

CENÁRIO ENERGÉTICO BRASILEIRO PARA O PERÍODO 2010 A 2030:

Inserção de energias alternativas nos setores econômicos

Beatriz Estulano Vieira

Universidade Estadual de Londrina, Departamento de Economia, Londrina, Brasil,

b.est.vieira@gmail.com

Irene Domenes Zapparoli

Universidade Estadual de Londrina, Departamento de Economia, Londrina, Brasil,

zapparoli@uel.br

Carlos Eduardo Caldarelli

Universidade Estadual de Londrina, Departamento de Economia, Londrina, Brasil,

carlos.caldarelli@gmail.com

Resumo

O artigo tem por objetivo levantar e analisar a inserção de energias alternativas nos setores econômicos no cenário energético brasileiro, período 2010-2030. A metodologia compreende o uso do Índice de Intensidade Energética aplicado aos dados do Balanço Energético Nacional. As projeções apontam que o consumo de energia crescerá e a expansão da oferta poderá superar em dobro a atual capacidade instalada. Nos resultados fica evidente a necessidade de inserir fontes alternativas eficientes na conversão de energia em riqueza aos setores econômicos. Já a energia proveniente do petróleo e de usinas hidroelétricas apresenta um potencial de desenvolvimento dependente de investimentos, optando por supri-los com a participação de novas fontes, tais como o gás natural, a energia eólica e solar, os quais buscam aumentar sua participação no quadro de matriz energética brasileira.

Palavras-chave: Matriz energética. Setores econômicos. Fontes alternativas.

Abstract

The article aims to raise and analyze the insertion of alternative energies in the economic sectors in the Brazilian energy scenario, period 2010-2030. The methodology comprises the use of the energy intensity index applied to the data of the National Energy Balance. The projections point out that the energy consumption will grow, and the expansion of the supply can exceed the current installed capacity by double. In the results it is evident the need to insert efficient alternative sources in the conversion of energy into wealth to the economic sectors. The energy from oil and hydroelectric power plants has a potential for investment-dependent development, opting to supply them with the participation of new

sources, such as natural gas, wind and solar energy, which seek to increase its participation in the Brazilian Energy matrix framework.

Keywords: Energy matrix. Economic sectors. Alternative sources.

1. Introdução

A crescente preocupação com as questões ambientais e a necessidade de se de uma economia mais sustentável, traz a tona a necessidade de buscar fontes energéticas menos impactantes ambientalmente e economicamente viáveis. As discussões acerca do sistema climático têm se intensificado desde a década de 1950 e muitas das mudanças observadas são sem precedentes em milênios. A atmosfera e o oceano têm se aquecido, a quantidade de neve e gelo têm diminuído, o nível do mar subiu e as concentrações de gases do efeito estufa aumentaram. Cada uma das três últimas décadas tem sido sucessivamente mais quente na superfície da Terra do que qualquer década anterior, desde 1850 (SANTOS; SANTOS, 2018).

As concentrações atmosféricas de dióxido de carbono, metano e óxido nitroso aumentaram para níveis sem precedentes pelo menos nos últimos 800.000 anos. Desde os tempos pré-industriais, as concentrações de dióxido de carbono aumentaram 40%, principalmente oriundas de emissões de combustíveis fósseis e, secundariamente, de emissões líquidas de mudança do uso da terra (SANTOS; SANTOS, 2018).

Desta forma, a busca por tecnologias mais limpas se caracteriza tanto pela necessidade de soluções para os problemas ambientais ainda não resolvidos, como por ser este um foco diferente do desenvolvimento. Portanto, segundo Ribeiro e Morelli (2009), torna-se indispensável a investigação de formas de substituição dos combustíveis fósseis na geração de energia, visto que os derivados fósseis geram impactos ambientais negativos no ambiente. A substituição dos combustíveis fósseis por biocombustíveis nos processos de geração de energia elétrica busca encontrar equilíbrio entre as necessidades humanas ilimitadas e a limitação de recursos naturais disponíveis.

O Brasil destaca-se como um país que vem procurando diversificar sua matriz energética, a fim de diminuir gradativamente a dependência dos combustíveis à base de petróleo. Quanto mais diversificada for a matriz energética, mais sólido é o processo de desenvolvimento (TOLMASQUIM; GUERREIRO; GORINI, 2007).

Com a criação do Programa Nacional do Álcool (PROALCOOL), em 1975, o país assumiu um papel de protagonista na produção de bioenergia, seu objetivo é garantir o suprimento de combustível para o país, substituir a gasolina por um combustível renovável e encorajar o desenvolvimento tecnológico da indústria e matérias primas para a produção de etanol. Com relação ao diesel, Segundo Ramos *et al.* (2003), o biodiesel é um substituto natural do diesel de petróleo, que pode ser produzido a partir de fontes renováveis como óleos vegetais e gorduras animal e outras fontes.

Há uma evidente a necessidade de identificar em quais fontes energéticas o Brasil terá um déficit, optando por supri-los com a participação de fontes alternativas, tais como gás natural, eólica, solar, biomassa e metano, os quais buscam aumentar sua participação no quadro de matriz energética brasileira. Desta forma questiona-se: quais setores econômicos vêm liderando no uso de fontes alternativas de energia?

O artigo tem por objetivo levantar e analisar a inserção de energias alternativas nos setores econômicos no cenário energético brasileiro. A metodologia compreende o uso do Índice de Intensidade Energética aplicado aos dados do Balanço Energético Nacional, período 2010-2030.

