



# Eficiência Energética Sob a Perspectiva das Fontes Alternativas de Energia: Uma Abordagem Prática ao Método Multicritério SAPEVO-M

David de Oliveira Costa (UFF) [dcosta.doc@gmail.com](mailto:dcosta.doc@gmail.com)

Carlos Francisco Simões Gomes (UFF) [cfsg1@bol.com.br](mailto:cfsg1@bol.com.br)

Marcos dos Santos (IME) [marcosdossantos\\_doutorado\\_uff@yahoo.com.br](mailto:marcosdossantos_doutorado_uff@yahoo.com.br)

Hernandes Pereira da Silva (IFPE) [hernandesilva@recife.ifpe.edu.br](mailto:hernandesilva@recife.ifpe.edu.br)

Wolney Alexandre Pereira da Silva (IFPE) [wolneyet@gmail.com](mailto:wolneyet@gmail.com)

## Resumo

Numa abordagem global, é perceptível que em todos os setores da cadeia produtiva o impacto financeiro oriundo do consumo de energia elétrica é um dos fatores motivadores para que se tenha uma atuação intensa em pesquisa e desenvolvimento com foco em redução no consumo dessa energia, por meio da melhoria do desempenho de máquinas, equipamentos, utensílios e dispositivos eletroeletrônico em geral, seja no âmbito das residências ou nas indústrias. Outro aspecto relevante, para ações com essa finalidade e, está fortemente relacionada às pautas ambientais que buscam equalizar os avanços do desenvolvimento que demanda maior consumo, com a mitigação dos impactos no meio ambiente. Neste diapasão, evidencia-se a perspectiva financeira, vital para a manutenção dos empregos, serviços e produtos oferecidos a sociedade, quanto no aspecto da sustentabilidade que busca a preservação nos recursos naturais para gerações futuras. Tais perspectivas, tem com alternativa o foco na performance energética, sem renunciar aos aspectos da sustentabilidade, baseada em novos paradigmas de inovação tecnológica na mudança de sua matriz energética, por outras com alto potencial de viabilidade. Assim, este artigo tem por objetivo analisar os impactos da atual matriz energética brasileira, avaliando aspectos e pontos, baseado na definição primária da sustentabilidade (econômico, social e ambiental) e propor ações práticas de mitigação nessa estrutura. Por meio de modelagem matemática, aplicando os conceitos do método multicritério SAPEVO-M, ordenou-se qual matriz energética tem maior viabilidade, baseada em critérios técnicos, ambientais e financeiros. Com isso, percebeu-se que é possível, mediante ao conceito da sustentabilidade, obter uma proposta de energia limpa e financeiramente viável.



**Palavra-chave:** Análise multicritério, Eficiência energética, Matriz energética, SAPEVO-M.

## 1. Introdução

Considerando que, o desenvolvimento econômico de um país está diretamente correlacionado com sua infraestrutura e que, de forma direta essa estrutura remete à oferta e consumo de energia disponível, é necessário que a matriz energética tenha a ampla capacidade de atender essa demanda sem que os impactos gerados sejam inviáveis ou tenha implicações no eixo da sustentabilidade, como menciona Kreel e Souza (2020). Estudos apontam que existe um nicho de mercado específico, voltado para a valorização de ações ambientais, que esse público está disposto a pagar até 15% acima do valor praticado, por um produto ou serviço de empresas alinhadas a esse conceito. Assim, entende-se que há uma relação direta entre a base de consumo, o comportamento e o modo de vida da sociedade, como pensam Silva e Périco (2021), e que dessa forma, acelera, de forma considerável, a base tecnológica alinhada aos conceitos da performance e da sustentabilidade.

O conceito de eficiência energética está associado, conforme descreve Roewer *et al.*, (2015), como a relação entre quantidade de energia de entrada e, respectivamente a quantidade de energia de saída desse sistema em questão. Para Soares e Cândido (2019) por se tratar de um segmento estratégico para o crescimento do país, deve-se ter um plano de gerenciamento específico, isso com o objetivo de maximizar a performance e a diversificação da matriz energética, o que diretamente fortalece a sustentabilidade energética. Importante, inicialmente, esclarecer alguns conceitos sobre os tipos de energias. Para García-Olivares *et al.*, (2012), um resumo sobre essas classificações são:

Energia renováveis, como a biomassa, têm como fundamental característica a capacidade de regeneração num intervalo de tempo pequeno. As fontes de energia não renováveis, são provenientes da decomposição de matéria orgânica, como o petróleo, carvão e gás natural.

