional-de-residuos-solidos/aproveitamento-energetico-do-biogas-de-aterro-sanitario>>., Acesso em: 05/jul./13.

⁸⁸ “É um processo de decomposição por meio do qual bactérias convertem material orgânico em gases metano e dióxido de carbono na ausência de oxigênio.” (HINRICHS et. Al., op. cit. p. 632).

⁸⁹ STEMAC ENERGIA. Disponível em: <<http://www.stemacenergia.com.br/gas-de-aterros-sanitarios>>. Acesso em 05/jul./2013.

⁹⁰ FAUSTINO, L. S. M. et. al. *Tratamento de resíduo orgânico e produção de biogás*. Disponível em: <<http://www.abq.org.br/biocom/2009/trabalhos/-5-5457.htm>>. Acesso em 05/jul./2013.

maior importação de gasolina e diesel. Outro reflexo foi a redução da proporção de renováveis na matriz energética. Contudo, essa participação manteve-se em patamar muito elevado, de 42,4%, significativamente acima da média mundial, calculada em 13,2% pela Agência Internacional de Energia.⁹¹

Reaproveitar os resíduos para produção de energia significa sustentabilidade ambiental. A legislação embora esparsa, trata de casos isolados sobre o tratamento de certos resíduos. Entretanto, não é específica quanto ao uso de seu aproveitamento na forma de energia.

A Resolução Conama 006/88⁹² estabelece o controle de resíduo industrial – para Bifenilas Policloradas e de agrotóxicos fora de especificação ou de uso proibido no País. Norma transitória até 2002, revogada pela Resolução 313, de 2002.

Outra: a Resolução Conama 264/99⁹³ regula o coprocessamento de resíduos em forno de clínquer. Consiste no processamento de resíduos sólidos industriais como substituto parcial para a confecção de cimento. Tal norma não abrange os resíduos domiciliares, de saúde, radioativos, agrotóxicos e similares. A norma estabelece limites máximos de emissão de poluentes na atmosfera.

Os resíduos sólidos urbanos em municípios de pequeno porte (Resolução Conama 308/02) prevê a “instalação e funcionamento das unidades de disposição final de resíduos sólidos, bem como as obras de recuperação de áreas degradadas pela disposição inadequada de tais resíduos”.⁹⁴ Define resíduos sólidos urbanos, em seu art. 2º, como sendo “os provenientes de residências ou qualquer outra atividade que gere resíduos com características domiciliares, bem como os resíduos de limpeza pública urbana”. Em seu parágrafo único, excetua os lixos de “resíduos perigosos que, em função de suas características intrínsecas de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade, apresentam riscos à saúde ou ao meio ambiente”.⁹⁵

Em seu anexo, ao tratar dos aspectos técnicos, menciona em seu inciso III que as tecnologias que deverão ser adotadas na disposição final dos resíduos deverão considerar “a coleta e queima dos efluentes gasosos, quando necessário”,⁹⁶ não se referindo à

⁹¹EPE. BEN 2013. Disponível em: <https://ben.epe.gov.br/downloads/Síntese%20do%20Relatório%20Final_2013_Web.pdf>. Acesso em: 05/jul./2013.

⁹²MMA. Ministério do Meio Ambiente. Resolução Conama 06/88. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=70>>. Acesso em: 06/jan./2014.

⁹³MMA. Ministério do Meio Ambiente. Resolução Conama 264/99, disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=262>>. Acesso em: 06/jan./2014.

⁹⁴MILARÉ, Édis. *Direito do Ambiente: doutrina, jurisprudência, glossário*. 4. ed. rev., atual. e ampl. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2005. p. 595.

⁹⁵Resolução CONAMA 308/2002.

⁹⁶Idem.

potencialidade energética dos gases produzidos pela estocagem nem seu uso diferente da queima, que não é indicada, pois aumenta, assim, a emissão de gases causadores do efeito estufa.

Os biocombustíveis regulamentados na Lei 9.478/97, da Política Energética Nacional,⁹⁷ em seu art. 6º, inciso XXIV, define como sendo provenientes da biomassa renovável, avançando com a possibilidade de seu uso para a geração de energia:

XXIV. Biocombustível: substância derivada de biomassa renovável, tal como biodiesel, etanol e outras substâncias estabelecidas em regulamento da ANP, que pode ser empregada diretamente ou mediante alterações em motores à combustão interna ou para outro tipo de *geração de energia*, podendo substituir parcial ou totalmente combustíveis de origem fóssil; [...].(Redação dada pela Lei 12.490, de 2011). (*Grifos nossos*).

A Lei 11.097/05⁹⁸ regulamentou a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira.

A Lei 12.305⁹⁹, de 2 de agosto de 2010, institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; instituindo nela a gestão dos resíduos sólidos e seu gerenciamento, salvo os lixos radioativos.

Art. 1º. Esta Lei institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, dispondo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis.

§ 1º. Estão sujeitas à observância desta Lei as pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, responsáveis, direta ou indiretamente, pela geração de resíduos sólidos e as que desenvolvam ações relacionadas à gestão integrada ou ao gerenciamento de resíduos sólidos.

§ 2º. Esta Lei não se aplica aos rejeitos radioativos, que são regulados por legislação específica.

Nela, em seu art. 7º, a qualidade ambiental é um de seus objetivos, bem como a reutilização desses resíduos. Não dispõe taxativamente que essa reutilização seja de forma a propiciar aproveitamento energético:

Art. 7º. São objetivos da Política Nacional de Resíduos Sólidos:

I – proteção da saúde pública e da qualidade ambiental;

⁹⁷BRASIL. Presidência da República. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9478.htm>. Acesso em: 03/jul./2013.

⁹⁸BRASIL. Presidência da República. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2005/Lei/L11097.htm>. Acesso em: 03/jul./2013.

⁹⁹BRASIL. Presidência da República. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm>. Acesso em: 03/jul./2013.

II – não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos; [...].

Em seu art. 15, intitulado “Plano Nacional de Resíduos Sólidos”, prevê metas para que tais resíduos tenham aproveitamento energético. Entretanto, tal plano será elaborado, conforme parágrafo único, existindo ainda uma lacuna nesse aspecto.

Do Plano Nacional de Resíduos Sólidos

Art. 15. A União elaborará, sob a coordenação do Ministério do Meio Ambiente, o Plano Nacional de Resíduos Sólidos, com vigência por prazo indeterminado e horizonte de 20 (vinte) anos, a ser atualizado a cada 4 (quatro) anos, tendo como conteúdo mínimo:

I – diagnóstico da situação atual dos resíduos sólidos;

II – proposição de cenários, incluindo tendências internacionais e macroeconômicas;

III – metas de redução, reutilização, reciclagem, entre outras, com vistas a reduzir a quantidade de resíduos e rejeitos encaminhados para disposição final ambientalmente adequada;

IV – *metas para o aproveitamento energético dos gases gerados nas unidades de disposição final de resíduos sólidos;*

[...]

Parágrafo único. O Plano Nacional de Resíduos Sólidos será elaborado mediante processo de mobilização e participação social, incluindo a realização de audiências e consultas públicas. (*Grifos nossos*).

Igualmente, os Planos Estaduais de Resíduos Sólidos, possuem a mesma previsão legal, carecendo ainda de normatização específica, como se lê:

Dos Planos Estaduais de Resíduos Sólidos

Art. 17. O Plano Estadual de Resíduos Sólidos será elaborado para vigência por prazo indeterminado, abrangendo todo o território do Estado, com horizonte de atuação de 20 (vinte) anos e revisões a cada 4 (quatro) anos, e tendo como conteúdo mínimo:

I – diagnóstico, incluída a identificação dos principais fluxos de resíduos no Estado e seus impactos socioeconômicos e ambientais;

II – proposição de cenários;

III – metas de redução, reutilização, reciclagem, entre outras, com vistas a reduzir a quantidade de resíduos e rejeitos encaminhados para disposição final ambientalmente adequada;

IV – *metas para o aproveitamento energético dos gases gerados nas unidades de disposição final de resíduos sólidos (Grifos nossos).*

O Ministério do Meio Ambiente, em junho de 2011, publicou “orientações gerais”¹⁰⁰ para confecção do Plano Estadual de Resíduos Sólidos, cujo conteúdo não possui nenhuma previsão de uso da biomassa para produção de energia.

A SEMA do Estado do RS, publicou, em 25 de abril de 2012, que estaria trabalhando na confecção do Plano Estadual de Resíduos sólidos e que

um diagnóstico realizado no Estado afirmou que, em 2011, houve geração de mais de três milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos. O Plano é uma das etapas da implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e receberá, para sua elaboração, recursos financeiros do Ministério do Meio Ambiente, de cerca de R\$ 2,2 milhões.¹⁰¹

À municipalidade não coube o aproveitamento energético, haja vista que o Município de Caxias do Sul tem um projeto em construção para aproveitamento do lixo orgânico ali produzido. Possui 436 mil habitantes e uma geração *per capita* média de 1Kg de lixo por habitante/dia. O lixo orgânico é tratado em aterros sanitários, e o próprio resíduo desse tratamento, denominado chorume,¹⁰² também é tratado com a alta tecnologia das nanopartículas e o processo de ionização, resultando em água destilada com um excelente grau de limpeza, a qual pode ser utilizada ainda como adubo em qualquer plantação.

Esse sistema de tratamento garante a remoção dos poluentes que emprestam perigo ao meio ambiente via métodos físico-químicos e biológicos. Agregado a esses, foi instalado um tratamento chamado de quartenário, composto por membranas filtrantes, que garantem a remoção de partículas de até 3µm (1µm é a milionésima parte de um metro), seguido por uma desinfecção por radiação ultravioleta, garantindo uma qualidade de efluente compatível com as coleções hídricas existentes no entorno. Além disso, vem sendo realizado um estudo e projeto para o aproveitamento do gás natural produzido.¹⁰³

A energia produzida pela biomassa é uma realidade nos dias de hoje. O potencial energético da biomassa é plenamente usável, mas ainda carece de regulamentação.

Percebe-se que a carência de regulamentação de determinados assuntos resulta em limitações jurídicas, que não são as únicas. O Princípio da Precaução é utilizado muitas vezes como obstáculo, pois que impede o crescimento e o desenvolvimento do nosso potencial energético. No entanto, o referido princípio é utilizado como resposta do Judiciário em casos

¹⁰⁰ MMA. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <http://www.sema.rs.gov.br/conteudo.asp?cod_menu=4&cod_conteudo=7745>. Acesso em: 4/jul./2013.

¹⁰¹ SEMA. Secretaria do Meio Ambiente. Disponível em: <http://www.sema.rs.gov.br/conteudo.asp?cod_menu=4&cod_conteudo=7745>. Acesso em 4/jul./2013.

¹⁰² Chorume é o líquido gerado pela decomposição dos resíduos altamente poluentes.

¹⁰³ Disponível em: <http://www.caxias.rs.gov.br/meio_ambiente/texto.php?codigo=626>. Acesso em: 1º/maio/2012.

em que a incerteza científica, mas a certeza almejada, não é viável por questões inerentes à própria natureza, conforme preceitua o Princípio de Incerteza de Heisenberg.

3 PRINCÍPIO DA PRECAUÇÃO E PRINCÍPIO DA INCERTEZA, DE HEISENBERG

Assim como há energias alternativas além das fosséis, há também a incapacidade de prever rigorosamente todas as suas variáveis. Na física, que procura descrever as leis da natureza da forma mais precisa possível, existe um princípio, que é chamado de “Princípio da Incerteza” enunciado por Werner Heisenberg, em 1927, o qual prevê a “incapacidade intrínseca em se descrever de modo clássico os movimentos do elétron”,¹⁰⁴ demonstrando os limites da própria natureza. Essa incapacidade não se refere à limitação tecnológica, mas a características intrínsecas da própria matéria. Extrapolando esse princípio da física, utilizado no mundo microscópico para o mundo macroscópico, da mesma forma, há impossibilidades de prever todas as variáveis num conjunto ambiental, sem deixar alguma de fora e não por limitação científica, mas porque os sistemas naturais têm esse comportamento.

Quando se analisa a possibilidade do uso de nanotecnologias¹⁰⁵ na sociedade, a primeira consideração que se faz é sobre os riscos eventuais de seu uso, cuja “probabilidade da existência de risco enseja o emprego do Princípio da Precaução”. Manzoli¹⁰⁶ afirma que a incerteza científica pode ser pragmática ou teórica. Na primeira, é considerada quando não há dados suficientes sobre o assunto, ou ainda, quando paira dúvida sobre a exatidão ou relevância desses. A segunda seria entendida como o desacordo sobre a interpretação do dado e a metodologia científica utilizada, a falta de conhecimento sobre conexões causais ou dúvidas chamadas de epistemológicas. Qualquer desses tipos de incerteza seria suficiente para a aplicação do Princípio da Precaução.

Entretanto, o desconhecimento sempre foi assustador e limitador. Quando o homem descobriu o fogo, teve medo, mas a história da humanidade mudou depois desse advento. Seria importante, inicialmente, conhecer quais são as reais dúvidas, para, depois disso, ir buscar respostas dentro dos limites impostos pelas próprias ciências naturais.

A busca por uma mudança da matriz energética somente será viável se houver liberdade científica, com ética, para a busca de novas fontes renováveis de produção de energia, ao invés de, com base no Princípio da Precaução, limitar o desenvolvimento da

¹⁰⁴ RESNICK, Robert; HALLIDAY, David. *Física*. Trad. de Adir Luciano Leite Videira. 4.ed. Rio de Janeiro: LTC, 1984. p. 310. v. 4.

¹⁰⁵ “Se refere a uma série de técnicas utilizadas para manipular a matéria na escala de átomos e moléculas que, para serem enxergadas, requerem microscópicos especiais (STM / Sanning Tunneling Microscope e SPM / Scanning Probe Microscope).”

¹⁰⁶ MANZOLI, Carol Palma. Perspectivas para a regulamentação da nanotecnologia no Brasil: uma abordagem jurídico-ambiental sobre o conteúdo da análise de risco. *Revista de Direito Ambiental*. ano 14, n. 55, jul./set. 2009.

ciência, com medo do desconhecido. Isso não implica demonizar o princípio em tela nem demonstrar que ele não deva ser mais utilizado, muito antes pelo contrário. Objetiva-se uma discussão sobre a necessidade de um maior entendimento, sob o aspecto ambiental, da própria natureza.

Esse capítulo visa à discussão do Princípio da Precaução e o limite empírico da própria natureza, no sentido de que o Princípio da Precaução seja utilizado com cautela. Com base no Princípio da Incerteza, de Heisenberg,¹⁰⁷ afirma a impossibilidade de determinar com exatidão absoluta e simultaneamente, duas grandezas analisadas. Essa indeterminação não é devido à imperfeição instrumental ou tecnológica, mas em função da própria natureza fenomenológica, sendo o princípio da precaução uma decorrência dele.

3.1 CONCEITOS E CONTEXTO : PRINCÍPIOS DA PREVENÇÃO E PRECAUÇÃO

Vivemos numa sociedade de risco. Embora essa afirmação seja um clichê, Beck serve como instrumental para tal asseveração e base para sua fundamentação. Para ele a identificação de perigos incontroláveis pelo homem o coloca em uma sensação de desamparado perante esses. Ao contrário dos estamentos ou das classes sociais, não se encontram mais sob a égide das necessidades, mas sob o signo do “medo”. Esse medo advém do produto da modernidade em seu estágio mais avançado¹⁰⁸. Lopes é taxativa ao referir-se à percepção do medo: “o mundo vive com medo. [...] O risco é uma abstração criada pela coletividade, evidentemente, com fundamentos verdadeiros ou não.”¹⁰⁹

A incontrolabilidade de determinados fatores, pelo homem, o coloca em uma posição que o faz perceber que não é possível dominar a natureza. Essa é uma das fontes da produção do medo. Contudo a percepção do medo pode se dar de forma consciente ou inconsciente, porque os atos do ser humano são tendentes a evitar os seus medos. A questão será: quais desses medos são reais e quais são fictos? Aos medos reais e concretos seria pertinente o Princípio da Precaução? E aos fictos (como medo do fogo pelos primatas) seria pertinente a aplicação do mesmo princípio?

¹⁰⁷ “É lei da natureza não podermos conhecer com exatidão o estado atual de nenhum corpúsculo.” (KÖCHE, José Carlos. *Fundamentos de metodologia científica: teoria da ciência e iniciação à pesquisa*. 27ed. Petrópolis: Vozes, 2010. p. 59).

¹⁰⁸ BECK, Ulrich. *Sociedade de risco: rumo a uma outra modernidade*. 2. ed. São Paulo: Editora 34, 2011. p. 8

¹⁰⁹ LOPES, Teresa Ancona. *O Princípio da Precaução e evolução da responsabilidade civil*. São Paulo: Quartier Latin, 2010. p. 22

Como consequência a produção social da riqueza origina a produção social dos riscos, riscos esses que se diferenciam dos medievais de outrora, justamente pelo alcance global e pelas causas geradoras que são modernas.¹¹⁰ Há uma sobreposição lógica entre os conflitos distributivos de escassez e os problemas surgidos a partir da produção, que se consubstanciam na definição e distribuição dos riscos científico-tecnológicos produzidos. Para Beck, essa mudança é fruto do aumento das forças produtivas, bem como da capacidade delas de produzir e gerar mais riscos incalculáveis.¹¹¹ Portanto, para o autor, a riqueza produz riscos, que são globais, e ainda, mesmo com o aumento da produção, não se diminuiu a carência de produtos aos mais necessitados. Esses embora não usufruam dos frutos da tecnologia, são afetados pelos riscos advindos dessa.

Para Beck, quando se define risco, há a quebra da racionalidade das ciências.¹¹² A racionalidade científica e a racionalidade social são distintas, mas, no entanto, seguem relacionadas.

O envolvimento científico com riscos do desenvolvimento industrial continua igualmente a referir-se a horizontes axiológicos e expectativas sociais, da mesma forma como, inversamente, a discussão e percepção sociais dos riscos em relação aos argumentos científicos.¹¹³

Conclui-se que “o efeito social das definições de risco não depende portanto de sua solidez científica.”¹¹⁴ Essa afirmativa de Beck é fundamental neste contexto, pois desconecta a definição de risco da ciência. O risco vai existir independentemente de a ciência ser capaz de descrever ou não. O risco pode ser real ou potencial e não depende da ciência para existir ou não.

Para Giddens, a palavra *risco* adentrou no vocabulário inglês via idioma espanhol ou português. Originalmente, era usada para referir-se a “velejar em águas não mapeadas”. Ainda para o mesmo autor, a noção de risco está atrelada à probabilidade e à incerteza, mas “the notion of risk, I should point out, is unseparable of probability and uncertainty”.¹¹⁵ A tendência em mensurar o risco está atrelada à probabilidade e à margem de incerteza de que um dado evento pode vir acompanhado. Por exemplo, a probabilidade de uma pessoa em pé ser atingida por um raio, numa praia, num tempestade elétrica é muito maior de que em uma pessoa que esteja de cócoras na mesma tempestade. Mas isso não implica que a pessoa que está em pé será atingida e a que está agachada não o será. Essa é somente uma tentativa de

¹¹⁰ BECK, Ulrich. *Sociedade de risco: rumo a uma outra modernidade*. 2.ed. São Paulo: Editora 34, 2011.p. 26

¹¹¹ Ibidem, p. 23.

¹¹² Ibidem, p. 34.

¹¹³ Ibidem, p. 36.

¹¹⁴ Ibidem, p. 38.

¹¹⁵ GIDDENS, apud LOPES, op. cit. p. 23.

descrever numericamente os riscos de ser atingida por um raio. Nesse caso, a ciência é capaz de descrever todo o fenômeno e justificar pelo “poder das pontas”,¹¹⁶ por que é maior para um caso e menor para outro.

Para Lopes, há riscos e não riscos em todas as áreas, porém a incerteza está presente em todas elas como característica intrínseca.

É conceito com conteúdo variável, aberto, indeterminado, dependendo da situação concreta. Há riscos morais, sociais, políticos, econômicos, médicos, hospitalares, de desenvolvimento, do credor, do devedor, genéticos, etc. Mas é a incerteza o seu sentido nuclear. Ou seja, quando se fala em risco, fala-se em incerteza que pode ser maior ou menor, dependendo das situações.¹¹⁷

O risco existe, seja na produção de energia de forma nuclear, seja em hidrelétricas; o risco estará presente. O que diferencia a adoção de uma fonte ou outra é a probabilidade e a incerteza de determinado evento danoso ocorrer. Numa usina nuclear, a chance de ocorrer um acidente, mesmo que pequeno, com danos enormes é X; de outro lado, a probabilidade de uma represa geradora de energia elétrica romper-se e inundar toda uma vila é Y. Mas elas estão presentes em ambas. Porém a probabilidade de um acidente com danos ocorrer em usinas eólicas e solares é infinitamente menor que X e Y, pois as condições de contorno são completamente diferentes.

Ainda segundo Beck, os riscos não se esgotariam nos efeitos e danos já causados. O teor de risco encontra-se no *ainda-não* evento que desencadeia a ação. Nesse contexto, prepondera o componente futuro, logo, os riscos estão relacionados com antecipação, com destruições iminentes e reais.¹¹⁸ A legitimação dos riscos ocorre em razão da imprevisibilidade e indesejabilidade, portanto, não se pode culpar determinado agente social em específico.¹¹⁹

Um ponto crucial para entender a visão de Beck acerca da sociedade de risco é a crítica dirigida à racionalidade científica. Para o autor, a divisão do trabalho e a consequente superespecialização fazem com que a ciência não esteja apta a localizar os riscos e estudá-los com a profundidade necessária. Para tanto, seria necessário um mínimo de interdisciplinaridade para que se possa antever os riscos e dominar a sua estrutura.¹²⁰ A necessidade de haver diálogo entre as mais diversas áreas é o que efetivamente poderia

¹¹⁶ O “poder das pontas” é o conceito físico que permitiu a construção do para-raios; é a tendência das cargas se acumularem em pontas.

¹¹⁷ LOPES, op. cit., p. 24.

¹¹⁸ BECK, op. cit., p. 39.

¹¹⁹ Ibidem, p. 41.

¹²⁰ BECK, op. cit., p. 85

propiciar o crescimento do conhecimento dos riscos e até refrear seus efeitos, conforme o caso.

Ademais, para ele, a sociedade de risco impõe à ciência o fim do monopólio das pretensões científicas do conhecimento, havendo com isso um processo de “objetivação do sujeito” e “subjetivação do objeto”, ao passo que com as inseguranças dos agentes sociais passam a ser também definidoras dos riscos, não estando, necessariamente, vinculados às explicações científicas. Em um primeiro estágio, a economia, a política entre outros, eram objeto de estudo, no entanto, passaram também a configurar os riscos.¹²¹

Beck sugere que um dos caminhos que poderia ser desenvolvido pela ciência nesse novo patamar de sociedade de risco está centrado na especialização contextual. Para isso é preciso seguir um caminho inverso à superespecialização, cabendo às áreas científicas atentarem aos fatores exógenos, bem como às áreas correlatas da pesquisa, visando justamente a poder captar cientificamente os riscos e as ameaças.¹²²

Nesse sentido, a contribuição de Beck para a descrição da sociedade de risco é esclarecedora do ponto de vista da ciência. É essencial desconstruir o monopólio formado unicamente pela ciência e distribuir as responsabilidades a todos os setores envolvidos, ao mesmo tempo não exime a ciência de sua responsabilidade, porque somente a limita em sua participação, bem como a de todos os demais setores envolvidos. De certa forma, utilizar a “incerteza científica” como base para o Princípio da Precaução equivale a eximir a responsabilidade de todos os outros setores, como o político e o econômico principalmente.

Mas é no seio desse contexto que o Princípio da Precaução veio para proteger o Direito Ambiental e acabou se estendendo aos demais ramos do Direito. Nessa seara, o Estado precisa cada vez mais estar presente, em especial, a “Administração Pública devem fazer face a emergências: trata-se da sociedade de risco, a exigir flexibilidade decisional e instrumentos discricionários, embora não se lhes dispense a motivação e nela, a razoabilidade”.¹²³

Como instrumento discricionário, ao lado dos princípios elencados no art. 37¹²⁴ da Carta Magna/88, o Princípio da Precaução tem se tornado uma ferramenta que necessita de

¹²¹ Ibidem, p. 235-239.

¹²² Ibidem, p. 270.

¹²³ MOREIRA NETO, Diogo de Figueiredo. Limites aplicativos do Princípio da Precaução em matéria ambiental. In: (Coord.) MARQUES, Claudia Lima; MEDAUAR, Odete; SILVA, Solange Teles da. *O novo Direito Administrativo, Ambiental e Urbanístico: estudos em homenagem á Jacqueline Morand-Deville*. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2010. p. 300.

¹²⁴ “Art. 37. A administração pública direta e indireta de qualquer dos Poderes da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios obedecerá aos princípios de legalidade, impessoalidade, moralidade, publicidade e eficiência” (Redação dada pela Emenda Constitucional nº 19, de 1998).

cautela para sua aplicação. Contudo, uma análise prévia do significado de *princípio* e *precaução* se faz necessário para melhor contextualização do tema.

Os significados básicos da palavra *Princípio* são: início, valor, noções básicas da ciência, diretriz ética ou jurídica.¹²⁵

Para Ávila os princípios não determinam absolutamente uma decisão, mas contêm seus fundamentos, que devem ser harmonizados com outros fundamentos advindos de outros princípios. A eles são atribuídos pesos [*dimension of weight*], que, em caso de colisão, o de peso maior preponderará.¹²⁶ Para ele, uma das principais diferenças entre regra e princípio se dá pelo fato de que a regra possui elemento frontalmente descritivo,¹²⁷ mas o princípio estabelece uma diretriz,¹²⁸ mas com consequência normativa.

Os princípios são normas imediatamente finalísticas, primariamente prospectivas e com pretensão de complementaridade e de parcialidade, para cuja aplicação demandam uma avaliação da correlação entre o estado de coisa a ser promovido e os efeitos decorrentes da conduta havida como necessária à sua promoção. [...] Os princípios são normas cuja qualidade frontal é, justamente, a determinação da realização de um fim juridicamente relevante, ao passo que característica dianteira das regras é a previsão do comportamento.¹²⁹

Em outras palavras, pode-se concluir que o princípio seria uma norma que visa a um fim relevante como um objetivo de complementar uma fundamentação, depois de realizada a avaliação de causa e efeito, sobre sua aplicação. Isto é, para aplicar o Princípio da Precaução, precisaria inicialmente de uma análise de causa e consequência de sua implantação, ou não, juntamente com outros elementos que o complementariam.

Para Lopes a definição de princípio “não é única e geral”.¹³⁰ Amaral esclarece que os princípios, quanto ao Direito pátrio, se classificam em princípios gerais de direito e em princípios do ordenamento. Os primeiros seriam os grandes princípios, ou seja, os alicerces da ordem jurídica (justiça, liberdade, dignidade). Já os princípios positivados na legislação seriam os princípios gerais do ordenamento, hierarquizados em princípios constitucionais ou

¹²⁵ LOPES, op. cit. p. 90.

¹²⁶ ÁVILA, Humberto. *Teoria dos Princípios: da definição à aplicação dos princípios jurídicos*. 9. Ed., ampl. e atual.. São Paulo: Malheiros, 2009. p. 36-37.

¹²⁷ Entretanto, ele afirma que embora os princípios não possuam um caráter frontalmente descritivo de comportamento, não se poderia negar que sua interpretação poderia induzir comportamentos a serem adotados. (ÁVILA, op. cit., p. 43).

¹²⁸ Ibidem, p. 40-43.

¹²⁹ Ibidem, p. 180-181.

¹³⁰ LOPES, op. cit. p. 91.

superiores, e os pertinentes à legislação específica, como autonomia da vontade, enriquecimento sem causa.¹³¹

Os princípios e as normas apresentam diferenças. As normas podem ser regras e princípios. Canotilho afirma que os princípios são normas qualitativamente distintas de outras normas, ou seja, de regras jurídicas. Os princípios, para ele, são normas impositivas de uma otimização, consoante condicionalismos fáticos e jurídicos. Regras são normas que prescrevem imperativamente uma exigência, que é (ou não) cumprida. A convivência dos princípios é conflitual, a das regras, antinômica. Os princípios coexistem, as regras antinômicas excluem-se. Em caso de conflito de princípios, esses podem ser objeto de ponderação, de harmonização. Essa tese é a principal contribuição de Alexy, que, ao distinguir princípios de regras, desenvolveu o conceito de *princípio* como “mandamento de otimização”.¹³²

O Professor Sunstein (Professor na Universidade de Chicago), ao discorrer sobre o ponto prudencial do equilíbrio na utilização do princípio, examina as questões de precaução e racionalidade, ensinando que

toma como de partida este paradigma, que em inglês se difundiu como *Precautionary Principle*, por entender que se trata de um tema focal para refletir sobre questões relativas à saúde, ao medo, ao perigo, à segurança e ao meio ambiente e, ainda, sobre as decisões tomadas individual ou coletivamente em condições de risco e de incerteza. Para o eminente autor, esse princípio toma muitas formas, mas em todas elas a ideia que o anima é que cabe à ordem jurídica adotar medidas para a proteção *contra danos*, mesmo que os elos causais sejam obscuros, e até mesmo quando não se saiba se aqueles danos terão consequências.¹³³

Percebe-se que Sunstein pontua a necessidade de existência do dano, mesmo não sabendo se haverá (ou não) consequências desse dano, mas, em momento algum, ele pontua a possibilidade ou a potencialidade do dano. Para ele o dano precisa existir, ser concreto, chamando esse de “Princípio do Medo”. Na íntegra:

My incital argument is that in its strongest forms, the Precautionary Principle is literally incoerente, and for one reason: There are risks on all sides of social situations. It is therefore paralyzing; it forbids the very steps that is requires. Because risks are on all sides, the Precautionary Principle forbids action, inaction, and everything in between. Consider the question of what societies should do about genetic engineering, nuclear power, and terrorism. Aggressive steps, designed to control the underlying risks, seem do be compelled by the Precautionary Principle. But those very steps run

¹³¹ AMARAL apud LOPES, op. cit. p. 91.

¹³² LOPES, op. cit. p. 93.

¹³³ SUNSTEIN, apud MOREIRA NETO, op. cit., p. 307.

afoul of the same principle because each of them creates new risks of its own. It follows that many people who are described as risks averse are, in reality, no such thing. They are averse to particular risks, not to risks in general. Someone who is averse to the risks of flying might well be unconcerned with the risks of driving; someone who seeks to avoid the risks associated with medication probably disregards the risks associated with letting nature take its course; those who fear the risks associated with pesticides are likely to be indifferent to the risks associated with organic foods. Why, then, is the Precautionary Principle widely thought to give guidance? I contend that the principle becomes operational, and gives the illusion of guidance, only because of identifiable features of human cognition.¹³⁴

Uma vez que não existem somente coisas boas ou somente ruins, todos os ramos possuem riscos. A questão acaba se resumindo no binômio custo-benefício. A aplicação do Princípio da Precaução como afirmado acima, pode resultar em novos riscos. Esses agora derivados da não ação que culminou na aplicação do referido princípio, sendo, portanto, uma “ilusão de orientação”. Lopes corrobora a ideia que a aplicação do princípio em tela não é uniforme, podendo resultar em estagnação dos progressos científico e tecnológico.

O princípio da precaução, que contém a ideia de prevenção de riscos não definidos, não avaliáveis de maneira precisa pela comunidade científica, riscos que são hipotéticos, mas que podem vir a acontecer, apareceu para proteger a natureza de seus desastres; porém a tendência é servir de direção em todos os ramos do direito que lidem com perigos. [...] Por outro lado, sua implementação não é pacífica. Há forte corrente contrária, alegando estagnação social e estancamento do progresso tecnológico e científico. [...] Pode ser que em determinadas situações a precaução seja pior que o risco anunciado. A sociedade deve servir de termômetro para sua aplicação diante do binômio risco/benefício.¹³⁵

Como se percebe a ideia de proteger a natureza de riscos produzidos pelo próprio homem, utilizando o Princípio da Precaução como base para estagnar a ação que potencialmente pode ser a produtora de dano, deveria ser ponderado se sua inação não implicasse em um dano maior. A obstrução da construção de uma usina eólica, com fundamento no princípio em tela, por ser potencialmente danosa a um bando de aves migratórias, as quais utilizariam na sua trajetória o local onde os aerogeradores seriam implantados, deve ser ponderada. Não se defende aqui a matança de pássaros, mas sim a implemetação de pesquisas científica para impedi-la, sem estagnar o desenvolvimento da usina, como, por exemplo, unicamente, a emissão de som ou cor que possa ser detectada pelas aves migratórias, fazendo-as desviar seu trajeto. Ou ainda, a criação de planos de Zoneamento

¹³⁴ Ibidem, p. 307-308.