Este estudo encontra-se dividido em cinco seções. A primeira parte traz esta introdução. A segunda o referencial teórico acerca da matriz energética brasileira e as fontes alternativas de geração. Na seção três tem-se a metodologia, a qual compreende a análise do Balanço Energético Nacional e o Índice de Intensidade Energética (IIE), a seção quatro destina-se aos resultados da pesquisa, e por fim, a conclusão, na seção cinco.

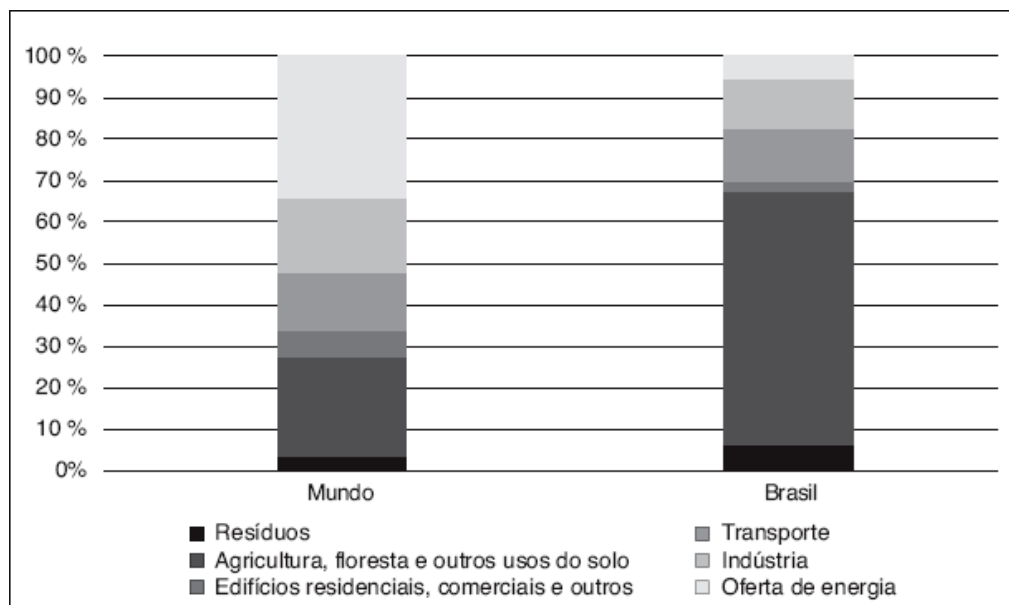
2. Aspectos Teóricos

A oferta de energia convencional quase sempre foi superior à demanda, impulsionando novas tecnologias associada. Pelo lado da demanda ainda há muito a se fazer no sentido de tornar o uso de energia mais eficiente, e pelo lado da oferta o desenvolvimento de tecnologias para uso de fontes de energia alternativa renováveis é essencial.

Segundo o World Resources Institute (WRI), o Brasil, ocupa o 22º lugar de emissor de gases do efeito estufa, com 1% da emissão global. Quando se analisam as emissões *per*

capita, em 2012, o Brasil segue com 9,18 tCO₂e/hab., toneladas métricas de dióxido de carbono equivalente por habitante ano (SANTOS; SANTOS, 2018).

Figura 1 - Emissões de gases do efeito estufa globais e do Brasil, por setor, em 2010



Fonte: IPCC (2014) apud Santos e Santos (2018, p 98)

O uso energético e o uso não energético, que inclui perdas na transformação, vem aumentando no Brasil. Assim o crescente consumo de energia elétrica é mais expressivo que o Produto Interno Bruto (PIB), residencial e comercial. Parte deste aumento vem do incremento do consumo de combustíveis líquidos, gasolina e diesel, o qual é cada vez mais disseminado em virtude do aumento de veículos nas ruas, graças ao consumo promovido pelo governo federal.