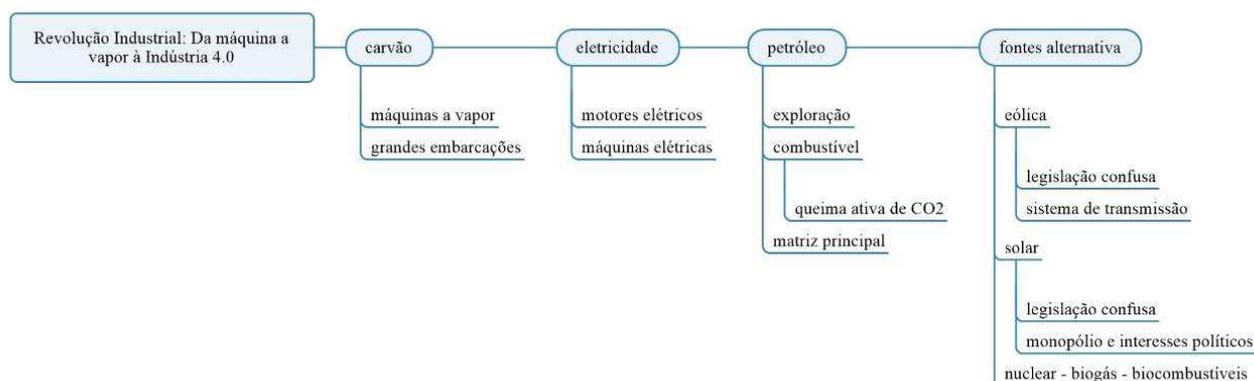
## 2. Fundamentação Teórica

### 2.1. Os impactos da revolução industrial: A matriz energética estruturada em função do modo de consumo

Ao se abordar a revolução industrial é inerente citar o termo energia, por se tratar de um evento físico, por meio de um processo específico (figura 1), capaz de transformar insumos em um produto acabado. Alinhado a esse entendimento, Torre, Alves e Corrêa (2018) definem que essa energia, deverá ser classificada em: energia de fontes renováveis e energia de fontes não renováveis. A distinção entre elas, se dá pelo fato que de sua matriz ocorrer por meio de eventos naturais que, tendem a ser inesgotáveis.

Segundo o relatório de sustentabilidade da British Petroleum (2021), o consumo de energia primária, China, maior vilão no consumo de energia a base do carvão e do gás, caiu 4,5% em relação a 2020. Esta redução, foi motivada principalmente pelo regime político praticado naquele país, que instituiu um rodízio na escala de trabalho de grandes indústrias. Isso, tem gerado instabilidades econômicas a nível global e escassez de insumos que as indústrias de transformação em todo o globo utilizam como base de seus produtos, o que acarreta inúmeras consequências para esses países.

Figura 1: Timeline revolução industrial e a energia predominante



Fonte: Autores (2022)

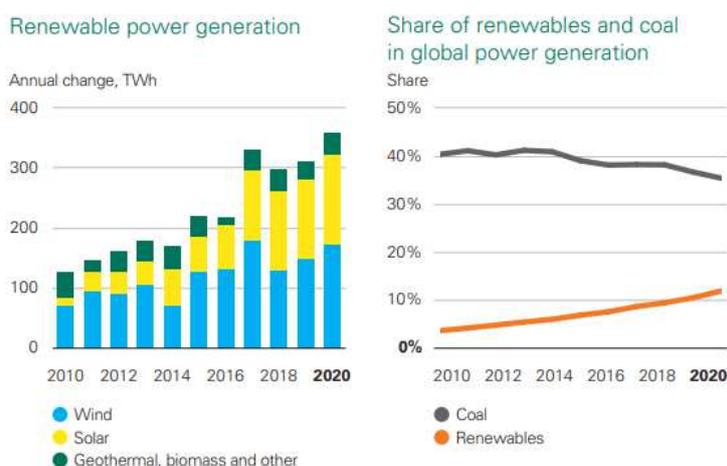
## 2.2. Matriz energética no Brasil: Um paralelo com o cenário global e os seus impactos

A matriz energética brasileira, quando comparada a nível global (figura 2), observa-se que existe uma tendência a grandes investimentos no setor de energia eólica, quanto na utilização da energia solar.

Segundo a Agência Internacional de Energia (IEA, 2017), a energia renovável representa apenas 1,5% da geração de energia global, que, somado à contribuição da energia hidráulica, totaliza 4% (nuclear: 4,9%; biomassa: 9,7%; gás natural: 21,6%; petróleo e derivados: 31,7%; carvão: 28,1%). Isso significa que ainda há um grande espaço a ser desbravado pelas energias renováveis, porquanto se está bem longe de alcançar os objetivos firmados em acordos internacionais para reduzir a emissão de CO2. (KREEL e SOUZA, 2020).

Visto que, o Brasil por ser um país tropical, se beneficia desses dois requisitos elementares: O vento e o sol. Diante da necessidade de mudança na matriz de consumo de energia e dos atendimentos aos requisitos para geração de energia renováveis, o Brasil ainda se demonstra tímido face à viabilidade econômica, ambiental e social. Agora, ao se considerar os aspectos políticos e de regulação desse mercado e segmento específico, se observa que o entrave de avançar com essa proposta ainda são as etapas burocráticas do país.