¹³⁵ LOPES, op. cit. p. 87

Energético, como será desenvolvido no Capítulo 4, Nacional, Estadual e Municipal, sendo que nele seriam previstas áreas específicas para produção de energia advindas de fontes renováveis. Mas isso só seria possível com pesquisa e vontade política.

A definição mais utilizada de Princípio da Precaução é dada pela Declaração de Princípios da ECO – 92, na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, que ocorreu no Rio de Janeiro, de 3 a 14 de junho de 1992, reafirmando a Declaração da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, adotada em Estocolmo, em 16 de junho de 1972:

Princípio 15

De modo a proteger o meio ambiente, o princípio da precaução deve ser amplamente observado pelos Estados, de acordo com as suas capacidades. Quando houver ameaça de danos sérios ou irreversíveis, *a ausência de absoluta certeza científica* não deve ser utilizada como razão para postergar medidas eficazes e economicamente viáveis para prevenir a degradação ambiental.¹³⁶ (Grifos nossos).

A conceituação dada pela Declaração de Wingspread (Wisconsin – EUA), em janeiro de 1998, que foi publicada na Espanha com o nome de “O princípio da precaução diante de incerteza científica”, também serve de parâmetro:

É necessário aplicar o “princípio da precaução”: quando uma atividade ameaça com danos a saúde pública e o meio ambiente, devem tomar-se medidas precaucionais *mesmo quando não houver sido cientificamente determinada em sua totalidade a possível relação de causa e efeito*.¹³⁷ (Grifos nossos).

O problema dessa última definição é que os responsáveis pelo desenvolvimento da atividade é que deveriam providenciar o *ônus da prova* da inexistência de risco, e não a coletividade. A produção de prova, nesse caso, fica a cargo daquele que quer provar que seu fato não gera dano, podendo originar resultados não idôneos à sociedade e à natureza. O ideal seria que a produção de prova fosse realizada por um instituto idôneo e imparcial, que não ficasse a cargo dos potencialmente produtores de risco, tampouco dos detentores do poder (político e econômico).

Também a definição trazida pelo art. 3º, n. 3 do Decreto 20/93 que ratificou a Convenção – Quadro das Nações Unidas sobre Alterações Climáticas, de 1992, contemporiza os diversos aspectos e não só o de incerteza científica.

¹³⁶ ONU. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, Disponível em: <<http://www.onu.org.br/rio20/img/2012/01/rio92.pdf>>. Acesso em: mar. 2012.

¹³⁷ LOPES, op. cit. p. 100-101.

The parties should take precautionary measures to anticipate, prevent or minimize the causes of climate change and mitigate its adverse effects. Where there are threats of serious or irreversible damage, lack of full scientific certainty should not be used as a reason for postponing such measures, taking into account that policies and measures to deal with climate change should be cost-effective so as to ensure global benefits at the lowest possible cost. To achieve this, such policies and measures should take into account different socio-economic contexts, be comprehensive, cover all relevant sources, sinks and reservoirs of greenhouse gases and adaptation, and comprise all economic sectors. Efforts to address climate change may be carried out cooperatively by interested Parties.¹³⁸

De forma diversa porém similar, o Princípio da Prevenção se coloca da mesma forma a proteger o meio ambiente. Enquanto o Princípio da Precaução se coloca em um perigo em abstrato, em caso de incerteza científica, o princípio em estudo se posiciona diante de um caso concreto, conhecido. Muitas vezes confundido, ou até mesmo misturado, Guerra pontua a diferença entre ambos os princípios de forma objetiva, como escreveu:

O princípio da precaução é aquele que determina que não se produzam intervenções no meio ambiente antes de ter a certeza de que estas não serão adversas para o meio ambiente, ao passo que a prevenção aplica-se a impactos ambientais já conhecidos e que tenham uma história de informações sobre eles.¹³⁹

Para Milaré, ambos os princípios teriam o mesmo enfoque, e a prevenção devido seu caráter genérico, englobaria a precaução, que seria mais específica.

O princípio da prevenção é basilar em Direito Ambiental, concernindo à prioridade que deve ser dada às medidas que evitem o nascimento de atentados ao ambiente, de modo a reduzir ou eliminar as causas de ações suscetíveis de alterar a sua qualidade.¹⁴⁰

Como exemplos do caráter preventivo usado pelo legislador, o Epia e o controle de atividades que possam gerar risco à vida, contidos nos incisos IV e V do parágrafo 1º do art. 225 da CFRB/88, como segue:

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.

§ 1º. Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao Poder Público:
[...]

IV – exigir, na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade;

¹³⁸ BRASIL. Diário da República. Disponível em: <<http://dre.pt/pdf1sdip/1993/06/143A00/33363356.pdf>>. Acesso em: 22/dez./2013.

¹³⁹ GUERRA, Sidney; GUERRA, Sergio. *Curso de Direito Ambiental*. Belo Horizonte: Forum, 2009. p. 136

¹⁴⁰ MILARÉ, op.cit., p. 166.

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;
[...].

Silva, em edição mais antiga, afirmava que o Epia tem por objeto a realização de missão constitucional de conciliar o desenvolvimento econômico com a conservação do meio ambiente, sendo que

os danos que não puderem ser totalmente eliminados serão, certamente, danos residuais sem significação relevante e/ou que estão dentro dos limites permitidos pela legislação ambiental que, justamente, consubstanciam a conciliação do desenvolvimento econômico com a preservação do meio ambiente, ambos de vital importância para a vida da população¹⁴¹.

Em edição mais recente de sua obra, afirma que “o estudo de impacto ambiental tem por objetivo avaliar as proporções das possíveis alterações que um empreendimento, público ou privado, pode ocasionar ao meio ambiente. Trata-se de um meio de atuação preventiva[...]”.¹⁴²

Lopes define o Princípio da Precaução como sendo aquele que cuida das “diretrizes e valores do sistema de antecipação de riscos hipotéticos, coletivos ou individuais, que estão a ameaçar a sociedade ou seus membros com danos graves e irreversíveis e sobre os quais não há certeza científica”.¹⁴³

Tanto os Princípios da Precaução como o da Prevenção são formados por medidas antecipatórias que buscam evitar o dano, com a ideia de proteger o futuro. A diferença básica entre eles está na existência (ou não) de riscos potenciais. No primeiro, há a potencialidade de se concretizar (ou não) os riscos, conhecidos ou não, gerando dano; no segundo, os riscos são conhecidos e já provados. Casos típicos são o da radiação por ondas eletromagnéticas das torres de alta tensão e o alagamento de uma grande área para implantação de uma hidrelétrica.

No primeiro exemplo, poder-se-ia ter aplicado o Princípio da Precaução, quando surgiram as primeiras torres de alta tensão, por desconhecimento científico sobre os possíveis danos à saúde humana. Se tal medida fosse implantada, não seria possível, depois de anos de uso, concluir que tal medida teria sido desnecessária. Ainda hoje especula-se sobre os efeitos das ondas eletromagnéticas sobre o corpo humano, mas nenhum estudo comprovou sua prejudicialidade ou sua benéfica. No entanto, a energia tem chegado a todos os cantos do mundo e se há risco, ainda é potencial.

¹⁴¹ SILVA, apud Neto, op. cit. p. 306

¹⁴² SILVA, José Afonso. *Direito Ambiental Constitucional*. 9. Ed. atual. São Paulo: Malheiros, 2011. p. 295-296.

¹⁴³ LOPES, op. cit., p. 103.

No segundo exemplo, sabe-se que hidrelétricas precisam de grandes quedas-d'água, e por isso necessitam de grandes reservatórios de água, resultando em alagamento de grandes extensões de terras que antes eram povoadas por diversas espécies. Nesse caso, a aplicação do Princípio de Prevenção para proteger alguma espécie ameaçada de extinção, que tenha seu *habitat* natural naquela área que será alagada, seria o mais adequado, nesse caso, pois os riscos são conhecidos e provados.

Embora em ambos resulte a possibilidade de eventos danosos, sua natureza é diferente.

No caso da precaução, trata-se da probabilidade de que a hipótese esteja certa; no caso da prevenção, o perigo é estabelecido e se trata de probabilidade de acidente. Os riscos potenciais, a despeito do seu caráter hipotético, podem ter uma probabilidade de realização elevada. Na prática, a preocupação pode estar compreendida como prolongamento dos métodos de prevenção aplicados aos riscos incertos.¹⁴⁴

Lionel Jospin, primeiro-ministro francês, entre 1997 e 2002, refere que o risco pode ser classificado como potencial (hipotético) ou comprovado, mas nunca nulo, pois “em situações de incerteza, a primeira etapa de uma análise racional consiste em formular hipóteses de risco”.¹⁴⁵ É justamente essa diferença entre risco comprovado e hipotético que vai fundamentar as diferenças entre prevenção e precaução, mas sempre haverá a figura do risco.

Enfim, [...] não existe risco comprovado nulo. No entanto, um risco potencial pode ser nulo, pois pode-se diminuir o risco de acidentes nos aviões ou automóveis, mas não podemos esperar risco zero. Nos riscos potenciais, são levantadas hipóteses de dano que nunca, teoricamente, são nulas.¹⁴⁶

Aragão, resumidamente, constata que, na questão ambiental, o Princípio da Precaução aplica-se em situações de riscos ambientais e de incertezas científicas, diferenciando-se, assim, do Princípio da Prevenção. De outra forma, “a precaução destina-se a limitar riscos ainda hipotéticos ou potenciais, enquanto a prevenção visa controlar os riscos comprovados. Por isso, o princípio da precaução é proactivo, enquanto que o princípio da prevenção é reactivo”.¹⁴⁷

¹⁴⁴ LOPES, op. cit. p.101.

¹⁴⁵ JOSPIN, apud Lopes, op. cit., p. 25- 26.

¹⁴⁶ Ibidem, p. 25.

¹⁴⁷ ARAGÃO, Alexandra. Princípio da Precaução: manual de instruções. *Revista do Centro de Estudos de Direito do Ordenamento, do Urbanismo e do Ambiente*. Coimbra: Faculdade de Direito da Universidade de Coimbra, ano XI, n. 22, p.19, 02/2008.

Para Lopes também a ideia de “risco zero” é uma utopia, pois não há como zerar os riscos; sempre haverá um risco residual. Em todos os setores onde há atividade humana, há risco. No geral, o ser humano tenta minimizar esses riscos ou mesmo controla-lo. A busca por segurança almeja a obtenção do “risco zero”.

A segurança social e individual é um dos maiores anseios do ser humano. Almeja-se o risco zero, que não existe. Hoje, os maiores estudiosos da matéria mostram que o gerenciamento dos riscos é fundamental, mas que o *risco zero é uma utopia, pois sempre haverá um risco residual*, que ainda é risco, que deve ser suportado pela coletividade ou pelos indivíduos¹⁴⁸. (Grifos nossos).

Aragão também considera que o “risco zero” é “uma ficção” e “que não se pode exigir a prova da inocuidade total das actividades e produtos autorizados, estas são algumas das armas dos juristas para combater a incerteza”.¹⁴⁹

A ideia de não ter risco algum foi fortalecida com a lei sobre segurança geral dos produtos, Decreto-Lei 69/05 de 17 de março, em seu art. 3º, alínea b, que definia produto seguro “qualquer bem que, em condições de utilização normais ou razoavelmente previsíveis, [...], *não apresente quaisquer riscos* ou apresente apenas riscos reduzidos compatíveis com a sua utilização” (Grifos nossos). Contudo, a percepção de risco reduzido é mais condizente com a realidade do que não a apresentação de qualquer risco.

Por outro lado, em alguns casos, é prudente a aplicação do Princípio da Precaução a este “risco residual”. Alguns autores, que acreditam que não há “risco zero”, pregam que o risco residual deveria ser suportado pela sociedade; outros acreditam que o risco residual não deveria ser colocado “nas costas” da população. Lopes acredita que medidas deveriam ser tomadas pelos agentes reponsáveis pelo gerenciamento dos riscos diante das incertezas científicas quando indicam dano grande e irreversível.¹⁵⁰ A diferença aqui é que a base não é somente a incerteza científica, mas o gerenciamento dos riscos em face da incerteza científica. A princípio, com o gerenciamento dos riscos, uma análise mais profunda do objeto pode ser realizada, ponderando não somente o aspecto científico, mas colocando-o dentro de um contexto.

O risco residual pode ser aferido pelas estatísticas. Apesar disso, a questão da estatística na atualidade não atenua o risco, porque ainda existirá e também não descreve com precisão as chances e o momento de ocorrência de um dado fenômeno, mas as probabilidades

¹⁴⁸ LOPES, op. cit., p. 31.

¹⁴⁹ ARAGÃO, op. cit., p. 36.

¹⁵⁰ LOPES, op. cit., p. 102.

de que ele ocorra. Mesmo que as previsões sejam exatas, o momento de ocorrência do evento acaba não o sendo. A estatística é uma ferramenta capaz de descrever e quantificar a possibilidade/probabilidade de um evento danoso ocorrer, e, em alguns casos, até o momento para que ele ocorra, determinando, de certa forma, as incertezas. Essa não é realmente uma ciência que faz exercício de futurologia. Não há meios físicos para controlar as incertezas, até porque, se fosse possível, deixaria de ser *incerteza*.

Aragão amplia o conceito de probabilidade, atribuindo a ela fatores quantitativos expressos em números e porcentagens e qualitativos, por meio de critérios de razoabilidade, acrescentando que o Direito pode usar da probabilidade como sendo uma certeza científica, na ausência de certezas absolutas.

A primeira exprime-se em números, através de percentagens; a segunda através de critérios de razoabilidade, em função da capacidade de antevisão do “homem médio” ou do “bom pai de família”. A quantificação das probabilidades tem a vantagem de legitimar mais fortemente os órgãos decisores que devem tomar decisões juridicamente vinculativas em situações de incerteza, desresponsabilizando o decisor e delegando aos cientistas e peritos a responsabilidade principal do estabelecimento de nexos de causalidade. Porém, as probabilidades não quantificadas, que se exprimem através da ideia de verossimilhança, entendida como probabilidade não quantificada de que, no futuro, possam vir a ocorrer danos, corresponde melhor a critérios jurídicos, pelo que são preferíveis [...]. Assim, verossímil será um fenómeno que não seja absurdo ou irrazoável, à luz da ciência actual, mesmo que as probabilidades (quantificadas) sejam baixas. Seguindo as palavras do juiz Boštjan M. Zupančič, do Tribunal Europeu dos Direitos do Homem, “[...] a mentalidade “civilizada”, mais séria [é a] que encara a causalidade num quadro probabilístico”. Na falta de certezas absolutas, o Direito tem que bastar-se com certezas probabilísticas, as quais não deixam de ser também certezas científicas.¹⁵¹

De outro lado, Di Giorgi considera o acaso e a probabilidade como sendo instrumentos recentes para avaliação de risco, não apresentando determinação temporal suficiente que permita controlar os riscos. Nessa linha, afirma o autor, “aparece a estatística que não nos diz nada, pois o fato de saber que um reator nuclear pode explodir a cada milhão de anos não exclui que isso possa acontecer amanhã, pois medidas ulteriores de segurança não são capazes de controlar indeterminações”.¹⁵² A sociedade moderna busca controlar as incertezas, os riscos, por isso o gerenciamento de riscos torna-se uma necessidade atual. Não há como controlar todos os riscos, o que existe é a possibilidade de analisá-los para, assim,

¹⁵¹ ARAGÃO, op. cit. p. 30-31.

¹⁵² DI GIORGI, apud Lopes, op. cit., p.32.

conseguir diminuí-los, sem zerá-los. O sol vai explodir,¹⁵³ não há como impedir isso...,mas vai levar um bom tempo até que isso ocorra.

O Princípio da Precaução e o da Prevenção, juntamente com a análise de probabilidades e incertezas, são algumas das ferramentas que possibilitam gerenciar os riscos. Giddens¹⁵⁴ diz que, para muitos, uma das maneiras de se “limitar o risco seria a adoção do princípio da precaução não só para os riscos ambientais mas para todas as outras formas”. Porém acredita que ainda esse princípio não será de grande ajuda para competir com os problemas gerados pelos riscos e pela responsabilidade.

E Di Giorgi pondera que o risco é uma tipo de repartição dos *bads* e não dos *goods*. Ou seja, somente o resultado negativo é que é partilhado e suportado normalmente pela sociedade. “O risco baseia-se na suportabilidade, na aceitação e não na certeza das próprias expectativas: por isso os riscos não podem ser transformados em direito, ainda que possam ser monetarizados.” Em suma, para o filósofo, o “risco é uma modalidade de relação com o futuro: é uma forma de determinação das indeterminações, segundo a diferença probabilidade/improbabilidade”.¹⁵⁵

Aragão define com precisão a diferença entre risco, incerteza, ambiguidade e ignorância. Para ela

o *risco* corresponde à situação em que existe, cientificamente, a capacidade de caracterizar as diferentes possibilidades e determinar com confiança a sua probabilidade relativa. O estado de *incerteza*, é uma condição em que os resultados possíveis são claros (os graus de danos ou de benefício), mas as probabilidades são difíceis de quantificar. A *ambiguidade* surge quando o problema não são as probabilidades, mas a identificação dos próprios cenários que resultam do produto ou atividade potencialmente danosa. Finalmente, a *ignorância* ocorre quando nem as probabilidades nem os resultados podem ser caracterizados plenamente ou com segurança. Neste último caso, segundo os autores, “nem sabemos o que não sabemos”. Para Silvio Funtowicz a incerteza pode ser “temporária”, se for teoricamente eliminável, desde que haja tempo e recursos, ou “irredutível”, na medida em que esteja ínsita na natureza da própria metodologia científica.¹⁵⁶ (Grifos da autora).

Os riscos têm uma tendência de serem suportados por aqueles que não o produziram, mas, na atual sociedade globalizada, de alguma forma, os riscos acabam afetando também

¹⁵³ O sol por ser uma estrela, sua morte culmina em explosão, transformando-se em outro tipo de estrela.

¹⁵⁴ GIDDENS, apud Lopes, op. cit., p.33.

¹⁵⁵ DI GIORGI, apud Lopes op. cit. p. 34.

¹⁵⁶ ARAGÃO, op. cit., p. 35.

aqueles que o produziram.¹⁵⁷ Ter consciência de que não se sabe tudo é fundamental, mas não implica necessariamente ter medo do desconhecido e cercar a busca por respostas.

3.2 A AMPLITUDE DO PRINCÍPIO DA PRECAUÇÃO NA DOCTRINA E NA JURISPRUDÊNCIA

Como se procurou demonstrar no tópico *supra*, a doutrina, ao desenvolver a teoria do Princípio da Precaução, o faz diretamente dependente da análise de risco e de incerteza científica. Aragão amplia a percepção desse princípio constatando que, “porém, continua a haver, na Europa e fora dela, quem pretenda diluir o Princípio da Precaução no Princípio da Prevenção, ou pior ainda, quem advogue a supressão de um princípio ‘vago com definições conflitantes’”.¹⁵⁸

Lopes entende que Hans Jonas foi um dos primeiros autores a construir um análise ética do Princípio da Precaução. Embora adote a “neurística do medo”, chamou a atenção para essa realidade, “pregando a extensão da responsabilidade civil com apoio nessa “nova ética”, também aos problemas gerados pelo “novo risco” e que, segundo essa corrente, pode destruir as gerações futuras”.¹⁵⁹ Para Jonas “a violação da natureza e a civilização do homem caminham de mãos dadas. [...] O homem é o criador de sua vida como vida humana. Amolda as circunstâncias conforme sua vontade e necessidade, e nunca se encontra desorientado, a não ser diante da morte”.¹⁶⁰

E se o novo modo de agir humano significasse que devêssemos levar em consideração mais do que somente o interesse do homem, pois nossa obrigação se estenderia para mais além, e que a limitação antropocêntrica de toda ética antiga não seria mais válida? Ao menos deixou de ser absurdo indagar se a condição da natureza extra-humana, a biosfera no todo e em suas partes, hoje subjugadas ao nosso poder, exatamente por isso não se tornaram um bem a nós confiado, capaz de nos impor algo como uma exigência moral – não somente por nossa causa, mas também em causa própria e por seu próprio direito. [...] Isso significaria procurar não só o bem humano, mas também o bem das coisas extra-humanas, isto é, ampliar o reconhecimento de “fins em si” para além da esfera do humano e incluir o cuidado com estes no conceito de bem humano.¹⁶¹

¹⁵⁷ LOPES, op. cit., p. 37.

¹⁵⁸ ARAGÃO, op. cit., p. 12.

¹⁵⁹ LOPES, op. cit., p. 110-111

¹⁶⁰ JONAS, Hans. *O princípio responsabilidade: ensaio de uma ética para a civilização tecnológica*. Trad. de Marijane Lisboa e Luiz Barros Montez. Rio de Janeiro: Contraponto: Ed. da PUC-Rio, 2006. p. 32.

¹⁶¹ JONAS, op. cit., p. 41

Lopes alega que sua aplicação precisa ser muito bem-avaliada dentro de determinado momento social, econômico ou político. Também os riscos/benefícios devem ser criteriosamente balanceados, assim como os custos sociais a que pode levar sua implementação. “O princípio da precaução é uma arma perigosa nas mãos dos demagogos e dos políticos populistas.”¹⁶²

A questão resulta em saber quem é o responsável por considerar o risco aceitável ou não. Para Aragão, cabe às gerações atuais e uma vez que a avaliação do risco é científica, sua decisão resulta ainda em ser ética e política.

Agora o problema é saber *quem* é que tem que considerar o risco como aceitável ou não: na impossibilidade de sondar a opinião das gerações futuras, forçosamente serão as gerações actuais. Se a avaliação do risco é eminentemente científica, a definição da aceitabilidade do risco, e consequentemente do nível adequado de protecção, é uma decisão essencialmente ética e política.¹⁶³

Há ainda uma diferença entre perigo, álea e risco e a correspondente aplicação do Princípio da Precaução ou Prevenção envolvida. “Perigo é tudo aquilo que ameaça ou compromete a segurança de uma pessoa ou uma coisa. É conhecido e real. Perigo é concreto.” Nesse caso, o mais adequado seria o Princípio da Prevenção. “Álea é um acontecimento totalmente inevitável para o qual não há, geralmente, possibilidade de previsão.” Os perigos advindos dessa são enormes e muitas vezes incomensuráveis, como é o caso de um *tsunami*. *Para esse não se aplica prevenção ou precaução*. Já o *risco* trata-se de “perigo eventual mais ou menos previsível, diferentemente da álea (imprevisível) e do perigo (real). O risco é abstrato. A ele se aplica o Princípio da Precaução”.¹⁶⁴

Já Aragão divide os riscos em naturais e tecnológicos, tendo como origem natural e humana respectivamente, mas sua diferença está cada vez mais permeada. “Existem diversas formas pelas quais causas naturais (físicas, meteorológicas, geológicas ou biológicas) podem potenciar riscos antrópicos e vice-versa, dando origem a acidentes mistos. Sendo os riscos climáticos o exemplo máximo dessa indistinção”.¹⁶⁵ Em alguns casos, o que poderia ser considerado uma catástrofe natural pode ter a interferência do homem; em outros casos, em nada esse pode interferir, como, por exemplo, no deslizamento de uma encosta ou na passagem de um furacão.

Nesse último, a intervenção humana pouco pode influenciar na sua formação ou no caminho a ser percorrido. Constantemente são monitorados para, desse modo, ser possível

¹⁶² LOPES, op. cit., p. 103.

¹⁶³ ARAGÃO, op. cit., p. 49.

¹⁶⁴ LOPES, op. cit., p. 24-25.

¹⁶⁵ ARAGÃO, op. cit., p. 13.

construir modelos e prever suas ocorrências. Mas quanto a deslizamento de encostas, embora seja um fenômeno natural, a interferência humana, por meio do aumento do desmatamento e principalmente por meio da queima de combustíveis fósseis, aumenta o efeito estufa, aumentando a intensidade das chuvas e impossibilitando a absorção dessas pelo solo de forma gradativa, causando deslizamentos, muitas vezes, em áreas densamente povoadas, aumentando ainda mais as catástrofes.

Para alguns estudiosos, como Aragão, a vulgarização do conceito do Princípio da Precaução pode levar à descrença, mas “o princípio da precaução não é um motivo de estagnação ou bloqueio do desenvolvimento científico, mas, pelo contrário, uma fonte de progresso científico”.¹⁶⁶

Um dos factores que contribuiu, de forma determinante, para as dúvidas e receios que actualmente envolvem o princípio da precaução, foi a rapidez da sua disseminação no discurso político, jornalístico, e até na linguagem comum. Tal como já acontecera com o princípio do poluidor-pagador, cuja banalização conduziu a uma compressão do seu conteúdo, até ficar reduzido a uma mera dimensão sancionatória do Direito Ambiental, também a vulgarização da ideia de precaução, como bordão de linguagem, contribuiu definitivamente para descredibilizar a precaução, enquanto princípio jurídico. [...] Ele não é um princípio de medo ou de irracionalidade mas é, pelo contrário, um princípio racional e cientificamente fundado de “responsabilidade pelo futuro”.¹⁶⁷

Nesse contexto, muitas vezes é preferível assumir o risco do que inviabilizar os benefícios que o evento pode gerar, como no caso dos efeitos colaterais de uma medicação. A ponderação entre riscos e benefícios deve ser realizada no momento da adoção do princípio em comento.

Aragão sustenta ainda, que mesmo que não haja consenso entre a comunidade científica sobre determinado tema, se é ou não gerador de risco, esse não pode ser motivo para não agir.

O princípio da precaução, enquanto nova forma de gestão da incerteza, representa uma evolução relativamente à gestão preventiva, em que os actores políticos e os operadores económicos podiam *usar e abusar* da divergência persistente entre os cientistas, como uma desculpa para não agir, dando origem àquilo que se designa por “parálise pela análise”. Pelo contrário, a gestão precaucional implica a regulação urgente de riscos hipotéticos, ainda não comprovados. Os pressupostos fundamentais de aplicação do princípio da precaução são a existência de riscos ambientais e a incerteza científica quanto aos riscos.¹⁶⁸

¹⁶⁶ ARAGÃO, op. cit., p. 16.

¹⁶⁷ Ibidem, p. 14.

¹⁶⁸ Ibidem, p. 20.

Um dos aspectos da problemática precaucional está no ônus da prova. A forma como é realizada a avaliação de risco resulta essencialmente política. A obrigação de fazer prova que determinado produto não apresenta risco de dano ao consumidor é da própria empresa que gera o produto. Como já afirmado anteriormente, tal prova deveria ser objeto de regulamentação específica, com questionamentos próprios, com *experts* capacitados em laboratórios idôneos, mas custeada pela parte interessada, como uma perícia requerida pela parte que não possui assistência judiciária gratuita.

A aplicação do Princípio em análise comporta alguns riscos em si, sendo necessário precaução na aplicação da precaução. Entre eles, Lopes destaca: a) o primeiro risco é do engano na definição ou na avaliação dos próprios riscos, porque esses são, às vezes, impossíveis de quantificar (riscos não probabilisáveis); b) possibilidade de erros: medidas radicais de interdição podem trancar o campo experimental e eliminar a possibilidade de provar ou negar a hipótese que provocou a decisão; as inovações podem ser definitivamente descartadas.¹⁶⁹

A afirmação de que “o Princípio da Precaução é um ‘ pilar’ para o desenvolvimento econômico e durável”¹⁷⁰ é um risco em si. A sensação de segurança com a implementação do aludido princípio é falsa, pois, com a aplicação do princípio não tem como haver desenvolvimento pela estagnação das descobertas. Quanto ao aspecto da durabilidade ou estabilidade trazida pelo Princípio da Precaução, também é equivocada, pois a inércia de um sistema implica consumir seus próprios recursos, sem geração de novos, isto é, finitude de um bem e não durabilidade do mesmo.

Portanto, a aplicação do Princípio da Precaução deve ser feita de forma equilibrada e sem perder de vista os princípios de razoabilidade e de proporcionalidade, já que “o perigo está no radicalismo, em sua adoção que só conduzirá à estagnação do progresso científico e tecnológico”.¹⁷¹

Uma tecnologia que será implementada não possui somente aspectos bons ou unicamente características ruins. Aragão discorre sobre a incontestabilidade de produzir energia limpa, referindo que mesmo essas terão impactos significativos

Felizmente para o mundo (mas infelizmente para quem tem o dever de decidir), quase sempre o produto, a tecnologia ou a actividade, que envolvem riscos importantes, também comportam enormes vantagens económicas, sociais e até ambientais, colocando, frequentemente, os

¹⁶⁹ Ibidem, p. 104.

¹⁷⁰ LOPES, op. cit., p. 108.

¹⁷¹ Ibidem, p. 109.

decisores públicos perante um dilema paralisante. Um bom exemplo são os projectos ligados a algumas fontes de energia renovável, como a construção de barragens para produção de energia hidroeléctrica, ou a plantação de cana-de-açúcar para produção de biocombustíveis. O objectivo de produzir energia limpa e lutar contra o efeito de estufa é, incontestavelmente, um objectivo importante e nobre. Mas a aura de bondade ambiental de que [se] beneficiam estes projectos não deve fazer-nos esquecer que eles também podem ter impactos ambientais ou sócio-económicos significativos.¹⁷²

Na jurisprudência nacional, os posicionamentos são os mais diversos nos Tribunais de Justiça, no STJ e no STF. Em alguns casos, o foco é econômico e a busca pelo desenvolvimento e, em outros, é a segurança ambiental. Como critério de pesquisa ambiental buscou-se sobre o Princípio da Precaução, nos diferentes Tribunais, e o respaldo se trouxe aqui mediante algumas jurisprudências que identificassem o pensamento predominante do tribunal em questão, dentro do período de 2007 a 2013.

No Tribunal de Justiça gaúcho, a aplicação do Princípio da Precaução é usado preferencialmente quando se deseja inverter o ônus da prova, competindo a quem supostamente promoveu o dano ambiental comprovar que não o causou (ementas 1 e 2), ou ainda quando se revela a situação de irregularidade ante a legislação ambiental, com dano já comprovado, pois, conforme ementa 3, “a proteção ambiental não pode inviabilizar o livre desenvolvimento econômico”. A aplicação do Princípio da Precaução ocorre também sobre uma ação lesiva potencialmente, de acordo com a ementa 4, “segundo a qual as incertezas sobre a ação lesiva de determinada ação ou omissão são suficientes para exigir a adoção de medidas preventivas”:

No Agravo de Instrumento Nº 70052160207, Terceira Câmara Cível, Tribunal de Justiça do RS, cujo relator Rogerio Gesta Leal, julgado em 21/03/2013, preconizou a necessidade da inversão do ônus da prova de forma a propiciar a apuração dos fatos. “Princípio da precaução aplicado à hipótese, pois pressupõe a inversão do ônus probatório, competindo a quem supostamente promoveu o dano ambiental comprovar que não o causou”

173 .

¹⁷² ARAGÃO, op. cit. P. 38

¹⁷³ BRASIL. TJRS. Tribunal de Justiça do Estado do Rio Grande do Sul. Agravo de Instrumento Nº 70052160207, Terceira Câmara Cível, Tribunal de Justiça do RS, Relator: Rogério Gesta Leal, Julgado em 21/03/2013. Disponível em: <http://www.tjrs.jus.br/busca/?q=Agravo+de+Instrumento+N%BA+70052160207%2C+&tb=jurisnova&pesq=ementario&partialfields=tribunal%3ATribunal%2520de%2520Justi%25C3%25A7a%2520do%2520RS.%28TipoDecisao%3Aac%25C3%25B3rd%25C3%25A3o%7CTipoDecisao%3Amonocr%25C3%25A1tica%7CTipoDecisao%3Anull%29&requiredfields=&as_q=>>. Acesso em: 19/dez./2013.

No Agravo de Instrumento Nº 70057086902, da terceira Câmara Cível, do Tribunal de Justiça do RS, cujo relator: Nelson Antônio Monteiro Pacheco, julgado em 14/11/2013¹⁷⁴ da ação civil pública que discutia a possibilidade de queimadas em vegetação para plantio no município de São Borja. Constatou a ausência de demonstração do risco de dano irreparável ou de difícil reparação que pudesse ensejar a reforma da decisão proferida na origem, resultando no indeferimento do pedido de inversão do ônus da prova. Conclui: “possibilidade de inversão do ônus da prova em ações em que se trata de Direito Ambiental, com base no princípio da precaução, o juiz é o destinatário da prova, incumbindo a ele decidir acerca da necessidade e utilidade da prova para a formação do seu livre convencimento motivado.” O agravo de instrumento foi convertido em retido.

