

O NEXO: ENERGIA E SUSTENTABILIDADE – UMA ABORDAGEM CONGRUENTE E CONTRADITÓRIA.

Roberto José Almeida de Pontes¹

RESUMO

As relações existentes entre as necessidades que envolvem o crescimento econômico e a preservação dos estoques dos recursos naturais, onde, o primeiro é movido pela geração de energia e, o segundo, absorve a condição fundamental de preservação do planeta, em particular dos seres vivos têm provocado a existência de conflitos de interesses. Este ensaio busca distinguir tais necessidades – congruente e contraditória, simultaneamente. Neste sentido, a identificação de tipos e formas de geração eficiente de energia, de um lado; e, do outro, a distinção dos serviços ecossistêmicos por meio dos Recursos Naturais existentes; ainda, complementarmente, buscar validar proposituras que harmonizem os interesses do homem e os do Meio Ambiente se fazem imprescindíveis. Utilizou-se para a construção desses escritos, o apoio na literatura científica do tema; ampla pesquisa documental para fins de levantamentos de dados e informações, para fins de delineamento das motivações e consequências dos interesses envolvidos. Ao final, restou claro que, o uso e não uso dos Recursos Naturais para fins de produção de energia carece de atenções e cuidados para que, a busca do bem-estar e a qualidade de vida, não finde por inviabilizar a existência da vida no planeta Terra, pelo menos, da forma como a conhecemos.

Palavras-chave: Sistemas Antrópico e Natural; Energia; Sustentabilidade.

ABSTRACT

The existing relationships between needs that involve economic growth and the preservation of natural resource stocks, where the former is driven by the generation of energy, and the second, absorbs the fundamental condition of preservation of the planet, in particular living beings have conflicts of interest. This essay seeks to distinguish such needs - congruent and contradictory simultaneously. In this sense, the identification of types and forms of efficient energy generation, on the one hand; and, on the other hand, the distinction of ecosystem services through existing Natural Resources; yet, complementarily, seek to validate proposals that harmonize the interests of man and those of the Environment become essential. It was used for the construction of these writings, the support in the scientific literature of the subject; extensive documentary research for the purposes of data and information surveys, in order to delineate the motivations and consequences of the interests involved. In the end, it was clear that the use and non-use of Natural Resources for the purposes of energy production needs attention and care so that the pursuit of well-being and quality of life does not end up by making the existence of life in planet Earth, at least as we know it.

Keywords: Anthropic and Natural Systems; Energy; Sustainability.

¹ Professor do Centro Universitário Sete de Setembro, Fortaleza-Ceará e, outras instituições de ensino nos níveis de graduação e pós-graduação lato sensu e stricto sensu. E-mail: prof.robertopontes@gmail.com.

1. INTRODUÇÃO

Desde a antiguidade, a humanidade identifica quatro elementos primordiais: água; terra; fogo e ar. Destes, em princípio, o fogo representa o componente não-vital, seu domínio conduziu a humanidade a profundas transformações – diferenciação da relação entre o Meio ambiente e o ser humano; padrão de comportamento pessoal; grupal; e, meios bióticos e abióticos; além de senso de segurança. Neste sentido, o homem tornou-se seu dependente, como fator de encaminhamento de solução para seus problemas fundamentais para sua existência terrena. A seguir, o elemento água se faz presente, vital componente constituinte da vida humana, quer para suas necessidades da satisfação de sede e alimentos, ou como coadjuvante fundamental nos mais diversos processos de transformação para a geração de bens necessários à vida e bem-estar, inclusive, na geração de energia.

O ar, elemento fundamental para a maioria dos seres bióticos, representa para o ser humano papel integrativo no ele do processo de combustão. Portanto, identifica-se como imprescindível, desde o cozimento de alimentos; respiração; e meio comburente de mecanismos os mais diversos destinados à satisfação da vida como a conhecemos. A terra incorpora-se aos demais primordiais, nas Ciências Econômicas, como fator de produção e representação de referência de valor.

As atenções, no presente ensaio, dirigem-se para o nexos existente entre a Energia e Sustentabilidade, tendo como elo de abordagem os Recursos Naturais; os aspectos da sobrevivência dos seres vivos; e os componentes dos diversos processos de geração de energia. Entretanto, ressalte-se o Meio Ambiente sob a ótica da Economia, imprescindível como ‘administradora da casa’, segundo sua etimologia.

O Crescimento X Desenvolvimento Econômico apresenta-se como cenário amplo destes escritos, considerando que, o primeiro se incorpora a ideia da produção de energia; e o segundo, a percepção do ser humano e seu bem-estar social, qualidade de vida etc. ofertados

pelos Serviços Ecossistêmicos propiciado pelo Meio Ambiente sustentável. Assim, a provocação ao bom-senso; à coerência e aos valores, surge como uma questão de ordem: poderá existir equilíbrio; o nexo entre a necessidade de produção de energia para o crescimento econômico, sem prejuízo da sustentabilidade com preservação dos serviços ecossistêmicos naturais, indispensáveis à vida?

Neste contexto, distinguir tal nexo poderá ensejar a compreensão e adoção de medidas que visem, o crescimento econômico, de certa forma, precursor do desenvolvimento econômico e a necessidade de harmonizar os interesses dos Ecossistemas e seres vivos. Ainda, com objetivos de dar resposta a instigante propositura deste ensaio, a identificação das diversas formas de geração eficiente de energia; a distinção dos serviços ecossistêmicos afetados pelos equipamentos geradores de energia para fins de crescimento econômicos. Complementarmente, a necessidade de validar possíveis proposituras visando identificar e alcançar uma zona de equilíbrio entre as partes consideradas em meio à sustentabilidade, se faz imperativa.