Figura 2: Matriz energética global

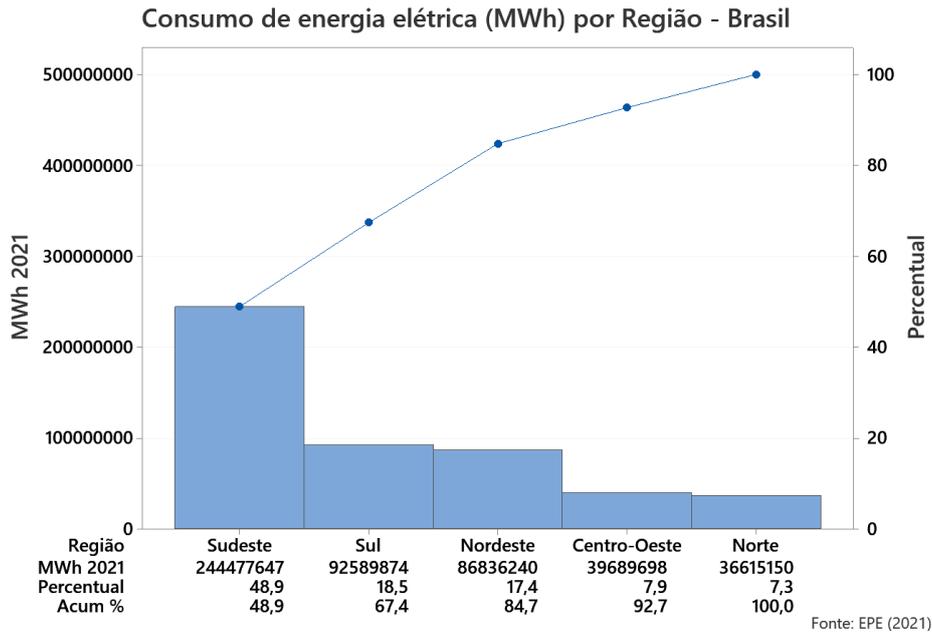


Fonte: BP (2021)

Ao mesmo tempo em que o número de investimentos cresce no país, em busca de alternativas de energia limpa, é importante entender que esse fator está associado ao desenvolvimento da nação. Ou seja, diretamente está atrelado à riqueza do país, Produto Interno Bruto (PIB) como pensam Bach *et al.* (2021).

Quando se delimita o escopo de consumo de energia elétrica a nível Brasil, segundo a base de dados da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), em 2021, percebe-se que a Região Sudeste é responsável por aproximadamente 50% do consumo total (gráfico 1). Isso, reforça a fundamentação de que a energia está relacionada ao desenvolvimento econômico e, que poderá ser constatado/correlacionado com o respectivo Produto Interno Bruto (PIB).

Gráfico 1: Consumo de energia elétrica 2021 no Brasil



Fonte: Adaptado EPE (2022)

Como observa-se, na série histórica de investimentos nesse setor (figura 3), da China no Brasil, desde de 2010, há um risco desse setor ficar dependente das intervenções desses grupos. Considerando que, energia está diretamente relacionada à economia e desenvolvimento, entende-se que essa é uma questão de soberania. Logo, deveria ser tratada como um tópico estratégico. Assim sendo, a política que rege esse segmento deveria ser revista a ponto de haver métricas que considerassem esse aspecto. A alta dependência ou o absoluto monopólio nesse segmento, poderá incorrer em potenciais riscos à nação.

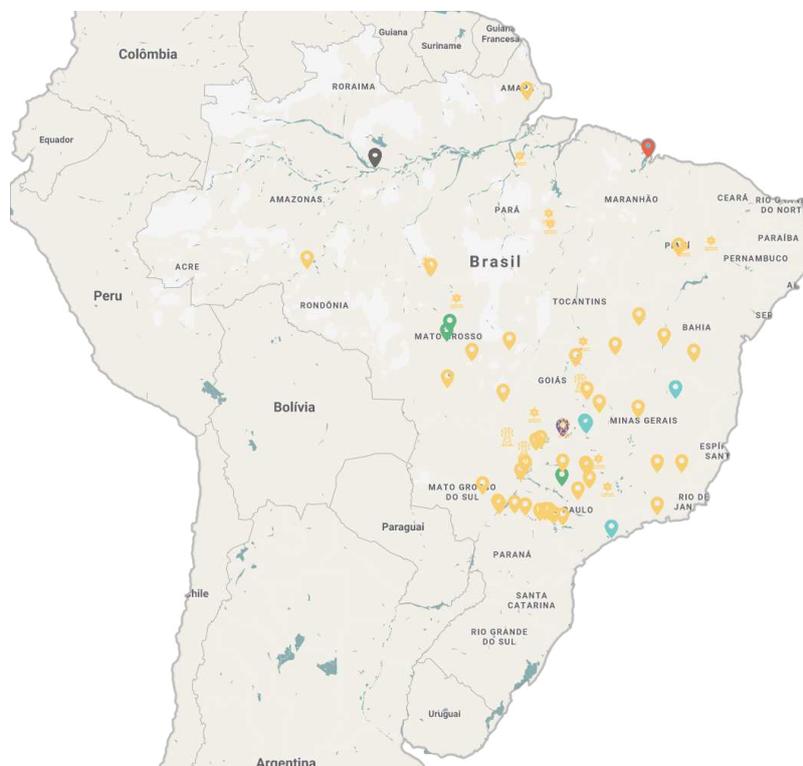
Figura 3: Investimentos no setor energético (China – Brasil)



Fonte: BRICS Policy Center (2021)

Analisando os locais dos investimentos, supracitados, observa-se (figura 4) que Regiões estratégicas para o país foram atribuídas nesses investimentos, considerando que os fatores da sustentabilidade estão fundamentos em elementos como: Social, Econômico e o Ambiental, entende-se que essa equação poderá a ficar desequilibrada ao longo do tempo. Nesse mesmo pensamento, Galbiatti (2018), afirma que isso gerará consequências e implicações econômico-social em função desse evento (monopólio de um segmento estratégico para o país). Entende-se que esse segmento de negócio, energia, por ser estratégico, não é adequado delegar a outra nação. Pois, as regras de mercado impostas pelo mandatário podem impactar negativamente o setor produtivo. E, ao abordar o este setor, diretamente correlaciona-se com o Produto Interno Bruto (PIB) do país.