A exigência de completa e efetiva adequação à legislação ambiental de empresa pode ser espelhada no Agravo de Instrumento Nº 70055786164, da quarta Câmara Cível, do Tribunal de Justiça do RS, cujo Relator: José Luiz Reis de Azambuja, julgado em 02/10/2013¹⁷⁵. “A Administração Pública tem o poder-dever de respeitar e fazer respeitar os princípios da prevenção e da precaução”, sendo este um dos alicerces na atuação do Poder Público no direito ambiental, “não sendo crível que uma situação de constante irregularidade, apesar de todos os esforços até então envidados para solucioná-la, perpetue-se infinitamente”. Analisa ainda o art. 225 da CRFB, o direito ao meio ambiente equilibrado como um direito fundamental, cabendo ao poder judiciário acautelar-se por sua efetivação. Embora pondere sobre o princípio do desenvolvimento sustentável sendo base para o livre exercício econômico e da livre concorrência, “a proteção ambiental não pode inviabilizar o livre desenvolvimento econômico”. Porém as medidas administrativas e judiciais devem ser obedecidas de forma adequada e integral de maneira a proteger o meio ambiente, não restando outra alternativa senão o lacre da empresa como forma de obstar o dano.

¹⁷⁴ BRASIL. TJRS. Tribunal de Justiça do Estado do Rio Grande do Sul. Agravo de Instrumento Nº 70057086902, Terceira Câmara Cível, Tribunal de Justiça do RS, Relator: Nelson Antônio Monteiro Pacheco, Julgado em 14/11/2013. Disponível em: <http://www.tjrs.jus.br/busca/?q=Agravo+de+instrumento+70057086902&tb=jurisnova&pesq=ementario&partialfields=tribunal%3ATribunal%2520de%2520Justi%25C3%25A7a%2520do%2520RS.%28TipoDecisao%3Aac%25C3%25B3rd%25C3%25A3o%7CTipoDecisao%3Amonocr%25C3%25A1tica%7CTipoDecisao%3Anull%29&requiredfields=&as_q=>>. Acesso em: 19/dez./2013.

¹⁷⁵ BRASIL. TJRS. Tribunal de Justiça do Estado do Rio Grande do Sul. Agravo de Instrumento Nº 70055786164, Quarta Câmara Cível, Tribunal de Justiça do RS, Relator: José Luiz Reis de Azambuja, Julgado em 02/10/2013. Disponível em: <http://www.tjrs.jus.br/busca/?q=Agravo+de+Instrumento+N%BA+70055786164%2C+&tb=jurisnova&pesq=ementario&partialfields=tribunal%3ATribunal%2520de%2520Justi%25C3%25A7a%2520do%2520RS.%28TipoDecisao%3Aac%25C3%25B3rd%25C3%25A3o%7CTipoDecisao%3Amonocr%25C3%25A1tica%7CTipoDecisao%3Anull%29&requiredfields=&as_q=>>. Acesso em: 19/dez./2013.

Já no Agravo de Instrumento Nº 70024173858, da nona Câmara Cível, do Tribunal de Justiça do RS, cujo relator: Odone Sanguiné, julgado em 30/07/2008¹⁷⁶, discute sobre a responsabilidade do dano ambiental. Tal ação implica que “foram depositados resíduos de couro poluentes em área de propriedade do agravante, que havia sido dada em comodato e ocupada irregularmente por posseiro”. Quando se trata de dano ambiental, a responsabilidade é objetiva. A responsabilidade pelos danos causados ao meio ambiente é objetiva. “O artigo 225, §2º, da Constituição Federal, dispõe que aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com solução técnica exigida pelo órgão público competente.” Sendo portanto do proprietário do terreno no qual ocorreu o dano ambiental, solidariamente com os seus causadores, caso seja pessoa diversa, a responsabilidade por sua reparação. No caso da ação, o proprietário não perdeu a ingerência sobre a propriedade, pois estava sendo parcialmente ocupada por posseiro, já que efetuava fiscalizações periódicas na área. “Como proprietária do imóvel e tendo conhecimento dos danos ao meio ambiente que estavam sendo causados no local, constituía obrigação da agravante evitá-los, removendo os resíduos já lançados e impedindo o depósito de novos detritos”. Aponta ainda que no Direito Ambiental, “vigora o princípio da precaução, segundo o qual as incertezas sobre a ação lesiva de determinada ação ou omissão são suficientes para exigir a adoção de medidas preventivas”.

No Tribunal de Justiça de Santa Catarina o foco da aplicação do princípio da precaução ocorre quanto há incerteza do cumprimento das regras impostas na legislação, mas quando há dúvida se o empreendimento possa ou não gerar dano ao ambiente, obstaculiza-se o mesmo. No Agravo de Instrumento¹⁷⁷ n. 2007.011758-8, do TJSC, Joinville, do rel. Des. Volnei Carlin, julgado em 29-11-2007, em ação civil pública que tratava da extração e envase de água mineral, cuja ausência do Estudo Prévio de Impacto Ambiental resultou por suspender as atividades da empresa. Por se tratar de atividade potencialmente poluidora, “a

¹⁷⁶ BRASIL. TJRS. Tribunal de Justiça do Estado do Rio Grande do Sul. Agravo de Instrumento Nº 70024173858, Nona Câmara Cível, Tribunal de Justiça do RS, Relator: Odone Sanguiné, Julgado em 30/07/2008. Disponível em: <http://www.tjrs.jus.br/busca/?q=Agravo+de+Instrumento+N%BA+70024173858%2C&tb=jurisnova&pesq=em+entario&partialfields=tribunal%3ATribunal%2520de%2520Justi%25C3%25A7a%2520do%2520RS.%28TipoDecisao%3Aac%25C3%25B3rd%25C3%25A3o%7CTipoDecisao%3Amonocr%25C3%25A1tica%7CTipoDecisao%3Anull%29&requiredfields=&as_q=>>. Acesso em: 19/dez/2013.

¹⁷⁷ BRASIL. TJSC. Tribunal de Justiça de Santa Catarina. Agravo de Instrumento n. 2007.011758-8, de Joinville, rel. Des. Volnei Carlin, j. 29-11-2007. Disponível em: <http://app.tjsc.jus.br/jurisprudencia/avancada.jsp?q=AGRAVO+DE+INSTRUMENTO+-+AÇÃO+CIVIL+PÚBLICA+-+MEIO+AMBIENTE+-+EXTRAÇÃO+E+ENVASE+DE+ÁGUA+MINERAL+-+AUSÊNCIA+DE+PRÉVIO+ESTUDO+DE+IMPACTO+AMBIENTAL+-+SUSPENSÃO+DA+ATIVIDADE+-+EXEGESE+DO+ART.+225+DA+CRFB&cat=acordao_&radio_campo=ementa&prolatorStr=&classeStr=&relatorStr=&datainicial=&datafinal=&origemStr=&nuProcessoStr=&categoria=acordao#resultado_ancora>>. Acesso em: 19/dez./2013.

incerteza quanto ao cumprimento de todas as exigências protetivas, ensejam a obstaculização do empreendimento”. Neste caso, no acórdão ao relatar sobre a aplicabilidade dos princípios da precaução e prevenção restou exitosa, pois ao aplicar o princípio da prevenção quando se conhece informações “certas ou provadas sobre o risco da atividade ou comportamento, são hipóteses em que há perigo concreto”; já a precaução é taxativa, “está voltada às hipóteses de perigo abstrato, onde o risco é hipotético ou incerto, de modo que, havendo dúvida quanto aos danos da atividade, esta sorve em favor do bem ambiental”.

No Tribunal do Paraná a aplicação do princípio da precaução diz respeito à dúvida quanto a atividade potencialmente poluidora, buscando assegurar um meio ambiente ecologicamente equilibrado. Contudo, não obsta o empreendimento se o potencial risco não seja comprovado. No AC¹⁷⁸ 826091-7 do TJPR da 5ª C.Cível de Cascavel cujo relator Paulo Roberto Hapner, julgado em 06.03.2012 tratava de uma apelação cível em uma ação pública para defesa do meio ambiente, cujo teve preliminares rejeitadas de cerceamento de defesa, carência de ação por falta de interesse processual e carência de ação por impossibilidade jurídica do pedido. Teve o recurso de apelação desprovido por tratar de atividade potencialmente poluidora tendo como correta a “exigência de licenciamento ambiental para o exercício das atividades da ré [com] obediência ao princípio da precaução para assegurar o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado visando uma sadia qualidade de vida”.

No AC¹⁷⁹ n. 636044-7, TJPR na 5ª C.Cível de Maringá de Relator José Marcos de Moura com Rel. Desig. p/ o Acórdão: Adalberto Jorge Xisto Pereira com julgamento 16.08.2011, numa apelação em ação civil pública que tratava da queima de pneus em conjunto com bagaços da cana-de-açúcar e destinação das cinzas e dos resíduos sólidos, teve negado seu provimento. Analisou-se a possibilidade de ocorrer impacto ambiental com necessidade da realização e aprovação do eia/rima. Exigiu-se a “obediência ao princípio da precaução para assegurar o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado visando uma sadia qualidade de vida”.

A questão das antenas de celular ou estações de rádio base, ERB'S, foi tratada em Ação Civil Pública, resultando no AC¹⁸⁰ n. 417042-7 da 5ª Cível de Umuarama no TJPR,

¹⁷⁸ BRASIL. TJPR. Tribunal de Justiça do Paraná. 5ª C.Cível - AC - 826091-7 - Cascavel - Rel.: Paulo Roberto Hapner - Unânime - J. 06.03.2012. Disponível em: <<http://portal.tjpr.jus.br/jurisprudencia/j/11247176/Acórdão-826091-7>>. Acesso em: 19/dez/2013.

¹⁷⁹ BRASIL. TJPR. Tribunal de Justiça do Paraná. 5ª C.Cível - AC - 636044-7 - Maringá - Rel.: José Marcos de Moura - Rel.Desig. p/ o Acórdão: Adalberto Jorge Xisto Pereira - Por maioria - - J. 16.08.2011. Disponível em: <<http://portal.tjpr.jus.br/jurisprudencia/j/11180724/Acórdão-636044-7>>. Acesso em 19/dez./2013.

¹⁸⁰ BRASIL. TJPR. Tribunal de Justiça do Paraná. 5ª C.Cível - AC - 417042-7 - Umuarama - Rel.: Leonel Cunha - Unânime - J. 25.03.2008. Disponível em: <<http://portal.tjpr.jus.br/jurisprudencia/j/1660706/Acórdão-417042-7>>. Acesso em: 19/dez./2013.

cujo relator Leonel Cunha, julgado em 25.03.2008, cujo apelo foi negado provimento. A alegação de risco potencial de dano à saúde que ensejaria o princípio da precaução teve a alegação não demonstrada. Realizou-se prova pericial demonstrando, que a Estação Rádio Base- ERB atendria aos requisitos técnicos e de segurança estabelecidos pela ANATEL (Resolução nº 303), e que o questionamento do Autor sobre a insuficiência das cautelas impostas pela referida resolução não autorizaria a proibição do funcionamento da ERB, tampouco imporia a inversão do ônus da prova, pois não caberia à concessionária do serviço de telefonia móvel comprovar a correção dos critérios adotados pela Agência Reguladora.

No STJ, a avaliação da potencialidade lesiva do empreendimento é ponderada, e sua produção de prova pode ser invertida, pois, nas palavras do ministro relator João Otávio de Noronha, “eventual lesão econômica pode ser reparada; a lesão ambiental, por sua vez, jamais poderá ser restaurada”.

Ementa: AGRAVO REGIMENTAL. SUSPENSÃO DE TUTELA ANTECIPADA. ANÁLISE DE CUNHO POLÍTICO. IMPOSSIBILIDADE DE AVALIAÇÃO DO MÉRITO DA CAUSA. OBRA DE CONSTRUÇÃO CIVIL. DANO AO MEIO AMBIENTE. IRREPARABILIDADE. NECESSIDADE DE MANUTENÇÃO DO EMBARGO À OBRA.

A análise do pedido de suspensão dispensa a prévia oitiva da parte contrária, providência facultada ao julgador quando a considere necessária para a formação do seu convencimento.

A suspensão de liminar e de segurança é medida na qual não cabe o exame das questões de fundo da lide, devendo a análise limitar-se ao aspecto político. Avalia-se a potencialidade lesiva da medida concedida, confrontando-a com os valores juridicamente protegidos, sem se adentrar o mérito da causa, pois a suspensão não tem caráter revisional, tampouco substitui a via recursal própria.

Eventual lesão econômica pode ser reparada; a lesão ambiental, por sua vez, jamais poderá ser restaurada caso executados os trabalhos de construção civil, ante o impacto que provocam.

Confrontados o interesse privado e o público, deve-se privilegiar este - que é irreparável - em detrimento daquele.

Havendo o prosseguimento da construção, corre-se o risco de autorizar provimento apto a macular a fauna e a flora locais de maneira irreversível. Dessa forma, em juízo político, visando-se evitar lesão à ordem pública gerada pela incerteza quanto aos riscos ambientais, a suspensão do ato que autorizou o prosseguimento da obra é necessária como medida destinada a evitar eventual dano maior. Agravo regimental desprovido. (AgRg na SLS 1.419/DF, Rel. Ministro JOÃO OTÁVIO DE NORONHA, Rel. p/ Acórdão Ministro JOÃO OTÁVIO DE NORONHA, CORTE ESPECIAL, julgado em 01/08/2013, DJe 27/09/2013).¹⁸¹ (Grifos nossos)

¹⁸¹ BRASIL. STJ. Superior Tribunal de Justiça. AgRg na SLS 1.419/DF, Rel. Ministro JOÃO OTÁVIO DE NORONHA, Rel. p/ Acórdão Ministro JOÃO OTÁVIO DE NORONHA, CORTE ESPECIAL, julgado em 01/08/2013, DJe 27/09/2013. Disponível em: <https://ww2.stj.jus.br/revistaeletronica/ita.asp?registro=201101605660&dt_publicacao=27/09/2013>. Acesso em: 19/dez/2013.

Em outra decisão, Recurso Especial¹⁸² nº 1.330.027 de SP (2012/0048766-0) cujo Relator Ministro Ricardo Villas Bôas Cueva, julgado em 06/11/2012, onde discutiu-se sobre a construção de usina hidrelétrica e sua consequência redução da produção pesqueira. Afirmou que O princípio da precaução, aplicável naquela hipótese, pressupõe a inversão do ônus probatório, transferindo para a concessionária o encargo de provar que sua conduta não ensejou riscos para o meio ambiente e, por consequência, aos pescadores da região.

O mesmo norte foi tomado na decisão do REsp¹⁸³ 883.656/RS, Rel. Ministro HERMAN BENJAMIN, SEGUNDA TURMA, julgado em 09/03/2010, DJe 28/02/2012, transcrita parcialmente abaixo:

Ementa: PROCESSUAL CIVIL E AMBIENTAL. AÇÃO CIVIL PÚBLICA. RESPONSABILIDADE CIVIL AMBIENTAL. CONTAMINAÇÃO COM MERCÚRIO. ART. 333 DO CÓDIGO DE PROCESSO CIVIL. ÔNUS DINÂMICO DA PROVA. CAMPO DE APLICAÇÃO DOS ARTS. 6º, VIII, E 117 DO CÓDIGO DE DEFESA DO CONSUMIDOR. PRINCÍPIO DA PRECAUÇÃO. POSSIBILIDADE DE INVERSÃO DO ONUS PROBANDI NO DIREITO AMBIENTAL. PRINCÍPIO IN DUBIO PRO NATURA.

[...]

4. O legislador, diretamente na lei (= ope legis), ou por meio de poderes que atribui, específica ou genericamente, ao juiz (= ope judicis), modifica a incidência do onus probandi, transferindo-o para a parte em melhores condições de suportá-lo ou cumpri-lo eficaz e eficientemente, tanto mais em relações jurídicas nas quais ora claudiquem direitos indisponíveis ou intergeracionais, ora as vítimas transitam no universo movido em que convergem incertezas tecnológicas, informações cobertas por sigilo industrial, conhecimento especializado, redes de causalidade complexa, bem como danos futuros, de manifestação diferida, protraída ou prolongada.

5. No Direito Ambiental brasileiro, a inversão do ônus da prova é de ordem substantiva e ope legis, direta ou indireta (esta última se manifesta, p. ex., na derivação inevitável do princípio da precaução), como também de cunho estritamente processual e ope judicis (assim no caso de hipossuficiência da vítima, verossimilhança da alegação ou outras hipóteses inseridas nos poderes genéricos do juiz, emanção natural do seu ofício de condutor e administrador do processo).

6. Como corolário do princípio in dubio pro natura, "Justifica-se a inversão do ônus da prova, transferindo para o empreendedor da atividade potencialmente perigosa o ônus de demonstrar a segurança do empreendimento, a partir da interpretação do art. 6º, VIII, da Lei 8.078/1990 c/c o art. 21 da Lei 7.347/1985, conjugado ao Princípio Ambiental da Precaução" (REsp 972.902/RS, Rel. Min. Eliana Calmon, Segunda Turma, DJe 14.9.2009), técnica que sujeita aquele que supostamente gerou o dano

¹⁸² BRASIL. STJ. Superior Tribunal de Justiça. Recurso Especial nº 1.330.027 - SP (2012/0048766-0) Relator : Ministro Ricardo Villas Bôas Cueva, julgado em 06/11/2012 Disponível em: <https://ww2.stj.jus.br/revistaeletronica/ita.asp?registro=201200487660&dt_publicacao=09/11/2012>. Acesso em 29/out./2013.

¹⁸³ BRASIL. STJ. Superior Tribunal de Justiça. REsp 883.656/RS, Rel. Ministro HERMAN BENJAMIN, SEGUNDA TURMA, julgado em 09/03/2010, DJe 28/02/2012. Disponível em: <https://ww2.stj.jus.br/revistaeletronica/ita.asp?registro=200601451399&dt_publicacao=28/02/2012/>. Acesso em: 19/dez./2013.

ambiental a comprovar "que não o causou ou que a substância lançada ao meio ambiente não lhe é potencialmente lesiva" (REsp 1.060.753/SP, Rel. Min. Eliana Calmon, Segunda Turma, DJe 14.12.2009).

[...]

8. Destinatário da inversão do ônus da prova por hipossuficiência - juízo perfeitamente compatível com a natureza coletiva ou difusa das vítimas - não é apenas a parte em juízo (ou substituto processual), mas, com maior razão, o sujeito-titular do bem jurídico primário a ser protegido.

[...]

No STF, em algumas decisões monocráticas, “o Princípio da Precaução, deve priorizar a decisão em prol do meio ambiente, sobretudo diante da incerteza científica acerca da toxidade do material”. Contudo, nas palavras do Relator Min. Menezes Direito, o Estado deve buscar a “compatibilização da liberdade de expressão científica com os deveres estatais de propulsão das ciências que sirvam à melhoria das condições de vida para todos os indivíduos”, como no caso da Lei de Biossegurança.

Decisão. Vistos. Trata-se de agravo contra a decisão que não admitiu recurso extraordinário interposto contra acórdão da Quarta Turma do Tribunal Regional Federal da 5ª Região, assim ementado: “ADMINISTRATIVO, AMBIENTAL E PROCESSUAL CIVIL. AÇÃO CIVIL PÚBLICA. PARALISAÇÃO DE OBRAS. PARQUE EÓLICO. IMPACTO AMBIENTAL DE PEQUENO PORTE. RELATÓRIO AMBIENTAL SIMPLIFICADO – RAS. LEI Nº 6938/81. RESOLUÇÃO Nº 279/2001 DO CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. CONDENAÇÃO DO MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL AO PAGAMENTO DE HONORÁRIOS ADVOCATÍCIOS AFASTADA. I. A Lei 6938/81, em seu artigo 8º, atribuiu ao CONAMA, mediante proposta do IBAMA, o estabelecimento de normas e critérios para o licenciamento de atividades efetivas ou potencialmente poluidoras. Assim, editou o CONAMA a Resolução 279/2001, prevendo o Relatório Ambiental Simplificado – RAS para empreendimentos com impacto ambiental de pequeno porte, necessários ao incremento da oferta de energia elétrica no País, sendo incluídas as usinas eólicas. II. **Tratando-se o empreendimento da presente lide de usina eólica, classificada como de impacto ambiental de pequeno porte (art. 1º, IV, da Resolução 279/2001), suscetível é de aferição pelo EIA – RIMA (Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental). (...)**(ARE 725315, Relator(a): Min. DIAS TOFFOLI, julgado em 27/02/2013, publicado em PROCESSO ELETRÔNICO DJe-042 DIVULG 04/03/2013 PUBLIC 05/03/2013).¹⁸⁴

DECISÃO Vistos. Companhia Siderúrgica Nacional – CSN interpõe agravo de instrumento contra a decisão que não admitiu recurso extraordinário assentado em contrariedade aos artigos 5º, incisos II, LIV e LV, e 37, caput,

¹⁸⁴ BRASIL. STF. Supremo Tribunal Federal. ARE 725315, Relator(a): Min. DIAS TOFFOLI, julgado em 27/02/2013, publicado em PROCESSO ELETRÔNICO DJe-042 DIVULG 04/03/2013 PUBLIC 05/03/2013. Disponível em: <<http://www.stf.jus.br/portal/jurisprudencia/listarJurisprudencia.asp?s1=%28%28725315%2E%2E%2E%2E%2E%29%29+NAO+S%2EPRES%2E&base=baseMonocraticas&url=http://tinyurl.com/msd3c9t>> . Acesso em 19/12/2013.

Por derradeiro, em detida análise das razões e documentos do agravado, bem como em comunhão com o entendimento esposado pelo Ministério Público Federal, não vislumbro plausibilidade jurídica no pleito recursal da Agravante no que concerne à existência do *fumus boni jûris*. Isto posto, nego provimento ao agravo de instrumento e julgo prejudicado o agravo interno” (fl. 248). Desse modo, não merece prosperar a irresignação, uma vez que a jurisprudência desta Corte está consolidada no sentido de ser incabível recurso extraordinário contra acórdão que concede, mantém ou indefere medida liminar. (AI 739631, Relator(a): Min. MENEZES DIREITO, julgado em 04/08/2009, publicado em DJe-164 DIVULG 31/08/2009 PUBLIC 01/09/2009).¹⁸⁵

¹⁸⁵ BRASIL. STF. Supremo Tribunal Federal. AI 739631, Relator(a): Min. MENEZES DIREITO, julgado em 04/08/2009, publicado em DJe-164 DIVULG 31/08/2009 PUBLIC 01/09/2009. Disponível em: < <http://www.stf.jus.br/portal/jurisprudencia/listarJurisprudencia.asp?s1=%28%28739631%2EENUME%2E+OU+739631%2EDMS%2E%29%29+NAO+S%2EPRES%2E&base=baseMonocraticas&url=http://tinyurl.com/ljt9p67> >. Acesso em 19/dez./2013.

14 dias (outros cientistas reduzem esse tempo para a fase de blastocisto, ocorrente em torno de 5 dias depois da fecundação de um óvulo feminino por um espermatozóide masculino). Embriões a que se chega por efeito de manipulação humana em ambiente extracorpóreo, porquanto produzidos laboratorialmente ou "in vitro", e não espontaneamente ou "in vida". Não cabe ao Supremo Tribunal Federal decidir sobre qual das duas formas de pesquisa básica é a mais promissora: a pesquisa com células-tronco adultas e aquela incidente sobre células-tronco embrionárias. A certeza científico-tecnológica está em que um tipo de pesquisa não invalida o outro, pois ambos são mutuamente complementares.

[...] VII - O DIREITO CONSTITUCIONAL À LIBERDADE DE EXPRESSÃO CIENTÍFICA E A LEI DE BIOSSEGURANÇA COMO DENSIFICAÇÃO DESSA LIBERDADE. O termo "ciência", enquanto atividade individual, faz parte do catálogo dos direitos fundamentais da pessoa humana (inciso IX do art. 5º da CF). Liberdade de expressão que se afigura como clássico direito constitucional-civil ou genuíno direito de personalidade. Por isso que exigente do máximo de proteção jurídica, até como signo de vida coletiva civilizada. Tão qualificadora do indivíduo e da sociedade é essa vocação para os misteres da Ciência que o Magno Texto Federal abre todo um autonomizado capítulo para prestigiá-la por modo superlativo (capítulo de nº IV do título VIII). A regra de que "O Estado promoverá e incentivará o desenvolvimento científico, a pesquisa e a capacitação tecnológicas" (art. 218, caput) é de logo complementada com o preceito (§ 1º do mesmo art. 218) que autoriza a edição de normas como a constante do art. 5º da Lei de Biossegurança. A compatibilização da liberdade de expressão científica com os deveres estatais de propulsão das ciências que sirvam à melhoria das condições de vida para todos os indivíduos. Assegurada, sempre, a dignidade da pessoa humana, a Constituição Federal dota o bloco normativo posto no art. 5º da Lei 11.105/2005 do necessário fundamento para dele afastar qualquer invalidez jurídica (Ministra Cármen Lúcia). (...) (ACO 876 MC-AgR, Relator(a): Min. MENEZES DIREITO, Tribunal Pleno, julgado em 19/12/2007, DJe-142 DIVULG 31-07-2008 PUBLIC 01-08-2008 EMENT VOL-02326-01 PP-00044 RTJ VOL-00205-02 PP-00537).¹⁸⁶

A partir desses posicionamentos, principalmente do STF, percebe-se que o Princípio da Precaução, na prática, é utilizado somente quando se tem comprovada a potencialidade do dano ambiental, já realizado ou não, mas a incerteza não é óbice para o crescimento científico que pode trazer benefícios e assegurar a dignidade humana.

¹⁸⁶ BRASIL.STF. Supremo Tribunal Federal. ACO 876 MC-AgR, Relator(a): Min. MENEZES DIREITO, Tribunal Pleno, julgado em 19/12/2007, DJe-142 DIVULG 31-07-2008 PUBLIC 01-08-2008 EMENT VOL-02326-01 PP-00044 RTJ VOL-00205-02 PP-00537. Disponível em: <<http://www.stf.jus.br/portal/jurisprudencia/listarJurisprudencia.asp?s1=%28876%2E+OU+876%2E+ACMS%2E%29+%28%28MENEZES+DIREITO%29%2ENORL%2E+OU+%28MENEZES+DIREITO%29%2ENORV%2E+OU+%28MENEZES+DIREITO%29%2ENORA%2E+OU+%28MENEZES+DIREITO%29%2E+ACMS%2E%29&base=baseAcordaos&url=http://tinyurl.com/kud5fv2>>. Acesso em: 19/dez./2013.

3.3 O CONCEITO FÍSICO DO PRINCÍPIO DA INCERTEZA DE HEISENBERG E A POSSIBILIDADE DE CONFRONTO ENTRE PREVISÃO LEGAL *VERSUS* PREVISÃO NATURAL

Com a evolução da ciência, em especial da Física, no século XIX, com o marco dos conceitos precisos de Isaac Newton e a “mecânica Newtoniana” e Maxwell com o eletromagnetismo, consolidando a “Mecânica Clássica”, grandes avanços foram possíveis, principalmente nas áreas de transporte, com os navios a vapor e, nas comunicações, com os telégrafos e telefones. O conforto propiciado pelas então “novas” tecnologias modificou substancialmente a vida das pessoas, tanto no aspecto social, como no econômico e no cultural. As pessoas almejavam (e ainda almejam) viver bem e com conforto. A energia elétrica foi uma das molas propulsoras desse desenvolvimento e de alterações nas relações sociais. Dispor de energia elétrica na residência e de um telefone era símbolo de prosperidade no início do século XIX, no Brasil.

A implementação de bondes elétricos, no Brasil, foi um marco que influenciou diretamente no transporte coletivo, no zoneamento urbano, no mercado imobiliário, na circulação de mercadorias e principalmente no fluxo de pessoas.¹⁸⁷ O desenvolvimento da ciência trouxe desenvolvimento humano e crescimento econômico.

Contudo, nessa época, a ciência mostrou, gradativamente, necessitar de mudanças. Os pilares da ciência eram os Newtonianos, que começaram a não responder a todos os questionamentos que eram feitos, mostrando que a então teoria considerada completa, não era mais suficiente para o mundo que se projetava à frente. As leis de Newton foram elaboradas para descrever o movimento dos corpos, para o mundo macroscópico incluindo os corpos celestes, como a Gravitação Universal, a Lei de Ação e Reação, o Princípio da Inércia e a Lei da Força. Entretanto, para o mundo microscópico, suas teorias não previam os movimentos das partículas subatômicas, como os elétrons, por exemplo.

Max Planck (1900), com sua teoria de pulsos de energia e descontinuidade da matéria, servindo posteriormente como base para a Física Quântica, mostrou que a natureza não era tão contínua e precisa como previa Isaac Newton.

Contemporaneamente a Planck, Albert Einstein (1905) introduziu a ideia de relatividade (Teoria da Relatividade Restrita), pontuando que nem o conceito de tempo é tão absoluto quanto se pensava.

¹⁸⁷ PIRES, Hindenburgo Francisco. *Imagens e história na internet: os bondes, patrimônio brasileiro*. Disponível em: < <http://www.ub.edu/geocrit/aracne/aracne-156.htm> >. Acesso em 22/dez./2013

Planck acreditava que a luz, embora emitida pela fonte de maneira descontínua, propagava-se no espaço como uma onda eletromagnética. A hipótese de Einstein sugere que a luz, ao atravessar o espaço, se comporta não como onda, mas sim como uma partícula. Millikan (Robert Andrews), cujas experiências comprovaram minuciosamente as idéias de Einstein, classificava essa hipótese como: “audaciosa, para não dizer temerária”.¹⁸⁸

Louis-Victor De Broglie, também utilizando as teorias de Planck e Einstein, comprovou a tese da *dualidade-onda-partícula*, demonstrando a natureza dupla da luz: ora onda, ora partícula, ou seja, matéria e energia são sinônimos.

No final do século XIX com as leis da mecânica clássica consolidadas, com as leis do eletromagnetismo bem estabelecidas e com os princípios da termodinâmica alicerçados, gerou a “sensação de conhecimento” e domínio da natureza, por meio do controle dos fenômenos naturais. Tais fatos corroboraram com a geração de várias conquistas tecnológicas (como as citadas no texto).

Entretanto a “cereja do bolo” que consagrou definitivamente a Teoria da Física Quântica, ocorreu em 1927 com Werner Heisenberg, intitulada “Princípio de Incerteza”.

Esse resumo apertado (e simplista) da transição da Física Clássica para a moderna Física Quântica, serve unicamente para demonstrar que o homem, na busca por respostas sobre a natureza, formula teorias, refuta-as e cria novas. Não é a natureza que mudou, mas o modo como o ser humano a observa e a descreve. Quanto mais se sabe sobre ela, via pesquisas e muito trabalho, mais se conclui que é preciso buscar novas respostas às necessidades geradas por nós mesmos. Na ciência, “tudo passa como se...” até que essa teoria seja complementada por outra.

O Princípio de Incerteza de Heisenberg, o qual será definido propriamente em termos de ciência, é uma ferramenta que será usada para extrapolar o mundo *físico* e *matemático*, para o mundo *jurídico*, prevendo exatamente o que a natureza nos impõe: previsões são limitadas! Essa limitação se dá devido a características da própria natureza, na qual o homem não tem como rompê-la.

Romão e outros definem o Princípio de Incerteza como característica intrínseca da própria natureza, ainda afirmando que “não existe solução para o conjunto de interrogações ambientais nos marcos atuais”:

Em 1927, Werner Heisenberg lança o *princípio de incerteza*, segundo o qual é impossível medir simultaneamente o momento e a posição de uma partícula atômica sem incorrer em erros não menores do que a *constante de Planck*. Para Heisenberg o erro advém do conteúdo de indeterminação intrínseca da própria natureza e não por limitação cognitiva. Inaugura-se a

¹⁸⁸ RESNICK, op. cit., p. 280-281.

interação observador/observado, muito presente nas pesquisas sociais, mas até então absolutamente distante das experiências físicas.¹⁸⁹

Observando o rigorismo científico, Resnick e Halliday ao dissertarem sobre o Princípio da Incerteza, dentro do capítulo destinado à discussão onda-partícula, introduzem o tema relatando que

a incapacidade intrínseca em se descrever de modo clássico os movimentos do elétron é expressa pelo *princípio de incerteza*, enunciado por Werner Heisenberg, em 1927. [...] Caso se consiga medir essas grandezas com precisão ilimitada, poder-se-á afirmar ter-se estabelecido exatamente a posição e o movimento (ou pelo menos um componente) do elétron. Entretanto, ver-se-á ser impossível efetuar simultaneamente as duas medidas citadas com precisão ilimitada.¹⁹⁰

Na sequência, comprovam, via argumentação matemática e chegam à equação que assegura que o produto das incertezas é constante¹⁹¹ ($\Delta p_y \Delta y \approx h$), concluindo que não se poderia medir simultaneamente as duas grandezas ilimitadamente.