2. ASPECTOS TEÓRICOS

2.1. SUSTENTABILIDADE

O sistema econômico converte-se no meio de abordagem entre as relações humanas e o Meio ambiente, analisando as consequências das ações antrópicas sobre este último. A propositura guarda em si, a possibilidade de identificar a origem e natureza de tais problemas e suas soluções, na perspectiva de se antever preservações e, ou correção de danos ambientais; além de possibilitar avaliar os ganhos para a sociedade em termos de disponibilidade de recursos energéticos como insumos para o crescimento econômico etc.

Segundo afirma Tietenberg (2006) a relação homem-natureza dar-se no mundo natural, ou seja, as funções inerentes à produção, distribuição e consumo estão postas em tal ambiente, onde este é o provedor de matéria-prima e energia. Para tanto, o sistema antrópico se utiliza

de tais recursos para manter seu sistema funcionando. Tal mecanismo tem sido chamado de Economia dos Recursos Naturais para identificar a natureza como provedor e o sistema como demandador, ainda, o fluxo de resíduos gerados é tratado pela Economia Ambiental.

Ao se considerar os recursos naturais, distinguimos os ditos renováveis dos não-renováveis, entende-se o primeiro como os que crescem no tempo biológico; e os segundos os que desaparecem após seus usos. A percepção, clara e ciente, de tais características estão inseridas, quaisquer que sejam, na dimensão temporal, e assim, sujeitos a relação de uso *versus* tempo no contexto de suas disponibilidades.

É evidente o arcabouço da Sustentabilidade da relação uso e tempo, assim definida como o equilíbrio entre as alocações realizadas no tempo presente e a o estoque que deve ser mantido para o futuro. Para Tietenberg, *op. cit.* (2006) a Sustentabilidade é o uso dos recursos (mesmo os recursos exauríveis) sem perder a garantia dos interesses das gerações futuras sejam protegidos. Em um corolário embute o conceito de que o sistema antrópico fosse excessivamente explorador no presente; ou excessivamente conservador no futuro.

2.2. RESPONSABILIDADE SOCIAL E AMBIENTAL

A conjunção entre a Responsabilidade Social e a Responsabilidade Ambiental está explícita, pois, a primeira contextualiza as ações das empresas no contexto social. A literatura aponta que tais presenças se deram pela falência do Estado em seu papel de provedor e mantenedor das necessidades de seus cidadãos, em especial, quando o foco se encontra na escassez do trabalho e geração de renda, surgindo, assim, o que conhecemos como Responsabilidade Social Corporativa (SCHROEDER e SCHROEDER, 2004).

Nas vertentes apontadas, as corporações assumem ações de desenvolvimento de programas de relações com seus colaboradores; serviço ao público; defesa do consumidor; assistência médica e educacional; cultura e recreação, dentre outras (MEGGINSON; MOSLEY; PIETRI JR.,1998).

Em outro aspecto, não menos relevante, o paradigma de que as empresas ao assumirem a Responsabilidade Social, sublimando as tradicionais de provedoras de bens e serviços, estariam, em outro plano, assumindo o papel de garantidora do bem-estar social e do bem-comum. A Responsabilidade Ambiental converge para os pensares do filósofo norueguês Arne Naess naquilo que expressou como “Ecologia Profunda” – seres humanos são partes do mundo e as opções que fizermos trará consequências que sublimarão além de nós; em contraponto à “Ecologia Superficial” – o meio ambiente deve ser preservado, apenas, na perspectiva de sua relevância para o sistema antrópico.

Segundo a Comunidade Europeia (CE) - Resolução Legislativa do Parlamento Europeu e do Conselho da União Europeia (UE), a Responsabilidade Ambiental observa os danos ambientais oriundos das atividades profissionais, onde se possa estabelecer umnexo-causal direta ou indiretamente causados aos serviços ecossistemas oriundos de aquíferos; solo; vegetação; clima etc., indistintamente, que possam potencializar riscos importantes ao ser humano e sistemas bióticos e abióticos DIRECTIVA 21/CE (2006). Ainda, Young (2004) afirma que as entidades empresariais guardam em si participação direta no equacionamento e soluções dos problemas socioambientais, na medida que, dispõem de recursos financeiros, tecnológicos e habilidade política para tal, podendo, desenvolver iniciativas para si e outros.

3. ENERGIA

Na composição do processo de geração de energia, os quatro elementos primordiais: água; terra; fogo e ar são determinantes, quaisquer que sejam suas tecnologias de produção.

3.1 TIPOS E FONTES

Os complexos regimes de geração de energia incorporam fontes de diversas procedências, transformação, armazenamento e uso, desde combustíveis fósseis como Petróleo e seus derivados; Nuclear por meio de fissão; carvão mineral bruto de diferentes tipos; vento; água

etc. e, as chamadas fontes alternativas, tais como: eólica; fotovoltaica etc., todas na perspectiva de gerar potência impulsionadora do crescimento econômico.

Enfim, as necessidades humanas de energia são satisfeitas por meio da Energia Elétrica, com suas fontes primárias: as termelétricas; nucleares; hidroelétricas. Neste sentido, estão incorporadas à produção de bens e serviços. Assim, aprendemos a associar energia à prosperidade e ao bem-estar, portanto, faz-se imperativo o entendimento de como essa geração ocorre e suas fontes. Ainda, há a prevalência de uso de centrais energéticas que utilizam fontes não-renováveis em cerca de 80%, em especial, com usos de carvão mineral, o gás natural, o petróleo e o urânio. Nos países desenvolvidos, como China e EUA as termelétricas e nucleares são as mais utilizadas (MMA, 2017).

O Quadro 01 apresenta as fontes de energia utilizadas na atualidade no Brasil e no mundo.