Figura 4: Locais dos investimentos (China – Brasil)



Fonte: BRICS Policy Center (2021)

### 2.3. Fontes Alternativas de Energia

Para Elgamil e Demajorovic (2020), esse tema está diretamente relacionado às políticas governamentais. Impossível, ao abordar a situação da matriz energética, não mencionar às inúmeras burocracias no sistema energético (geração, transmissão e distribuição) e as inúmeras concessionárias, detentora de um contrato de fornecimento que não favorece às inovações e viabilidades de projetos sustentáveis (econômico e ambiental). Manero; Béjar

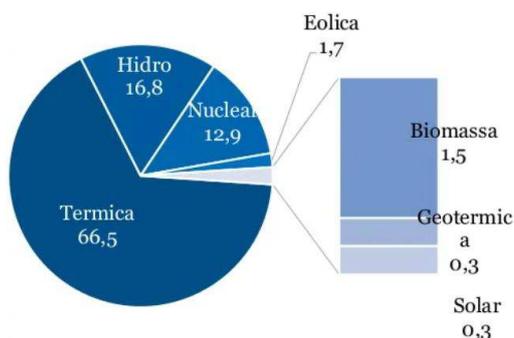
e Cortés (2019) afirmam que é necessário entender cada etapa no processo de geração até o fornecimento da energia elétrica atualmente, no Brasil.

Considerando que o Brasil é um país continental, onde a sua faixa territorial é extensa, e que apresentam condições climáticas favoráveis para explorar fontes alternativas de energia, após vencida às etapas da burocracia brasileira. Um país onde a produção de energia está concentrada em hidroelétricas, cerca de 75% de acordo com Silveira, Santos e Montoro (2019), onde outras fontes, como eólica, solar e biomassa, poderiam minimizar os impactos e desgastes de um sistema sobrecarregado. Pois, mediante ao histórico de apagão que o Brasil vivenciou, se faz necessário essa mudança na estrutura.

As fontes de geração de energia elétrica no Brasil durante os anos de 2013 e 2014 sofreram consideráveis alterações, ocasionadas principalmente pelas condições climáticas desfavoráveis, que reduziram a oferta hídrica no país, e pelo aumento de 2,9% no consumo de eletricidade em 2014 (EPE, 2015).

A abordagem ao contexto matricial de energia e fatores de mitigação, indiscutivelmente passará por desenvolver fontes alternativas de compensação. Visto que, a situação global apresenta uma matriz energética desfavorável ao aspecto sustentável (figura 5).

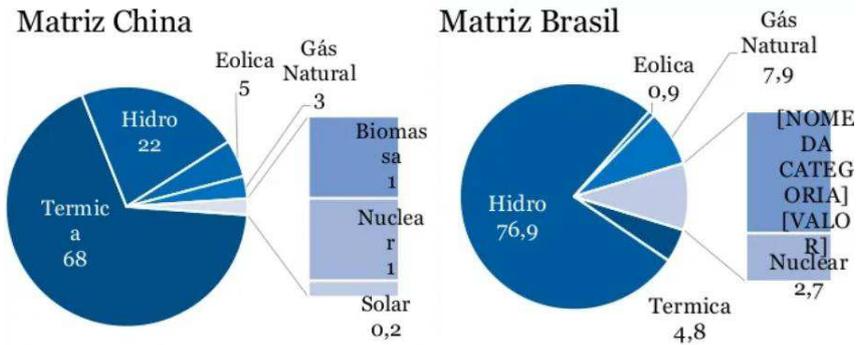
Figura 5: Matriz energética global



Fonte: Schmelzer (2015)

O Brasil desde o início dos anos 2000 (figura 6), se mostra robusta e se estabelece como *benchmark* para outros países no contexto global. Ao traçar um paralelo com a matriz energética da China, percebe-se o quanto o Brasil está à frente. Entendendo que essa matriz impactará diretamente nos índices de emissões GEE (gases de efeitos estufa).

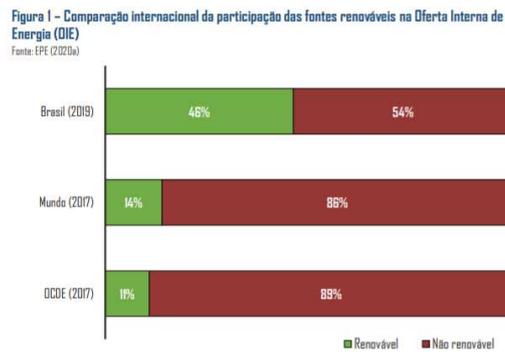
Figura 6: Matriz energética Brasil x China



Fonte: Schmelzer (2015)

Nesse sentido, comparando o Brasil com os países que compõem a OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico), percebe-se uma larga vantagem brasileira (figura 7). O mesmo cenário se repete ao analisar o Brasil com os demais países do mundo.

Figura 7: Participação das fontes renováveis x Oferta interna de energia



Fonte: Ministério de Minas e Energia (2021)

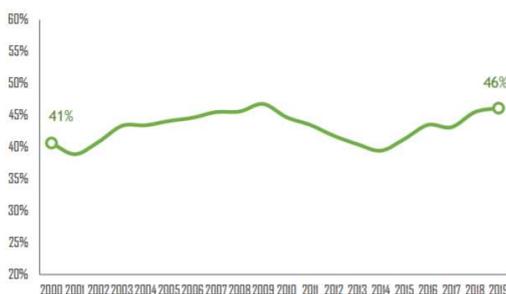
Historicamente, o Brasil se destaca por ser um país com um alto percentual de fontes renováveis de energia em sua oferta interna quando comparado ao resto do mundo. Nos últimos 20 anos, a participação das renováveis na matriz energética brasileira, manteve-se estável com valores superiores a 40%, o que já é um grande desafio para o país (BRASIL, 2021).