O foco deste trabalho não é a análise matemática da referida equação, mas das conclusões que se pode intuir dela.

Abstraindo os ensinamentos de Heisenberg sobre as incertezas ao mundo microscópico, é possível inferir que sempre que se procura focar um determinado objeto, a natureza impõe seu limite para as outras informações do mesmo objeto, não sendo possível identificá-las com a mesma precisão. Nas palavras de Resnick “a matéria e a luz comportam-se como moedas, capazes que são de mostrar uma face de cada vez, mas não as duas ao mesmo tempo”.¹⁹²

Da mesma forma é a natureza em geral, pois que, quando se objetiva responder a um dos aspectos, outros pontos não podem ser objetivados e, portanto, não há como serem respondidos. Isso é o que se define como limitação natural.

Eisberg e Resnick¹⁹³ também o chamam de “Princípio da Indeterminação” que é expresso de duas formas: uma relativa à imprecisão da medida simultânea de posição e momento e a segunda a respeito da incerteza com as medidas de energia e tempo necessário

¹⁸⁹ ROMÃO, F. L.; RIBEIRO, A. S.; ROMÃO, L. P. C. A crise ambiental analisada a partir do princípio de incerteza de Heisenberg e do conceito de paradigma de Thomas Khun. *Revista Scientia Plena*, volume 7, n. 11, 2011. Disponível em: <<http://www.scientiaplena.org.br/ojs/index.php/sp/article/viewFile/374/357>>. Acesso em: 21/nov./2013.

¹⁹⁰ RESNICK, op. cit., p. 310.

¹⁹¹ Δp_y é a incerteza no componente vertical no momento do elétron, Δy é posição do elétron, h é a constante de Planck.

¹⁹² RESNICK, op. cit., p. 313.

¹⁹³ EISBERG, RESNICK, op. cit., p. 98.

para a medida. Ou seja, sempre que na natureza se objetiva medir com precisão absoluta uma grandeza, a outra não pode ser tão precisa quanto a primeira.

Da mesma forma que na ciência natural não é possível precisar com exatidão absoluta determinadas características do objeto que se está analisando, a previsão jurídica não pode exigir que essa seja realizada com uma precisão superior que a imposta pela própria natureza. Por isso é possível afirmar que o Princípio de Incerteza de Heisenberg é o precursor do Princípio da Precaução na ciência jurídica.

Portanto, a afirmação: “ausência de absoluta certeza científica”, ao ensejar o Princípio da Precaução, fica prejudicada pela própria limitação intrínseca da natureza ambiental. A palavra *absoluto* é inatingível em termos científicos, como por exemplo, o “zero absoluto”.¹⁹⁴

A tentativa de construir uma analogia entre um princípio legal e a ciência natural não é nenhuma novidade. Kelsen já escrevia “A analogia reside na circunstância de o princípio em questão ter, nas proposições jurídicas, uma função inteiramente análoga à do princípio da causalidade nas leis naturais, com as quais a ciência da natureza descreve o seu objeto.”¹⁹⁵

Da mesma forma que uma lei natural, também uma proposição jurídica liga entre si dois elementos. Porém, a ligação que se exprime na proposição jurídica tem um significado completamente diferente daquela que a lei natural descreve, ou seja, a da causalidade. [...] Na proposição jurídica não se diz, como na lei natural, que, quando A é, B é, mas que, quando A é, B deve ser, mesmo quando B, porventura, efetivamente não seja. O fato de o significado da cópula ou ligação dos elementos na proposição jurídica ser diferente do da ligação dos elementos na lei natural resulta da circunstância de a ligação na proposição jurídica ser produzida através de uma norma estabelecida pela autoridade jurídica –através de um ato de vontade, portanto-, enquanto que a ligação de causa e efeito, que na lei natural se afirma, é independente de qualquer intervenção desta espécie.¹⁹⁶

Da mesma forma Georgescu-Roegen utilizou-se da termodinâmica para explicar/justificar que o desenvolvimento acarreta aumento de entropia. Para ele, “a termodinâmica é, no fundo, uma física do valor econômico – concepção esta já implícita em Carnot – e a Lei da Entropia é, em sua natureza, a mais econômica de todas as leis da física”.¹⁹⁷ Em sua teoria, independentemente de possível rigorismo conceitual, ele pontua a necessidade de haver disponibilidade de energia utilizável¹⁹⁸ afirmando que “se a energia

¹⁹⁴ Zero absoluto = O Kelvin

¹⁹⁵ KELSEN, Hans. *Teoria pura do Direito*. São Paulo: M. Fontes, 1985. p. 85.

¹⁹⁶ KELSEN, op. cit. P. 86.

¹⁹⁷ GEORGESCU-ROEGEN, Nicholas. *O decrescimento: entropia, ecologia, economia*. Apres. e org. de Jacques Grinevald e Ivo Rens. Trad. de Maria José Perillo Isaac. São Paulo: Ed. Senac, 2012. p. 83.

¹⁹⁸ No caso, refere-se à energia utilizável/aproveitável pelo ser humano.

utilizável tem algum valor para a humanidade, é na medida em que ela também esteja acessível. A energia solar e seus subprodutos são praticamente de fácil acesso para nós, sem consumo adicional de energia utilizável”.¹⁹⁹

Ponderando na realidade de hoje, ainda no mundo micro, mas especificamente no nano, em que precisões são buscadas quando se fala de nanotecnologias ou nanomedicina, impossibilidades são impostas pela própria natureza atômica. O mesmo é de se esperar quando o assunto são alimentos geneticamente modificados. Não há como prever todos os resultados, pois quando se foca em um objeto, o outro fica na sombra.

Da mesma forma, quando o assunto é energia, não há como afirmar com absoluta precisão que determinada energia é totalmente segura ou plenamente insegura. O que se deve buscar, como se tentou demonstrar neste estudo, é que juntamente com o Princípio da Precaução, tendo consciência do limite natural imposto pela própria natureza, demonstrado por Heisenberg, os Princípios da Racionalidade e da Proporcionalidade devem guiar as decisões que chegam aos tribunais.

Embora seja uma visão pessimista, Romão e outros já afirmavam que não existe fonte de energia que não produza impactos negativos, e que a crise ambiental não se resolveria com descobertas e/ou produção de combustíveis mais baratos, provenientes de fontes renováveis, menos poluidoras, pois não existe combustão ambientalmente limpa, tendo em conta que toda produção/consumo de combustível apresenta algum custo ambiental.²⁰⁰

Portanto, nenhuma dessas fontes de energia É A SOLUÇÃO (Andrade, 2007); mesmo que se pense na aplicação conjunta de todos esses procedimentos, a resolução do impasse ambiental no qual o mundo se encontra não será respondida dentro dessa perspectiva. A afirmação anterior parece catastrófica, mas se baseia em questão muito simples: *as formas de organização social da produção e do consumo e os ambientes físico-naturais da vida societal* (Giuliani, 1998) atual é inexequível. É isso. Mesmo que se mantenha nos níveis atuais o consumo de energia, alimentos e de contaminação dos recursos ambientais, a natureza diariamente dá inúmeras provas de que já não suporta mais o nível de agressão verificável. Em artigo denominado “*A safe operating space for humanity*”, publicado na revista *Nature* em 2009 a equipe do pesquisador Johan Rockstrom listou nove limites críticos em relação a sustentabilidade do Planeta. Dentre esses o homem já ultrapassou três deles: “mudanças climáticas”, “perda da biodiversidade” e o “ciclo do nitrogênio”. O acesso atual, os prognósticos sobre as reservas de água limpa e o aquecimento global, para ficar apenas com duas variáveis, demonstram claramente que a situação é ambientalmente insustentável. Até o século XIX o mundo conviveu consumindo água apenas da superfície. No século XX o avanço tecnológico

¹⁹⁹ GEORGESCU-ROEGEN, op. cit., p. 86.

²⁰⁰ ROMÃO et al, op. cit., p. 09.

permitiu que o consumo avançasse por sobre a água subterrânea armazenada nos lençóis freáticos e aquíferos. O desperdício é brutal.²⁰¹

Corroborando com a ideia de Romão e colaboradores, em termos, uma mudança de modo de vida com certeza seria mais eficaz que a busca ilimitada de novas fontes de energia. Contudo, utopia à parte, é necessário produzir mais energia de forma ainda mais eficiente e renovável possível. Só assim será possível uma substituição da matriz energética atual com base em queima de combustíveis fósseis. Fontes renováveis como o sol e o vento são comprovadamente menos poluidoras porque não agravam o aquecimento global e consequentemente não afetam as mudanças climáticas.

Não há *uma* solução, mas *algumas* soluções que em conjunto contribuem para um ambiente sustentável. Uma delas é o *vento*.

3.4 LIMITES EMPÍRICOS DA PRÓPRIA NATUREZA AMBIENTAL

O Princípio da Precaução pode ser entendido como uma consequência do Princípio de Incerteza, de Heisenberg, pois ambos impõem limites.

Muitas vezes, a ideia de ciclos que a natureza nos ensina, nos tendenciam a acreditar que, de certa forma, tudo seria reversível, como se a natureza fosse uma gigantesca fábrica de reciclagem de matéria e energia.²⁰² Os ciclos da água, da fotossíntese, o ciclo de Carnot, condiciona o pensamento dos poluidores no sentido de que a natureza no fim se reciclará e limpará a sujeira deixada. Essa ideia está totalmente equivocada, pois não se dá tempo hábil para essa limpeza e a saturação do sistema resulta em colapsá-lo.

Atualmente vivemos numa sociedade em que o conceito *desenvolvimento sustentável* está cada vez mais corriqueiro e seu *status* acadêmico está se tornando falácia. Qualquer ramo da economia que acrescente no fim do seu nome os termos "eco" ou "sustentável" pensa estar ambientalmente correto, tornando redundante e corriqueiro seu uso.

A sociedade está cada vez mais consumista. Malthus já “considerava ser a pobreza o fim inevitável do homem, tendo em vista que a população cresceria à taxa superior à da produção de meios de subsistência”.²⁰³ Argumentava que a natureza do homem o impelia a

²⁰¹ Idem.

²⁰² OST, op. cit., p. 108-109.

²⁰³ MALTHUS, Thomas. *Princípios de economia política: e considerações sobre sua aplicação prática*. São Paulo: Abril Cultural, 1983. p.7.

procriar sempre acima do que seria recomendável para uma vida confortável para si e para sua família. Utilizando-se de argumentos morais, acreditava que assim seria colocado um obstáculo preventivo nesse crescimento. Malthus concluiu que a população, se não fosse controlada, cresceria em progressão geométrica, e que a produção de alimentos cresceria em progressão aritmética.²⁰⁴ Embora sua descrição de crescimento já se comprovou estar equivocada, ele foi um dos primeiros autores a alertar sobre o crescimento populacional, ainda crescente atualmente e a capacidade produtora do Planeta.

O relatório “Planeta Vivo 2012 – A Caminho da Rio + 20”,²⁰⁵ mostra que, nas últimas duas décadas, o impacto humano sobre o Planeta continuou a crescer, resultando em dano ao Planeta. Consoante o referido relatório, o impacto humano sobre o Planeta possui três componentes: os números da população, a parcela de consumo de cada indivíduo, e a tecnologia empregada na produção de bens e serviços.

Por consequência, a Pegada Ecológica²⁰⁶ revela que atualmente se vive uma sobrecarga ecológica, pois, segundo dados da WWF, o nosso Planeta necessita de 1,5 ano para regenerar por completo os recursos renováveis que estão sendo consumidos atualmente pelos seres humanos em um ano. Ainda: estima que ante a ampliação da pegada humana sobre a Terra e a consequente redução dos recursos naturais, a humanidade irá necessitar de 2,9 Planetas até o ano de 2050.²⁰⁷

Não se poder continuar a aumentar o investimento da mesma coisa dos mesmos bens. Ou seja, não se tem como produzir mais recursos de um recurso já escasso e que não possui tempo hábil de se renovar. Atualmente, riquezas e recursos são consumidos imoderadamente e o porvir das futuras gerações, enquanto não se encontra solução técnica para a crise, é crescente e digna de preocupação:

Um novo paradigma que forje intrinsecamente uma nova sociabilização não significa que seja preciso cessarem as pesquisas nas áreas de novos materiais, novas fontes de energia, novos métodos de controle de produção e novas práticas educacionais. Ao contrário, é preciso continuar avançando nessas áreas, pois daí advirão os sustentáveis e crescentes níveis de conforto e do uso razoável dos recursos da biota.²⁰⁸

²⁰⁴ MALTHUS, Thomas. *Ensaio sobre o Princípio da População*. Lisboa: Europa – América, 1999. p. 31.

²⁰⁵ WORLD WIDE FUND FOR NATURE. WWF. *Relatório Planeta Vivo 2012 – A Caminho da Rio + 20*. p. 15. Disponível em: <http://d3nehc6yl9qzo4.cloudfront.net/downloads/relatorio_planeta_vivo_sumario_rio20_final.pdf>. Acesso em: 15/dez./2012.

²⁰⁶ A Pegada Ecológica acompanha as demandas da humanidade sobre a biosfera por meio da comparação dos recursos naturais renováveis que as pessoas estão consumindo considerando a capacidade regenerativa da Terra. (WWF. op. cit., p. 14).

²⁰⁷ Idem

²⁰⁸ ROMÃO et al., op. cit. p. 08.

Ost aponta que a crise ecológica é uma crise de representação e relação com a natureza, e que essa crise é ao mesmo tempo uma crise de vínculo e de limite. A crise de vínculo estaria relacionada com as raízes, e o limite é o ponto onde a coisa para. Nas palavras do autor;

esta crise é simultaneamente a crise do vínculo e a crise do limite: uma crise de paradigma, sem dúvida. Crise do vínculo: já não conseguimos discernir o que nos liga ao animal, ao que tem vida, à natureza; crise do limite: já não conseguimos discernir o que deles nos distingue.²⁰⁹

Ao mesmo tempo, que cita a crise de limites e vínculo, deixa claro qual é o papel do Direito nesse contexto: “Lembrar a existência de limites”.²¹⁰ Afirma que o Direito Natural poderia ser o Princípio da Legitimidade, não como ocorre na *deep ecology*, mas “um direito *para a natureza*”.²¹¹ (Grifos nossos).

Assumir a sujeição do vínculo é também aceitar o traçado dos limites. O direito surge, a muitos títulos, como a arte de estabelecer este traçado. Fazendo a separação das coisas, determina o meu e o teu, desenha as fronteiras entre Estados e traça os limites das heranças privadas. [...] Além disso, o direito pratica também, em relação a si mesmo, essa arte do vínculo e do limite. [...] O direito natural é esse “outro eu” do direito, a sua parte ideal e não escrita.²¹²

Valer-se das lições da natureza e utilizá-la como princípio para estabelecer os limites do homem em face dessa, deveria ser um dos principais papéis do Estado. Impor os limites aos homens e respeitar os limites da natureza, como o de Heisenberg, sem estagnar o conhecimento. Esse, sem dúvida, é um problema difícil de equacionar.

Também o economista Vivien alerta sobre a crise ecológica, mais especificamente, sobre os “fluxos de energia” existentes nos sistemas naturais como o ecossistema e a biosfera. Ele “traz à tona os riscos do uso excessivo dos recursos naturais sem considerar a capacidade de suporte dos ecossistemas.”²¹³ Destaca a necessidade de complementariedade entre “capital natural” e “capital criado pelos homens”. Nelas as relações entre meio ambiente e progresso tecnológico precisam ser simétricas para que se estabeleça o equilíbrio, como defende o autor:

A partir da definição que Fikret Berkes e Carl Folke (1992) dão de “capital natural”, este inclui todos os recursos naturais renováveis e não renováveis, aos quais se deve adicionar o conjunto dos “serviços ambientais” assegurados gratuitamente pelos ecossistemas e pela biosfera, permitindo a

²⁰⁹ OST, op. cit., p. 09.

²¹⁰ Ibidem, p. 100

²¹¹ Ibidem, p. 24

²¹² Ibidem, p. 22-23

²¹³ VIVIEN, Franck-Dominique. *Economia e ecologia*. Trad. de Virgília Guariglia. São Paulo: Ed.Senac, 2011. p.07.

constituição e a manutenção de um meio vital. Entender-se-á, assim, o conjunto das propriedades de autorregulação dos sistemas vivos, as atividades de reciclagem, de assimilação dos resíduos, de criação de solo, da qualidade do ar, do clima, etc. Desta forma, o “capital natural” e o “capital criado pelos homens” oferecem mais propriedades de complementariedade que de substituição.²¹⁴

A ideia de complementariedade tem incorporada em si a noção de harmonia e não de competição. Os serviços prestados pela natureza, de forma gratuita, como água e ar, são básicos para a existência humana, no entanto, muitos desses serviços podem resultar em finitude, não restando mais nem para nossa sobrevivência.

Leff indica que a crise ambiental é essencialmente um problema de conhecimento, que implica um processo de desconstrução e reconstrução do pensamento “o que leva a repensar o ser do mundo complexo, a entender suas vias de complexização (a diferença e o enlaçamento entre a complexização do ser e o pensamento), para dali abrir novas vias do saber no sentido da reconstrução e da reapropriação do mundo”.²¹⁵ Também ele percebe o risco como produtor de outros riscos, visto que “implica saber que a incerteza, o caos e o risco são ao mesmo tempo efeito da aplicação do conhecimento que pretendia anulá-los, e condição intrínseca do ser e do saber”.²¹⁶ Ou seja, a natureza possui características intrínsecas de ser que o saber do homem deveria ampliar.

Até 1960 a natureza era vista como fonte inesgotável de recursos. Com o início do ambientalismo nessa época, o desafio ambiental começou a ganhar destaque. Entre vários desafios ambientais (efeito estufa, perda da diversidade biológica, buraco na camada de ozônio...) a ideia de progresso sempre esteve vinculada à *dominação da natureza*. Com o surgimento do ambientalismo, depara-se com a questão: *há limites para essa dominação*.²¹⁷

A restrição descrita por Heisenberg quanto à definição de variáveis se dá por limitação empírica da própria natureza e não por desenvolvimento tecnológico, ou pelas limitações humanas sobre compreensão do assunto em tese.

A ideia de limites também é ressaltada na “sociedade de risco” (Beck e Giddens), já comentada, em que destaca que o risco que a sociedade corre é derivado da própria intervenção da sociedade humana no Planeta, mas principalmente da intervenção tecnocientífica. Cresce a consciência de que o risco global se sobrepõe ao risco local, regional

²¹⁴ Ibidem, p. 23.

²¹⁵ LEFF, Enrique. Pensar a complexidade ambiental. In: LEFF, H. (Coord.). *A complexidade ambiental*. Trad. de Eliete Wolff. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2010. p. 16.

²¹⁶ Ibidem, p. 22.

²¹⁷ PORTO-GONÇALVES, Carlos Walter. *A globalização da natureza e a natureza da globalização*. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2006. p.62.

e nacional. Riscos esses que aumentam na medida em que tentam submeter o Planeta Terra e a humanidade a uma mesma lógica, de caráter mercantil. Sabes-se que 20% dos mais ricos consomem 80% das matérias-primas e da energia produzidas anualmente; esta-se diante de um modelo-limite. Entretanto, “the american way of life” só pode existir para uma pequena parcela da humanidade, sendo portanto injusto.

Estamos, sim, diante de uma mudança de escala na crise atual de escassez (por poluição) do ar, de escassez (por poluição) da água, de escassez (limites) de minerais, de escassez (limites) de energia, de perda de solos (limites) que demandam um tempo, no mínimo, geomorfológico, para não dizer geológico, para se formarem, [...]. O efeito estufa, o buraco na camada de ozônio, a mudança climática global, o lixo tóxico, para não falar do lixo nosso de cada dia, são os indícios mais fortes desses limites colocados à escala global.²¹⁸

Esses limites deverão ser buscados e construídos entre homens e mulheres por meio de diálogos de saberes entre modalidades distintas de produção de conhecimento. A espécie humana terá que se autolimitar, sendo esse limite também político. O desafio ambiental continua com a busca **ao** desenvolvimento e não **de** desenvolvimento. A busca ao desenvolvimento implica crescimento econômico, mas principalmente ambiental e social, porque traz melhora na qualidade de vida do ser humano, enquanto a busca de desenvolvimento abrange somente o aspecto econômico.

Acrescentando luz à essa ideia, Ost cita uma diferença pontual entre ciência e tecnologia, mostrando que essa relação é uma relação de poder, de forma que, enquanto a tecnologia usar a ciência para engrandecer seu poder, e a natureza for utilizada como “um reservatório de recursos”,²¹⁹ não se atingirá a busca **ao** desenvolvimento, mas tão somente **de** desenvolvimento.

O que triunfa aqui é um projeto de domínio, que depende mais da tecnologia do que da ciência: essa última é mais da ordem do saber, a primeira é mais da ordem do poder. O saber respeita as coisas cujos segredos descobre; o poder, necessariamente, transforma-as e apropria-se delas. [...] O homem coloca-se à margem desta natureza e julga-se autorizado a transformá-la à sua vontade.²²⁰

Os limites devem ser encarados dentro de seu contraponto. De um lado, o limite da natureza, da ciência e da técnica e, de outro, os limites da economia, de caráter mercantil. O sistema técnico é parte do desafio ambiental, posto que, por meio dele, se busca o controle, o mais perfeito possível, na ação, no espaço e no tempo por parte de quem o principia. A

²¹⁸ Ibidem, p. 72.

²¹⁹ OST, op. cit. P. 97.

²²⁰ Ibidem, p. 97-98.

substituição do trabalho vivo, por morto (máquina) é mais que mudança de técnica; é mudança nas relações de poder por meio da tecnologia. O problema não está na técnica em si, mas no seu uso. Não há como desprender a técnica de seu uso. A técnica não é paralela, nem exógena às relações sociais e de poder. Toda técnica, sendo um *meio*, está a serviço de um *fim*, visando ao maior controle de seus efeitos. Porto-Gonçalves já afirmava a correlação entre o Princípio da Precaução e o de Incerteza de Heisenberg:

Os efeitos da Vaca Louca e do Efeito Estufa, as transferências de metais pesados na cadeia alimentar, como no caso da baía de Minamata, assim como os sucessivos acidentes aéreos, em usinas nucleares, em refinarias de petróleo ou com navios petroleiros, são alguns exemplos de como o Princípio de Incerteza, formulado inicialmente por Heisenberg para a física, tem um alcance muito mais amplo e deve ser mais cuidadosamente levado em consideração. O Princípio da Precaução é uma das derivações éticas possíveis do **Princípio da Incerteza de Heisenberg**.²²¹ (Grifos nossos).

No mundo real, onde tudo reage a tudo (Heisenberg) ninguém pode afirmar peremptoriamente que o efeito de uma determinada ação será exatamente aquele previsto no início da ação. “A decisão haverá de ser, sempre, política, por mais que se convoque, e haverá sempre de se convocar os cientistas, e não somente eles, para ajudar a formar opinião necessária para a tomada de decisão.”²²²

Romão e outros apontam que, sobre os limites naturais e cognitivos vivenciados hoje na crise ambiental, também pode ter como solução a aplicação do princípio de Heisenberg.

Aplicar o princípio heisenbergiano como paradigma de resolução para a crise ambiental é simplesmente perceber que o nosso mundo é essencialmente um espaço territorialmente limitado. É limitado no tocante a água doce, limitado quanto à sua capacidade de absorver e processar gases poluentes, como CH₄, CO₂, CFC. É limitado com relação à sua produção natural de O₂. Por fim, é preciso essencialmente que se apreenda também da limitada capacidade humana em resolver os problemas postos pela natureza. Esse é um passo fundamental para romper com a estrutura teórico-filosófica iluminista e tecnicista que transmite ao homem o sentido de poder absoluto. O limite ambiental do nosso Planeta é ontológico. A exemplo do *princípio de incerteza*, não se trata de questão cognitiva, de construir novos instrumentos, máquinas, métodos de reciclagem, de controle, novos combustíveis ou educar mais com o mesmo. Esse deve ser um dos pilares de um novo paradigma que precisa ser instaurado. Inaugurando uma nova sociabilização do homem com o homem e do homem com a natureza.²²³

Leonardis acredita que o Princípio da Precaução deva conectar o conhecimento científico, a tecnologia disponível e contextualizar o risco. “Trata-se de um princípio

²²¹ PORTO-GONÇALVES, op. cit., p. 80.

²²² Ibidem, p. 116.

²²³ ROMÃO et al., op. cit., p. 08.

dinâmico. Ligado ao progresso da ciência e da tecnologia que se insere num efetivo quadro de ampliação da discricionariedade administrativa e de avanço geral da tutela cidadã no confronto dos eventos de perigo”.²²⁴

Kourilsky, admitiu que esse princípio, em uma primeira abordagem, puxou o desenvolvimento sustentável, mas que, por ter adquirido popularidade, resultou em perder a precisão necessária, “pois suscitou a consciência de que os recursos naturais e o meio ambiente devem ser geridos com prudência, mas que o seu emprego, abusivo e desordenado, ainda que lhe tenha conferido popularidade, retirou-lhe a necessária precisão”²²⁵. Questiona a respeito do risco de bloquear os avanços científicos e tecnológicos cruciais para o futuro e ainda reflete sobre a possibilidade de o princípio ser transformado numa “coleira de ferro”, onde seja excluída toda possibilidade e desencorajadas iniciativas que resultariam na inovação e no progresso, bem como nos riscos que a aplicação do Princípio da Precaução teria. Afirma: “*L'exercice de la precaution presente des risques*”.²²⁶

O primeiro deles seria “enganar-se na definição e na avaliação dos riscos potenciais, que muitas vezes são impossíveis de ser quantificados”;²²⁷ e o segundo se refere aos custos que seriam suportados pela própria coletividade na aplicação do princípio em tela. Esses custos são decorrentes das medidas precaucionais que podem trazer prejuízos; afirma ainda que a precaução tem um custo que será suportado pela coletividade, e que as medidas de precaução podem trazer prejuízos, “mesmo aos indivíduos que não geraram o risco potencial”.²²⁸

Em suma, conclui Kourilsky, o princípio da precaução, bem compreendido e bem manejado, constitui um instrumento útil. No entanto, se a abstenção, o imobilismo e o conservadorismo conseguirem apropriar-se dele, será preciso abandoná-lo e mesmo combatê-lo com vigor. A solução está em preservar a essência de sua positividade profunda retornando à velha e boa noção de prudência, sobre a qual ele se fundamenta.²²⁹

Enfim, a crise ambiental está sendo agravada dia a dia, e dar a atenção necessária à natureza, respeitando seus limites, sem impor restrições desenvolvimentistas, pois essas estão diretamente relacionadas a propiciar a dignidade humana é um olhar que deve se voltar às políticas públicas. Romão e outros dão conta que

²²⁴ LEONARDIS, apud MOREIRA NETO, op. cit., p.309.

²²⁵ Professor no *College de France* e membro da *Académie des Sciences*, diretor-geral do *Institut Pasteur*, França.

²²⁶ KOURILSKY, apud MOREIRA NETO, op. cit., p.309.

²²⁷ Idem.

²²⁸ Ibidem., p.310.

²²⁹ Idem.

a crise ambiental, portanto, é crise que transborda em muito os aspectos técnicos, nos quais teimam em enquadrá-la e/ou contê-la. Até os dias de hoje a crise tem sido percebida como um *quebra-cabeças*; parece-nos necessário um novo olhar que a perceba como um *contra-exemplo*, uma *anomalia* a anunciar a necessidade de superação do paradigma atual e a inauguração de um novo. Em síntese não se trata simplesmente de inventar, descobrir fontes, formas e usos relacionados à produção e consumo de energia e do meio ambiente. Não se trata tão pouco de [sic]se educar da educação velha, mas essencialmente reinterpretar o real e o simbólico dentro de novos modelos conceituais, nos quais os elementos centrais sejam a introspecção do sentido de limites naturais, cognitivos, epistemológicos e éticos.²³⁰

Ter consciência dos limites naturais e das perguntas possíveis, implica obter respostas viáveis e encontrar soluções. Respeitar esses limites que a natureza nos impõe é um caminho a ser trilhado para amenizar a crise ambiental.

Com as perguntas certas, poderão ser obtidas respostas plausíveis. Uma delas diz respeito à localização dessa nova matriz energética que se está tentando substituir: Zoneamento Energético. Assim como é essencial ter consciência dos limites impostos pela natureza e buscar uma substituição da geração energética atual, saber onde e como alocar esses novos recursos que serão produzidos é o tema a seguir analisado.

²³⁰ ROMÃO et al., op. cit., p. 09.

4 ZONEAMENTO DAS FONTES LOCAIS POTENCIAIS

Além da importância de fontes alternativas de energia renováveis, há também a preocupação de onde e como alocar recursos. Há necessidade de ser criado um Zoneamento Energético, de interesse nacional, estadual e municipal, com regras de ocupação, preservação e compensação dos espaços ocupados pela produção de energia, nas suas diversas formas. O Zoneamento Energético é um zoneamento específico da atividade econômica.

A má-ocupação dos espaços pelo homem também é considerado um dos fatores da reação da natureza, pois, povoando regiões que não deveriam ser povoadas, o ambiente acaba ficando em desequilíbrio. A questão do zoneamento é fundamental para um desenvolvimento sustentável e além da necessidade de mudarmos a matriz energética, se faz urgente discussão acerca do direcionamento dessas energias alternativas. Pouco adiantaria discutir sobre fontes de energia renováveis se não se levar em consideração as regiões que têm potencialidade energética, além de infraestrutura e transmissão, para levar essa energia ao consumidor final.

Para tanto, o urbanismo e o meio ambiente possuem um inter-relacionamento próprio para a discussão desse tema. Mukay,²³¹ ao citar Machado²³² trata de forma incisiva esse tema: “Conciliar o desenvolvimento de nossas cidades, sua expansão demográfica, sua trajetória econômica, com hábitos saudáveis de vida, em ambiente puro e agradável, esse é o desafio do momento presente.” Atualmente o Direito Urbanístico vai além da preocupação com o saneamento básico e a estrutura viária das cidades; necessita preocupar-se com as demandas globais das comunidades, com seu planejamento, buscando a harmonização com a natureza, entre elas, a produção de energia renovável. Por isso, muitos autores, como Meirelles, Melo e a Baltazar, citam o Urbanismo como ciência, técnica e arte simultaneamente.

Por meio de uma visão holística do meio ambiente, cujo foco é o bem-estar do homem, sem prejuízo à natureza, não há como se pensar em meio ambiente sem conectá-lo ao homem e ao seu bem-viver. Rech e Rech, ao analisarem o Direito Comparado português, concluiu elencando os efeitos mediatos e imediatos da natureza sobre a qualidade de vida humana.

No direito comparado, a Lei de Bases da Política Ambiental Portuguesa define ambiente como o conjunto dos sistemas físico, químico, biológico e de suas relações e dos fatores econômicos, sociais e culturais com efeito

²³¹ MUKAY, Toshio. *Direito Urbano-Ambiental brasileiro*. 2.ed., rev., atual. e ampl. (de acordo com o Estatuto da Cidade – Lei 10.257/01 – e com o Novo Código Civil – Lei 10.406/02). São Paulo: Dialética, 2002. p. 54.

²³² MACHADO apud MUKAY, op. cit., p. 54.

direto ou indireto, mediato ou imediato, sobre os seres vivos e a qualidade de vida do homem.²³³

A questão do zoneamento é assunto latente tanto no Direito Urbanístico, como no Ambiental. Rech²³⁴ compreende que a delimitação de espaços para a ocupação humana é necessária e se torna possível de ser feita sem comprometer o ambiente ecologicamente equilibrado, podendo ser efetivada através de zoneamentos urbanísticos, mediante regras de ocupação bem-delimitadas, planejando as diversas atividades indispensáveis à sobrevivência digna do homem, conservando o que deve ser conservado, preservando o que deve ser preservado, assegurando um ambiente ecologicamente saudável. Destaca, ainda, a importância do Princípio da Sustentabilidade como forma de assegurar o desenvolvimento simultaneamente com foco na preocupação com o meio ambiente ecologicamente equilibrado.

O Poder Público é essencial nesse processo, mediante a regulamentação. Bosselmann²³⁵ apud Sarlet, referindo-se à produção de leis pelo Poder Público destaca que a importância dos seres humanos é maior do que o meio ambiente como objeto de proteção. Infelizmente ainda não há uma concepção compartilhada, comum, de que o bem-estar humano depende do bem-estar de todo o mundo vivo e está com esse inter-relacionado.