Quadro 01 – Tipos de Usinas como fontes de geração de energia

<p>Termelétricas - baseado na conversão de energia térmica em energia mecânica e desta, através de processos eletromagnéticos, em energia elétrica. Utiliza água para os processos de geração de vapor e resfriamento.</p>	<p>Movidas por fontes não-renováveis: carvão mineral; gás natural; diesel; derivados do petróleo; ainda, fontes renováveis, como; bagaço de cana; palha de arroz; carvão vegetal; biomassa: avicultura ou suinocultura etc.</p>
<p>Nucleares - produz energia elétrica de forma semelhante a uma termelétrica convencional. Diferença: utiliza o calor da fissão (divisão) de átomos de urânio-235 (O número 235 significa que ele tem 92 prótons e 143 nêutrons no núcleo), em vez de a água aquecida produtora de vapor para propulsão de turbinas.</p>	<p>Processo - o átomo de urânio-235 é bombardeado com um nêutron externo de velocidade relativamente baixa (os nêutrons térmicos), que incorpora esse nêutron ao seu núcleo, tornando-o “instável”, dividindo-o em elementos químicos mais leves em outros nêutrons, resultando na liberação de grandes quantidades de energia.</p>
<p>Hidrelétricas – produz energia (medida em MWh) depende de duas variáveis: o volume de água do rio e a diferença de nível entre o reservatório e o rio depois da barragem.</p>	<p>Impulsionada pelas correntezas dos rios. Consiste na transformação da energia cinética pelo deslocamento de grandes massas de água em energia mecânica e, desta, por processos eletromagnéticos, em energia elétrica.</p>
<p>Eólica - produz energia através da força dos ventos captados por hélices ligadas a uma turbina que aciona um gerador elétrico acoplado aos seus aerogeradores.</p>	<p>Abundante, renovável, limpa e disponível em muitos lugares. Criada pela necessidade de desenvolvimento de fontes alternativas para a produção de energia elétrica, buscando diminuir a dependência do petróleo e do carvão.</p>
<p>Solar – gera energia tendo por meio de fonte primária proveniente do Sol. Tipos, segundo a finalidade: Térmica e Fotovoltaica.</p>	<p>Solar térmica - utiliza coletores solares que captam a energia do sol e a transferem para a água, dispensando ou reduzindo a necessidade de uso de aquecedores e chuveiros elétricos.</p>

	<p>Solar fotovoltaica: coletada por meio de lâminas ou painéis chamados fotovoltaicos recobertos com material capaz de capturar a radiação solar e gerar energia elétrica, podendo ser utilizada diretamente ou armazenada em baterias para uso nos horários em que não haja sol.</p>
--	--

Fonte: MMA, 2017.

3.2 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Convém trazer ao debate, a questão consumo *versus* desperdício, pois estimativas do setor elétrico, apontam que o consumidor, em média, desperdiça 10% da energia fornecida, considerando usos ineficientes de eletrodomésticos e, ou hábitos inadequados, quer por conscientização; pelo impacto financeiro das contas de consumo de energia; ou, pelas penalidades impostas pelas companhias distribuidoras ou órgão reguladores, o fato é que, verifica-se queda no consumo de forma voluntária, antes compulsória.

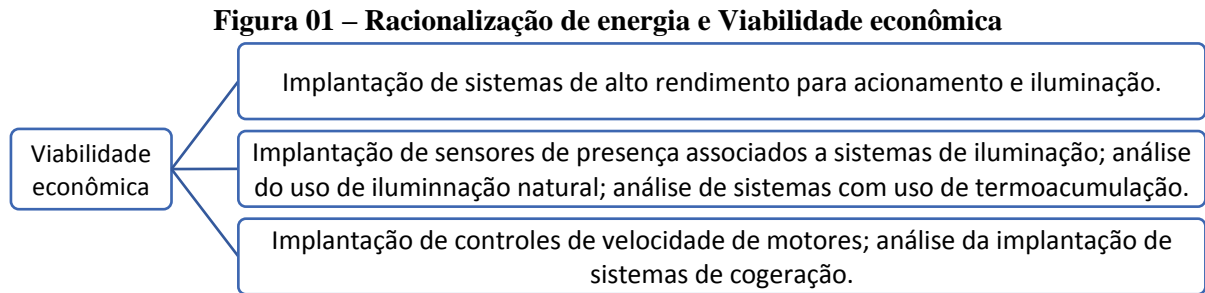
O advento da Lei no 10.295 de 17.10.2001, observa a eficiência energética dos equipamentos que consomem eletricidade ou combustíveis no Brasil, deve atender aos índices mínimos de eficiência energética ou níveis máximos de consumo de energia definidos. Para tanto, o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), conduzido do Instituto Nacional de Metrologia e Normalização Industrial (INMETRO), efetua certificação de equipamentos quanto ao consumo energético. Desta feita, insere-se a Primeira Lei da Termodinâmica, conhecida como Lei da Conservação de Energia devida aos cientistas Joule e Meyer (1840) que trata os balanços energéticos, ou em outros termos, os fluxos energéticos n_{energ} , vinculando consumo energético e efeito energético útil (UNIFEI, 2006).

Segundo a Conservação de Energia: Eficiência energética (EE) de Equipamentos e Instalações UNIFEI, *op. cit.* (2006) possui quatro níveis: eficiência da extração de energia primária; eficiência da conservação de energia primária em secundária; distribuição de energia aos usuários; e, eficiência em conservação em serviços. Dos níveis citados, ressaltam-se, quanto à economia de energia os que tratam da eficiência da conservação e

conversão. Portanto, EE se refere, tecnicamente, a geração de energia por unidade de energia fornecida ao sistema (ANDERSON, 1993).

3.3 VIABILIDADE ECONÔMICA

As análises de Racionalização de Energia e de Viabilidade Econômica são convergentes, uma vez que, uma e outra se completam.