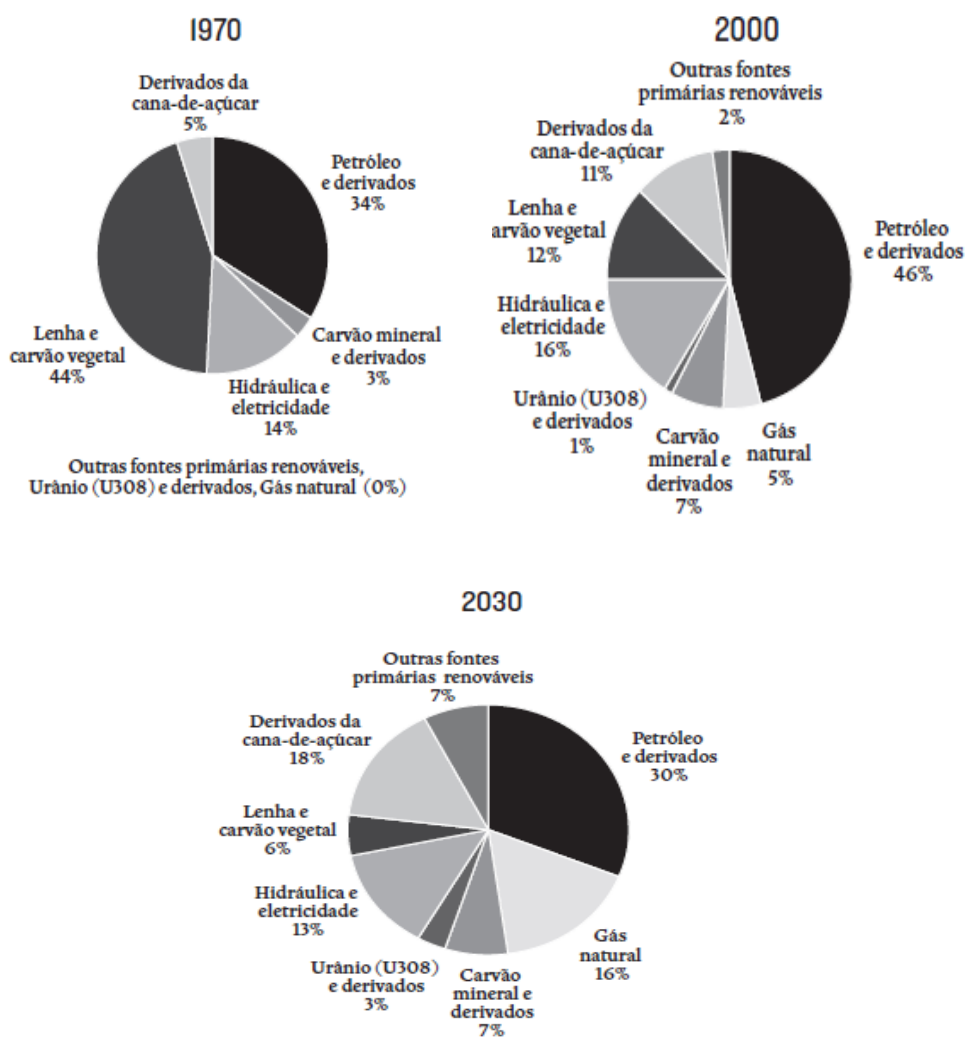
De acordo com May (2010), a crise econômica global traz uma oportunidade de investimento em energias alternativas de baixa emissão de gases do efeito estufa (GEE). Tornando crucial que os desafios ambientais não sejam deixados de lado na futura estabilização do sistema econômico, o qual traz à tona a necessidade de uma reestruturação da infraestrutura energética. No Brasil as fontes complementares de energia são dependentes inicialmente de subsídios governamentais.

Alguns aspectos precisam ser identificados numa política energética baseada no desenvolvimento sustentável são eles: garantia de suprimento, mediante a diversificação das fontes; novas tecnologias e descentralização da produção de energia; uso, adaptação e desenvolvimento racional de recursos; custo mínimo da energia; valor agregado a partir

dos usos, gerados pela otimização dos recursos; custos reais na energia, contemplando impactos ambientais e sociais, devido a represamento, extração, produção, transmissão e distribuição, armazenamento, e uso das energias negociadas no mercado (UDAETA, 1997).

O Gráfico 1 traduz a dependência do homem em relação à natureza, visto que as fontes de energia naturais são ainda majoritárias na matriz energética, sinalizando a necessidade de buscar substitutos aos recursos não renováveis na composição da matriz. A diversificação das fontes é uma forma de aumentar a segurança energética, considerando, sobretudo, a significativa dependência das fontes hídricas que, mesmo renováveis, não se traduz em segurança de abastecimento.

Gráfico 1 - Evolução da estrutura da oferta de energia no Brasil, 1970-2030



Fonte: Tolmasquim, Guerreiro e Gorini (2007)

Considerando a disponibilidade de energia como fator decisivo na capacidade das nações em gerar riquezas e a qualidade de vida dos seus cidadãos, infere-se que quanto mais diversificada for a matriz energética, mais sólido é o processo de desenvolvimento. Assim, a geração de energia baseada em fontes alternativas renováveis passa a ser uma opção tecnológica para iniciar o processo de transformação consciente de sistemas energéticos maduros e tradicionais para o uso de múltiplas fontes de energia.

No cenário brasileiro, a matriz energética pode ser entendida como toda energia produzida para ser transformada, distribuída e consumida nos processos produtivos, de uma região ou de uma nação. Na década de 1970, havia apenas duas fontes de energia primárias, petróleo e lenha, em 2000, três fontes correspondiam a 74% do consumo, além de petróleo e lenha, a energia hidráulica. De acordo com o Gráfico 1, projeta-se para 2030 uma situação em que quatro fontes serão necessárias para satisfazer 77% do consumo: petróleo, energia hidráulica, cana-de-açúcar e gás natural. (TOLMASQUIM; GUERREIRO; GORINI, 2007).

A matriz elétrica brasileira tem sua origem predominantemente renovável, com destaque para a fonte hídrica que responde por 65,2% da oferta interna. As fontes renováveis representam 80,4% da oferta interna de eletricidade no Brasil, que é a resultante da soma dos montantes referentes à produção nacional mais as importações, que são essencialmente de origem renovável (BRASIL, MME/ EPE, 2018).

3. Metodologia

Foram utilizados dados e informações disponíveis no Balanço Energético Nacional, a fim de analisar a evolução da inserção de fontes renováveis nos setores econômicos. Foi analisada a Eficiência Energética no Plano Nacional de Energia 2050, calculado a partir da divisão do consumo final de energia elétrica e o Produto Interno Bruto (2013/2050).