O desenvolvimento sustentável é possível quando se utiliza a ciência como uma ferramenta do meio ambiente. Não se trata mais de usar a ciência como um monopólio da produção da verdade, mas de utilizá-la como instrumento para obtenção de um meio ambiente ecologicamente equilibrado, sem abrir mão do desenvolvimento. Ayala afirma que com uma *postura dialógica*²³⁶ e de forma *transdisciplinar*, é possível ampliar os conhecimentos que hoje se tem e utilizar isso a favor do meio ambiente; por consequência, toda a sociedade sairá ganhando.

O Princípio da Sustentabilidade ambiental visa a contemporizar o progresso e o desenvolvimento econômico com a preservação ambiental e o desenvolvimento humano, observando a limitação dos recursos naturais e o aumento do consumo de bens e matérias naturais.

²³³ RECH, Adir Ubaldio; RECH, Adivandro. *Zoneamento ambiental como plataforma de planejamento da sustentabilidade: instrumentos de uma gestão ambiental, urbanística e agrária para o desenvolvimento sustentável*. Caxias do Sul: Educs, 2012. p. 71.

²³⁴ RECH, Adir Ubaldio. *Direito e Economia Verde*. Caxias do Sul: Educs, 2011. p. 204.

²³⁵ BOSSELMANN apud SARLET, Ingo Wolfgang. *Estado socioambiental e direitos fundamentais*. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2010. p. 77.

²³⁶ AYALA, Patrick de Araújo. Transdisciplinaridade e os novos desafios para a proteção jurídica do ambiente nas sociedades de risco. Entre direito, ciência e participação. *Revista de Direito Ambiental*, ano 16, n. 61, p. 19, jan./mar, 2011.

O objetivo deste capítulo é fazer uma análise do zoneamento energético, de suas potencialidade, visto como instrumental jurídico para perfectibilização dessas zonas energéticas. Em especial será mostrado um estudo de caso como forma de ilustrar a viabilidade do planejamento e sua execução.

4.1 INSTRUMENTOS JURÍDICOS E VOCAÇÃO ESPACIAL

O Direito Urbanístico é uma poderosa e essencial ferramenta para análise da distribuição da ocupação humana e suas necessidades. Rech²³⁷ já afirmava que “a construção de normas de Direito Urbanístico de ocupação, convivência, segurança e sustentabilidade é, sem dúvida, o remédio para os problemas enfrentados pela cidade contemporânea”, e um desses problemas é a crescente demanda por energia. Não somente a produção dessa de forma sustentável, mas sua transmissão de modo eficiente a toda população.

É através dele que se torna possível contemporizar as necessidades humanas com as disponibilidades geoecológicas, como a geografia e o clima. A necessidade de se ater às características geográficas e às mudanças climáticas para um planejamento urbanístico já foi abordada por Hardoy, ao analisar a legislação espanhola do século XVI.

A legislação espanhola em matéria urbanística do século XVI contém algumas disposições gerais sobre o traçado de uma cidade, que contempla a forma como o clima afeta a comunidade e a saúde dos habitantes. Trazia recomendações sobre a localização da praça de uma cidade costeira ou do interior do território. Mas nada recomenda sobre a variação das formas urbanas em relação às características geográficas locais.²³⁸

Na CRFB/88,²³⁹ em seu art. 182, dispõe sobre a política de desenvolvimento urbano, cujo principal objetivo é garantir o bem estar de seus habitantes pela via do desenvolvimento das funções sociais.

Art. 182. A política de desenvolvimento urbano, executada pelo Poder Público municipal, conforme diretrizes gerais fixadas em lei, tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem-estar de seus habitantes.

²³⁷ RECH, Adir Ubaldo. *Direito Urbanístico: fundamentos para construção de um plano diretor sustentável na área urbana e rural*. Caxias do Sul: Educ, 2010. p. 20.

²³⁸ HARDOY apud RECH, 2010, op. cit., p. 27.

²³⁹ BRASIL. Presidência da República. *Constituição da República Federativa do Brasil de 1988*, op. cit., art. 182.

§ 1º. O plano diretor, aprovado pela Câmara Municipal, obrigatório para cidades com mais de vinte mil habitantes, é o instrumento básico da política de desenvolvimento e de expansão urbana.

§ 2º. A propriedade urbana cumpre sua função social quando atende às exigências fundamentais de ordenação da cidade expressas no plano diretor.

§ 3º. As desapropriações de imóveis urbanos serão feitas com prévia e justa indenização em dinheiro.

§ 4º. É facultado ao Poder Público municipal, mediante lei específica para área incluída no plano diretor, exigir, nos termos da lei federal, do proprietário do solo urbano não edificado, subutilizado ou não utilizado, que promova seu adequado aproveitamento, sob pena, sucessivamente, de:

I – parcelamento ou edificação compulsórios;

II – imposto sobre a propriedade predial e territorial urbana progressivo no tempo;

III – desapropriação com pagamento mediante títulos da dívida pública de emissão previamente aprovada pelo Senado Federal, com prazo de resgate de até dez anos, em parcelas anuais, iguais e sucessivas, assegurados o valor real da indenização e os juros legais.

A Lei 10.257, de 10 de julho de 2001,²⁴⁰ que regulamenta os arts. 182 e 183 da CRFB/88, autodenominada Estatuto da Cidade, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Suas normas não são autoaplicáveis, mas servem como orientações gerais para a construção de um projeto de cidade, mas não unicamente, segundo Rech,

o Estatuto da cidade é um avanço, editando instrumentos e normas gerais de direito urbanístico, os quais buscam orientar a construção de um projeto de cidade. Mas o projeto de cidade se constrói através do Plano Diretor e de demais leis municipais, como Parcelamento do Solo, Código de Posturas, Código de obras, Código Tributário, Zoneamento ambiental, o que significa construir, planejar um doutrinário de direito urbanístico municipal de forma científica, que assegure um projeto de cidade sustentável, de dignidade e qualidade de vida.²⁴¹

No parágrafo único de seu art. 1º, deixa claro o que essa lei estabelece: “Normas de ordem pública e interesse social que regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental”.²⁴² Ressalta-se que se trata de normas gerais, pois o interesse local é de competência municipal, como se verá mais adiante.

²⁴⁰ BRASIL. Presidência da República. ESTATUTO DA CIDADE. Disponível em: <www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm>. Acesso em 12/out/2013.

²⁴¹ RECH, 2010, op. cit. p. 33

²⁴² Idem.

No art. 2º, inciso I do Estatuto da Cidade, é descrita a diretriz que não pode deixar de ser observada, qual seja, a de uma cidade sustentável.

Art. 2º. A política urbana tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana, mediante as seguintes diretrizes gerais:

I – garantia do direito a *cidades sustentáveis*, entendido como o direito à terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental, à infra-estrutura urbana, ao transporte e aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer, para as presentes e futuras gerações; [...]

A sustentabilidade da cidade pode ser caracterizada de diversas formas. Para Rech, o saneamento ambiental é uma de suas vertentes, ou seja,

a cidade sustentável deve assegurar como direito subjetivo do cidadão o saneamento ambiental. A ocupação pelo homem sempre gera desequilíbrio ambiental, pois a urbanização sempre coloca, em um determinado espaço, mais pessoas e atividades suportáveis pela natureza, quando não ocupa locais que não poderiam ser ocupados.²⁴³

O planejamento do desenvolvimento das cidades é a diretriz trazida pelo art. 2º, inciso IV do mesmo diploma legal, como se lê:

Art. 2º

[...]

IV – planejamento do desenvolvimento das cidades, da distribuição espacial da população e das atividades econômicas do Município e do território sob sua área de influência, de modo a evitar e corrigir as distorções do crescimento urbano e seus efeitos negativos sobre o meio ambiente; [...]

A diretriz implica tão somente o planejamento do desenvolvimento e não do crescimento econômico. Os instrumentos do Estatuto da Cidade visam à elaboração do Plano Diretor que é efetivamente o principal instrumento de planejamento da cidade.²⁴⁴

A alteração trazida pela Lei 12.836, de 2013,²⁴⁵ ao incluir o inciso XVII com estímulo a aportes tecnológicos que reduzam os impactos ambientais simultaneamente, a diminuição dos recursos naturais é a diretriz que estimula o desenvolvimento tecnológico para a construção de parques energéticos com energias renováveis:

²⁴³ RECH, 2010, op. cit., p. 48.

²⁴⁴ Ibidem, p. 51.

²⁴⁵ BRASIL. Presidência da República. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2013/Lei/L12836.htm>. Acesso em 12/out./2013.

[...]

XVII – estímulo à utilização, nos parcelamentos do solo e nas edificações urbanas, de sistemas operacionais, padrões construtivos e aportes tecnológicos que objetivem a redução de impactos ambientais e a economia de recursos naturais.

Rech destaca que a própria natureza conduz a vocação natural de seus espaços, podendo ser incluído aqui o aproveitamento de determinadas regiões para que devido à sua geografia e ao clima propícios, possam ser desenvolvidos parques eólicos ou solares geradores de energia renovável.

O uso do solo urbano deve ser utilizado de acordo com a vocação natural de cada espaço, cumprindo uma função social. Essa diretriz se concretiza com zoneamentos adequados, leis de parcelamento do solo utilizadas como instrumento de concretização do projeto de cidade e não apenas de incentivo à especulação imobiliária.²⁴⁶

Na visão de Milaré,²⁴⁷ cada espaço tem sua própria vocação, cujas suas características físicas são consideradas, pois “o escopo atribuído ao ZEE [zoneamento ecológico-econômico] é precipuamente o ordenamento físico-territorial, numa conceituação geográfica que deve levar em conta a vocação própria de cada área, respeitadas as suas características físicas”, que procura compatibilizar atividades econômicas com o uso do espaço, sendo definido assim um espaço geoeconômico.

Ab’Saber também defende a ideia de que cada lugar possui sua vocação, que pode ser desenvolvida economicamente; entende o ZEE como “um estudo para determinar a vocação de todos os subespaços que compõem um certo território, e efetuar o levantamento de suas potencialidades econômicas sob um critério basicamente codesenvolvimentista”.²⁴⁸

Embora o termo *vocação* seja muito criticado por diversos autores,²⁴⁹ que defendem que a vocação do lugar é característica conferida pelo homem à natureza, não se limitando aos aspectos naturais, mas às próprias expectativas do mesmo.²⁵⁰ Lima acredita que quem atribui vocações a determinado lugar é o homem, e que essas são permeadas de decisões políticas, sendo ensaios de dever-ser, mas nunca absolutamente *o que é*.

Contudo, não se pode olvidar que cada lugar possui, sim, características próprias que lhe são particulares, como as baixas temperaturas característica de Bom Jesus, as hortênsias

²⁴⁶ RECH, 2010, op. cit., p. 52

²⁴⁷ MILARÉ, Edis. *Direito do Ambiente*: doutrina, prática, jurisprudência, glossário. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2005. p. 474.

²⁴⁸ AB’SABER apud LIMA, André. *Zoneamento ecológico-econômico à luz dos direitos socioambientais*. Curitiba: Juruá, 2009. p. 93.

²⁴⁹ Como Lima (2009) e Nitsch (1998)

²⁵⁰ Idem.

em Gramado, os ventos em Osório. Quando o assunto é aproveitamento energético, a vocação do lugar deve ser respeitada. Não parece pertinente produzir energia solar numa cidade como Nova Milano – RS, onde a incidência solar é ofuscada por forte neblina em vários dias do ano. Aproveitar de forma sustentável as características de cada região significa desenvolver suas *potencialidades*. No sentido científico, a palavra *potência*, significa capacidade de conter certa característica, armazená-la, podendo ser usada ou não. Dizer que determinado lugar possui potencial energético significa dizer que nesse determinado logradouro se *pode* desenvolver a produção de energia, mas não que se irá desenvolver. A decisão final será humana, mas muitas vezes, política.

O Plano Diretor é um instrumento básico para o desenvolvimento e o crescimento do Município (art. 182, §1º do Estatuto da Cidade). É nesse documento, que deverá ser aprovado pela Câmara de Vereadores Municipal, é que constará as regiões e seus respectivos zoneamentos. É necessário disponibilizar, no Plano Diretor, espaços para construção e viabilização de parques energéticos renováveis, atendendo a legislação vigente.

Embora o provimento de energia seja competência da União, conforme preconiza o art. 22, inciso IV da CRFB/88, que diz, “Compete privativamente à União legislar sobre: [...] IV – águas, *energia*, informática, telecomunicações e radiodifusão”, é no município que a questão pode ser resolvida. Também a Lei 6.803/80, no § 2º do art. 10, prevê exclusividade à União, com observação aos governos estadual e municipal, “aprovar a delimitação e autorizar a implantação de zonas de uso estritamente industrial que se destinem à localização de pólos petroquímicos, cloroquímicos, carboquímicos, bem como instalações nucleares e outras definidas em lei”.²⁵¹ Entretanto, a decisão final sobre a instalação sempre será do Município, conforme escreveu Machado,²⁵² em 1982: “Também aqui não poderá a União ser quem na linha decisória profira a última palavra sobre a implantação e delimitação dos locais para instalação dos pólos petroquímicos, cloroquímicos, carboquímicos e instalações nucleares, será o Município.” Contudo, o mesmo autor, na edição de 2011, pondera em relação às atividades nucleares: “Não resta, pois, ao Município senão obedecer e procurar adaptar-se ao preceito da Constituição Federal, de modo que a realidade municipal seja levada em conta no planejamento federal da política nuclear”.²⁵³

²⁵¹ BRASIL. Lei 6.803/80. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6803.htm>. Acesso em 12/out./2013.

²⁵² MACHADO apud MUKAI, op. cit., p. 168.

²⁵³ MACHADO, Paulo Affonso Leme. *Direito Ambiental brasileiro*. 19. ed. rev., atual. e ampl. São Paulo: Malheiros, 2011. p. 430.

Uma ferramenta importante para proteção do Município de possíveis excessos da União é o “interesse local”. O Município precisa ter levantamentos geológicos, geotécnicos, hidrológicos de seu território, principalmente mapeando a localização de seus aquíferos. Dessa forma, poderá argumentar contra projetos de instalações não bem-vindos em seu território, os quais possam causar algum dano ecológico. A proteção ambiental do Município é característica de interesse local que se almeja seja protegido.

É pelo Plano Diretor que o Município pode contribuir para o desenvolvimento e planejamento do setor energético, pois são eles próprios os que mais sofrem (ou sofrerão) com a carência energética. A demanda energética é crescente e esse problema é salientado na municipalidade, pois é nele que as empresas precisam de energia para prover seus produtos, os que o cidadão utiliza para ter um bem-viver em sua residência, sendo que os hospitais e todos os segmentos não mais vivem com sua ausência.

O art. 23 da nossa CRFB/88, em seus incisos VI e VII, admite a competência comum na matéria de proteção ambiental e no combate à poluição, especificando que leis complementares serão responsáveis pela cooperação entre as diferentes Pessoas Públicas visando o bem-estar nacional.

Art. 23. É competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios:

[...]

VI – proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas;

VII – preservar as florestas, a fauna e a flora;

Parágrafo Único. Leis complementares fixarão normas para a cooperação entre a União e os Estados, o Distrito Federal e os Municípios, tendo em vista o equilíbrio do desenvolvimento e do bem-estar em âmbito nacional.

Ainda: no art. 30 da CRFB/88 não deixa dúvidas sobre a capacidade do Município de legislar sobre assuntos de interesse local de forma suplementar: “Compete aos Municípios: I – legislar sobre assuntos de interesse local; II – suplementar a legislação federal e a estadual no que couber.” Pode-se entender aqui, como interesse local, um parque gerador de energia renovável.

Rech e Rech resumem com limpidez a distribuição de competência em matéria ambiental, relativamente a questão de zoneamento:

O dispositivo constitucional acima (*art. 23, incisos VI e VII da CF*), que autoriza políticas públicas de proteção e preservação aos municípios, reforça o que se afirmou. A forma como essa **proteção** ou **preservação** será concretizada deve ser objeto de legislação *federal*, no que se refere a normas gerais, *estadual*, no que diz respeito a interesses dos estados ou *municipal*,

quando se trata de interesse local ou complementar á legislação federal e estadual no que couber.²⁵⁴

O desenvolvimento de parques geradores de energia, por meio de fontes renováveis, é uma forma direta de combate à poluição, lembrando que, atualmente a matriz energética brasileira é petrolífera e libera milhões de toneladas de CO₂ anualmente na atmosfera do Planeta. O art. 23 da CRFB/88 estabelece competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, no combate à poluição em qualquer de suas formas.

Ao Município cabe a execução da política de desenvolvimento urbano e também possui competência para estabelecer normas complementares referentes às políticas públicas.

Os municípios têm competência administrativa ou material de executar a política de desenvolvimento urbano e formal ou legislativa, para estabelecer as normas complementares referentes às políticas públicas, enquanto a competência legislativa de estabelecer diretrizes gerais é da União.²⁵⁵

Não resta dúvidas de que energia, a competência da matéria é da União, cabendo, entretanto, aos Municípios a legislação complementar ou em caso de omissão, como em especial a destinação de áreas para produção de energia renovável não foram definidas pela União, cabendo aos Municípios tal tarefa aproveitando as potencialidades de cada área.

Não há dúvidas de que seria necessário e importante que a União adotasse um plano de zoneamento de ocupação e de atividades permitidas pelo interesse nacional, o que não existe [...], por isso, as formas de ocupação regionais e locais vêm descaracterizando potencialidades naturais, econômicas e ambientais do País.²⁵⁶

Por exemplo, em Caxias do Sul – RS, devido à sua altitude e aos ventos que sopram em razão do clima de montanha, como forma de aproveitar sua potencialidade natural, o mais adequado seria construir parques eólicos.

Mas a ferramenta correta, específica de efetivação do Direito Urbanístico, conforme dispõe o próprio Estatuto da Cidade no seu art. 4º, inciso III, é o Plano Diretor.

Apesar da CRFB/88, no inciso I do seu art. 24, afirmar que compete à União, aos Estados e ao Distrito Federal legislar concorrentemente sobre Direito Urbanístico, fica também expresso, de forma específica, no art. 182 do mesmo dispositivo legal, que a União e os Estados apenas podem estabelecer diretrizes gerais em lei, cabendo aos Municípios executar a política de desenvolvimento urbano, pois o Direito Administrativo Urbanístico é

²⁵⁴ RECH; RECH, op. cit., 2012, p.39

²⁵⁵ Ibidem, p. 81.

²⁵⁶ RECH, op. cit., 2010, p. 57.

uma questão de interesse local, cabendo a observância da lei, especialmente no que se refere ao inciso I, do art. 30, da CRFB/88. Esse expressamente declara que compete aos municípios legislar sobre assuntos de interesse local.²⁵⁷ Além disso, resta nítido, no inciso II do art. 30 da Carta Magna, que cabe aos Municípios legislar suplementarmente sobre normas de Direito Urbanístico federais e estaduais no que couber, ficando a cargo dos Municípios, de acordo com suas peculiaridades e especificidades, completar essas lacunas.²⁵⁸

As definições desses espaços nas zonas urbanas de interesse econômico é fundamental para o planejamento energético. O zoneamento energético é questão de desenvolvimento sustentável com um forte viés econômico, pois traz sustentabilidade ambiental ao mesmo tempo que promove a atividade econômica e o bem-estar da sociedade como um todo. A gestão e organização do território são componentes para um planejamento socioambiental.

Para consolidar essas áreas e fomentar recursos, como alternativa seria necessário: 1) estabelecer essas áreas no Plano Diretor; e 2) fixar uma espécie de índice construtivo ou unidade de geração de energia, estabelecendo índices excedentes ou máximos que impossibilitem a especulação imobiliária naquela área, impedindo a outorga onerosa do direito de construir prevista no art. 28 do Estatuto das Cidades. A simples definição dessas áreas no Plano Diretor implicaria uma supervalorização da área, o que resultaria na inviabilização para o Município de qualquer investimento; colocando restrições construtivas, inibiria a especulação imobiliária.

A necessidade de definição dessas áreas gera o tão almejado desenvolvimento sustentável, permitindo espaços próprios para geração de energia, bem como a transmissão dessa para a população, permitindo-lhe que viva com dignidade por meio do bem-estar.

4.2 POTENCIALIDADE DO LOCAL VERSUS DISPONIBILIDADE DE ENERGIA RENOVÁVEL

É dentro da municipalidade que os problemas e as potencialidades são conhecidos. Cada Município tem necessidades e carências, que se apresentam de formas diferentes. As peculiaridades econômicas, sociais e ambientais podem ser usadas como ferramentas para melhorar a gestão e o planejamento ambiental do Município.

²⁵⁷ RECH, op. cit., 2010, p. 60.

²⁵⁸ Ibidem, p. 61

É no Município que as características relevantes de cada área se sobressaem. Na Região Norte do Brasil, onde a incidência solar é constante e intensificada, seria o ambiente ideal para captação e produção de energia solar; da mesma forma, seria incoerente tentar implantar o mesmo sistema, por exemplo, no Município de Caxias do Sul, onde a constância solar é bastante diminuída, mas os ventos são constantes. Nesse caso, o mais adequado, como se procura demonstrar, seria a produção de energia advinda de fonte eólica.

Por isso, o planejamento de um zoneamento energético em termos nacionais, estaduais e municipais efetuará essa análise de viabilidade, pelo potencial energético de cada região, distribuindo as potencialidades conforme as características de cada Município. Há necessidade de equilibrar pesos e contrapesos das forças sociais, econômicas e políticas existentes no Município, como afirma Costa.

É a transposição de uma cidade básica para outra agora muito mais complexa, ensejadora de racionalização teórica e empírica, capaz de equilibrar os pesos e contrapesos causados pela coexistência das forças sociais, econômicas e políticas, definidoras da malha urbana, distribuição das populações e de suas atividades. A conciliação e o equilíbrio dessas forças, acrescidas da proteção ao meio ambiente, constituíram a meta que, nas décadas seguintes à virada do século XX, orientaram os dispositivos normativos que, por sua vez, adotou o planejamento como elemento essencial para a realização efetiva de suas diretrizes.²⁵⁹

Afirma Silva²⁶⁰ que, inicialmente, “o planejamento, em geral, é um processo técnico instrumentalizado para transformar a realidade existente no sentido dos objetivos previamente estabelecidos”, cabendo ao administrador a discricionariedade ao usá-lo ou não. Contudo, atualmente, “o administrador deverá executar sua atividade governamental na busca da realização das mudanças necessárias à consecução do desenvolvimento econômico-social”.²⁶¹

O mesmo autor, ainda em outra obra, define meio ambiente de forma ampla e unificada, abrangendo não somente os recursos naturais, como os artificiais e culturais.

O conceito de meio ambiente há de ser, pois globalizante, abrangente de toda natureza original e artificial, bem como os bens culturais correlatos, compreendendo, portanto, o solo, a água, o ar, a flora, as belezas naturais, o patrimônio histórico, artístico, turístico, paisagístico e arquitetônico. *O meio ambiente é assim, a interação do conjunto de elementos naturais, artificiais e culturais que propiciem o desenvolvimento equilibrado da vida em todas*

²⁵⁹ COSTA, Carlos Magno Miqueri da. *Direito Urbanístico comparado: planejamento urbano: das Constituições aos Tribunais luso-brasileiros*. Curitiba: Juruá, 2009. p. 41.

²⁶⁰ SILVA, José Afonso. *Direito urbanístico brasileiro*. 5. ed., rev. e atual. São Paulo: Malheiros, 2008. p. 89.

²⁶¹ Ibidem, p. 90.

*as suas formas. A integração busca assumir uma concepção unitária do ambiente, compreensiva dos recursos naturais e culturais.*²⁶² (Grifos nossos)

A Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente, em seus princípios de 13 a 18, indica o planejamento como instrumento indispensável de sustentabilidade e forma de melhorar as condições ambientais ao mesmo tempo que se deve usar a ciência e a tecnologia para solucionar problemas e combater os perigos que ameaçam o meio ambiente:

Princípio 13

Com o fim de se conseguir um ordenamento mais racional dos recursos e melhorar assim as condições ambientais, os Estados deveriam adotar um enfoque integrado e coordenado de planejamento de seu desenvolvimento, de modo a que fique assegurada a compatibilidade entre o desenvolvimento e a necessidade de proteger e melhorar o meio ambiente humano em benefício de sua população.

Princípio 14

O planejamento racional constitui um instrumento indispensável para conciliar as diferenças que possam surgir entre as exigências do desenvolvimento e a necessidade de proteger e melhorar o meio ambiente.

Princípio 15

Deve-se aplicar o planejamento aos assentamentos humanos e à urbanização com vistas a evitar repercussões prejudiciais sobre o meio ambiente e a obter os máximos benefícios sociais, econômicos e ambientais para todos. A este respeito devem-se abandonar os projetos destinados à dominação colonialista e racista.

[...]

Princípio 17

Deve-se confiar às instituições nacionais competentes a tarefa de planejar, administrar ou controlar a utilização dos recursos ambientais dos Estados, com o fim de melhorar a qualidade do meio ambiente.

Princípio 18

Como parte de sua contribuição ao desenvolvimento econômico e social deve-se utilizar a ciência e a tecnologia para descobrir, evitar e combater os riscos que ameaçam o meio ambiente, para solucionar os problemas ambientais e para o bem comum da humanidade.²⁶³

Ordenamento racional dos recursos, planejamento integralizado e racional, evitar repercussões prejudiciais ao meio ambiente, instituições nacionais como responsáveis pelo planejamento dos recursos ambientais e utilizar a ciência para descobrir e combater riscos ambientais são os enfoques desses princípios e todos direcionam para um único sentido: o bem comum da humanidade.

O desenvolvimento sustentável, depois da Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (1992), passou a ser um mecanismo de regulação de uso do território, cuja eficácia dos recursos passou a ser ponderada, isto é, mais eficaz será o

²⁶² SILVA, José Afonso da. *Direito Ambiental Constitucional*. 4. ed. São Paulo: Malheiros, 2001. p. 20.

²⁶³ Disponível em: < <http://www.onu.org.br/rio20/img/2012/01/estocolmo1972.pdf>>. Acesso em: 14/out./2013.

recurso quando menos energia e menos matéria for necessário dispor para obtenção de um mesmo resultado.²⁶⁴

A questão energética é um problema nacional, ambiental, em todos seus aspectos. Como largamente discutido no Capítulo 2, a matriz energética nacional ainda é petrolífera, o que resulta em consequências acumulativas ao meio ambiente, como aumento do efeito estufa, alterações climáticas e quebra da camada de ozônio. Nesse viés, o planejamento de zonas para produção de energia, que utilize fontes renováveis se faz essencial para um desenvolvimento sustentável. Um planejamento que propicie a reserva de áreas específicas para zoneamento energético, conforme as características geofísicas de cada Município, possibilitará assim um zoneamento energético em cada esfera política como parte de um grande plano Nacional de Zoneamento Energético Renovável.

É sabido que a capacidade de adaptação do homem ao seu *habitat* é enorme; de outro lado, a capacidade do Planeta de absorver a poluição humana e se adaptar ao homem é limitada. Portanto, cabe ao ser humano adaptar sua vivência à harmonia do nosso Planeta, visando não mais a aumentar os danos ambientais que afetam não somente a comunidade local, mas todo o globo, pela criação de zonas de produção de energia renovável.

A natureza tem uma grande capacidade de recuperação, quando alterada em uma de suas características. Os recursos naturais podem ser usados pelo homem como fontes de ar, água, alimentos, energia e matéria-prima para suas atividades, bem como meio de absorção, dispersão ou transformação de seus resíduos.²⁶⁵

Mota se refere ao Plano Diretor como instrumento de gestão territorial que possibilita a proteção do meio ambiente, *in verbis*:

As diretrizes do Plano devem ser formuladas sempre visando assegurar as condições adequadas de vida aos habitantes e, para que isso seja conseguido, deve objetivar a proteção dos recursos naturais. Na sua execução, desde o levantamento das condições existentes até a formulação das diretrizes e elaboração da legislação básica, o Plano deve ter como objetivo a conservação do ambiente urbano, assim entendida a utilização dos recursos disponíveis sem comprometimento da qualidade dos mesmos, garantindo o seu uso pelas gerações atuais e futuras.²⁶⁶

A produção e o fornecimento de energia é questão latente ambiental, que passa necessariamente pelo zoneamento ambiental. Isso não necessariamente implica degradação ambiental. Por meio de um planejamento e de análises criteriosas sobre zonas potencialmente

²⁶⁴ LIMA, op. cit. p. 48.

²⁶⁵ MOTA, Suetônio. *Urbanização e meio ambiente*. Rio de Janeiro: Abes, 2003. p. 99.

²⁶⁶ Ibidem, p. 275.

fomentadoras de energia renováveis com o menor risco ambiental possível é forma de possibilitar ao homem viver (e continuar a viver) com dignidade ao mesmo tempo que oportuniza a esse desenvolver e aprimorar suas atividades.

Há necessidade de zoneamento para áreas produtoras de energia, com análise científica acerca da viabilidade e potencialidade. A história tem originado fatos, como o acidente na Usina Nuclear no Japão, que conduz ao pensamento de que a análise de viabilidade deve ser priorizada. Não se trata de um estudo de futurologia, mas da análise de cenários possíveis. Para Rech e Rech, citando Kant, é preciso construir conhecimentos alicerçados em dados científicos e princípios éticos norteadores, haja vista que.

não basta que exista um ordenamento jurídico de tutela do meio ambiente, é preciso a construção e a preocupação científica que assegurem efetividade e eficácia. Há uma enormidade de normas ambientais que não levam a lugar algum, pois estão desprovidas de princípios norteadores e de cientificidade. Kant, nesse sentido, já afirma que “de fato, a diversidade das regras necessita de princípios, mas é a exigência da razão que leva ao entendimento cientificamente correto”.²⁶⁷

Como se sabe, a energia é um problema nacional, produção de energia renovável, é mais ainda, tendo em vista sua insignificante participação no quadro energético brasileiro. Sua solução passa por um processo científico de análise da viabilidade e eficiência energética em determinada localidade, isto é, zoneamento energético. O art. 218, § 1º e 2º da CRFB/88 colocam a ciência a serviço da solução dos problemas brasileiros. Por isso uma análise de zoneamento é vital para a solução do problema, como estabelece a legislação:

Art. 218. O Estado promoverá e incentivará o desenvolvimento científico, a pesquisa e a capacitação tecnológicas.

§ 1º. A pesquisa científica básica receberá tratamento prioritário do Estado, tendo em vista o bem público e o progresso das ciências.

§ 2º. A pesquisa tecnológica voltar-se-á preponderantemente para a solução dos *problemas brasileiros* e para o desenvolvimento do sistema produtivo nacional e regional.

A previsibilidade de resultados negativos deve estar inserida nos estudos acerca da viabilidade, e isso implica eficiência para Rech e Rech que afirmam

Eficiência é prevenir resultados negativos [...] pois o ato só será eficiente se for precedido por fundamentos científicos que serão externados no devido processo científico. [...] Os § 1º e 2º do art. 218 da CF deixam claro que a pesquisa diz respeito ao interesse público e a solução dos problemas nacionais terá prioridade, o que implica dizer que toda vez que a administração praticar atos de interesse público, com consequências

²⁶⁷ KANT, apud RECH; RECH, op. cit., 2012, p.50.

imprevisíveis e que visem a solucionar problemas nacionais, deve pautar-se por procedimentos científicos.²⁶⁸

A utilização da ciência como forma de fomentar a solução de problemas e apontar riscos previsíveis dentro de certo grau de incerteza é um modo de conduzir a um desenvolvimento realmente sustentável.

4.3 ZONEAMENTO, ENERGIA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

A sustentabilidade ambiental requer equilíbrio entre homem e natureza para que possam conviver harmonicamente. Não se trata de mero princípio jurídico idealizado pelo homem, mas uma característica inerente à própria natureza cujo rompimento implica quebra de seu próprio ciclo de vida.²⁶⁹ O homem tenta entender as leis impostas pela natureza constantemente, para serem então reproduzidas. Vã tentativa! A perfeição da natureza é única e cabe ao homem apenas observá-la para entendê-la e respeitá-la.

A produção e o fornecimento de energia segura e disponível por meio de recursos renováveis, como o sol e o vento, são uma possibilidade tecnologicamente viável e economicamente possível. Há correntes que discutem o preço alto desse tipo de energia, entretanto se contabilizarmos o ganho ambiental, torna-se insignificante o seu custo de produção e manutenção. Atualmente tal custo está bem mais acessível do que historicamente já foi, quando a tecnologia empregada era nova e muito cara. Mas isso somente será possível se os municípios reservarem espaços para tal empreendimento.

Sabe-se que o homem precisa ocupar espaços e que deve escolher de forma inteligente e científica onde deve e pode instalar sua moradia, produzir seus alimentos e escolher suas fontes de energia e onde gerá-las. Contudo, a fonte geradora de recursos continua sendo a natureza.²⁷⁰ Dela o homem continua sugando toda a matéria-prima utilizada na produção de alimentos e de bens indispensáveis para viver com dignidade, como a geração de energia. Entretanto, tanto menor será o impacto ambiental no uso desses recursos, quanto mais renováveis esses forem, como no caso do sol e do vento que estão disponíveis e diariamente são repostos na natureza.