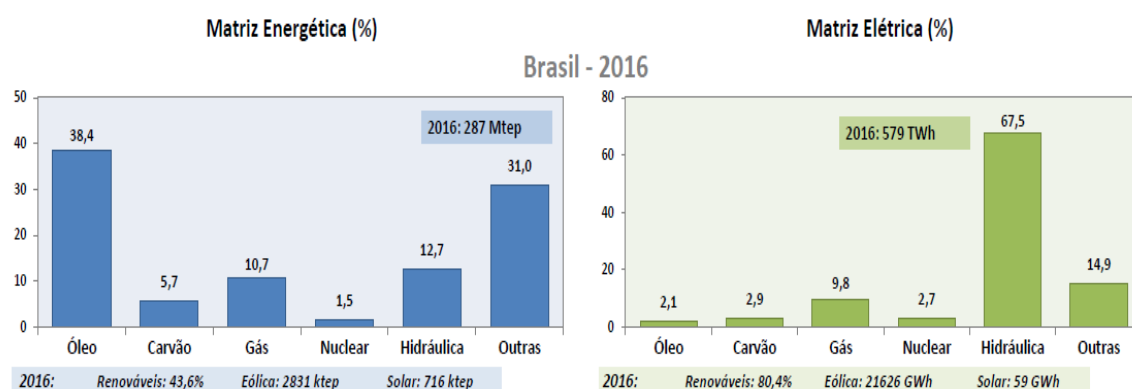
Fonte: (ANDERSON, 1993), adaptado.

A criação de unidades geradoras de energia, quaisquer que sejam, tipos e locais, com em quaisquer investimentos, deve passar pelas análises de investimentos para que, possa-se observar os retornos desejados, considerando um mínimo de atratividade, conhecida com Taxa Mínima de Atratividade (TMA). Em geral, dentre outras vertentes, estudam-se alternativas ditas ‘mutuamente excludentes’ e do outro, as expectativas de ‘economicidade’ da alternativa considerada. Outro indicador relevante, a ser considerado é o tempo de retorno do investimento o *Payback*; Valor Anual Líquido (VAL) aponta alternativas mutuamente excludentes; a Taxa Interna de Retorno (T.I.R.) objetiva encontrar a taxa que possibilitará ‘zerar’ o Valor Presente Líquido (VPL), dentro do período temporal estipulado; e, a movimentação dos fluxos de encaixe e desencaixa para um data convencionada, em geral, a data presente dos fluxos de investimentos. Ainda, a Demonstração de Fluxo de Caixa (DFC) para a previsibilidade de entrada/saída dos fluxos financeiros, geridos pelo Regime de Caixa. Ao final, pode-se decidir a viabilidade econômica do empreendimento.

3.4 REGIÕES PRODUTORAS E APARELHOS DE GERAÇÃO

As condições naturais e técnicas de implantação de infraestrutura de geração de energia; a desigualdade das atividades econômicas inter-regionais brasileiras e suas demandas energéticas associadas, criou o cenário brasileiro exposto na matriz energética apresentada por meio do Balanço Energético Nacional (MME, 2017).

Figura 02 - Fontes Energéticas², em números percentuais.



Fonte: BRASIL. Ministério das Minas e Energia - Balanço Energético Nacional, 2017 (ano-base: 2016).

O Boletim Mensal da Produção de Petróleo e Gás Natural (dados desagregados) reforça as desigualdades distributivas na geração e distribuição de energia, portanto, restou evidenciado a concentração da produção nacional, conforme a Tabela 01, a seguir.

Tabela 01 – Produção Nacional de Petróleo, instalações com maior produção de petróleo (bbl/d). Ano-base: 2019, abril.

Instalação	Petróleo (bbl/d)	Gás natural (Mm ³ /d)	Produção (boe/d)	Nº poços produtores
FPSO - MARICÁ	148.227	4.993	179.635	7
FPSO - SAQUAREMA	141.659	5.897	178.749	6
FPSO - ILHA BELA	141.234	5.689	177.015	6
FPSO - MANGARATIBA	140.165	7.761	188.982	6
PETROBRAS 66 (P-66)	135.073	5.280	168.284	7
FPSO - ITAGUAÍ	118.204	6.167	156.994	5
FPSO - PARATY	114.280	4.223	140.843	6
PETROBRAS 58	108.959	3.653	131.933	12
FPSO - SÃO PAULO	101.563	4.240	128.230	6
FPSO - CAMPOS DOS GOYTACAZES	101.407	1.185	108.861	7
PETROBRAS 74 (P-74)	85.807	3.169	105.740	4
PETROBRAS 69	75.099	2.799	92.703	3
PETROBRAS 52	71.989	1.415	80.889	16

² Fontes Energéticas - Óleo: Petróleo e seus derivados; Carvão: Carvão mineral bruto. Gás: Gás Natural; Hidráulica. Outras: Biomassa, Biodiesel, Eólica, Solar, Geotérmica, Outras Renováveis (Marés, Ondas etc.) e “Outras”. Não-Renováveis (Gás Industrial etc.). Renováveis: É o resultado da soma de “Hidráulica” e apenas as fontes renováveis de “Outras”. Solar: Térmica e Fotovoltaica (IBGE, 2016).

PETROBRAS 40	66.843	1.149	74.071	16
PETROBRAS 57	51.076	421	53.727	17
FPSO PIONEIRO DE LIBRA	41.224	2.783	58.730	1
PETROBRAS 55	41.205	715	45.704	12
PETROBRAS 53	40.514	719	45.034	14
PETROBRAS 51	37.724	607	41.540	12
PETROBRAS 56	36.927	807	42.001	10
PETROBRAS 43	36.687	648	40.762	18
FPSO - ANCHIETA	35.673	1.334	44.061	5
PEREGRINO A	34.009	57	34.368	14
PETROBRAS 75 (P-75)	33.785	1.182	41.223	2
PETROBRAS 54	33.488	456	36.355	11
FPSO CAPIXABA	31.599	682	35.891	5
FPSO - NITEROI	29.402	457	32.279	6
PETROBRAS 67 (P-67)	29.089	888	34.674	1
FPSO ESPIRITO SANTO	27.331	270	29.033	19
PETROBRAS 76	24.550	944	30.485	1

Fonte: (ANP, 2019)

Segundo a Agência Nacional de Energia (ANEEL), existem 7.442 empreendimentos em operação de geração de energia, produzem cerca de 165.473.621 KW, e previsão, para os próximos anos, adição de 21.047.782 kW na capacidade de geração, ver Tabela 02.