São fontes alternativas, aquelas que apresentam pouco ou nenhum poluente, além de apresentar a vantagem de ter baixos índices de agressão ambiental, sendo uma opção ao uso das fontes tradicionais de energia. Na expansão da capacidade instalada, as centrais hidráulicas contribuíram com 49,5% do total adicionado, enquanto as eólicas responderam a 31,9% da capacidade adicionada. Destaque para a evolução potência instalada da solar

fotovoltaica, que atingiu com 935 MW, em 2017, contra 24 MW, em 2016 (BRASIL, ANEEL/ EPE, 2018).

Após a análise da fonte de dados foi avaliado a evolução da inserção de fontes alternativas, além da eficiência energética nos setores econômicos, a partir de 2008 até 2017, ano base do relatório. Buscando reconciliar o crescimento econômico e a preservação de recursos, fatores que garantem um desenvolvimento sustentável.

3.1 Fontes dos Dados

A fonte de dados utilizada do Balanço Energético Nacional mostra que nas últimas quatro décadas o consumo final de energia no Brasil cresceu a razão de 3,0% ao ano e apresentou importantes alterações estruturais (BRASIL, MME/PNE, 2030). No ano de 1970, a principal fonte da matriz energética era a lenha, seguida pelo petróleo. Com a crise energética dos anos 1970, o Brasil investiu nas fontes energéticas alternativas, como hidráulicas e de cana-de-açúcar (etanol), que tiveram um ritmo de crescimento acelerado entre os anos de 1970 e 2005.

Entre as fontes renováveis do Balanço Energético Nacional (BEM) estão incluídas as fontes hidráulicas, lenha e carvão vegetal, derivados da cana-de-açúcar, eólica, solar e outras renováveis, sendo estas gradualmente inseridas nos setores econômicos brasileiros. Para a análise do Índice de Eficiência Energética (IIE) observa-se a eficiência energética no Plano Nacional de Energia 2050, a partir da evolução da intensidade energética e elétrica da economia.

3.2 Índice de Intensidade Energética (IIE)

O índice de intensidade energética (IIE) é representado pela razão entre o consumo total de energia, em unidade de energia, e o PIB da economia, expresso em unidades monetárias. A partir do IIE é possível verificar o grau de eficiência da utilização energética em relação à riqueza do país, desta forma quanto menor o uso de energia por unidades monetárias, maior a eficiência da economia. (DI BARTOLO, 2008)

4 Resultados e Discussão

A evolução do consumo final energético em relação ao PIB é decrescente, especialmente nas projeções a partir de 2020, - tanto pela incorporação de programas

autônomos de racionalização já em curso na sociedade, como também pelo incentivo de políticas mais ativas no governo – e, por outro lado, é um reflexo da redução de participação dos segmentos energo-intensivos na economia brasileira (BRASIL, ANEEL/EP, 2018).

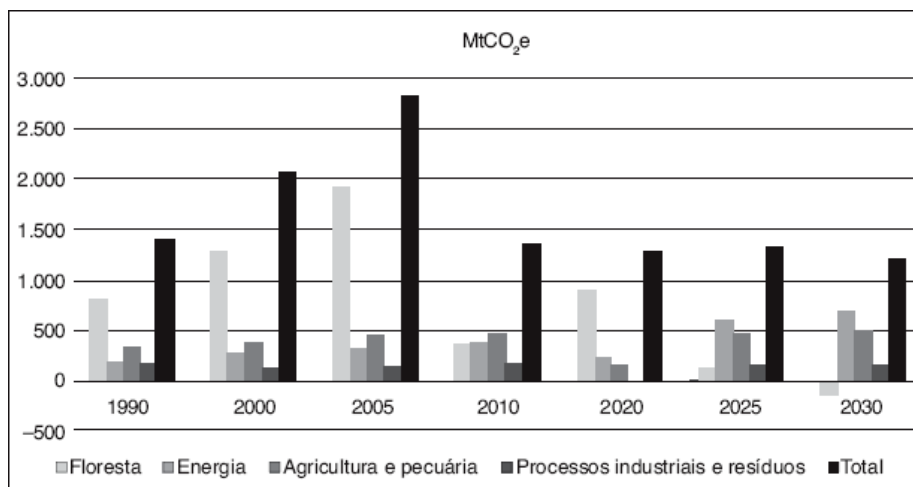
Muitos setores buscam diminuir seus riscos por meio da diversificação das suas fontes de abastecimento, e assim, as energias renováveis vêm sendo desenvolvidas muito rapidamente e de forma cuidadosa, sua flexibilidade permite que esses tipos de energia evoluam rapidamente para satisfazer crescentes demandas.

Os recursos energéticos renováveis proporcionam muitas vantagens, gerando baixo impacto ambiental, e podem ser controlados com tecnologia apropriada. O potencial gerado por tais recursos é imenso, levantando o questionamento do porquê na maioria dos setores as energias renováveis têm sido relativamente subutilizadas. A primeira razão é econômica, pois o custo de geração de energia renovável é comparado com o dos combustíveis comerciais de baixo preço; a segunda razão diz respeito as dificuldades de armazenamento, complicadas pelo fato de que os recursos são difusos, e dependem do tempo e do clima.

Todavia as fontes energéticas renováveis continuarão disponíveis por muito tempo depois do esgotamento dos combustíveis fósseis, além de serem economicamente e politicamente menos arriscadas que muitas outras formas de suprimentos convencionais, cujos custos são bem menos previsíveis. Atualmente, os preços das energias renováveis vêm decrescendo nas últimas duas ou três décadas incentivando a inserção em diversos setores. Porém, a incerteza técnicas e econômicas, documentação inadequada e falta de avaliação dos diversos projetos, falta de estratégias governamentais muitas vezes freiam a entrada massiva dessas fontes.