Ao mesmo tempo em que se relata esta vantagem, de utilização de fontes renováveis no Brasil, percebe-se que este processo é lento, porém estruturado (figura 8). Para o Ministério de Minas e Energia do Brasil (2021), algumas dessas fontes de energia renováveis, são intermitentes como a solar e a eólica. Já a biomassa, é uma fonte que tem ciclos sazonais e, assim tem seus períodos de safra. Para Silveira; Santos; Montoro (2019), devido às restrições técnicas e de capacidade, uma alternativa é complementar com energia proveniente de termoeletricas.

Figura 8: Participação das fontes renováveis x Oferta interna de energia

Figura 2 - Evolução da participação das fontes renováveis na Oferta Interna de Energia (OIE)

Fonte: EPE (2020b)



Fonte: Ministério de Minas e Energia (2021)

Este, sem dúvida alguma, é um tema bastante complexo em que investimentos e pesquisas são fundamentais para seguir estruturado em ampliar a aplicabilidade de fontes alternativas, onde os impactos ambientais, econômicos e sociais sejam minimizados.

O Brasil tem um potencial muito grande de gás natural agora no pré-sal, então, o que estamos fazendo é usando o gás natural como complementar nesses períodos de baixa hidráulica e intermitência das fontes renováveis. Então, o que fazemos no ministério é a diversificação da matriz, tentar diversificar ao máximo para não ficar totalmente dependente da fonte hidráulica. (BRASIL, 2021).

#### 2.4. Uso Racional de Energia: A proposta do selo verde

O Ministério de Minas e Energia, em 1985, criou o programa nacional de conservação de energia elétrica (PROCEL) como expressão de uma ação mitigadora dos desperdícios de energia elétrica ou, maximizar a eficiência energética no país. Este programa, está sob a coordenação da Eletrobras e atua conforme a portaria interministerial nº 1.887.

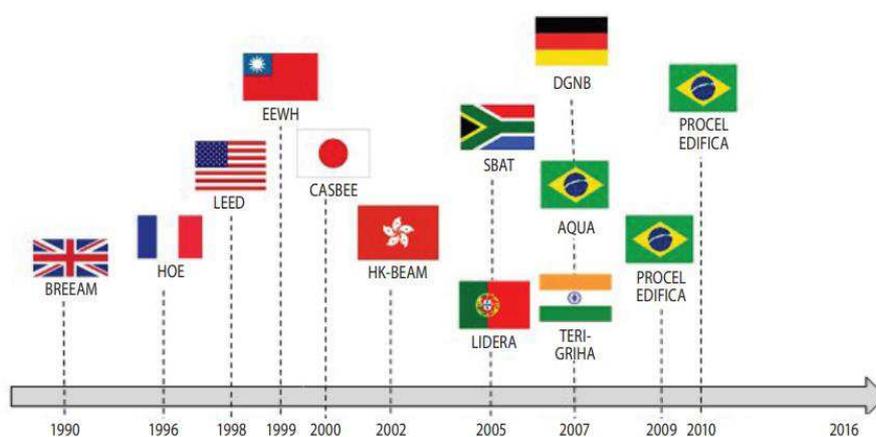
As ações do PROCEL contribuem para o aumento da eficiência dos bens e serviços, para o desenvolvimento de hábitos e conhecimentos sobre o consumo eficiente da energia e, além disso, postergam os investimentos no setor elétrico, mitigando, assim, os impactos ambientais e colaborando para um Brasil mais sustentável. (BRASIL, 2021).

Schiavon; Altomonte (2014), enxergam um o papel específico para os programas e certificações com ênfase em sustentabilidade e uso racional de energia (LEED, BREEAM, CASBEE): Que estejam alinhados ao conceito ambiental, mas que promovam melhorias na qualidade de vida das pessoas que usufruem dos respectivos espaços. Pode-se constatar um movimento crescente, em todos os segmentos, de demandas de ações mitigadoras de impactos ao meio ambiente. Schreiber *et al.* (2020), entendem que tais demandas, incentivaram a criação de indicadores de desempenho, selos e certificações onde o foco são: Minimizar impactos em bens e serviços ou o consumo racional e consciente de energia (água ou energia motriz).

Para tanto, cresce a adesão e desenvolvimento de selos e certificações ambientais como meio de mitigar ações e impactos da cadeia produtiva da construção civil. Nesse aspecto, a metodologia utilizada para o desenvolvimento desse trabalho foi a pesquisa documental. Como resultados, o estudo constata as principais certificações e selos utilizados no Brasil e sua crescente adesão. (CONTO; OLIVEIRA; RUPPENTHAL, 2017).

Verbinnen (2015) faz um paralelo dos modos de consumo e a consciência do homem, quanto aos impactos e seus desdobramentos. De modo que, entre os anos 1970 e 1980 a ênfase dada era a sensibilidade quanto à poluição. Já nos anos 1990, o apelo era para reparar a biodiversidade e, nos dias atuais o movimento tem uma abordagem às mudanças climáticas (aquecimento global). Nesse sentido, alguns programas e selos de certificação surgem de forma global (figura 9).