Tabela 02: Capacidade de Geração de Energia do Brasil (2019)

Empreendimentos em Operação					
Tipo	Qtde.	Potência Outorgada (kW)	Potência Fiscalizada (kW)	%	Legenda
CGH	704	718.473	718.287	0,43	Central Geradora Hidrelétrica
CGU	1	50	50	0	Central Geradora Undi-elétrica
EOL	614	15.099.289	15.063.893	9,1	Central Geradora Eólica
PCH	426	5.271.999	5.228.426	3,16	Pequena Central Hidrelétrica
UFV	2.474	2.106.239	2.103.239	1,27	Central Geradora Solar Fotovoltaica
UHE	217	102.532.178	99.922.634	60,39	Usina Hidrelétrica
UTE	3.004	41.957.521	40.447.092	24,44	Usina Termelétrica
UTN	2	1.990.000	1.990.000	1,2	Usina Termonuclear
Total	7.442	169.675.749	165.473.621	100	

Fonte: ANEEL, 2019.

Uma vez abordadas os aparelhos e tipos de geração de energia, faz-se necessária as análises relativas às localidades, bem como, os impactos causados ao Meio Ambiente e comunidades no entorno das mesmas.

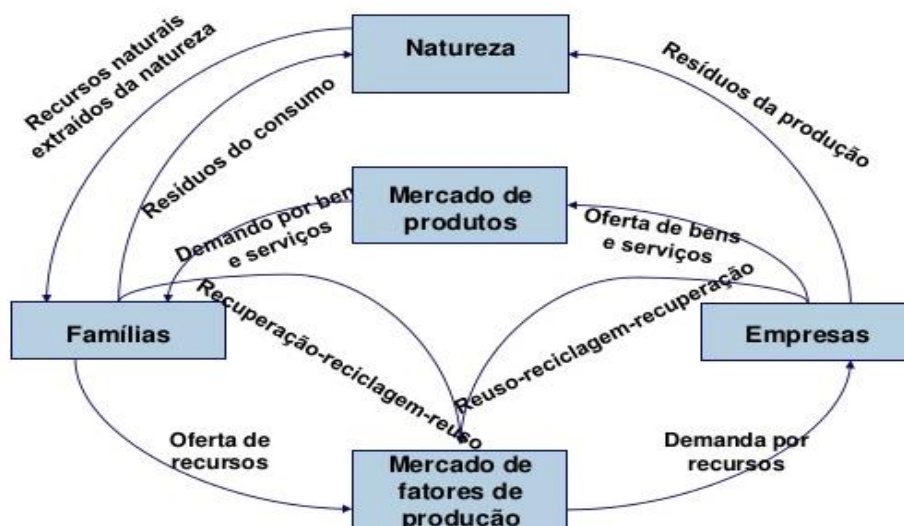
4. MEIO AMBIENTE

Ao final da segunda década do Século XXI, inegavelmente, a grande maioria da humanidade reconhece o desafio da preservação dos recursos naturais. Nesta perspectiva, devemos reconhecer o *trade-off* entre o crescimento econômico e a qualidade ambiental. Entretanto, percebemos e entendemos que, não devemos perseguir a utopia, em tempos pós-

contemporâneos de termos Ar perfeitamente puro; água plenamente límpida para o nosso consumo. Porém, não há como abdicar da atenção com o crescimento econômico, sem a devida e obrigatória preocupação com o futuro do planeta e dos seres que nele habitam.

A leitura dos fluxos econômicos, reais e monetários, do Modelo de Fluxo Circular que ilustra a atividade econômica por meio dos mercados de fatores e de produtos, notamos que, o Meio ambiente não é contemplado em uma perspectiva clara e objetiva. Entretanto, os elementos contidos no meio Natural são participantes em quaisquer análises, pois, aspectos como: seca; enchentes; terremotos são fenômenos devidos ao Sistema Natural e, portanto, participantes e influentes nos fluxos econômicos. A seguir, apresentamos o Modelo de Fluxo de Balanço de Materiais para clarear a compreensão desta abordagem, para fins, inclusive de demonstração das conexões entre as iniciativas de tomadas de decisões nas vertentes econômicas e ambiente natural.

Figura 03 - Modelo de Fluxo de Balanço de Materiais



Fonte: Keneese; Ayres; e D'Arge, 1970.

A integração entre os dois fluxos – o Circular da Renda e o Balanço de Materiais encapsulam informações, conhecimentos teóricos e empíricos para todos os *players*, ditos agentes econômicos. Nestes termos, todos devem reconhecer pontos relevantes da relação

econômica com o Meio Ambiente, que os recursos naturais transformados pela atividade econômica acarretam consumo do estoque dos recursos naturais; produção de resíduos e potenciais degradações no ambiente. Mesmo que se considere a recuperação, a reciclagem de materiais, o processo será interrompido, cedo ou tarde (THOMAS e CALLAN, 2010).

Ainda, há equívoco se pensar que matéria e energia não podem ser destruídas, parecendo crer que o fluxo de materiais pode acontecer de forma indefinida, o que não é verdade. Apoia-se tal afirmativa na segunda Lei da Termodinâmica' - capacidade da natureza para converter matéria e energia, porém, esta não é ilimitada, pois, sabe-se que, no processo de conversão em energia parte dela se torna inutilizável, embora, possa-se dizer que, ainda, exista, para tanto, podemos afirmar que, tais leis demonstram as perspectivas dos problemas ambientais e suas relações com as atividades econômicas e Sustentabilidade.