Os incentivos governamentais, como políticas sobre mudanças climáticas, têm contribuído de forma positiva na implementação de fontes alternativas, entre elas o destaque a energia eólica e solar. Na matriz de geração de energia elétrica, as renováveis deverão representar perto de 86 % em 2024, superando a atual predominância dessas fontes (SANTOS; SANTOS, 2018).

Figura 3 – Emissões brasileiras de MtCO₂e : histórico e estimativas 1990-2030



Fonte: Santos e Santos (2018, p 105)

Nota.: Valor negativo indica sequestro de carbono pelo aumento de área com vegetação.

A comercialização de sistemas de aquecimento solar cresce lentamente, mas de forma constante, apesar de ainda não ser amplamente difundido por causa de seus elevados custos. Sendo a energia eólica é um excelente complemento a energia solar, dias com pouco sol geralmente são aqueles com ventos acima da média.

Outro mercado em ascensão é o de energia fotovoltaica em aplicações remotas, energia de instalações e produtos para o consumo final. Esta se torna competitiva em relação aos motores movidos a diesel, aumentando sua participação de forma substancial no mercado de serviços públicos de abastecimento, instalações típicas residenciais e comerciais, para o abastecimento da rede elétrica local. Embora o custo do sistema solar fotovoltaico não seja competitivo, a evolução tecnológica tem trazido ganhos, desta forma tudo leva a crer que futuramente o uso maciço dessa fonte de geração em locais mais desenvolvidos será uma realidade, podendo se tornar uma forma atraente e competitiva de geração de eletricidade.

Embora a energia hídrica ainda seja predominante, com crescimento desde 1990, isto se deve as graças as dimensões territoriais e grande potencial hídrico do país (HINRICHS; KLEINBACH; REIS, 2011). A maior parte dessa geração se dá na forma de grandes usinas, apesar do debate sobre os possíveis desastres tenha aberto espaço significativo para o aumento da geração de termelétricas e de geração eólica.

A influência de diversas fontes da indústria da biomassa se trata de questão bastante complexa, e tem resultados em uma trajetória energética que pode ser identificada por certa

instabilidade no longo prazo. Vale ressaltar o papel da biomassa, no setor do transporte e de geração de energia elétrica, com o etanol e o biodiesel. Sua utilização no setor de energia elétrica tem se dado principalmente por meio de usinas termelétricas que usam a biomassa (bagaço da cana e a vinhaça) resíduos do processamento como insumo para produção de energia. A necessidade doméstica da biomassa, especialmente para aquecimento e cozimento, domina as demandas energéticas dos países em desenvolvimento, à medida que estes se tornam cada vez mais urbanizados, a demanda por carvão vegetal aumenta.

O uso de biomassa também tem papel no setor industrial, com o carvão vegetal renovável, substituindo matérias-primas provenientes de florestas nativas por florestas plantadas, opção preconizada no Plano de Redução de Emissões da Siderurgia. Além dessas medidas, o Plano também promove a melhoria do processo de conversão de madeira em carvão, reduzindo as emissões da transformação com ganhos em eficiência e qualidade ambiental no processo de carbonização (SANTOS; SANTOS, 2018).

Há ainda iniciativas constantes do Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PLANARES, 2012) e do Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB, 2014), cujas ações têm grande interface com a questão do clima, uma vez que o tratamento de resíduos, em geral, pode gerar emissões de GEE (SANTOS; SANTOS, 2018).

Embora alguns setores, como o de transporte, ainda haja predominância dos derivados do petróleo, o uso do bioetanol a partir de cana-de-açúcar e o biodiesel a partir de oleaginosas contribuem para manter a matriz energética com baixo conteúdo de carbono.

O gás natural veicular acaba por sendo um combustível alternativo. Sua fatia no mercado é limitada pela falta de maior rede de distribuição no território nacional, nas termoelétricas o crescimento do consumo de gás natural tem seu maior fator limitante a pequena rede de distribuição. Tais fontes vêm sendo cada vez mais utilizadas como combustível em usinas geradoras de eletricidade devido ao seu baixo custo e menos danos ambientais, além do tempo de construção mais curto. As usinas movidas a gás permitem que as empresas invistam em aumento da capacidade produtiva, minimizando os custos de produção de eletricidade.

4.1 Setores Econômicos Brasileiros

O estudo da matriz energética no Brasil se intensificou na década de 1970, passando por diversas transformações e o despertar para o uso de fontes alternativas de energia não foi algo imediato (LIMA, 2012). Apenas em 1975, com o programa Proálcool, surge a preocupação da substituição das antigas existente com a entrada de fontes energéticas alternativas. Essa substituição vem sendo crescendo, desde 2008, e se inserindo gradativamente nos setores econômico brasileiros.

São apresentados (Quadro 1) sete setores: energético, comercial, público, residencial, agropecuário, transporte e industrial, com foco aos setores energéticos e industrial, os quais apresentam o maior consumo de energia renovável.