Figura 9: Timeline certificações ambientais - global



Fonte: Conto *et al.* (2017)

## 2.5. Análise Multicritério de Decisão (AMD): O Método SAPEVO-M

A inserção de modelos matemáticos no contexto da gestão ambiental vem sendo amplamente aplicada. A exemplo disso, Silva; Sousa (2020) aplicaram no contexto de fontes alternativas de energia (energia solar). Gomes; Costa (2015), entendem que uma especificidade em destaque no AMD é a propriedade de trabalhar situações envolvendo critérios qualitativos e, ou quantitativo. O apoio multicritério à decisão (AMD) é caracterizado pela modelagem de problemas decisórios discretos à luz de múltiplos de pontos de vista (GOMES; COSTA, 2015).

Para Gonçalo *et al.*, (2021) ressaltam que o foco do AMD não é, estritamente, propor uma solução ótima ou, uma verdade absoluta, mas ajudar a entender o problema, o modelo (variáveis, autores, critérios e objetivos). Para iniciar uma análise decisória é necessário entender qual o tipo de problema que será tratado. Os diferentes tipos de problemas, seguem características específicas:

- i. Problemática  $\alpha$ : quando o foco é esclarecer a decisão atribuída. Ou seja, o resultado esperado é uma escolha;
- ii. Problemática  $\beta$ : para essa aplicação, a proposta final é conseguir gerar uma classificação entre as alternativas possíveis;



iii. Problemática  $\gamma$ : aqui, o foco é gerar uma ordenação entre as alternativas propostas.

O método SAPEVO-M, proposto por Gomes *et al.*, (2020), classificado com uma problemática do tipo  $\gamma$ , segue a seguinte axiomática:

- i. converter preferências ordinais entre os critérios num vetor de pesos dos critérios;
- ii. converter as preferências ordinais entre as alternativas para cada critério em parciais das alternativas;
- iii. determinar o peso global das alternativas.

Assim, mediante a esse entendimento é possível aplicar tal conceito para, diante de critérios da sustentabilidade, elencar as alternativas de energias viáveis para estruturação da matriz energética, de forma que os impactos sejam minimizados.

Gomes *et al.*, (2020) descreveram as seguintes etapas para o referido método;

Etapa 1: Os critérios

**$C_i$  e  $C_j$  = critérios de um conjunto ou grau de preferência**

**$C = \{C_1, C_2, C_3, \dots, C_i, \dots, C_j\}$**

**$\delta C_i C_j = 1 \leftrightarrow C_i \cong C_j$**

**$\delta C_i C_j > 1 \leftrightarrow C_i > C_j$**

**$\delta C_i C_j < 1 \leftrightarrow C_i < C_j$**

*significados:*

$\cong$  “tão importante quanto”

$>$  “mais importante que”

$<$  “menos importante que”

Etapa 2: A escala de 7 pontos

$<<< \leftrightarrow -3$

$<< \leftrightarrow -2$

$< \leftrightarrow -1$

$\cong \leftrightarrow 0$

$> \leftrightarrow 1$

$>> \leftrightarrow 2$

$>>> \leftrightarrow 3$

Etapa 3: O Decisor

Uma matriz será gerada em função da ordem de preferência de cada decisor (DM);

$$D = \{DM1, DM2, DM3, \dots, DMk\}$$

$$MDMk = [\delta C_i C_j]$$

No processo de análise paritária entre os critérios elencados (figura 10), o decisor julgará o grau de relevância entre critérios (dois a dois). Assim, será obtido um vetor coluna  $[v_i]$  e, esse vetor passará por uma normalização, com o objetivo de padronizar às distintas unidades de medidas de cada critério.

Figura 10: Matriz de decisão da relevância do critério (análise paritária)

Matriz quadrada

	critério 1	critério 2	critério 3
critério 1	≅	>>	>
critério 2	<<	≅	<
critério 3	<	>	≅

Fonte: Costa e Santos (2021)

Após essa etapa, se faz necessário realizar a pontuação de equivalência desta respectiva matriz e, o seu processo de normalização (figura 11).

Figura 11: Matriz de avaliação da relevância do critério (análise cruzada entre critérios)

Matriz quadrada normalizada

	critério 1	critério 2	critério 3	pontuação	normalização
critério 1	0	2	1	3	1,00
critério 2	-2	0	-1	-3	0,17
critério 3	-1	1	0	0	0,00

0,0017

Fonte: Costa e Santos (2021)

É importante destacar que, por convenção, quando o peso de um critério for igual a zero, este equivalerá a 1% do maior peso subsequente, ou seja 1% de 0,17 (figura 11). Assim, o valor normalizado para este critério será 0,0017 (exemplo). Para realizar o cálculo de normalização, segue-se a notação (1) descrita na sequência:

$$v = \frac{a_{ij} - \min a_{ij}}{\max a_{ij} - \min a_{ij}} \quad (1)$$

Dessa forma, o processo será repetido de acordo com o número de decisores (DM) contidos nesta avaliação. Em seguida, realizar-se-á o processo de pontuação global dos critérios. Para obtenção da matriz coluna, deve-se somar o produto entre cada critério com o seu respectivo vetor



normalizado e, repetir a operação em cada alternativa (figura 12).