4.1. SISTEMA ANTRÓPICO *VERSUS* SISTEMA NATURAL - AS FRONTEIRAS ENTRE O HOMEM E A NATUREZA

Em uma ótica generalista, podemos afirmar que, produtores e consumidores são guiados pelos seus próprios interesses. Em outros termos, os mercados fornecem mercadorias e serviços, produtores e consumidores, que buscam solucionar o clássico problema da escassez, acaso havendo quaisquer ineficiências, utilizam-se do mecanismo da formação de preços, assim, ambos buscam tomar decisões que otimizem o bem-estar da sociedade, obviamente, excluídas as intervenções do governo. Porém, a questão da atividade econômica gera danos potenciais ao Meio Ambiente, neste ponto, ressurge a indagação: porque a oferta de bens e serviços implica em poluição, ou em outros termos, dano ambiental? Neste diapasão, por que o mercado é incapaz de reagir e solucionar tal questão? Em busca de tais respostas, deparamo-nos com aquilo que conhecemos de 'falhas de mercado'. Ou seja, os problemas ambientais são decorrentes da corrupção das premissas de um mercado perfeito (THOMAS e CALLAN, op. cit., 2010).

No bojo das análises invocadas, as Falhas de mercado, apresentam dois modelos, a serem apreciados. O primeiro versa sobre a qualidade ambiental que possui características de bens públicos³; e o segundo, apropria o conceito intrínseco da Teoria da Externalidades. Aqui, trataremos do segundo modelo – Externalidades. Primariamente, admitamos externalidade como uma consequência associada ao consumo ou produção que alcança um terceiro, fora do mercado, ou em outras palavras, a produção do bem ou consumo gera danos ambientais fora das transações de mercado. Pode-se dizer que, quando o preço, principal agente no equilíbrio de mercado, deixa de refletir todos os custos e benefícios de uma transação de mercado, atingindo a um terceiro, pode-se afirmar que houve algo denominado ‘Externalidade’. No caso, sobre o efeito da Externalidade gerar custo, configura-se com Externalidade Negativa; caso oposto, gerar efeitos benéficos, diz Externalidades Positivas. No contexto das Externalidade Ambientais temos uma premissa básica e irrevogável, o preço não incorpora todos os benefícios e custos decorrentes do consumo e produção, torna-se ineficiente em sua meta de traduzir seus elementos de causa e efeito, portanto, haverá o que se caracteriza como falha de mercado. Desta forma, percebe-se que, de um lado, recursos escassos mal alocados; e do outro, se gerar benefícios externos, o preço do mercado desvalorizará o bem, implicando que a firma pouco produzirá de tal bem.

Em conclusão, tem-se duas faces: se o consumo gerar benefícios externos, o preço do mercado desvalorizará o bem; e, uma que aponta na direção da externalidade negativa – o preço do mercado não refletirá os custos externos, poucas unidades do bem serão produzidas. Neste ponto, transpomos os limites da relação e consequências da oferta e demanda por bens e serviços. Vimos que existe Externalidade quando há transbordo para terceiros que podem receber benefícios ou malefícios, nesse caso, arcando com ônus não compensados pelos

³ Bem-público – um bem não-rival no consumo e que produz benefícios não-rivais.

agentes causadores. A seguir, conduziremos nossos olhares para as relações “entre vivos” e “não vivos”, em outros termos, entre os Sistemas Biótico e o Abiótico inseridos na Ecologia.

4.2. SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS

Em meio à Ecologia, deparamo-nos com os Ecossistemas que, abarcam populações de diferentes espécies vivendo e interagindo em uma determinada área formando comunidades que, interagem com o meio físico na utilização de matéria e energia (MILLER, 2011).

Assim, estão presentes na Ecologia, os Ecossistemas e conceitos relativos às populações; diversidades genéticas; comunidades etc., dos quais não nos ateremos aqui. Entretanto, os locais onde as populações ou organismo individual vivem são considerados, chamado de *habitat*, “não interessando se grande ou minúsculo, desde uma porção de água de um córrego; parte de uma mata; até uma floresta ou um deserto” (MILLER, op. cit., 2011, p.39).

A questão dos Ecossistemas absolve atenções e preocupações ao apontar necessidade de preservação, motiva-se assim, nações e indivíduos, em especial os Economistas a voltarem seus olhares na busca de fomentar bases científicas visando a sustentabilidade destes, convergindo esforços para o bem-estar do ser humano, cercado por medidas cautelares e protetoras, sem perder de vista o crescimento e desenvolvimento econômico.

4.3. BEM-ESTAR

Uma vez entendida tal necessidade – Sustentabilidade, o arcabouço primevo repousa na motivação para expandir os conhecimentos científicos sobre as dinâmicas e complexidades que os cercam Bennet *et. al.* (2005). A etapa seguinte, situa-se na interligação entre os serviços ecossistêmicos de suporte à vida e o bem-estar humano no planeta. Para tanto, necessária a compreensão das faces: variabilidade e resiliência. A primeira, identificada como biodiversidade, refere-se às mudanças dos estoques e fluxos ao longo do tempo (fatores estocásticos, extrínsecos e intrínsecos); a segunda, se reporta à capacidade dos ecossistemas de se reconstituírem aos seus estados originais (se consumir menor tempo,

maior será sua resiliência), anteriores aos danos recebidos Andrade e Romeiro (2009). Neste tocante, deparamo-nos com as fronteiras das capacidades de regeneração, conhecidos como pontos de rupturas, a partir dos quais, ampliam-se as impossibilidades de reconstituições, além de prováveis perdas irreversíveis. Ainda, adjudicam-se adoções de iniciativas preventivas, emolduradas em incertezas e riscos coadjuvantes. Portanto, colateralmente, a adoção do Princípio da Precaução – segundo o qual, a garantia contra os riscos potenciais que, de acordo com o estado atual do conhecimento, não podem ser ainda identificados, fazem-se necessárias. Afirmamos, ainda que, a ausência da certeza científica formal, a existência de riscos, de danos sérios ou irreversíveis requerem a implementação de medidas que possam prevêê-los (RIO, 1992).