Quadro 1 – Inserção de fontes alternativas nos setores econômicos brasileiros, 2008-2017
(em %)

SETORES	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Setor energético	73,9	72,2	68,7	68,1	68,9	69,1	68,4	69,4	71,4	70,9
Setor comercial	4,1	4,3	4,3	3,9	3,7	3,4	3,2	2,4	2,7	2,1
Setor público	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Setor residencial	37,2	36,1	34,2	31,3	30,4	27,3	27,7	28,5	27,5	27,4
Setor agropecuário	25,6	25,2	25,2	24,5	23,4	24,8	24	24,5	25,3	30
Setor transporte	1,2	1,7	2,3	2,4	2,4	2,4	2,4	3,2	3,3	3,3
Setor industrial	50,3	50,4	50,8	50	50,4	50,1	49,8	50,6	52,8	52,2

Fonte: Elaborado a partir de dados do BEN (2018)

Atualmente, os valores seguem uma tendência de crescimento desde 2014, período de crise energética, mostrando a necessidade de diversificar as fontes energéticas a fim de garantir maior segurança ao processo de produção.

Os dados do Quadro 2 mostram resultados do Índice de Eficiência Energética no Brasil para 2050.

Quadro 2 – Índice de Eficiência Energética em 2050: Emissões Evitadas de Gases de Efeito Estufa

Setor	Base: setor elétrico 2014	Base: geração a gás 2014
Indústria e setor energético	21,9	65,6
Comercial	15,5	46,3
Residencial	11,5	34,4
Transporte, agropecuária e setor público	1,0	2,9
TOTAL	49,9	149,2

Fonte: Agência Nacional de Energia Elétrica (2014)

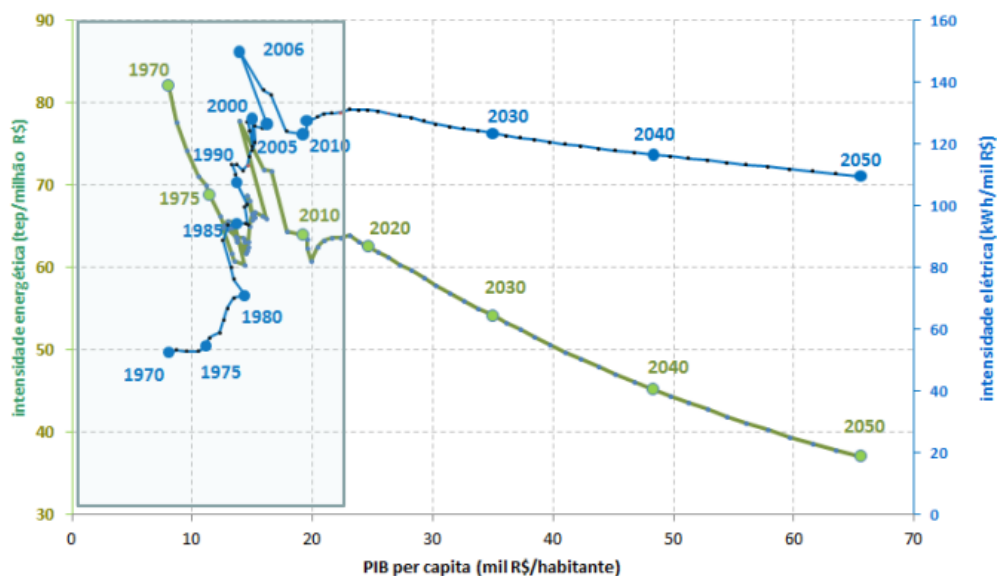
Segundo May (2010) o atributo essencial do sistema capitalista é a sua capacidade de criar espaços, como os sistemas energéticos se tornam a base infra estrutural para a acumulação capitalista, esses sistemas também estariam sendo implantados nesses novos setores da economia. O processo de inovação é, portanto, fundamental para a criação de um mecanismo de indução de tecnologia cada vez mais limpa e eficiente do sistema energético.

4.2 Energia e Economia

A eficiência no uso da energia entrou na agenda mundial a partir dos choques no preço do petróleo dos anos 1970, quando ficou claro que o uso das reservas de recursos fósseis teria custos crescentes, seja do ponto de vista econômico, seja do ponto de vista ambiental. Logo, se reconheceu que um mesmo serviço poderia ser obtido com menor gasto de energia e, conseqüentemente com menores impactos econômicos, ambientais, sociais e culturais (BRASIL, ANEEL/ EPE, 2010).

Mais recentemente, a busca pela eficiência energética ganhou nova motivação. Além do aumento nos custos da energia de origem fóssil, a preocupação com a questão das mudanças climáticas decorrentes do aquecimento global do planeta, trouxe argumentos novos e definitivos que justificam destacar a eficiência energética quando se analisa em perspectiva a oferta e o consumo de energia, conforme ilustrado nos dados da Figura 2.

Figura 2 – Evolução da Intensidade Energética e Elétrica da Economia



Fonte: BRASIL, ANEEL (2014)

Espera-se que a dotação tecnológica e a disponibilidade de recursos naturais devam continuar a influenciar as diferentes trajetórias do índice de intensidade energética em função da diferença no acesso às novas tecnologias e aos recursos naturais.

4.3 Fontes alternativas de geração de energia

De acordo com Hinrichs; Kleinbach; Reis (2016) as fontes renováveis fornecem aproximadamente 22% da energia mundial, aumentando significativamente em muitas partes do mundo. A energia eólica é o recurso energético cuja utilização aumenta mais rapidamente no mundo, seguido pela energia fotovoltaica e hidroelétrica. As fontes ou recursos energéticos renováveis podem ser categorizados nas formas solar, eólica, hídrica, biomassa, biomassa e geotérmica, sendo a hidrelétrica a maior contribuinte em recursos renováveis, conforme detalhado no Quadro 3.