²⁶⁸ RECH; RECH, op. cit., 2012, p.52.

²⁶⁹ Ibidem, p. 14.

²⁷⁰ Ibidem, p. 29.

Rech e Rech afirmam: “Todos os zoneamentos têm a mesma natureza, isto é, dar uma função social à ocupação do solo e dos espaços do Planeta.”²⁷¹ Definir quais áreas serão responsáveis pela produção energética é definir espaços de ocupação do solo, sendo, portanto, uma questão de zoneamento e planejamento territoriais do Município.

Sanches define que “zonear é um conceito geográfico que significa desagregar um espaço em zonas ou áreas específicas”²⁷². Partindo do conceito geográfico de zoneamento, é possível construir o conceito jurídico de zoneamento, visando à definição de espaços geograficamente adequados para determinadas atividades ou restringindo-os quanto a construções como forma de manter a sustentabilidade do lugar. Rech e Rech concluem:

O conceito geográfico de zoneamento é a base da composição do conceito jurídico de zoneamento, que busca construir uma gestão do espaço geográfico e utilização do solo, estabelecendo regras de ocupação ou de restrição total ou parcial do território de forma científica e sustentável.²⁷³

Na visão de Silva, zoneamento é uma questão local, o principal instrumento de planejamento urbanístico. A definição de cada área, seja ela urbana ou rural, deve ser determinada conforme sua área de uso de forma sustentável, podendo se inserir nesse contexto a utilização de locais determinados para produção de energia renovável. Define zoneamento como sendo a

repartição do território municipal à vista da destinação da terra, do uso do solo ou das características arquitetônicas. Sob o primeiro aspecto, cuidar-se-á de dividir o território do Município em [zona] urbana, zonas urbanizáveis, zonas de expansão urbana e zona rural [...]. Quanto ao segundo, tratar-se-á de dividir o território do Município em zonas de uso – o que consubstancia o zoneamento de uso ou funcional. Relativamente ao terceiro, cogitar-se-á de fixar as características que as construções deverão ter em cada zona (zoneamento arquitetônico) – o que tem aplicação especial nas zonas de proteção histórica²⁷⁴.

No que se refere a zoneamento ambiental, Silva²⁷⁵ leciona: “O zoneamento ambiental, [...] amplia o conceito de zoneamento, porque não se limita ao ambiente da cidade e dá mais ênfase à proteção de áreas de significativo interesse ambiental.” Da mesma forma quanto à definição de áreas o zoneamento energético, repercute o significativo interesse ambiental e econômico do Município em suprir a demanda de energia de sua população, ao mesmo tempo que busca alternativas ambientalmente renováveis para essa necessidade.

²⁷¹ RECH; RECH, op. cit., 2012, p. 35.

²⁷² SANCHES, apud RECH; RECH, op. cit., 2012, p. 35.

²⁷³ Ibidem, p. 36.

²⁷⁴ SILVA, op. cit., p. 240.

²⁷⁵ Ibidem, p. 241.

Nesse norte, observadas a legislação federal e a estadual existentes, cabe ao Município definir suas áreas de uso para produção e fornecimento de energia renovável de forma a desenvolver a sustentabilidade ambiental. Importante é definir o zoneamento no Plano Diretor para possibilidade de produção de energia renovável, ampliando o conceito de zoneamento ambiental. Ainda a Lei Federal 6.938/81, no seu art. 9º, institui o zoneamento ambiental; mas o Decreto 4.297/02, alterando a nomenclatura, instituiu o ZEE.

O art. 9º da Política Nacional do Meio Ambiente, Lei 6.938/81, prevê: “São Instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente: [...] II – o zoneamento ambiental;” que foi regulamentado pelo Decreto 4.297, de 10 de julho de 2002, que estabelece critérios para o ZEE do Brasil:

Art. 2º. O ZEE, instrumento de organização do território a ser obrigatoriamente seguido na implantação de planos, obras e atividades públicas e privadas, estabelece medidas e padrões de proteção ambiental destinados a assegurar a qualidade ambiental, dos recursos hídricos e do solo e a conservação da biodiversidade, garantindo o desenvolvimento sustentável e a melhoria das condições de vida da população.

Art. 3º. O ZEE tem por objetivo geral organizar, de forma vinculada, as decisões dos agentes públicos e privados quanto a planos, programas, projetos e atividades que, direta ou indiretamente, utilizem recursos naturais, assegurando a plena manutenção do capital e dos serviços ambientais dos ecossistemas.

Parágrafo Único. O ZEE, na distribuição espacial das atividades econômicas, levará em conta a importância ecológica, as limitações e as fragilidades dos ecossistemas, estabelecendo vedações, restrições e alternativas de exploração do território e determinando, quando for o caso, inclusive, a realocação de atividades incompatíveis com suas diretrizes gerais.

Para Lima, o ZEE é entendido “como ‘um’ instrumento para o exercício da função socioambiental de gestão territorial, como meio de definição, pelo Estado, em cooperação com a sociedade, de prioridades e de estratégias de atuação em busca da realização dos direitos socioambientais”.²⁷⁶ Ao ser definida no Plano Diretor uma área para o zoneamento energético, estar-se-á priorizando e definindo como estratégia a produção de energia limpa, beneficiando, assim, também o meio ambiente.

Ao comentar o art. 9º da Lei PNMA, que define o zoneamento ambiental e o Dec. 4.297/02 que define o ZEE, Rech afirma que foi feito equivocadamente, pois não existiria o ZEE e sim três gêneros dentro da espécie de zoneamento: ambiental, agrário e urbanístico.

²⁷⁶ LIMA, op. cit., p. 83.

Define o “ZEE como uma espécie mista de zoneamento urbanístico e agrário”²⁷⁷. Observando o rigorismo científico, pode-se afirmar que seria mais completa a definição, se se considerasse o ZEE como um misto de agrário, urbano e ambiental, pois o enfoque ambiental é uma característica que deve ser observada por lei, independentemente do zoneamento ser urbano ou rural. O zoneamento de áreas específicas para parques produtores de energia renovável, além do nítido enfoque econômico, a preocupação ambiental é a principal vertente nesse pensamento.

Para Milaré, o ZEE é *mais um* instrumento para perfectibilizar o zoneamento e o planejamento, mas não deve ser o único por ser imparcial, haja vista que

as práticas de zoneamento e de planejamento ambiental não podem se confinar ao estabelecido pelo Zoneamento Ecológico-Econômico, que, a despeito do seu caráter idealístico ambicioso, não conseguiu escapar de um tratamento parcial ou meramente setorial do tema.²⁷⁸

Resumindo, a Lei 6.938/81, da PNMA, no art. 9º, inciso II, estabelece como instrumento da política ambiental, o zoneamento ambiental. Acrescenta no inciso V os incentivos à produção e instalação de equipamentos e à criação ou absorção de tecnologias, voltados à melhoria da qualidade ambiental. Conclui-se, portanto, que a instalação de parques geradores de energias renováveis, como a eólica, a solar, a biomassa, está diretamente relacionada com a melhoria da qualidade ambiental, pois se trata de produção e instalação de equipamentos produtores de energia renováveis que consequentemente implicariam uma nítida melhoria ambiental.

Observando o alcance do inc. I, do art. 4º da própria PNMA, constata-se que estabelece como objetivo da política nacional a “compatibilização do desenvolvimento econômico-social com a preservação da qualidade do meio ambiente e do equilíbrio ecológico”. Esse é um dos objetivos do ZEE. Embora a diversidade de opiniões sobre o que seja realmente o zoneamento ambiental, sobre seu alcance, sua eficácia quanto ao planejamento e à implementação de políticas públicas de fomento à economia, principalmente quanto à infraestrutura energética, o conceito de ZEE seria mais amplo.²⁷⁹ O zoneamento ambiental seria uma parte do ZEE. A definição de poluição pela PNMA implica abranger aspectos causadores de impactos sociais e econômicos e não somente os correlacionados ao meio ambiente natural. Com isso justificaria a amplitude da conceituação de ZEE incluindo necessária e principalmente, o zoneamento energético ambiental.

²⁷⁷ RECH; RECH, op. cit., 2012, p.36.

²⁷⁸ MILARÉ, op. cit., p. 473.

²⁷⁹ LIMA, op. cit., p. 86.

A busca de eficiência em matéria ambiental, como em energia, implica dispor da menor quantidade possível de recursos naturais e de energia para beneficiar o maior número possível de pessoas e por um maior tempo. O ZEE seria mais um instrumento que possibilite a identificação e oriente alternativas para uso sustentável dos recursos naturais objetivando o desenvolvimento e o bem-estar-sociais.

O zoneamento procura o equilíbrio ambiental, e a amplitude do zoneamento ambiental não se restringe unicamente a preservar as biodiversidades, as matas ciliares, as encostas, a mata Atlântica, o Pantanal, etc; pois, se assim fosse, seria suficiente definir algumas áreas imensas, longe do contato humano e, assim, se estaria cumprindo a função de preservação de todas as espécies de vida.²⁸⁰ A busca por tal equilíbrio objetiva manter a convivência entre homem e natureza sem a destruição de ambas as figuras e não permitir a exploração econômica irracional do homem sobre a natureza.

O zoneamento ambiental deve ser entendido como uma ferramenta de planejamento territorial de proteção do meio ambiente, orientadora do desenvolvimento sustentável. É um norteador do processo de desenvolvimento sustentável, com foco na proteção do meio ambiente, e não um instrumento que tem por objetivo autorizar a exploração econômica das riquezas naturais.²⁸¹

Com as definições de áreas específicas no ZEE, para produção de energia advinda de fontes renováveis, estar-se-á subsidiando a formulação de políticas territoriais não só para a União e os Estados, mas principalmente visando aos Municípios. Por meio de políticas territoriais, seria possível desenvolver as peculiaridades de cada área definida nas zonas de energia e elaborar planejamentos diferenciados conforme a necessidade e potencialidade de cada região.

O formalismo da nomenclatura, se Zoneamento Ambiental ou ZEE, nesse caso, pouca importância possui, uma vez que seja observado o espírito da lei e mantida a preservação ambiental. O importante é que sejam definidas áreas específicas que possam ser produtoras de energia renovável, sem que haja especulação imobiliária ou que seja prejudicado de alguma forma o meio ambiente, posto que todo zoneamento é caracteristicamente ambiental, embora nem todo zoneamento seja essencialmente ambiental.²⁸² Função essa que cabe ao Poder Público definir:

O Estado, portanto, além de regulador da atividade econômica e das regras de ocupação humana e parcelamento do solo, precisa fundamentalmente

²⁸⁰ RECH; RECH, op. cit., 2012, p. 60.

²⁸¹ Ibidem, p. 101.

²⁸² Ibidem, p. 103.

valorar quais dessas ocupações e quais formas são contribuições essenciais para assegurar direitos fundamentais e dignidade ao homem, o que está intrinsecamente ligado à não degradação ambiental.²⁸³

Silva acrescenta que o zoneamento “serve para encontrar lugar para todos os usos essenciais do solo e dos edifícios na comunidade e colocar cada coisa em seu lugar adequado, inclusive as atividades incômodas” ²⁸⁴. Aqui se aplica a parques geradores de energias renováveis, como parques eólicos ou parques coletores de energia solar.

Ao conceituar zoneamento, Schubart admite que se deve observar sob esse prisma, no mínimo, duas conotações, que precisam ser mantidas: resultado técnico advindo de objetivos bem-delineados; e resultado político com objetivo social bem-definido:

O termo “zoneamento” encerra duas conotações que devem ser reconhecidas e mantidas em separado quando se conceitua o zoneamento ecológico-econômico. Em primeiro lugar, zoneamento é o resultado técnico de uma descrição, análise e classificação em zonas, de um dado território, segundo objetivos predeterminados. Em segundo lugar, zoneamento é o resultado de um processo político administrativo, que utiliza o conhecimento técnico, ao lado de outros critérios, para fundamentar a adoção de diretrizes e normas legais, visando atingir objetivos socialmente negociados, que implicam em um conjunto de sanções ou incentivos sociais que regulam o uso de recursos e a ocupação do território.²⁸⁵

Na lição de Milaré, o zoneamento serve também para o planejamento de como serão utilizados os recursos naturais. Nesse caso, refere-se a recursos não renováveis. Para a produção de energia advinda de fontes como o sol ou os ventos, que são fontes plenamente renováveis, torna-se também essencial realizar estudos sobre as potencialidades do meio ambiente:

O zonemanento ambiental é um importante instrumento da Política Nacional de Meio Ambiente que visa a subsidiar processos de planejamento e de ordenamento do uso do solo e da ocupação do território, bem como da utilização de recursos ambientais. [...] Pode ser definido como sendo o resultado de estudos conduzidos para o conhecimento sistematizado de características, fragilidades e potencialidades do meio ambiente, a partir de aspectos ambientais escolhidos em espaço geográfico delimitado. De modo mais simples, o zoneamento ambiental pode ser expresso como um processo de conhecimento do meio ambiente.²⁸⁶

A Lei 6.803/80, que dispõe sobre as diretrizes básicas para o zoneamento industrial em áreas críticas de poluição, em seu art. 1º, § 1º, define as zonas destinadas à instalação de

²⁸³ RECH; RECH, op. cit., 2012, p. 65.

²⁸⁴ SILVA, op. cit., 2008, p. 242.

²⁸⁵ SCHUBART apud LIMA, op. cit., p. 96.

²⁸⁶ MILARÉ, op. cit., p.469.

indústrias, em três categorias: a) zonas de uso estritamente industrial; b) zonas de uso predominantemente industrial; e c) zonas de uso diversificado. A produção de energia pode ser vista como uma indústria, ao mesmo tempo classificada na teoria de uso diversificado.

As ZIEs ou estritamente industriais, compreendem áreas urbanas destinadas à construção de indústrias de grande porte, que conflitem com a atividade residencial ou *gerem problemas incompatíveis com as habitações humanas*. Parques geradores de energia são atividades incompatíveis com moradias humanas, devido a possíveis ruídos (caso de energia eólica). A Lei Federal 6.803, de 2 de julho de 1980, no seu art. 1º, afirma que o zoneamento industrial aprovado por lei municipal deve compatibilizar as atividades industriais com a proteção ambiental. No parágrafo 1º, adota três categorias: “as zonas de uso estritamente industrial, zonas de uso predominantemente industrial; e zonas de uso diverso”.²⁸⁷ Percebe-se que a incompatibilidade entre as moradias residenciais e o aspecto industrial dos parques geradores de energia pode enquadrá-los nessas zonas de uso diverso.

As ZILs são áreas destinadas a uma finalidade especial, como, por exemplo, o Centro Histórico da Cidade, que visa a preservar o nascimento e a origem da própria cidade. Enfim, seriam zoneamentos que devem ter normas de ocupação e de definição de atividades limitadas em lei, por serem de interesse local.²⁸⁸ Áreas destinadas à produção de energia também podem ser definidas como sendo de interesse local, cabendo a cada Município arguir sua importância dentro do Plano Diretor.

Portanto, independentemente da nomenclatura utilizada, para que o zoneamento de áreas específicas para produção de energia utilizando fontes renováveis possa e deva ser feito pelo Município, urge que vise ao interesse local e à dignidade de seus munícipes, em primeiro lugar.

4.4 AS POLÍTICAS PÚBLICAS RELATIVA ÀS ENERGIAS RENOVÁVEIS

A introdução do tema energias renováveis dentro da política pública é uma necessidade que resulta em fomentar os desenvolvimentos econômico, social e ambiental de uma região. Goldemberg e Moreira explicam:

²⁸⁷ RECH, op. cit., 2010, p. 111.

²⁸⁸ Ibidem, p. 117-118.

O planejamento energético precisa considerar também não apenas a quantidade de energia a ser disponibilizada para a sociedade, mas também em que região ela é mais prioritária e de que forma pode ser acessível aos menos favorecidos. Além disso, o negócio da energia movimenta quase 8% do PNB no Brasil, e o investimento em energia chegou a absorver, no início da década de 1980, quase 4% do PNB, ou seja, praticamente um quinto do investimento nacional. Portanto, há espaço para promover a criação de empregos no setor, que podem variar em quantidade e qualidade dependendo do tipo de energia produzida e de onde a energia final é disponibilizada. Para isso, há necessidade de políticas energéticas que induzam atividades que criem condições de trabalho mais próprias para o tipo de mão-de-obra disponível e que induzam a usar tecnologias e equipamentos que existam ou possam ser aqui produzidos.²⁸⁹

A Lei 10.438/02 criou o Proinfa como forma de fomentar fontes alternativas de geração de energia na matriz energética nacional. Dispõe sobre a expansão da oferta de energia elétrica emergencial, recomposição tarifária extraordinária, a CDE, dispõe sobre a universalização do serviço público de energia elétrica e dá outras providências.

O Proinfa prevê, em sua primeira fase, a instalação de 3.300MW de potência no sistema elétrico interligado, sendo 1.423MW de usinas eólicas, 1.192MW de pequenas centrais hidrelétricas e 685MW de biomassa.²⁹⁰ Para a segunda fase do projeto está previsto o alcance da meta de 10% do consumo anual de energia elétrica do País, no prazo de 20 anos, de fonte renovável.

Art. 3º. Fica instituído o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica – Proinfa, com o objetivo de aumentar a participação da energia elétrica produzida por empreendimentos de Produtores Independentes Autônomos, concebidos com base em fontes eólica, pequenas centrais hidrelétricas e biomassa, no Sistema Elétrico Interligado Nacional, mediante os seguintes procedimentos:

I – na primeira etapa do programa:

a) os contratos serão celebrados pelas Centrais Elétricas Brasileiras S.A. – ELETROBRÁS até 30 de junho de 2004, para a implantação de 3.300 (três mil e trezentos) MW de capacidade, em instalações de produção com início de funcionamento previsto para até 30 de dezembro de 2008, assegurando a compra da energia a ser produzida no prazo de 20 (vinte) anos, a partir da data de entrada em operação definida no contrato, observados os valores e pisos definidos na alínea b deste inciso;

[...]

II – na segunda etapa do programa:

a) atingida a meta de 3.300 MW, o desenvolvimento do Programa será realizado de forma que as fontes eólica, pequenas centrais hidrelétricas e

²⁸⁹ GOLDEMBERG, José; MOREIRA, José Roberto. Política energética no Brasil. Estud. av., São Paulo, v. 19, n. 55, dez. 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142005000300015&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 24/Out./2013; <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142005000300015>>. Acesso em 24/out/2013.

²⁹⁰ BRASIL. MMA. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/clima/energia/energias-renovaveis/energia-eolica>>. Acesso em: 17/out/2013.

biomassa atendam a 10% (dez por cento) do consumo anual de energia elétrica no País, objetivo a ser alcançado em até 20 (vinte) anos, aí incorporados o prazo e os resultados da primeira etapa; [...].²⁹¹

O projeto Proinfa, embora tenha como objetivo principal a produção de energia elétrica limpa, por meio de fontes renováveis, não visa a abranger todo o leque de produção de energia, como desenvolvido no Capítulo 2; mesmo assim, implica significativo avanço para o setor. Os benefícios do referido projeto se dão principalmente pela diversificação da matriz energética nacional e a consequente diminuição da dependência hidrológica atual, bem como a geração de energia via MDLs.

A segunda fase do Proinfa, prevista para iniciar após o término da primeira, e terminar em 20 anos após o início do programa – portanto, em 2022 –, supõe que as três fontes eleitas (PCH, biomassa e eólica) atinjam uma participação de 10% da geração de energia elétrica brasileira. Supõe ainda contratar, a cada ano, no mínimo, 15% do acréscimo de geração do setor (Brasil, 2002). Com base nestes números e considerando a projeção da demanda feita nos quatro cenários considerados no Plano Nacional de Energia – PNE 2030 (EPE, 2006b), um prolongamento destes números de 2022 a 2030, um fator de capacidade de 0,30, e uma divisão equitativa entre as três fontes, chega-se a uma potência instalada de geração de energia elétrica em usinas eólicas, no fim do horizonte, entre 9GW e 13GW.²⁹²

Portanto, a presença de alternativas energéticas com base em MDL já é uma realidade que faz parte da política energética nacional. Resta viabilizá-la e implementá-la.

4.5 VIABILIDADE – ESTUDO DE CASO – ENERGIA EÓLICA

Além da previsão legal e destinação de espaços específicos que possam acolher fontes renováveis de energia, é também fundamental a análise física da possibilidade eólica para geração de energia num lugar determinado.

A possibilidade de produzir e utilizar energia renovável é uma realidade nos dias de hoje, principalmente em algumas regiões mais favorecidas pelo regime de ventos propícios. O uso de energia cinética dos ventos para produção de energia elétrica é modernamente, uma alternativa das mais importantes, dado o seu baixíssimo impacto sócioambiental e sua característica renovável.

²⁹¹

BRASIL.

Lei

10.438/02.

Disponível

em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/L10438compilada.htm>. Acesso em 10/10/2013.

²⁹² Idem.

Como estudo de caso, se analisará a viabilidade física de criar uma fazenda produtora de energia eólica no Município de Caxias do Sul – RS. Nesse contexto, vale citar como exemplo o Parque Eólico de Osório, localizado no Litoral Norte do Rio Grande do Sul, composto por 75 torres aerogeradores com capacidade instalada estimada em 150MW, sendo a maior usina eólica da América Latina e a segunda do mundo.²⁹³

Como já estudado no Capítulo 2, a energia eólica é aquela produzida a partir da força dos ventos. É renovável, limpa e disponível em abundância em determinadas localidades. Essa energia é gerada por meio de aerogeradores, nos quais a força do vento faz girar hélices que são ligadas a uma turbina que aciona um gerador elétrico. A quantidade de energia transferida dependerá da densidade do ar, da área coberta pela rotação das pás (hélices) e da velocidade do vento.

A análise do potencial eólico de determinado lugar dependerá, principalmente, do comportamento dos ventos naquela região, incluindo a intensidade da velocidade e a direção dos ventos, o relevo e a rugosidade do solo naquele lugar e a existência de outros obstáculos distribuídos na região, que possam dificultar a passagem das correntes de vento.

Segundo o Ministério do Meio Ambiente, em estudos relacionados ao tema, que buscaram ponderar sobre dados que instrumentalizassem a viabilidade do uso de energia eólica, constataram que, para tal aproveitamento, os ventos têm de ter velocidade superior a 7m/s na região onde se pretende instalar o parque eólico.

Para que a energia eólica seja considerada tecnicamente aproveitável, é necessário que sua densidade seja maior ou igual a 500W/m^2 , a uma altura de 50 metros, o que requer uma velocidade mínima do vento de 7 a 8m/s (GRUBB; MEYER, 1993). Segundo a Organização Mundial de Meteorologia, o vento apresenta velocidade média igual ou superior a 7m/s, a uma altura de 50 m, em apenas 13% da superfície terrestre. Essa proporção varia muito entre regiões e continentes, chegando a 32% na Europa Ocidental.²⁹⁴

O Cepel elaborou o *Atlas do potencial eólico brasileiro*, que conduz, um potencial bruto de 143,5GW, o que torna a energia eólica uma alternativa importante para a diversificação do mix de geração de eletricidade no País. O maior potencial foi identificado na região litorânea do Nordeste e do Sul e Sudeste do Brasil. O potencial de energia anual para a Região Sul, é de 41,11TWh/ano.²⁹⁵ Embora as instalações coletoras de energia eólica possam

²⁹³ Disponível em: <<http://wikimapia.org/6541599/pt/Parque-E%C3%B3lico-de-Os%C3%B3rio>>. Acesso em: 15/out./2013.

²⁹⁴ BRASIL. MMA. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/clima/energia/energias-renovaveis/energia-eolica>>. Acesso em 17/10/2013,

²⁹⁵ Idem.

ser feitas em terra firme (*on-shore*) ou no mar (*off-shore*), esse atlas reflete apenas o estudo da potencialidade em terra.

O Atlas contém informações detalhadas sobre os regimes dos ventos no Rio Grande do Sul, calculadas a partir da mais rigorosa metodologia, utilizando técnicas modernas e tendo como base medições de alta qualidade, realizadas entre 2000 e 2002. Tais informações permitem identificar os potenciais de aproveitamento da energia eólica, tornando possível, assim, a elaboração de estudos preliminares de viabilidade técnica e econômica e a identificação de locais adequados para as medições com vistas à implantação de fazendas eólicas.²⁹⁶

Nesse atlas está exposta uma estimativa do potencial eólico do Estado do Rio Grande do Sul, a 50m de altura com ventos acima de 7m/s, no montante de 15.840MW, o que acena com uma expectativa excelente para o emprego de energia eólica em certas áreas do território gaúcho, destacando-se aqui, como se mostrará, Caxias do Sul.

Inicialmente, para se analisar a viabilidade de implantação, na região de Caxias do Sul de um parque eólico, necessário se faz ponderar sobre a análise climatológica do lugar.

A influência do clima na geração de energia eólica é fundamental, pois, a variação de temperatura, ao longo do ano, pode acarretar variações maiores de 10% na densidade do ar,²⁹⁷ com consequente influência na geração eólica. Estudos mostram que a densidade do ar [kg/m^3] varia com a altitude e a temperatura. Variações adicionais na densidade do ar ocorrem devido a alterações no índice de umidade do ar.²⁹⁸

Na figura 3 encontram-se especificadas as precipitações anuais de chuvas no Rio Grande do Sul, as quais afetam a densidade do ar, podendo-se notar uma tendência a índices de precipitação anuais crescentes no sentido Sul-Norte, variando entre 1200mm e 2500mm anuais. Em especial Caxias do sul, nota-se uma precipitação anual média de 1900mm.²⁹⁹

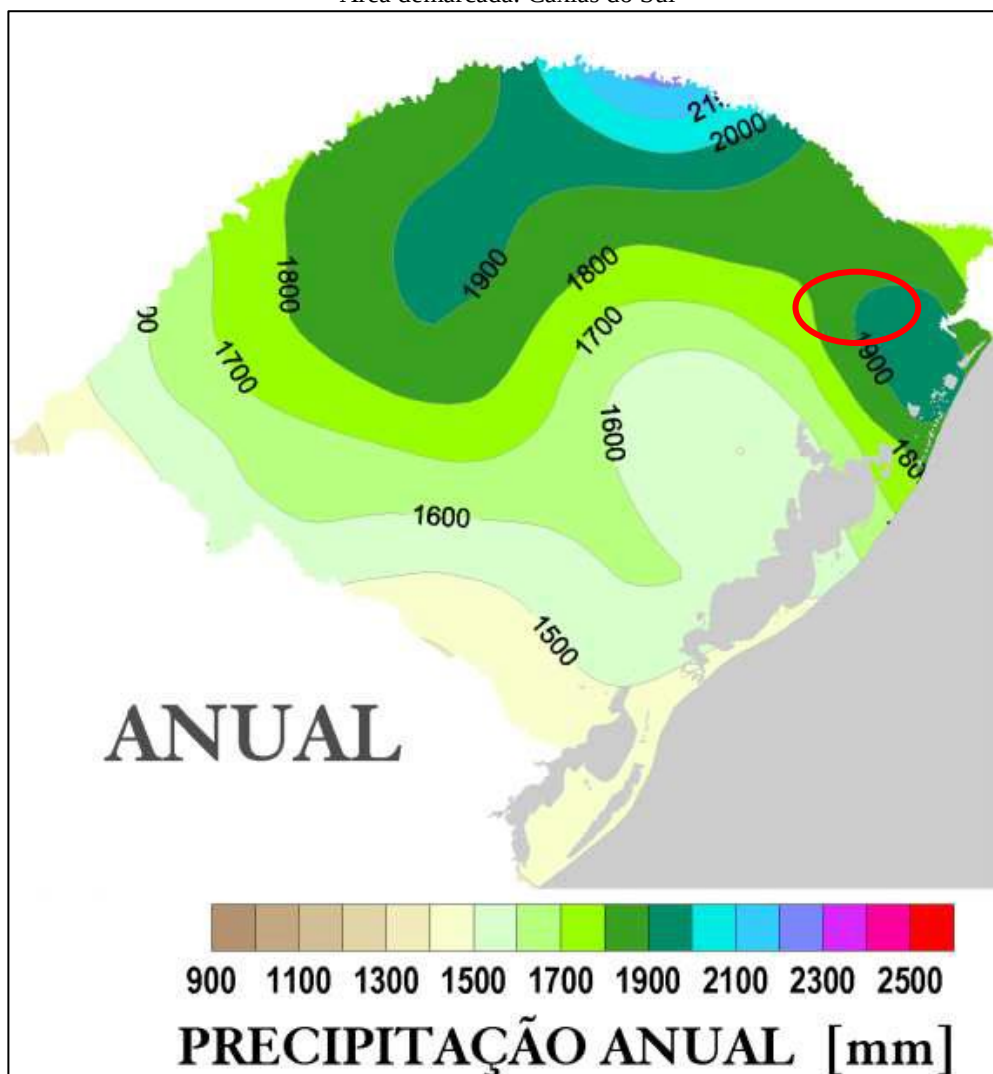
²⁹⁶ CAMARGO, Odilon A (et al.). Atlas eólico: Rio Grande do Sul. Editado pela Secretaria de Energia Minas e Comunicações. Porto Alegre: SEMC, 2002.

²⁹⁷ CAMARGO, op. cit. P. 10-11.

²⁹⁸ Embora a fundamentação matemática para tal afirmação, não seja aqui relevante, tais fórmulas e cálculos encontram-se desenvolvidos no cap. 3 e apêndice III em CAMARGO, op. cit.

²⁹⁹ CAMARGO, op. cit. P. 11

Figura 3: Médias climatológicas de precipitação anual no RS.
Área demarcada: Caxias do Sul



Fonte: Adaptada de SEMC, 2002.

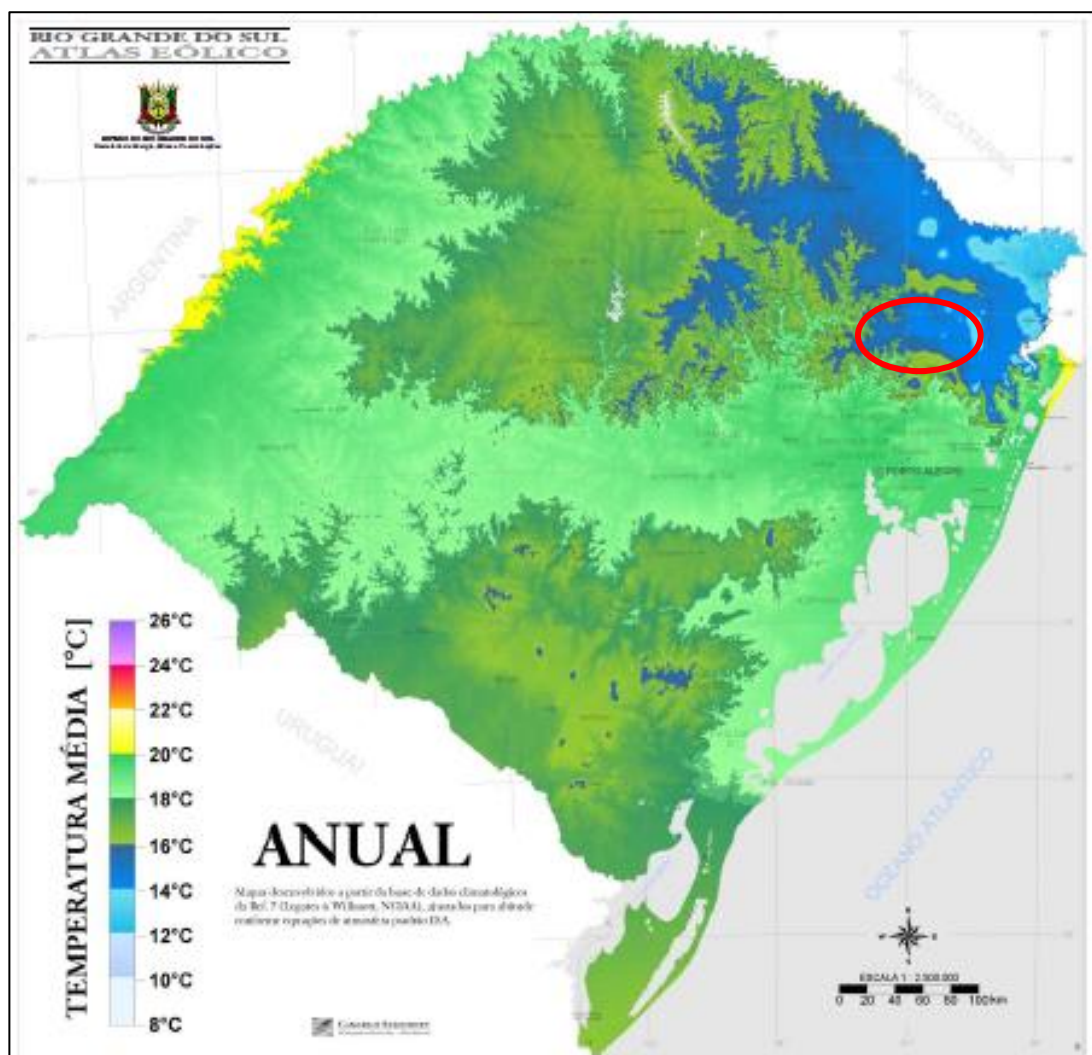
Ainda: o Rio Grande do Sul apresenta altas variações térmicas anuais, atingindo temperaturas entorno, ou abaixo de 0°C durante o inverno e, em dias quentes, temperaturas superiores a 30°C, com clima úmido durante o verão. A região mais fria naturalmente está situada nas maiores altitudes nos Campos de Cima da Serra, enquanto a região mais quente está no extremo Oeste do Estado.³⁰⁰

A seguir, figura 4, é apresentado, o mapa relativo à temperatura média anual no Rio Grande do Sul.³⁰¹ Destaca-se que em Caxias do Sul, a temperatura média anual permanece em torno dos 15°C.