Assim, convergem funções e benefícios, diretos e indiretos, dos serviços dos Ecossistemas: ciclo da água; ciclagem de nutrientes, regulação climática e de gás etc., além do Balanço de Materiais que, uma vez associados ou convergidos redundam em bem-estar humano (CONSTANZA, 2001; DE GROOT; WILSON; BOUMANS, 2002).

Andrade e Romeiro (2009) afirmam que, a interdependência entre os fluxos de serviços ecossistêmicos e o bem-estar dos humanos são complexos e reforçam-se mutuamente. Em apoio, a ONU - 2005, através do Projeto do Milênio (UN Millennium Project) incorpora as seguintes asserções fundamentais: aumento do bem-estar dos seres humanos; redução da pobreza; combate à fome e à mortalidade materno-infantil; acesso universal à educação; controle de doenças; redução da desigualdade de gênero; e, consolidação do desenvolvimento sustentável, dentre outros. Em complemento ao mutualismo entre o bem-estar dos seres vivos, dos humanos e os serviços ecossistêmicos e suas funções-categorias (De GROOT *et. al.*, 2002).

Quadro 01 – Ecossistemas – funções e categorias

Funções Ecossistêmicas	Regulação	Diz de: oferta de água; retenção e formação do solo; gás; climática; polinização; nutrientes; resíduos; e, controle biológico.
	Habitat	Berçário e Refúgio

	Produção	Orgânicos; alimentos; e ornamentais.
	Informação	Artístico-cultural; histórica e espiritual; ciência e educação; e, estética.

Fonte: De Groot et. al. (2002), adaptado.

As funções de regulação, Quadro 01, considerando o seu *status* de ecológicos essenciais ao suporte à vida – biosfera; biogeoquímicos etc., explicitamente, afirmam a manutenção da saúde dos ecossistemas mediados por fatores abióticos conjuntamente com os seres vivos, por meio de mecanismos de controle e, ou processos evolucionários. Portanto, estas funções dizem respeito às vertentes estruturais dos ecossistêmicos como: cobertura vegetal; capacidade de prevenção e mitigação (sistema de raízes) de perturbações, em outras palavras, danos ambientais; incluem-se absorção de águas, resistência eólica da vegetação, dentre outras diversas funções de Regulação (ANDRADE e ROMEIRO, op. cit., 2009).

5. METODOLOGIA

Para fins de construção deste trabalho científico foram utilizadas análises históricas da evolução das necessidades de geração de energia pelos humanos, os meios apropriados junto aos Recursos Naturais. Assim, durante os levantamentos foram identificados aspectos relativos aos impactos decorrentes das utilizações tendo em vista suas repercussões nos sistemas bióticos e abióticos.

A estratégia metodológica utilizada teve como esteio uma ampla revisão bibliográfica, atividades de levantamentos de dados e informações em Organismos Públicos no Brasil e no Exterior para fins de modelagem do arcabouço argumentativo. A pesquisa na literatura sobre o tema, ensejou em ampliação da visão a respeito das tecnologias utilizadas na atualidade para a geração de energia, suas consequências na qualidade de vida dos humanos, além das interferências ocorridas no planeta.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A geração de energia para fins de crescimento e desenvolvimento ensejaram a percepção inequívoca de sua necessidade de existência e evolução para fins de utilidade para os seres

vivos e o planeta como um todo. Neste tocante, a necessidade de produção de energia para todos os diversos fins, necessários para o bem-estar do ser humano na pós-contemporaneidade, igualmente, impõem-se. Afinal, além dos aspectos das necessidades básicas: bombeamento de águas; força e luz para a produção; geração de trabalho e renda para os indivíduos, ainda assim, não se pode prescindir da salvaguarda da preservação da capacidade de reconstituição dos ecossistemas e seus serviços. Em outro ponto, o estoque e fluxos ao longo do tempo no que diz respeito aos fatores estocásticos, extrínsecos e intrínsecos, aqui discutidos, impõem-se *per si*.

Fato. O mundo em que vivemos fundamenta-se no consumo de energia, utiliza-se de fontes Térmicas; Nucleares Hidroelétricas e as chamadas renováveis: Solar (fotovoltaica); eólica etc. quaisquer que sejam implicam em consequências danosas ao Meio Ambiente de maior ou menor monta. Observamos a poluição causada ao Ar, à saúde, à disputa por águas com os seres vivos os mananciais de águas para seus funcionamentos, como as Termelétricas. Por outro lado, as Nucleares incorporam, perigos potenciais de desastres, podendo causar mortes e doenças que se manifestam por gerações e, complementarmente, a produção de ‘lixo atômico’ e de águas após uso. Em outro exemplo, as hidroelétricas, por utilizarem a força motriz das águas, encerram elevados danos ao Ambiente onde são instaladas, destruindo e ocupando grande espaços de terras aráveis, áreas urbanas etc.

As geradoras eólicas são responsáveis pelas mortandades de pássaros; perda da paisagem cênica; infringem os direitos de ir-e-vir das pessoas, dado que, em suas áreas de ocupação é vetada o trânsito por questões de segurança, dentre outros argumentos, dessa forma, as comunidades do entorno ficam cerceadas do lazer, dos ganhos aferidos pelo fluxo turístico etc., causando perda da sustentabilidade de famílias que aferem seus ganhos financeiros pela atividade turística. Encontramos na geração de energia por meio de painéis solares – térmicas ou fotovoltaicas uma das mais apreciadas e buscadas para tais fins de obtenção. Convém,

entretanto, observar os elementos ecossistêmicos que serão objetos de danos: a paisagem e o descarte dos painéis, quer pelo uso, fim de vida útil; ou por defeitos irreversíveis, tendo em vista que a composição dos materiais constituintes das placas/painéis, ainda, não temos destinos quer para, eventual reciclagem e reaproveitamento ou destinação ao lixo público. Neste contexto, além do consumo dos estoques naturais, o limitar do uso e não uso de tais recursos se faz preciso, pois, a extração, processamento, oferta, consumo e descarte têm que ser pensados, avaliados e valorados em seus custos econômico sociais e suas consequências, não somente, na perspectiva do produtor, nas expectativas restritas das análises de investimentos; da geração do lucro etc. Perpassam-se tais indicadores, direcionam-se, nestes tempos, a percepção do todo – acionistas; indivíduos; comunidades; governo; e, Meio Ambiente. Enfim, a distribuição da riqueza produzida, para todos. Afinal, já se constata no mundo desenvolvido a prevalência de produtos e serviços de organizações que respeitam o consumidor; a Natureza, e os serviços ecossistêmicos.