Quadro 3 – Recursos energéticos renováveis e usos.

Radiante (solar)	Aquecimento e refrigeração de ambientes (ativos ou passivos) Aquecimento doméstico de água, piscinas Eletricidade (fotovoltaica) Fornalhas solares, termoeletricidade
Vento (eólica)	Eletricidade (turbinas eólicas) Mecânica (bombeamento de água, moagem)
Hídrica	Eletricidade, mecânica (rodas-d'água)
Biomassa	Calor (combustão direta), eletricidade Combustíveis (gás, líquidos)
Geotérmica	Eletricidade, aquecimento distrital

Fonte: elaborado a partir de HINRICHS; KLEINBACH; REIS (2011)

Segundo Callan, e Thomas (2017) é insuficiente limpar os efeitos da poluição depois que os danos já foram feitos, sendo necessário usar uma perspectiva mais ampla ao avaliar os efeitos ambientais do consumo e da produção. Desta forma as empresas precisam adotar práticas sustentáveis de negócios, inserindo cada vez mais fontes de energias alternativas no seu processo de produção.

Os altos preços da energia, questões relacionadas com a segurança dos combustíveis, subsídios às energias renováveis e o aumento das preocupações com o meio ambiente impulsionam o crescimento das fontes alternativas. A energia solar experimentou um grande crescimento no final da década de 1970, em razão do embargo do petróleo e dos subsequentes aumentos nos preços do petróleo e da eletricidade. Podendo ser obtido de duas formas, um sistema de energia solar ativo, aquele no qual a água ou o mar que o sol aqueceu é circulado por um ventilador ou uma bomba, e o passivo, que não usa uma fonte externa de energia, mas permite que o fluido circule por meios naturais. Tal sistema deve ser capaz de armazenar energia para a utilização durante períodos noturnos e dias nublados.

A geração fotovoltaica tem um grau de penetração futura no mercado dependente da redução dos custos e do aumento da eficiência das células. Apesar disso seu mercado continua a crescer, esta é capaz de fornecer energia para iluminação, comunicação,

bombeamento de água, carregamento de baterias, entre outras funções. A energia fotovoltaica está abrindo importantes acessos nos países em desenvolvimento, crescendo mais rapidamente nos países de terceiro mundo.

A forma energética que mais cresce atualmente é a extração de energia do vento, especialmente na forma de eletricidade. Seu impacto ambiental é praticamente insignificante, sendo seu principal problema é a poluição visual, além do seu curto período de construção, o tamanho reduzido de suas unidades, e a capacidade de adaptação sob medidas a usos e localização específica.

Embora historicamente a energia hídrica seja responsável por aproximadamente metade de toda a eletricidade gerada por meio da utilização de recursos naturais, a energia hídrica tem sido utilizada para fazer a água gerar energia, mesmo não sendo uma fonte poluidora, ela fornece riscos de falar catastróficas. A outra metade da energia é fornecida por biomassa, aquela derivada de matéria viva como matérias primas encontradas nos resíduos agrícolas, florestais e sólidos, tal como a madeira.

Estes recursos são encontrados em grande parte da terra, podendo fornecer grande parte da energia necessária do país. Sendo que esta pode ser utilizada como combustíveis em três formas: sólido, como as lascas de madeiras, líquido, a partir de ações químicas ou biológicas, e o gasoso, produzido por meio do processamento com altas temperaturas e alta pressão. Os custos com coletores são baixos e o armazenamento da energia já está incluso.

Embora a energia geotérmica não seja expressiva no Brasil, ela é produzida a partir do calor originado no interior da Terra, apenas do grande potencial energético, ela está limitada a localidade. Esses recursos não são infinitos e podem ser esgotados com a exploração extensiva, sendo usada principalmente para fins de recreação, como parques de fontes termais. Um dos problemas das usinas geotérmicas é a emissão de gases nocivos, e a contaminação do lençol freático, esse problema pode ser remediado pela injeção de água residual dos campos via poços de injeção.

O gás natural é formado a partir da decomposição de matérias orgânicas, tendo um crescimento fenomenal no fim da segunda guerra até a década de 1970, graças ao seu baixo custo, queima limpa e alta disponibilidade, sendo um ótimo suplente do petróleo, ajudando a reduzir a dependência desta fonte. Além disso, o carvão vegetal também é uma opção, este pode ser convertido em óleo e gás natural por meio de processos de liquefação e gaseificação, porém sua substituição generalizada não é uma tarefa simples, devido à

demora nas pesquisas e o desenvolvimento, e atualmente esses “combustíveis sintéticos” não são favoráveis comercialmente.

5. Conclusão

O Brasil possui vantagem por sua matriz energética estar baseada em fontes renováveis. A diversificação da matriz busca minimizar as possibilidades de um racionamento energético no país. Os impactos ambientais deverão ser compensados pelo incremento no uso de fontes renováveis: biocombustíveis, pequenas centrais hidrelétricas (PCH) e energias solar e eólica, além do investimento em pesquisa e desenvolvimento de fontes renováveis ainda não consolidadas, como hidrogênio (células a combustível), biocombustíveis, e energia solar fotovoltaica.