³⁰⁰ Idem.

³⁰¹ Ibidem, p. 11.

Figura 4: Temperatura Média do RS. Área em destaque: Caxias do Sul.

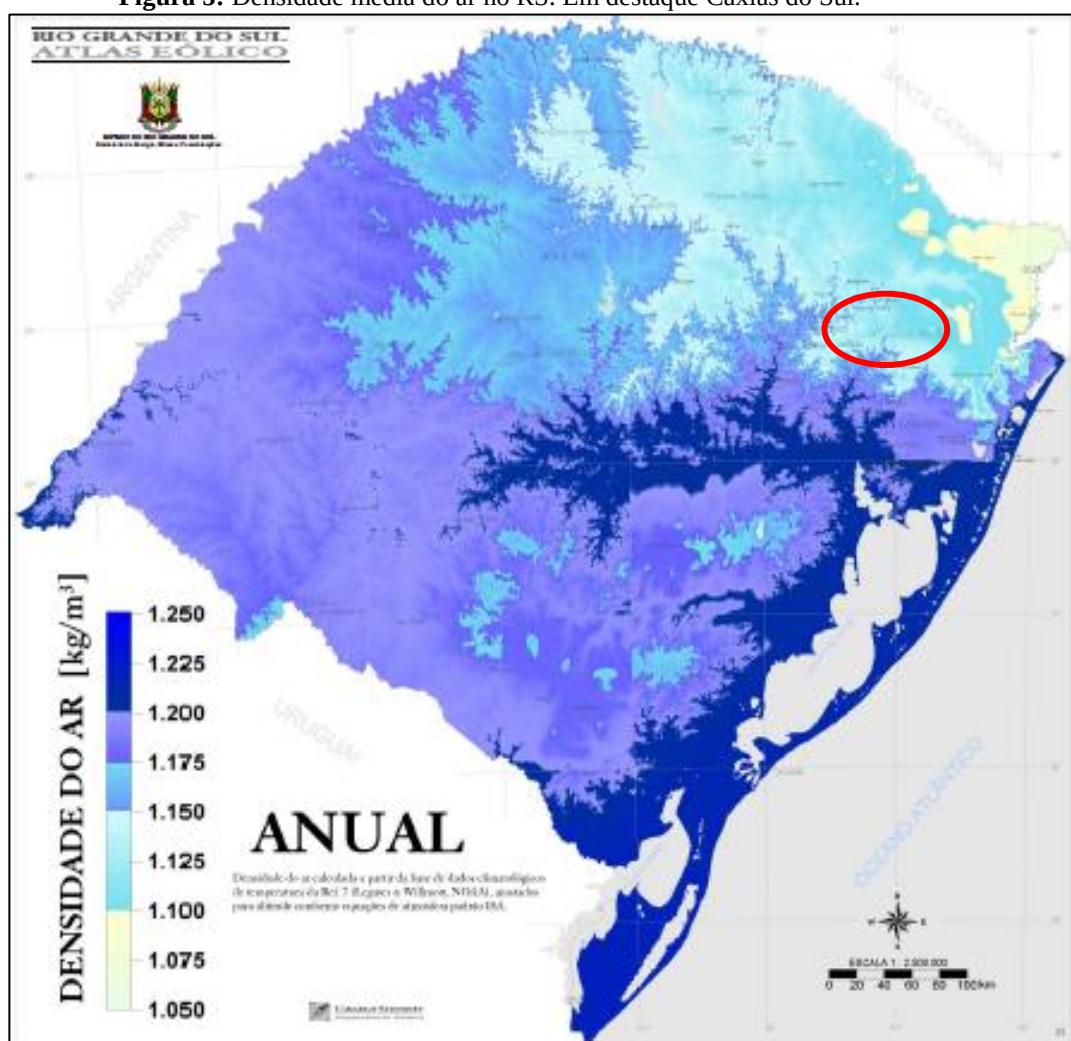


Fonte: SEMC, 2002.

O mapa acerca da densidade média do ar no Estado do Rio Grande do Sul³⁰² – anual – é apresentado a seguir, figura 5. Em Caxias do Sul, a média da densidade do ar permanece em torno dos 1.100 a 1.150Kg/m³.

³⁰² Ibidem, p. 15.

Figura 5: Densidade média do ar no RS. Em destaque Caxias do Sul.



Fonte: SEMC; 2002.

Outro aspecto extremamente relevante é a velocidade dos ventos, ou seja, conforme os aspectos da superfície do solo, como “a geometria e altitude de terreno, vegetação e distribuição de superfície de terra e água”,³⁰³ tais características podem acabar conduzindo a condições mais propícias ou afastar definitivamente a potencialidade de determinada localidade em desenvolver um parque eólico.

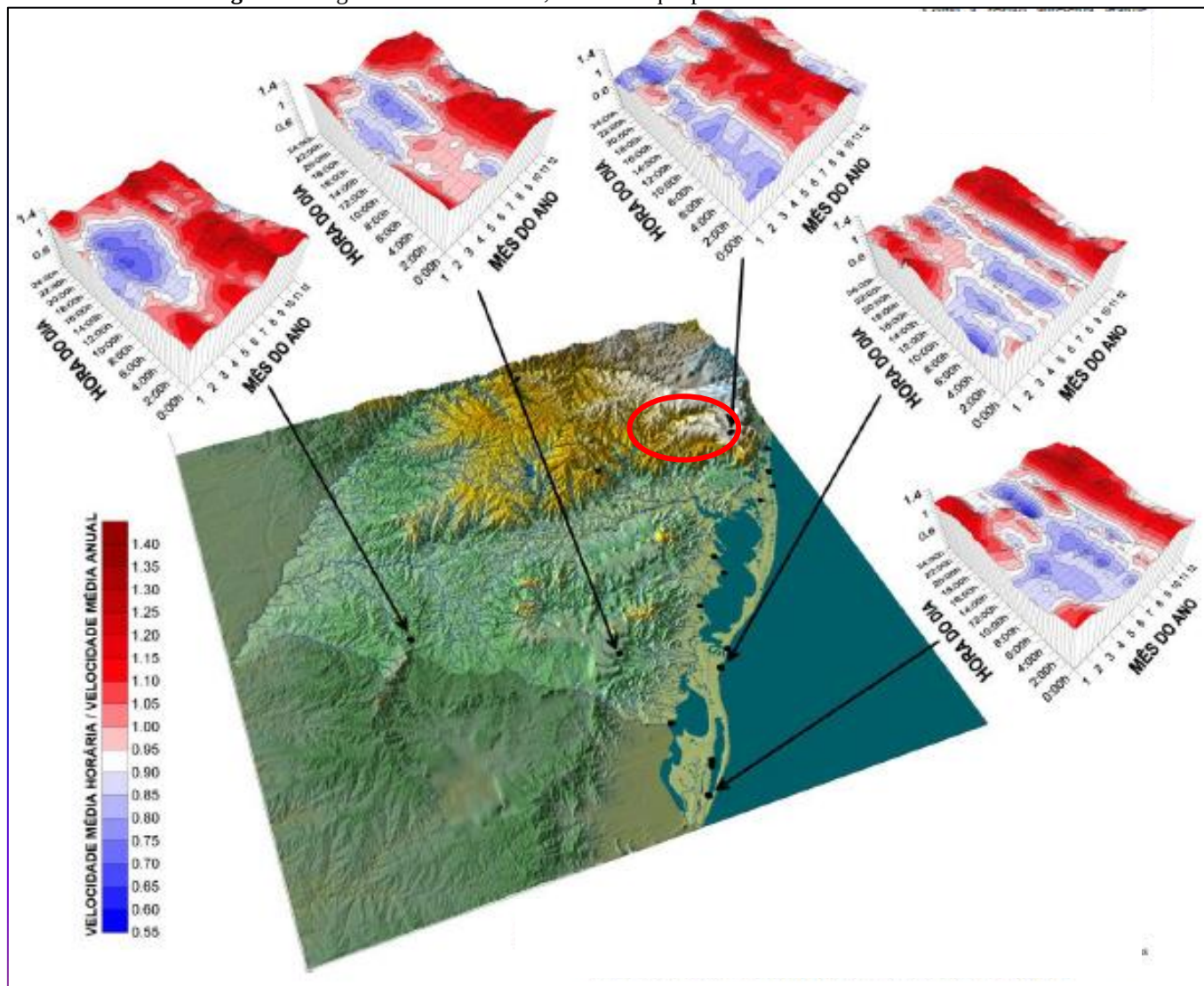
Como observado na figura 6, nota-se que na Campanha e na Serras do Rio Grande do Sul, a velocidade dos ventos se intensifica durante o período noturno. No alto das maiores elevações das Serras a Nordeste do Estado, os ventos tendem a ser mais fracos nos meses de verão e no início das noites.³⁰⁴ Assim, ventos superiores a 7m/s poderão ser constatados nas elevações mais favoráveis do continente, sempre associados à baixa rugosidade da

³⁰³ CAMARGO, op. cit., p. 16.

³⁰⁴ Ibidem, p. 17.

Campanha.³⁰⁵ Para um melhor aproveitamento do vento para geração elétrica, são necessários ventos a partir de 2,5m/s a 3m/s.³⁰⁶ Abaixo desses valores não compensa o investimento.

Figura 6: Regime de ventos no RS, com destaque para Caxias do Sul.



Fonte: SEMC, 2002. (como original).

A figura 6 mostra o regime diurno e mensal de ventos nas diversas regiões do Rio Grande do Sul. Os ventos tendem a ser mais intensos na segunda metade do ano, com pequenas defasagens nos meses de ocorrência dos picos nos extremos Leste e Oeste do Estado.³⁰⁷ No mapa está marcado a região de Caxias do Sul onde se nota a presença de ventos mais intensos a partir de junho, permanecendo até dezembro.

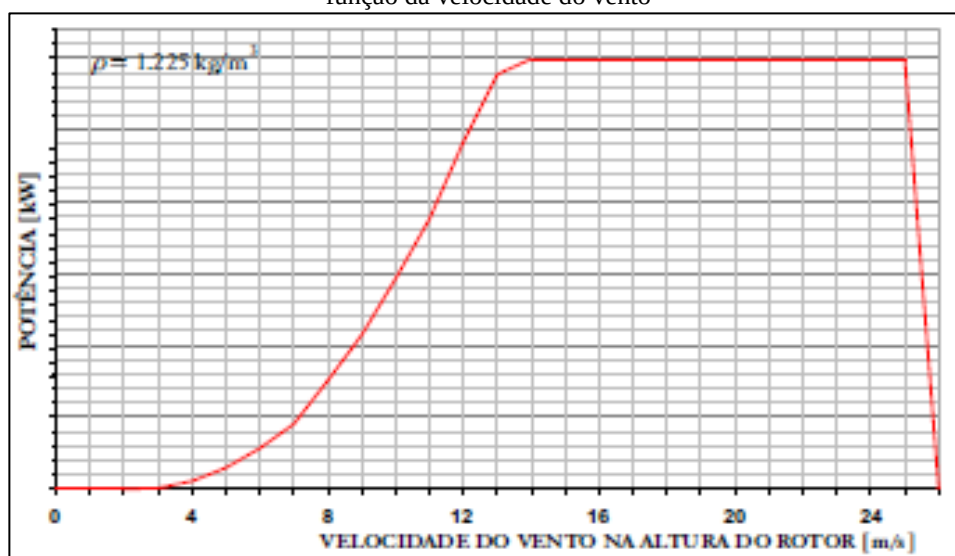
³⁰⁵ Ibidem, p. 16.

³⁰⁶ Ibidem, p.17.

³⁰⁷ Idem.

Uma característica importante para a fabricação das torres eólicas são os rotores, ou pás (hélices). Atualmente, encontram-se no mercado rotores de 40m a 100m de diâmetro, que resultam em rotações de 30rpm e 16rpm, respectivamente. Isto é, quanto maior for o diâmetro do rotor, menor será a sua rotação. Quanto maior for o rotor, maior será a potência³⁰⁸ produzida por ele, ou seja, um rotor de 40m produz de 500 a 600kW; um de 100m chega a 3.000 a 4.000kW. No gráfico 8 é possível perceber que há um aumento da potência a partir de ventos superiores a 3m/s até 14m/s, mantendo-se constante para ventos superiores a 14m/s a 25m/s, quando então cai a zero a potência como medida de segurança para ventos muito fortes.

Gráfico 8: Curva de potência de turbina eólica em função da velocidade do vento



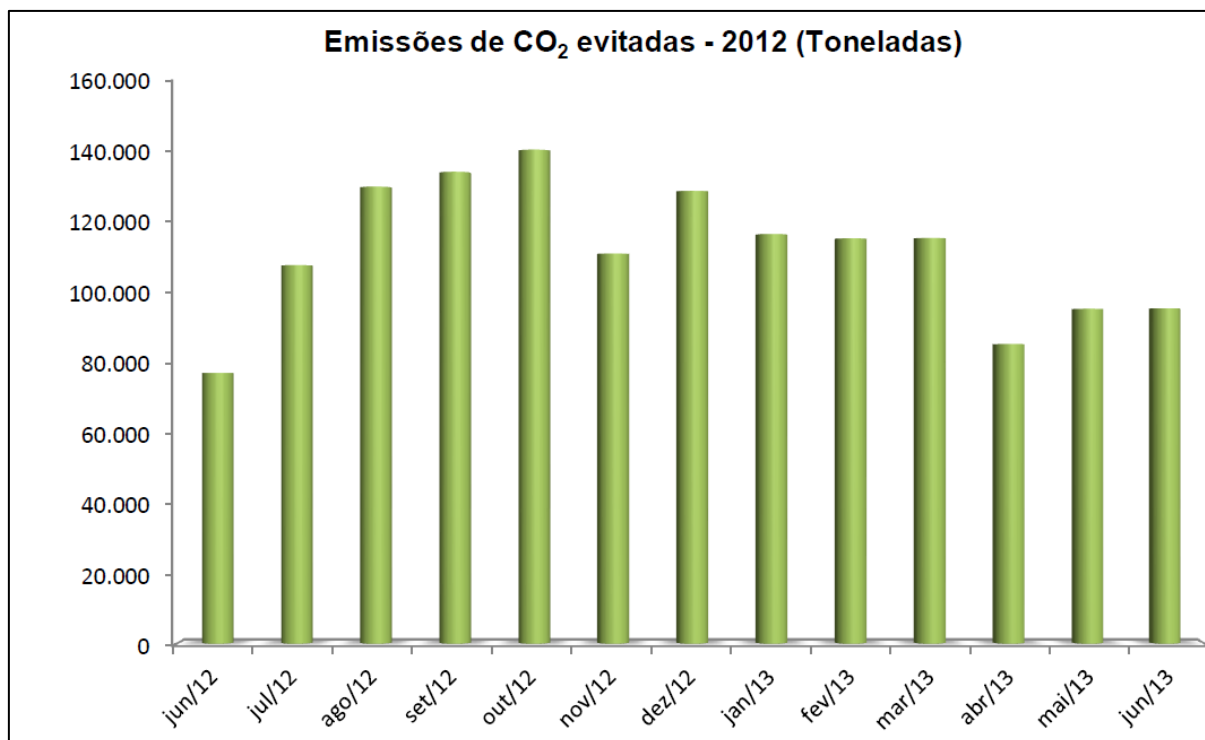
Fonte: SEMC, 2002. (como original).

Sob o aspecto ambiental, quanto maiores forem os rotores, menor será o ruído produzido por eles e mais visíveis eles se tornam para espécies de aves durante o voo, permitindo que essas tenham tempo para perceber e desviar das pás.

Outro aspecto importante de ser salientado é quanto às emissões de CO₂ que são evitadas de serem lançadas na atmosfera. O gráfico 9 demonstra as toneladas de CO₂ que foram evitadas, que não poluíram a atmosfera no período de junho de 2012 a junho de 2013, em todo o Brasil, segundo o *Boletim Mensal de Dados do Setor Eólico*, produzido pela ABEEólica.³⁰⁹

³⁰⁸ A potencia produzida depende do quadrado do diâmetro do rotor, isto é $P \propto D^2$.

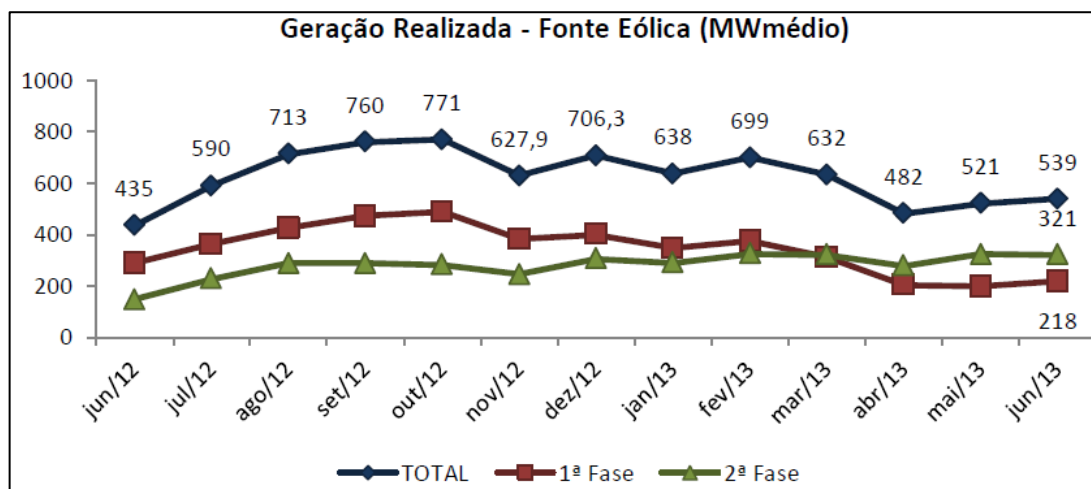
³⁰⁹ ABEEólica. 2013, p. 09.

Gráfico 9: Emissões de gás carbônico evitadas

Fonte: ABEEólica/CEEE, 2013. (como original)

Comparativamente o gráfico 10 procura mostrar a produção de energia eólica já realizada em todo o Brasil, tanto na primeira fase (projeto Pré-Proinfa e Proinfa), com geradores mais antigos, quanto os de segunda fase (fase competitiva – leilões), com aerogeradores mais recentes que potencializam a produção de energia, mesmo tendo menos turbinas instaladas. Contudo, cabe ressaltar que nestes 539MW gerados em junho de 2013, advindos de uma capacidade instalada de 2,07GW, não se está contabilizando o total de 2,8GW já instalados, por não possuírem linhas de transmissão para os últimos 682MW que já estão aptos a operar.³¹⁰ Novamente é demonstrada a necessidade de um planejamento mediante zoneamento energético, através do qual seria possível minimizar problemas como esse.

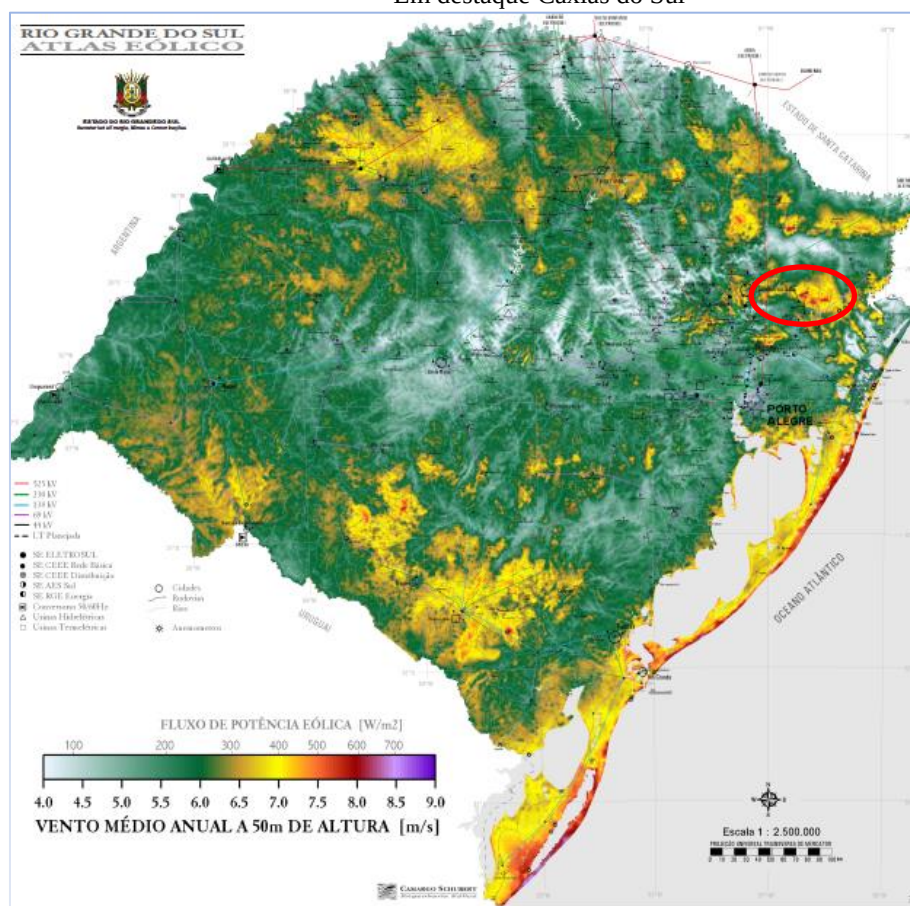
³¹⁰ABEEólica, 2013, p. 7.

Gráfico 10: Geração realizada de energia eólica no Brasil

Fonte: ABEEólica/CEEE, 2013.

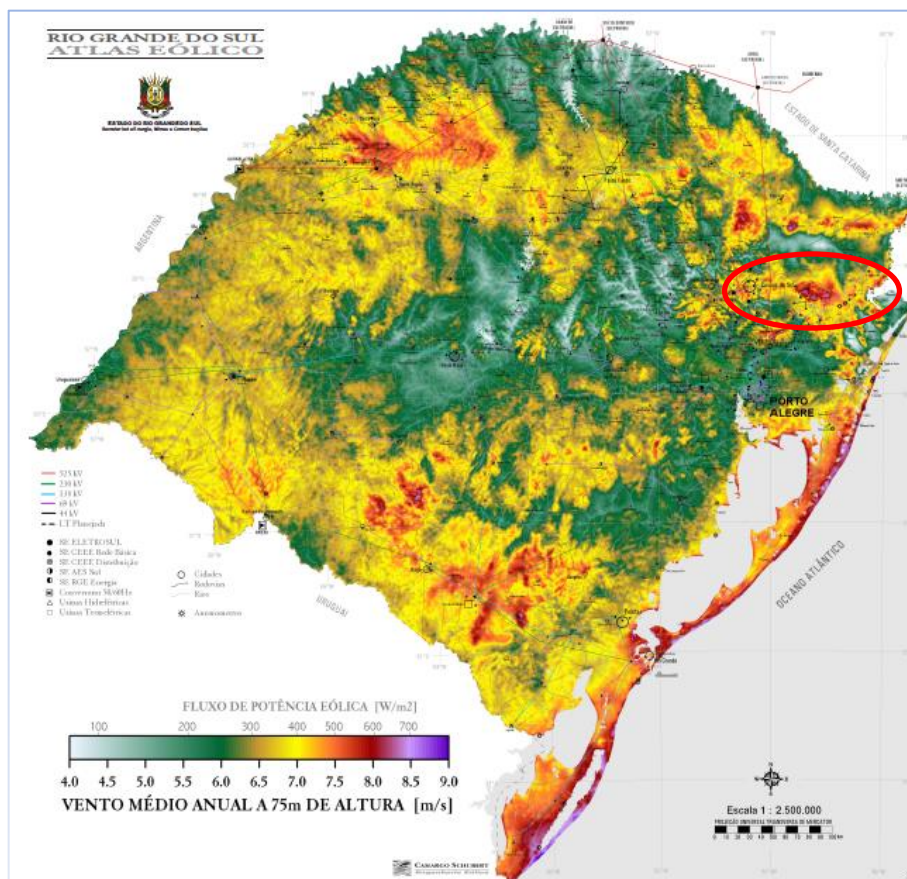
A seguir, mapeamento da velocidade dos ventos a 50m de altura. Na figura 7 pode-se visualizar uma intensidade de pontos amarelos na região da Serra Gaúcha, demonstrando a existência de ventos com velocidade média de 7m/s e até 8m/s em determinadas regiões da Serra.

Figura 7: Mapeamento da velocidade dos ventos a 50m de altura.
Em destaque Caxias do Sul



Fonte: SMEC, 2002, p. 37 (como original)

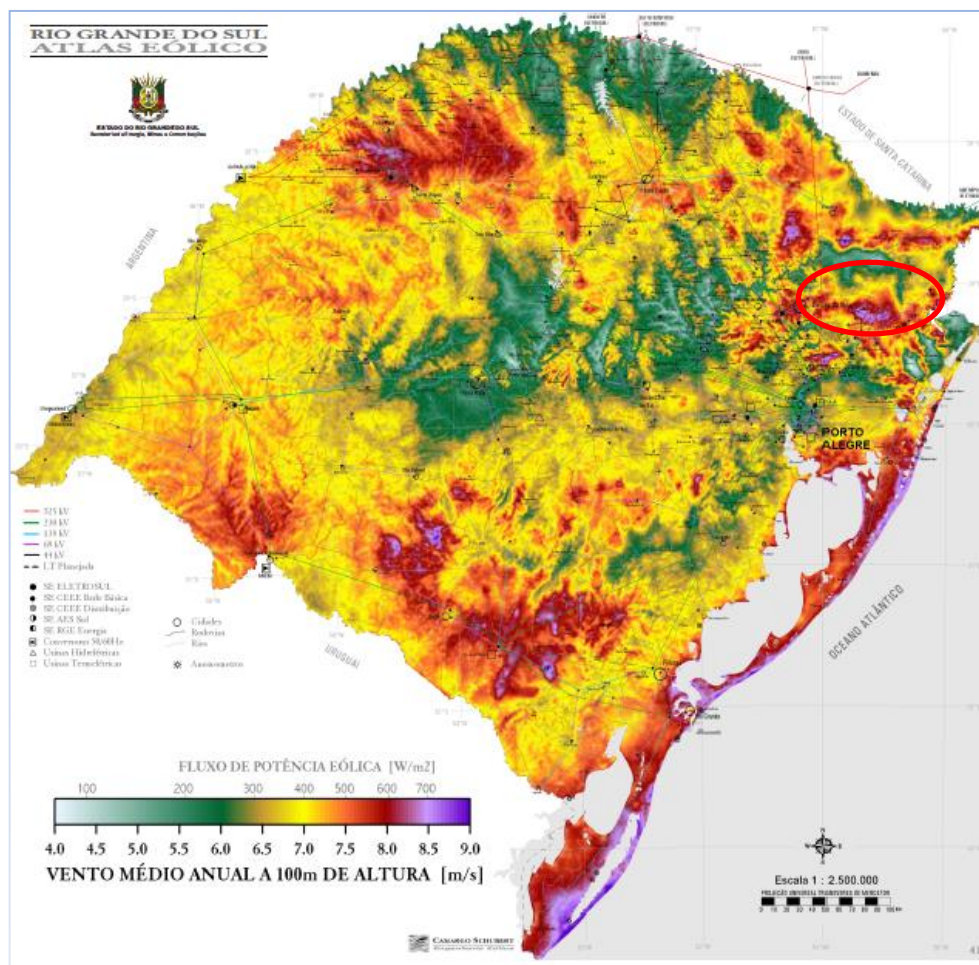
Figura 8: Mapeamento da velocidade dos ventos a 75m de altura.
Em destaque Caxias do Sul



Fonte: SMEC, 2002, p. 39. (como original).

Analisando a presença de ventos a 75m de altura, figura 8, percebe-se um aumento da intensidade maior de ventos a 8m/s na Serra gaúcha, possibilitando um aproveitamento dos aerogeradores. A 100m de altura, figura 9, os ventos médios ocorrem entre 8m/s e 9m/s potencializando o investimento.

Figura 9: Mapeamento da velocidade dos ventos a 100m da altura.
Em destaque Caxias do Sul.



Fonte: SMEC, 2002, p. 41 (como original).

Independentemente de mais estudos na área, com base nos dados coletados conclui-se pela viabilidade física de geração de energia por fonte eólica na cidade de Caxias do Sul. É possível perceber que o Município possui as condições físicas necessárias, como velocidade do vento, temperatura e densidade do ar para gerar energia eólica de forma sustentável. Contudo para que isso ocorra é essencial a especificação dessas áreas em planos de zoneamento energético.

5 CONCLUSÃO

O diálogo entre a ciência da natureza e a ciência do Direito mostrou-se essencial para a construção de uma sociedade que busca o desenvolvimento sustentável. O estudo de alternativas energéticas renováveis em substituição à matriz energética petrolífera atual revelou-se viável tanto científica quanto economicamente possível. Embora as duas ciências não utilizem a mesma linguagem, é preciso, cada vez mais, buscar similaridades para identificar as diferenças e corrigi-las, evitando, assim, engessar a busca por novas soluções.

A análise dos dados leva a intuir que devido à grande liberação (toneladas) de dióxido de carbono na atmosfera, as características físicas do planeta Terra estão sendo alteradas, como o clima e a biosfera. É por meio de uma mudança de geração de energia que o seu consumo poderá alterar esse quadro catastrófico para o qual o Planeta está caminhando. A busca pelo desenvolvimento sustentável perpassa mediante a substituição da matriz energética petrolífera por fontes renováveis, como o vento.

A palavra chave é limite. Limite dos recursos que afetam sua disponibilidade, sua relativa abundância tanto em reservas como em recursos propriamente dito, bem como a velocidade de utilização e a necessidade de reposição que não ocorrem na mesma proporção. Esse limite dos recursos deriva em crises: ambiental, energética e até mesmo de representação da natureza e de civilização. A energia sendo a mola propulsora do desenvolvimento, esta diretamente relacionado com os recursos e seus limites sejam por escassez, por poluição ou mesmo por necessidades de alternativas.

Tendo em vista a finitude dos recursos naturais e a certeza de que a natureza não é mais uma fonte inesgotável de bens essenciais, há a necessidade de substituição gradativa da atual fonte de energia por fontes como a solar, a biomassa e a eólica principalmente, mas não exclusivamente. Novas fontes devem ser pesquisadas e desenvolvidas de forma a propiciar a sustentabilidade do Planeta. A energia está sempre envolvida tanto na produção quanto no consumo de bens, contudo seu princípio basilar da física é que a Energia total do planeta se mantém constante. A energia não pode ser criada, mas somente transformada.

O panorama mundial de energia por fonte demonstra que a oferta de petróleo é menor que o seu consumo. No Brasil, a produção de energia primária está alicerçada em fontes não renováveis (54, 18%) as quais a maioria são derivadas de petróleo (42,44%). Tendo como produção de energia da forma hidroelétrica, somente 14, 35% do total. Tais

dados corroboram com a curva crescente de emissões totais de combustíveis fósseis. Concluindo-se por fim, como se esperava, a matriz energética brasileira é ainda petroquímica.

A energia é elemento basilar quando o assunto é a sustentabilidade ambiental. O princípio do desenvolvimento sustentável implica num manejo correto dos recursos e sua taxa de reposição. A PNMA define em seu art. 3º, inciso V o que é recurso ambiental; tem como objetivo a proteção de tais recursos conforme preceitua o art. 2º, VI do mesmo diploma legal; e por fim, almeja a racionalização dos referidos recursos, inciso II, art. 2º. Portanto a energia é um recurso ambiental e a ampliação de suas fontes geradoras de energia são formas de proteção e racionalização desse recurso.