Figura 12: Matriz de decisão global

=(AE4*AH4)+(AF4*AH4)+(AG4*AH4)						
AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI

Matriz de avaliação

	Critério 1	Critério 2	Critério 3	Vetor normalizado	Matriz coluna
Alternativa 1	0	1	0,5	1,00	1,50
Alternativa 2	1,17	1,64	1	0,17	0,65
Alternativa 3	2	0,4	1,5	0,0017	0,01

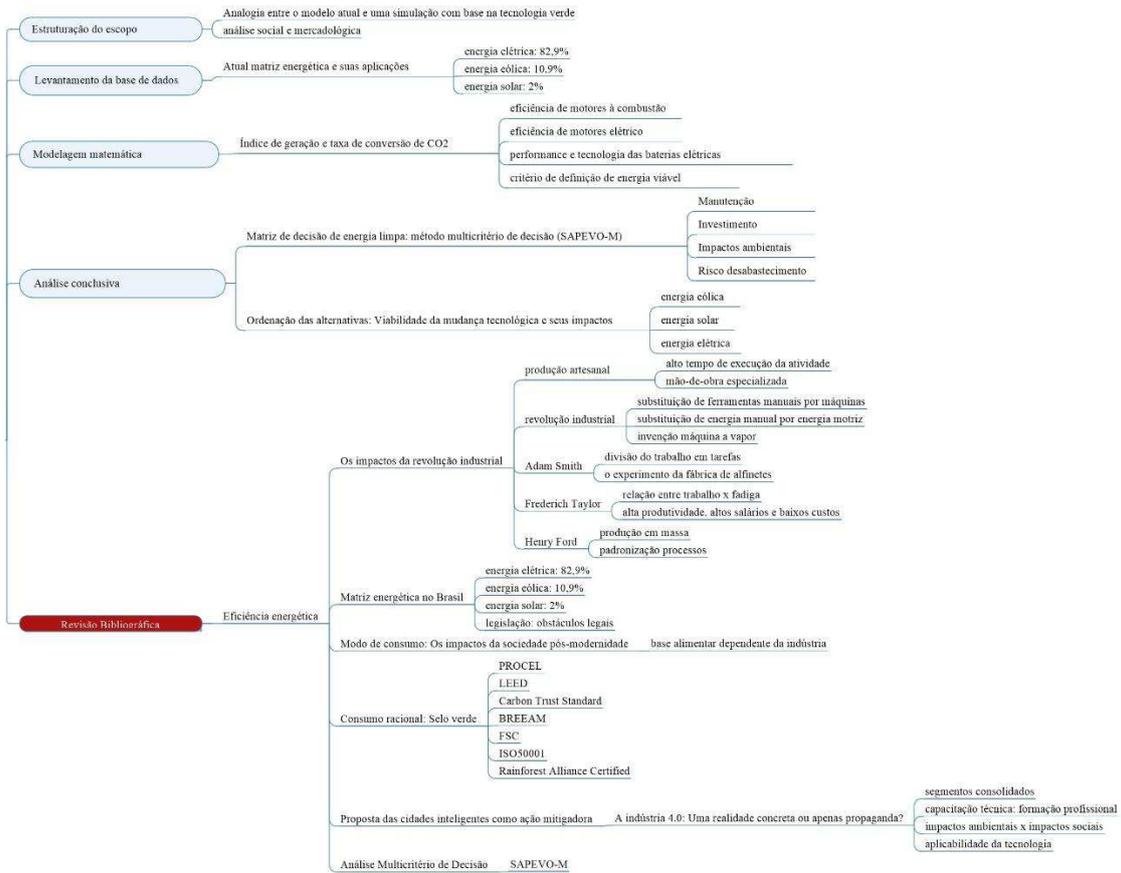
Fonte: Costa e Santos (2021)

Mediante esta matriz coluna, de forma ordinária, deve-se considerar o maior fator de relevância, no ranking supracitado (figura 12).

### 3. Metodologia

Este artigo trata-se de um estudo *quali quanti*, aplicando os conceitos da análise de decisão multicritério, SAPEVO-M. Por meio dela, foi possível estruturar, de forma análoga, um framework, da atual matriz energética e os seus impactos com ênfase em eficiência e desempenho energético, valor do investimento para geração dessa energia, impactos ambientais gerados, custo de manutenção do sistema de geração e, diante desse cenários, entender a função de mitigação da aplicação de conceitos de fontes alternativas de energia (em larga escala) para propor melhorias e soluções viáveis ao contexto sustentável (figura 13).

Figura 13: Fluxo metodológico do artigo



Fonte: Autores (2022)

#### 4. Resultados e Discussão

Baseado na perspectiva de quatro especialistas, analisou-se a matriz energética, considerando os respectivos critérios:

- i. investimentos iniciais de instalação;
- ii. custo de manutenção;
- iii. impactos ambientais;
- iv. risco de desabastecimento.

Teixeira; Santos e Gomes (2018), desenvolveram uma plataforma web para realizar as etapas do método SAPEVO-M (SapevoWeb Software v.1). Este que está registrado junto ao Instituto Nacional da Propriedade Industrial, número BR512020000667-1. O mesmo foi utilizado na resolução deste caso. Assim, mediante aos *inputs* na matriz de decisão (figura 14), lançou-se o ponto de vista de quatro especialistas (DM).

Figura 14: Matriz de decisão (definição dos decisores)

## Matriz Energética FPE

Decisores	
#	Decisores
1397	DM1
1398	DM2
1399	DM3
1400	DM4

Fonte: Autores (2022)

Para esse estudo, foram consideradas as energias principais, listadas pelos Ministérios de Infraestrutura e de Minas e Energia (BRASIL, 2021). E, os critérios atribuídos, foram estabelecidos, baseado no conceito da sustentabilidade: investimento financeiro para instalação de uma geradora de energia, o custo de manutenção do sistema, o risco de desabastecimento e os impactos ambientais inerentes à geração (figura 15).