Como sociedade, estão assimilando que os controles da poluição são inadequados para conseguir objetivos ambientais de longo prazo. A inserção de fontes energéticas alternativas renováveis no setor elétrico brasileiro pode ser considerada um caso muito especial. A matriz energética é predominantemente renovável, e estas estão sendo cada vez mais inseridas nos setores econômicos, com mais de 70% do setor energético usa fontes renovável, devido ao grande número de hidrelétricas.

Ainda assim faz-se necessário ampliar a participação de outras fontes alternativas renováveis complementares, pois essa medida aprofunda mais ainda o benefício proporcionado pelas características peculiares do sistema nacional de geração e operação. De acordo com Vichi e Mansor (2009), os esforços devem ser feitos em três grandes frentes: redução no uso de combustíveis fósseis; promoção das fontes renováveis de energia e, aumento na eficiência energética. Embora a maioria dos setores esteja se adaptando ao uso de energias renováveis, alguns ainda se mostram resistentes, como o público, o qual não usa de forma significativa estas fontes.

As fontes renováveis devem aumentar sua participação graças aos esforços globais em políticas públicas voltados para a questão ambiental, especialmente em relação as mudanças climáticas. As áreas de energia, meio ambiente e, principalmente, economia, estão em constante mutação, e novas ideias, propostas e soluções são apresentadas diariamente.

Referências

BRASIL. ANEEL/EPE. Empresa de Pesquisa Energética. **Eficiência Energética no Plano Nacional de Energia**. Brasília: ANEEL: EPE, 2014.

_____. _____. _____. **Balanco Energético Nacional 2018** – Ano base 2017. Rio de Janeiro: MME/EPE, 2018.

_____. _____. _____. **Matriz Energética Nacional 2030**. Brasília: MME/ EPE, 2018

_____. _____. _____. **Nota Técnica DEA 14/10**: Avaliação da Eficiência energética na indústria e nas residências no horizonte decenal (2010-2019). Rio de Janeiro: MME/ EPE, 2010

DI BARTOLO, T. **Relação entre o Índice de Intensidade Energética e a Evolução das Emissões de CO2 no Brasil (1980-2005)**. 2008. 62 f. Monografia (Bacharel em Economia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <<http://www.gee.ie.ufrj.br/index.php/get-monografia/388-relacao-entre-o-indice-de-intensidade-energetica-e-a-evolucao-das-emissoes-de-co2-no-brasil>>. Acesso em: 18. Jun. 2019

HINRICHS, R. A.; KLEINBACH, M.; REIS, L. B. **Energia e meio ambiente**. 4. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2016

LIMA, R. A. A Produção de Energias Renováveis e o Desenvolvimento Sustentável: Uma Análise no Cenário da Mudança Climática. **Revista Eletrônica Direito E-nergia**, Rio Grande do Norte, v. 5, n. 4, jan./jun. 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufrn.br/direitoenergia/article/view/5145/4126>>. Acesso em: 20. jun. 2019.

MAY, P. H. Energia, inovação tecnológica e mudanças climáticas. In: D'AVIGNON, A. **Economia do meio ambiente teoria e prática**. 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. P212-242

RAMOS, L. P.; KUCCK, K. T.; DOMINGOS, A. K.; WILHELM, H. M. Biodiesel: um projeto de sustentabilidade econômica e socioambiental para o Brasil. **Revista Biotecnologia, Ciência & Desenvolvimento**, v. 31, jul./dez. 2013. Disponível em: <<http://www.resol.com.br/textos/Biodiesel.pdf>>. Acesso em: 23 maio. 2019.

KUCEK, K. T.; DOMINGOS, A. K.; WILHELM, H. M. Biodiesel: um projeto de sustentabilidade econômica e socioambiental para o Brasil. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento, Brasília**, v. 31, p. 28-37, 2003.

RIBEIRO, D.V.; MORELLI, M.R. **Resíduos Sólidos: Problemas ou Oportunidades?** Rio de Janeiro: Interciência, 2009.

SANTOS, T.; SANTOS L. **Economia do Meio Ambiente e da Energia**: fundamentos teóricos e aplicações. Rio de Janeiro: LTC, 2018.

THOMAS, J. M.; CALLAN, S. J. **Economia Ambiental**: aplicações, políticas e teoria. 6.ed.São Pauo: Cengage Learning, 2017

TOLMASQUIM, M. T.; GUERREIRO, A.; GORINI, R. Matriz energética brasileira: uma prospectiva. **Novos Estudos - CEBRAP**, São Paulo, n. 79, nov. 2007. Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-3002007000300003&script=sci_arttext>. Acesso em: 31 maio 2019.

UDAETA, M. E. M. **Planejamento integrado de recursos energéticos –pir– para o setor elétrico**: pensando o desenvolvimento sustentável. 1997. Tese (Doutorado em Engenharia) - USP, São Paulo. Disponível em: <<http://www.seeds.usp.br/pir/arquivos/tesepir%20memu%201997.pdf>>. Acesso em: 01 jun. 2019.

VICHI, F. M.; MANSOR, M. T. C. Energia, Meio Ambiente e Economia: O Brasil no Contexto Mundial. **Química Nova**, São Paulo, v. 32, abril. 2009. Disponível em: <http://quimicanova.sbq.org.br/imagebank/pdf/Vol32No3_757_18-QN09061.pdf>. Acessado em: 22 jun. 2019