A PEN criou o monopólio do petróleo, a necessidade de aproveitamento racional dos recursos energéticos e instituiu o CNPE e ANP. Contudo, o referido diploma legal tem como foco o petróleo e as energias alternativas são meramente uma diretriz genérica, conforme estabelecido no art. 2, IV.

As possibilidades de geração de energia com a utilização de fontes renováveis é ampla. A energia solar, a biomassa e a eólica são apenas alguns exemplos.

Nesse sentido, ao se analisar a previsão legal sobre a análise da viabilidade para implementação de novas fontes energéticas, para que sejam implementadas energias alternativas de forma obrigatória, como forma de obter um ambiente ecologicamente equilibrado, percebeu-se que há legislação esparsa sobre o tema, e que nenhuma torna obrigatório o uso de energia alternativa. Não muito e timidamente procura-se fomentar a energia alternativa, bem como há carência regulatória de zonas específicas para produção de energia advinda de fontes renováveis, tanto nacional quanto estadual e municipalmente.

O Município, devido à ausência de legislação específica acerca de Zoneamento Energético e sendo esse um interesse municipal com objetivo de proteção ambiental e diminuição da poluição, cabe a esse ente político estabelecer em seu Plano Diretor, áreas específicas destinadas à produção de energia limpa.

Contudo, a geração de novas fontes alternativas de energia poderia ser barrada pelo princípio da precaução, pois energia e tecnologia estão interrelacionadas. Entretanto, quando se tratará do uso de novas tecnologias e aplicação da ciência é necessário ponderações sobre incerteza, medo e o risco. Incertezas teóricas onde muitas vezes a ausência de conhecimento sobre a conectividade dos dados e as possíveis consequências resulta em bloquear o crescimento científico. O medo se mostra presente quando se trata da possibilidade de incontrollabilidade de fatores que implicam na impossibilidade de domínio completo da natureza. Já os riscos estão presentes independentemente da solidez científica existente ou

não. Sendo portanto necessário a distribuição das responsabilidades nos casos de risco bem como, análise de probabilidade e incertezas, gerenciamento dos riscos e impossibilidade de risco nulo.

Os princípios devem ser harmonizados entre si. O Princípio da precaução pode criar novos riscos que derivam da ilusão de orientação. Há necessidade que o binômio riscos/benefícios seja ponderado. O importante nesse aspecto é o gerenciamento de riscos, onde se pondera sobre a análise de incertezas, sobre a análise das probabilidades, sobre o Princípio da Prevenção e sobre o Princípio da Precaução conjuntamente e ciclicamente.

A jurisprudência é uníssona ao preconizar que a incerteza não deve ser óbice para o crescimento científico, o qual pode eventualmente trazer benefícios e assegurar a dignidade do ser humano.

As teorias científicas conduzem à necessidade de complementação e evolução das próprias teorias. Contudo, a própria natureza apresenta um conteúdo de indeterminação que independe da limitação cognitiva do ser humano. Os limites empíricos contidos na natureza já foi preconizado por diversos autores: Porto-Gonçalves³¹¹ aponta a correlação entre Princípio da Precaução e o da Incerteza de Heisenberg, como sendo o primeiro uma derivação ética do segundo; onde as decisões deveriam ser tomadas conjuntamente entre os cientistas e demais setores da sociedade, não exclusivamente por eles. Interdisciplinaridade, aliança ética entre tecnologia e ciência. Para Romão³¹² a aplicação do princípio heisenbergiano como modelo de resolução para a crise ambiental é perceber que o mundo é essencialmente um espaço territorialmente limitado. Para Ost³¹³ o papel do direito é de lembrar da existência de limites bem como também é a arte de estabelecer traçados. A ideia de complementariedade é trazida por Vivien³¹⁴ que mostra a necessidade de estabelecer equilíbrio entre o capital natural e o capital criado pelo homem. Já para Leff³¹⁵ a crise ambiental é apresentada como problema de conhecimento: a natureza possui características intrínsecas de ser que o saber do homem deveria ampliar.

São apontados alguns riscos na aplicação do Princípio da Precaução isoladamente, entre eles a possibilidade de enganar-se na definição e na avaliação dos riscos potenciais, que muitas vezes são impossíveis de ser quantificados; bem como os altos custos que seriam suportados pela própria coletividade na aplicação do princípio em tela.

³¹¹ p. 92-93.

³¹² p. 93.

³¹³ p. 89-90.

³¹⁴ p. 90.

³¹⁵ p. 91.

A necessidade de se tomar consciência dos limites empíricos da própria natureza, conduz à solução de problemas reais, com análise efetiva dos riscos e sua probabilidade, sem divagações em exercícios de futurologia sobre riscos infundados que nem a ciência pode descrever. O Princípio da Precaução é uma derivação do Princípio de Incerteza, de Heisenberg, que impõe limites físicos às respostas buscadas pelo Direito. O diálogo interdisciplinar é fundamental para o crescimento e conhecimento da nossa percepção da natureza.

Através dessa consciência de limites é possível encontrar respostas para as crises que atualmente circulam nossa existência, entre essas as alternativas energéticas. Além das formas de produção de energia renovável, a localização de áreas específicas que propiciem o desenvolvimento energético é elemento essencial. Trata-se de Zoneamento Energético onde o mapeamento de regiões com potencialidades energéticas específicas seria elaborado tanto em nível nacional, estadual e municipal de forma a propiciar o desenvolvimento sustentável. Com essa ferramenta seria possível desenvolver a infraestrutura necessária em cada área, bem como a sua transmissão ao consumidor final.

O zoneamento é forma de delimitar e planejar espaços para a ocupação, assegurando um ambiente ecologicamente saudável. Através da política de desenvolvimento urbano é possível alcançar o bem estar almejado pela CRFB, em seu art. 182. O Estatuto das Cidades prevê a distribuição espacial da população e das atividades econômicas, bem como o estímulo a aportes tecnológicos os quais reduzam o impacto ambiental e propiciem a economia de recursos naturais. Conclui que a ferramenta para perfectibilização desses direitos deve ser o Plano Diretor de cada município.

O Plano Diretor é o instrumento de crescimento e desenvolvimento no município, e simultaneamente responsável pela gestão territorial da região. O elemento vetorial que esta diretamente relacionado com crescimento e desenvolvimento é a energia. Embora a energia seja competência privativa da União, cabe aos municípios: suplementar a legislação federal no que couber, quando o assunto for de interesse local, quando se tratar de proteção ambiental e o objeto for combater a poluição. O zoneamento energético abrange todos esses aspectos.

Através do zoneamento energético seria estipulado áreas específicas para geração de energia alternativa; é forma direta de combate a poluição mediante geração limpa de energia; da mesma forma, protege diretamente o meio ambiente; propicia o desenvolvimento sustentável haja visto que possui característica econômica marcante e é forma de propiciar o bem estar para o ser humano.

O bem-estar do ser humano é essencial, e isso será obtido mediante o uso racional dos benefícios que o desenvolvimento trouxe. Contudo, esses de nada valerão caso não se tenha mais um Planeta para morar, se não se tiver um ambiente ecologicamente saudável. Quando o Direito e as ciências naturais trabalharem juntos, construirão conjuntamente soluções que propiciam o desenvolvimento sustentável promovendo um ambiente protegido e desenvolvido.

REFERÊNCIAS

ABEEólica, Associação Brasileira de Energia Eólica. Disponível em: <<http://www.abeeolica.org.br/>>. Acesso em: 23/out./2013.

ARAGÃO, Alexandra. Princípio da precaução: manual de instruções. *Revista do Centro de Estudos de Direito do Ordenamento, do Urbanismo e do Ambiente*. Coimbra: Faculdade de Direito da Universidade de Coimbra, ano XI, n. 22, 02, p. 9-58, 2008.

ÁVILA, Humberto. *Teoria dos Princípios: da definição à aplicação dos princípios jurídicos*. 9. ed., ampl. e atual. São Paulo: Malheiros, 2009.

AYALA, Patrick de Araújo. Transdisciplinaridade e os novos desafios para a proteção jurídica do ambiente nas sociedades de risco: Entre direito, ciência e participação. *Revista de Direito Ambiental*. ano 16, n. 61, jan./mar. 2011.

BACHELET, Michel. *Ingerência ecológica*. Lisboa: Instituto Piaget, 1995.

BECK, Ulrich. *Sociedade de risco: rumo a uma outra modernidade*. 2. ed. São Paulo: Editora 34, 2011.

BECKERMAN, Wilfred. *Lo pequeño es estúpido*. Madri: Editora Debate, 1995.

BODEN, Tom. Et al. *CDIAC. Carbon Dioxide Information Analysis Center*. Disponível em: <<http://cdiac.esd.ornl.gov/ftp/trends/emissions/bra.dat>>. Acesso em: 1º/maio/2012.

BRASIL. Presidência da República. *Constituição da República Federativa do Brasil de 1988*. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em 15/mar./2012.

_____. Presidência da República. *Lei 6938/81*. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/Ccivil_03/Leis/L6938.htm>. Acesso em: 05/jun./2012.

_____. Presidência da República. *Lei 9478/97*. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9478.htm>. Acesso em: 02/jul./2013.

_____. Presidência da República. *Estatuto da Cidade*. Disponível em: <www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm>. Acesso em: 12/out./2013.

_____. Presidência da República. *Lei 11.097/2005*. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2005/Lei/L11097.htm>. Acesso em: 03/jul./2013.

_____. Presidência da República. *Lei 12.305/2010*. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm>. Acesso em: 03/jul./2013.

_____. Presidência da República. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2013/Lei/L12836.htm>. Acesso em: 12/out./2013.

_____. STJ. Superior Tribunal de Justiça. AgRg na SLS 1.419/DF, Rel. Ministro JOÃO OTÁVIO DE NORONHA, Rel. p/ Acórdão Ministro JOÃO OTÁVIO DE NORONHA, CORTE ESPECIAL, julgado em 01/08/2013, DJe 27/09/2013. Disponível em: <https://ww2.stj.jus.br/revistaeletronica/ita.asp?registro=201101605660&dt_publicacao=27/09/2013>. Acesso em: 19/dez./2013.

_____. STJ. Superior Tribunal de Justiça. REsp 883.656/RS, Rel. Ministro HERMAN BENJAMIN, SEGUNDA TURMA, julgado em 09/03/2010, DJe 28/02/2012. Disponível em: <https://ww2.stj.jus.br/revistaeletronica/ita.asp?registro=200601451399&dt_publicacao=28/02/2012>. Acesso em: 19/dez./2013.

_____. STF. Supremo Tribunal Federal. ARE 725315, Relator(a): Min. DIAS TOFFOLI, julgado em 27/02/2013, publicado em PROCESSO ELETRÔNICO DJe-042 DIVULG 04/03/2013 PUBLIC 05/03/2013. Disponível em: <<http://www.stf.jus.br/portal/jurisprudencia/listarJurisprudencia.asp?s1=%28%28725315%2ENUME%2E+OU+725315%2EDMS%2E%29%29+NAO+S%2EPRES%2E&base=baseMonocraticas&url=http://tinyurl.com/msd3c9t>>. Acesso em: 19/dez./2013.

_____. STF. Supremo Tribunal Federal. AI 739631, Relator(a): Min. MENEZES DIREITO, julgado em 04/08/2009, publicado em DJe-164 DIVULG 31/08/2009 PUBLIC 01/09/2009. Disponível em: <<http://www.stf.jus.br/portal/jurisprudencia/listarJurisprudencia.asp?s1=%28%28739631%2ENUME%2E+OU+739631%2EDMS%2E%29%29+NAO+S%2EPRES%2E&base=baseMonocraticas&url=http://tinyurl.com/ljt9p67>>. Acesso em: 19/dez./2013.

_____. STF. Supremo Tribunal Federal. ACO 876 MC-AgR, Relator(a): Min. MENEZES DIREITO, Tribunal Pleno, julgado em 19/12/2007, DJe-142 DIVULG 31-07-2008 PUBLIC 01-08-2008 EMENT VOL-02326-01 PP-00044 RTJ VOL-00205-02 PP-00537. Disponível em: <<http://www.stf.jus.br/portal/jurisprudencia/listarJurisprudencia.asp?s1=%28876%2ENUME%2E+OU+876%2EACMS%2E%29+%28%28MENEZES+DIREITO%29%2ENORL%2E+OU+%28MENEZES+DIREITO%29%2ENORV%2E+OU+%28MENEZES+DIREITO%29%2ENORA%2E+OU+%28MENEZES+DIREITO%29%2EACMS%2E%29&base=baseAcordaos&url=http://tinyurl.com/kud5fv2>>. Acesso em: 19/dez./2013.

_____. TJRS. Tribunal de Justiça do Estado do Rio Grande do Sul. Agravo de Instrumento Nº 70052160207, Terceira Câmara Cível, Tribunal de Justiça do RS, Relator: Rogerio Gesta Leal, Julgado em 21/03/2013. Disponível em: <http://www.tjrs.jus.br/busca/?q=Agravo+de+Instrumento+N%BA+70052160207%2C+&tb=jurisnova&pesq=ementario&partialfields=tribunal%3ATribunal%2520de%2520Justi%25C3%25A7a%2520do%2520RS.%28TipoDecisao%3Aac%25C3%25B3rd%25C3%25A3o%7CTipoDecisao%3Amonocr%25C3%25A1tica%7CTipoDecisao%3Anull%29&requiredfields=&as_q=>>. Acesso em: 19/dez./2013.

_____. TJRS. Tribunal de Justiça do Estado do Rio Grande do Sul. Agravo de Instrumento Nº 70057086902, Terceira Câmara Cível, Tribunal de Justiça do RS, Relator: Nelson Antônio Monteiro Pacheco, Julgado em 14/11/2013. Disponível em: <http://www.tjrs.jus.br/busca/?q=Agravo+de+instrumento+70057086902&tb=jurisnova&pesq=ementario&partialfields=tribunal%3ATribunal%2520de%2520Justi%25C3%25A7a%2520do%2520RS.%28TipoDecisao%3Aac%25C3%25B3rd%25C3%25A3o%7CTipoDecisao%3Amonocr%25C3%25A1tica%7CTipoDecisao%3Anull%29&requiredfields=&as_q=>>. Acesso em: 19/dez./2013.

_____. TJRS. Tribunal de Justiça do Estado do Rio Grande do Sul . Agravo de Instrumento Nº 70055786164, Quarta Câmara Cível, Tribunal de Justiça do RS, Relator: José Luiz Reis de Azambuja, Julgado em 02/10/2013. Disponível em: <http://www.tjrs.jus.br/busca/?q=Agravo+de+Instrumento+N%BA+70055786164%2C+&tb=jurisnova&pesq=ementario&partialfields=tribunal%3ATribunal%2520de%2520Justi%25C3%25A7a%2520do%2520RS.%28TipoDecisao%3Aac%25C3%25B3rd%25C3%25A3o%7CTipoDecisao%3Amonocr%25C3%25A1tica%7CTipoDecisao%3Anull%29&requiredfields=&as_q=>>. Acesso em: 19/dez./2013.

_____. TJRS. Tribunal de Justiça do Estado do Rio Grande do Sul. Agravo de Instrumento Nº 70024173858, Nona Câmara Cível, Tribunal de Justiça do RS, Relator: Odone Sanguiné, Julgado em 30/07/2008. Disponível em: <http://www.tjrs.jus.br/busca/?q=Agravo+de+Instrumento+N%BA+70024173858%2C&tb=jurisnova&pesq=ementario&partialfields=tribunal%3ATribunal%2520de%2520Justi%25C3%25A7a%2520do%2520RS.%28TipoDecisao%3Aac%25C3%25B3rd%25C3%25A3o%7CTipoDecisao%3Amonocr%25C3%25A1tica%7CTipoDecisao%3Anull%29&requiredfields=&as_q=>>. Acesso em: 19/dez./2013.

_____. TJSC. Tribunal de Justiça de Santa Catarina. Agravo de Instrumento n. 2007.011758-8, de Joinville, rel. Des. Volnei Carlin, j. 29-11-2007. Disponível em: <http://app.tjsc.jus.br/jurisprudencia/avancada.jsp?q=AGRAVO DE INSTRUMENTO - AÇÃO CIVIL PÚBLICA - MEIO AMBIENTE - EXTRAÇÃO E ENVASE DE ÁGUA MINERAL - AUSÊNCIA DE PRÉVIO ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL - SUSPENSÃO DA ATIVIDADE - EXEGESE DO ART. 225 DA CRFB&cat=acordao_&radio_campo=ementa&prolatorStr=&classeStr=&relatorStr=&datainicial=&datafinal=&origemStr=&nuProcessoStr=&categoria=acordao#resultado_ancora>>. Acesso em: 19/dez./2013.

_____. TJPR. Tribunal de Justiça do Paraná. - 5ª C.Cível - AC - 826091-7 - Cascavel - Rel.: Paulo Roberto Hapner - Unânime - - J. 06.03.2012. Disponível em: <<http://portal.tjpr.jus.br/jurisprudencia/j/11247176/Acórdão-826091-7>>. Acesso em: 19/dez./2013.

_____. TJPR. Tribunal de Justiça do Paraná. - 5ª C.Cível - AC - 636044-7 - Maringá - Rel.: José Marcos de Moura - Rel.Desig. p/ o Acórdão: Adalberto Jorge Xisto Pereira - Por maioria - - J. 16.08.2011. Disponível em: <<http://portal.tjpr.jus.br/jurisprudencia/j/11180724/Acórdão-636044-7>>. Acesso em: 19/dez./2013.

_____. TJPR. Tribunal de Justiça do Paraná. - 5ª C.Cível - AC - 417042-7 - Umuarama - Rel.: Leonel Cunha - Unânime - - J. 25.03.2008. Disponível em: <<http://portal.tjpr.jus.br/jurisprudencia/j/1660706/Acórdão-417042-7>>. Acesso em: 19/dez./2013.

_____. TJPR. Tribunal de Justiça do Paraná. - Órgão Especial - A - 988945-8/01 - Foro Central da Comarca da Região Metropolitana de Curitiba - Rel.: Miguel Kfoury Neto - Unânime - - J. 28.01.2013. Disponível em: <<http://portal.tjpr.jus.br/jurisprudencia/j/11401836/Acórdão-988945-8/01>>. Acesso em: 19/dez./2013.

_____. TRF4. AC nº 2000.70.08.001184-8, 3ª Turma, Relator Marga Inge Barth Tessler, publicado em 07/05/2003. Disponível em:

<http://www2.trf4.jus.br/trf4/controlador.php?acao=consulta_processual_resultado_pesquisa&txtValor=2000.70.08.0011848&selOrigem=PR&chkMostrarBaixados=S&selForma=NU&hdnRefId=102f84032ebe614af0ebe85787b3c64c&txtPalavraGerada=ByYD>. Acesso em: 06/out./2013.

_____. DIÁRIO DA REPÚBLICA. Disponível em: <<http://dre.pt/pdf1sdip/1993/06/143A00/33363356.pdf>>. Acesso em 22/dez./2013.

BUCUSSI, Alessandro A. Introdução ao conceito de energia. In: MOREIRA, Marco Antonio; VEIT, Eliane Angela (Coord.). *Textos de apoio ao professor de Física*. Porto Alegre: Ed. da UFRGS; Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, 2007.

BUENO, Silveira. *Minidicionário da Língua Portuguesa*. São Paulo: FTD, 2000.

BUTZKE, Alindo; ZIEMBOWICZ, Giuliano; CERVI, Jacson Roberto. *O direito ao ambiente ecologicamente equilibrado*. Caxias do Sul: Educs, 2006.

CAMARGO, Odilon A. et al. *Atlas eólico*: Rio Grande do Sul. Porto Alegre: SEMC, 2002.

COSTA, Carlos Magno Miqueri da. *Direito Urbanístico comparado: planejamento urbano: das Constituições aos Tribunais luso-brasileiros*. Curitiba: Juruá, 2009.

DI PIETRO, Maria Sylvia Zanella. *Direito Administrativo*. 15. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

DORST, Jean. *Antes que a natureza morra*. Coord. De Mário Guimarães Ferri. Trad. De Rita Buongermino. São Paulo: Blucher, 1973.

EISBERG, Robert; RESNICK, Robert. *Física quântica: Átomos, Moléculas, Sólidos, Núcleos e Partículas*. Trad. de Paulo Costa Ribeiro, Enio frota da Silva e Marta Feijó Barroso. 4. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1986.

EPE. Empresa de pesquisa energética. *Relatório BEN 2012*. Ministério de Minas e Energia. Governo Brasileiro, 2012. Disponível em: <<https://ben.epe.gov.br/BENRelatorioFinal2012.aspx>>. Acesso em: 9/abril/2013.

_____. *RELATÓRIO BEN 2011, Anexo III*. Disponível em: <<https://ben.epe.gov.br/BENRelatorioFinal2011.aspx>>. Acesso em: 7/ago./2012.

_____. *Resultados do pré-BEN 2012*. Disponível em: <<https://ben.epe.gov.br/BENResultadosPreliminares2012.aspx>> Acesso em: 7/ago./2012.

_____. *BEN 2013*. Disponível em: <https://ben.epe.gov.br/downloads/Síntese%20do%20Relatório%20Final_2013_Web.pdf>. Acesso em: 5/jul./2013.

FALADORI, Guillermo. *Limites do desenvolvimento sustentável*. Campinas: Ed. da Unicamp; São Paulo: Imprensa Oficial, 2001.

FAUSTINO, L. S. M. et al. *Tratamento de resíduo orgânico e produção de biogás*. Disponível em: <<http://www.abq.org.br/biocom/2009/trabalhos/-5-5457.htm>>. Acesso em: 5/jul./2013.

FIORILLO, Celso Antonio Pacheco. *Curso de Direito Ambiental brasileiro*. 8. ed. rev. atual. e ampl. São Paulo: Saraiva, 2007.

FIORILLO, Celso Antonio Pacheco; FERREIRA, Renata Marques. *Curso de Direito da Energia: tutela jurídica da água, do petróleo e do biocombustível*. São Paulo: Saraiva, 2009.

GEORGESCU-ROEGEN, Nicholas. *O decrescimento: entropia, ecologia, economia*. Apres. e org. Jacques Grinevald e Ivo Rens. Trad. de Maria José Perillo Isaac. São Paulo: Senac, 2012.

GOLDEMBERG, José; MOREIRA, José Roberto. Política energética no Brasil. *Estud. av.*, São Paulo, v.19, n.55, Dec. 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142005000300015&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 24/ Out./ 2013. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142005000300015>>. Acesso em 24/ Out./ 2013.

GUERRA, Sidney; GUERRA, Sérgio. *Curso de Direito Ambiental*. Belo Horizonte: Forum, 2009.

HINRICHS, Roger A.; KLEINBACH, Merlin; REIS, Lineu Belico dos. *Energia e meio ambiente*. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

IBGE. Instituto brasileiro de geografia e estatística. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=P13&uf=00>>. Acesso em: 20/jun./2013.

JONAS, Hans. *O princípio responsabilidade: ensaio de uma ética para a civilização tecnológica*. Trad. de Marijane Lisboa e Luiz Barros Montez. Rio de Janeiro: Contraponto: Ed. da PUC-Rio, 2006.

JONES, Phil. *Global Temperature Record*. Disponível em: <<http://www.cru.uea.ac.uk> com>. Acesso em: 16/abril/2013.

KELSEN, Hans. *Teoria pura do Direito*. São Paulo: M. Fontes, 1985.

KÖCHE, José Carlos. *Fundamentos de metodologia científica: teoria da ciência e iniciação à pesquisa*. 27. ed. Petrópolis: Vozes, 2010.

KOPPES, Steve. *How the first chain reaction changed science*. Disponível em: <http://www.uchicago.edu/features/how_the_first_chain_reaction_changed_science/>. Acesso em 3/jul./13.

LEFF, Enrique. Pensar a complexidade ambiental. In: LEFF, E. (coord.) *A complexidade ambiental*. Trad. Eliete Wolff. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2010. p. 15-64.

LIMA, André. *Zoneamento ecológico-econômico à luz dos direitos socioambientais*. Curitiba: Juruá, 2009.

LOPES, Teresa Ancona. *O Princípio da Precaução e evolução da responsabilidade civil*. São Paulo: Quartier Latin, 2010.

MACHADO, Paulo Affonso Leme. *Direito Ambiental brasileiro*. 19. ed. rev., atual. e ampl. São Paulo: Malheiros, 2011.

MALTHUS, Thomas. *Princípios de economia política: e considerações sobre sua aplicação prática*. São Paulo: Abril Cultural, 1983.

_____. *Ensaio sobre o Princípio da População*. Lisboa: Europa – América, 1999.

MAIO, Lecília. *Energias renováveis*. Disponível em: <<http://www.minerva.uevora.pt/odimeteosol/energias.htm>>. Acesso em: 10/out./2011.

MANZOLI, Carol Palma. Perspectivas para a regulamentação da nanotecnologia no Brasil: uma abordagem jurídico-ambiental sobre o conteúdo da análise de risco. *Revista de Direito Ambiental*. ano 14, n. 55, jul./set./2009.

MILARÉ, Édis. *Direito do ambiente*. doutrina, jurisprudência, glossário. 4. ed. rev., atual. e ampl. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2005.

MILLER JÚNIOR, G. Tyler. *Ciência ambiental*. Trad. de All Tasks. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

MMA. Ministério do meio ambiente. *Aproveitamento energético do biogás de aterro sanitário*. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/politica-nacional-de-residuos-solidos/aproveitamento-energetico-do-biogas-de-aterro-sanitario>>. Acesso em: 05/jul./13.

_____. Secretaria do Meio Ambiente. Disponível em: <http://www.sema.rs.gov.br/conteudo.asp?cod_menu=4&cod_conteudo=7745>. Acesso em: 04/jul./2013.

_____. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/clima/energia/energias-renovaveis/energia-eolica>>. Acesso em: 17/out./2013.

_____. Resolução Conama 06/88. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=70>>. Acesso em: 06/jan./2014.

_____. Resolução Conama 264/99. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=262>>. Acesso em 06/jan./2014.

MONTIBELLER-FILHO, Gilberto. Movimento ambientalista e desenvolvimento sustentável In: MONTIBELLER-FILHO, Gilberto (coord.). *O mito do desenvolvimento sustentável: meio ambiente e custos sociais no moderno sistema produtor de mercadorias*. 3. ed, rev. e atual. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2008. p. 35-64.

MOREIRA NETO, Diogo de Figueiredo. Limites aplicativos do Princípio da Precaução em matéria ambiental. In: (Coord.) MARQUES, Claudia Lima; MEDAUAR, Odete; SILVA, Solange Teles da. *O novo Direito Administrativo, Ambiental e Urbanístico: estudos em homenagem á Jacqueline Morand-Deville*. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2010. p. 300-312.

MOTA, Suetônio. *Urbanização e meio ambiente*. Rio de Janeiro: Abes, 2003.

MUKAY, Toshio. *Direito Urbano-Ambiental brasileiro*. 2.ed., rev., atual. e ampl. (de acordo com o Estatuto da Cidade – Lei 10.257/01 – e com o Novo Código Civil – Lei 10.406/02). São Paulo: Dialética, 2002.

NOAA. National Oceanic and Atmospheric Administration. Disponível em: <<http://www.planetseed.com/pt-br/relatedarticle/co2-e-mudanca-de-temperatura>>. Acesso em: 16/abr./2013.

OLIVEIRA, Maurício. Lixo: aqui era o maior lixão do mundo. *VEJA*, São Paulo: Abril, ano 43, Ed. Especial, dez./2010.

ONU. Organização da Nações Unidas. *Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento*. Disponível em: <<http://www.onu.org.br/rio20/img/2012/01/rio92.pdf>>. Acesso em: 18/mar./2012.

_____. *Declaração de Estocolmo*. Disponível em: <<http://www.onu.org.br/rio20/img/2012/01/estocolmo1972.pdf>>. Acesso em: 14/out/2013.

OST, François. *A natureza à margem da lei*. Lisboa: Instituto Piaget, 1995.

PIANEZZOLA, Gilberto. *Mapas de complementaridade dos potenciais solar e eólico no Estado do Rio Grande do Sul*. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/7608/000549565.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 20/out./2013.

PIRES, Hindemburgo Francisco. *Imagens e história na internet: os bondes, patrimônio brasileiro*. Disponível em: < <http://www.ub.edu/geocrit/aracne/aracne-156.htm> >. Acesso em: 22/dez./2013.

PORTO-GONÇALVES, Carlos Walter. *A globalização da natureza e a natureza da globalização*. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2006.

PNUD. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. Disponível em: <<http://www.pnud.org.br/odm/index.php>>. Acesso em: 07/out./2011.

RECH, Adir Ubaldo. *Direito Urbanístico: fundamentos para construção de um plano diretor sustentável na área urbana e rural*. Caxias do Sul: Educs, 2010.

_____. *Direito e Economia Verde*, Caxias do Sul: EDUCS. 2011.

RECH, Adir Ubaldo; RECH, Adivandro. *Zoneamento ambiental como plataforma de planejamento da sustentabilidade: instrumentos de uma gestão ambiental, urbanística e agrária para o desenvolvimento sustentável*. Caxias do Sul: EDUCS, 2012.

RESNICK, Robert; RESNICK, Robert. *Física*. Trad. de Adir Luciano Leite Videira. 4ªed. Rio de Janeiro: LTC, 1984.

RODRIGUES, Isabel Nader. Desenvolvimento sustentável. In: RECH, Adir Ubaldo; BUTZKE, Alindo e GULLO, Maria Carolina(Org.). *Direito, economia e meio ambiente: olhares de diversos pesquisadores*. Caxias do Sul. Educs, 2012. p. 147-172.

ROMÃO, F. L.; RIBEIRO, A. S.; ROMÃO, L. P. C. A crise ambiental analisada a partir do Princípio de Incerteza de Heisenberg e do conceito de paradigma de Thomas Khun. *Revista Scientia Plena*, v 7, n. 11, 2011. Disponível em: <<http://www.scientiaplenu.org.br/ojs/index.php/sp/article/viewFile/374/357>>. Acesso em: 21/nov./2013.

SACHS, Ignacy. *Caminhos para o desenvolvimento sustentável*. 2. ed. Rio de Janeiro: Garamond, 2002.

SACHS, Ignacy. *A energia do amanhã*. Entrevista à Carta Verde em 14/out./2009. p. 54. Disponível em: <http://www.nossofuturoroubado.com.br/arquivos/dezembro_09/paradigma.html>. Acesso em: 10/out./2012.

SARLET, Ingo Wolfgang. *Estado Socioambiental e direitos fundamentais*. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2010.

SEMA. Secretaria do Meio Ambiente. Disponível em: <http://www.sema.rs.gov.br/conteudo.asp?cod_menu=4&cod_conteudo=7745>. Acesso em: 04/jul./2013.

SERRANO, E. et al. Nanotechnology for sustainable energy. *Renew Sustain Energy Rev*. 2009, doi:10.1016/j.rser.2009.06.003.

SILVA, José Afonso. *Direito Ambiental Constitucional*. 9. ed., atual. São Paulo: Malheiros, 2011.

_____. *Direito Urbanístico brasileiro*. 5. ed. rev. e atual. São Paulo: Malheiros, 2008.

SILVA, Maria Amélia Rodrigues da. Economia dos Recursos Naturais. In: MAY, Peter; LUSTOSA, Maria Cecília; VINHA, Valéria da (Org.). *Economia do meio ambiente: Teoria e prática*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

STEMAC ENERGIA. Disponível em: <<http://www.stemacenergia.com.br/gas-de-aterros-sanitarios>>. Acesso em: 05/jul./2013.

VIVIEN, Franck-Dominique. *Economia e ecologia*. Trad. de Virgília Guariglia. São Paulo: Senac, 2011.

WWF. WORLD WIDE FUND FOR NATURE. *Relatório Planeta Vivo 2012 – a caminho da Rio + 20*. p. 15. Disponível em: <http://d3nehc6yl9qzo4.cloudfront.net/downloads/relatorio_Planeta_vivo_sumario_rio20_final.pdf>. Acesso em 15/dez./2012.

YOSHIDA, Consuelo Yatsuda Moromizato. Mudanças climáticas, Protocolo de Quioto e o Princípio da Responsabilidade Comum, mas diferenciada: a posição estratégica singular do Brasil: alternativas energéticas, avaliação de impactos, teses desenvolvimentistas e o papel do Judiciário. In: *Congresso Internacional de Direito Ambiental*, 12., 2008; São Paulo. *Anais...* São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2008. 2v.

ZAFFARONI, Eugenio Raúl. La Pachamama y el humano. In: ACOSTA, Alberto; MARTÍNEZ, Esperanza. *La naturaleza con derechos: de la filosofía a la política*. Quito: Ediciones Abya-Yala, 2011. p 25-139.