Em outra vertente, os serviços ecossistêmicos naturais de suporte à vida e bem-estar dos seres vivos em geral carecem e impõem-se como vitais para a manutenção da existência de vida no planeta. Não há como se manter, minimamente, sustentável o planeta, sem o respeito as faces da variabilidade e da resiliência - sustentáculos da sustentabilidade que queremos e necessitamos, como condição primeira de nossa própria existência.

Na perspectiva analítica da Sustentabilidade, cabe a todos a consciência das relações entre os Sistemas Antrópicos e Naturais (Serviços Ecossistêmicos). Desta forma, a Educação Ambiental; Responsabilidade Social; Ordenamento Legal Ambiental visando a imposição de mecanismos legais e aceitos por todos; e Políticas públicas, tornam-se o caminho seguro para a Sustentabilidade do planeta.

7. CONCLUSÕES

O equilíbrio buscado está estabelecido como o espaço de ações e iniciativas onde o setor produtivo perceba e aceite que a quebra da Sustentabilidade entre os Sistemas do Homem e da Natureza tem que ser observada. Medidas reparadoras necessitam ser planejadas desde as fases iniciais dos projetos de instalação de geradoras de energia; capacidade de suporte, variabilidade e resiliência nos casos de eventuais desastres. Medidas compensatórias às comunidades envolvidas são relevantes, visando atenuar transtornos causados aos indivíduos; reassentamentos de famílias; oferta de escolas e creches; assistência social e de saúde; oferta de aparelhos de cultura e lazer etc. Quanto ao Meio Ambiente: utilização de tecnologia de purificação de águas e efluentes em geral; reintrodução de espécies arbóreas; planejamento urbanos e turístico sustentável; posicionamentos por georreferenciamento para opção do melhor local de instalação dos equipamentos de geração de energia poderão ensejar em menores danos ao Meio Ambiente – a Sustentabilidade que almejamos.

REFERÊNCIAS

- ANDERSON, D., 1993, **Energy-Efficiency And Economics Of Pollution Abatement**, *Annu. Energy Environment*, 18 : 291-318.
- ANDRADE, Daniel C.; ROMEIRO Ademar R. **Serviços ecossistêmicos para o sistema econômico e o bem-estar humano**. IE/UNICAMP n.155. São Paulo. 2009.
- BENNET, E.M., PETERSON, G.D., LEVITT, E.A. **Looking to the future of ecosystem services**. *Ecosystems* 8, 125-132. 2005.
- BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). **Banco de Informação de Geração**. Brasília - DF. Brasil (2019).
- _____. Ministério das Minas e Energia (MMA). **A Geração de Energia Hoje**, processo de transformação em larga escala. 2017.
- _____. Ministério das Minas e Energia (MMA). Agência Nacional do Petróleo (ANP). **Boletim Mensal da Produção de Petróleo e Gás Natural**. Brasília. DF. Brasil (2019).
- _____. Ministério das Minas e Energia (MMA). **Balanco Energético Nacional. Energia no Mundo – 2015 – 2016 – Matrizes Energéticas; Indicadores**. Brasília – DF, Brasil 2017.
- _____. RIO 92. Conferência. **Princípio da Precaução**. Rio de Janeiro – RJ. 1992.
- COSTANZA, R. **Visions, values, valuation, and the need for an ecological economics**. *BioScience* 51. 2001
- DE GROOT, R.S., WILSON, M.A. BOUMANS, R.M.J. **A typology for the classification, description, and valuation of ecosystem functions, goods and services**. *Ecological Economics* 41, 393-408. 2002.
- ENERGIA – **A ordem é economizar**. Disponível em:
http://www.mma.gov.br/estruturas/sedr_proecotur/publicacao/140_publicacao09062009030954.pdf. Acesso em: 10.01.2019.

KNEESE, Allen V.; AYRES, Robert U.; DÁRGE, Ralph C. **Economic and the Environment: A Materials Ballance Approach**. *Resources for the Future*. Washington, DC. 1970.

MEGGINSON, L. MOSLEY, D. C.; PIETRI JR. P.H. **Administração: conceitos e aplicações**. 4.ed. Atlas. São Paulo- SP. 1998.

MILLER, Tyler G. **Ciência Ambiental**. São Paulo – SP. Cengage Learning. 2011. SãoPaulo: Harbra, 1998.

SCHROEDER Jocimari Tres; SCHROEDER, Ivanir. **Responsabilidade Social Corporativa: LIMITES E POSSIBILIDADES**. *RAE-eletrônica*, v. 3, n. 1, Art. 1, jan./jun. 2004. FGV-EAESP. São Paulo – SP.

THOMAS, Janet M.; CALLAN, Scott J. **Economia ambiental – Fundamentos, Políticas e Aplicações**. São Paulo – SP: Cengage Learning. 2010.

TIETENBERG, Tom. **Environmental and Natural Recourse Economics**. Addison Wesley Longman, 2006.

UNIFEI, Universidade Federal de Itajubá. **Conservação de Energia: Eficiência energética de Equipamentos e Instalações**. Fundação de Pesquisa e Assessoramento à Indústria (FUPAI). Itajubá, MG. 2006.

YOUNG, R. **Dilemmas and advances in corporate social responsibility in Brazil: the work of the Ethos Institute**. *Natural Resources Forum*, v.28, p.291-301, 2004.