Figura 15: Matriz de decisão (alternativas propostas)

Alternativas	
#	Alternativas
1331	Energia Eólica
1332	Energia Elétrica
1333	Energia Solar

Critérios	
#	Critérios
1322	Investimento
1323	Manutenção
1324	Impactos ambientais
1325	Risco desabastecimen

Fonte: Autores (2022)

Baseado na avaliação dos decisores, nos critérios previamente estabelecidos, chegou-se ao entendimento que o critério “manutenção do sistema de geração” e “impacto ambiental” foram os vetores de maior relevância nessa avaliação, com pesos 4,0 e 1,03, respectivamente. Seguidos dos critérios: riscos de desabastecimento e investimento necessário para instalação (figura 16).

Figura 16: Ponderações e Resultado



## Resultado | Projeto MatrizEnergéticaIFPE

### Pesos

Critério - **Investimento** - 0.7353333333333333

Critério - **Manutenção** - 4.0

Critério - **Impactos ambientais** - 1.0370000000000001

Critério - **Risco desabastecimen** - 0.7683333333333333

### Ordenação

1º -- **Energia Eólica** -- 22.437155555555556

2º -- **Energia Solar** -- 18.656725974025974

3º -- **Energia Elétrica** -- 3.5

Fonte: Autores (2022)

## 5. Conclusão

Mediante às pesquisas e constatações no ambiente corporativo, a questão da eficiência energética ela apresenta ótimos motivos para ser implementada: financeiro e ambiental. O primeiro, trazendo para realidade corporativa, será fundamental para se iniciar estudos e propostas de melhorias que ofereçam retorno do capital investido, dentro de um prazo adequado (*payback*). O segundo, tem o apelo midiático sobre o eixo da sustentabilidade ambiental. Que, estudos apontam para políticas de investimentos diferenciados e um nicho de mercado disposto a consumir de empresas com esse alinhamento. Logo, diante dessa fundamentação, essa proposta é um ganho social relevante e financeiramente viável. Agora, constata-se que os entraves burocráticos (geração de energia, distribuição e concessão) ainda são o grande obstáculo a ser superado. Já que a legislação é complexa em cada subsistema supracitado, nesse processo. O aspecto positivo é que, o Brasil por ter uma localização e atributos diferenciados e favoráveis, oferecem viabilidade técnica para se avançar nessa temática.

## REFERÊNCIAS

BACH GASPARIN, F. ; OLIVEIRA DIAZ DE LIMA, V.; HUNGARO MICHELETTI, D.; LUCAS KONRAD BURIN, E.. "A Influência De Políticas Públicas Para O Progresso Da Geração Solar Fotovoltaica E Diversificação Da Matriz Energética Brasileira. Revista Virtual De Química, 2021.

BRITISH PETROLEUM (BP). **BP Statistical Review of World Energy 2021**. 70th Edition. Londres, 2021. Disponível em: <<https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-full-report.pdf>>



BRASIL, Ministério de Minas e Energia. Acesso em 12.Nov.2021 em:<  
<https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/brasil-registra-41-de-energias-renovaveis-na-matriz-energeti-1>>

CONTO, V.; OLIVEIRA, M. L.; RUPPENTHAL, J. E. 2017. Certificações ambientais: contribuição à sustentabilidade na construção civil no Brasil. GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas, Bauru, Ano 12, nº 4, out-dez/2017, p. 100-127. DOI: 10.15675/gepros.v12i4.1749.

COSTA, DAVID DE OLIVEIRA; SANTOS, MARCOS DOS. APLICABILIDADE DO MÉTODO SAPEVO-M NA AQUISIÇÃO DE UM SOFTWARE ESTATÍSTICO PARA UMA INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO. In: Anais do Simpósio de Engenharia, Gestão e Inovação. Anais...Juazeiro do Norte (CE) URCA, 2021. Disponível em: <<https://www.even3.com.br/anais/sengi2021/345069-APLICABILIDADE-DO-METODO-SAPEVO-M-NA-AQUISICAO-DE-UM-SOFTWARE-ESTATISTICO-PARA-UMA-INDUSTRIA-DE-TRANSFORMACAO>>. Acesso em: 23/02/2022 10:34

ELGAMAL, G. N. G.; DEMAJOROVIC, J. As barreiras e perspectivas para geração de energia elétrica por painéis solares fotovoltaicos na matriz energética brasileira. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 9, n. 1, p. e17157, 2020.

GARCÍA-OLIVARES, A. et al. A global renewable mix with proven technologies and common materials. **Energy Policy**, v. 41, p. 561–574, 1 fev. 2012.

GALBIATTI, P. S. (2018). Energía y cambio climático: impactos ambientales y sociales de las plantas hidroeléctricas y la diversificación de la matriz energética brasileña. *Opinión Jurídica*, 17(33), 123-147. <https://doi.org/10.22395/ojum.v17n33a5>

GOMES, C. F. S.; COSTA, H. G. Application of multicriteria methods to the problem of choice models of electronic payment by credit card. **Producao**, v. 25, n. 1, p. 54–68, 2015.

GOMES, C. F. S. et al. SAPEVO-M: A Group Multicriteria Ordinal Ranking Method. *Pesquisa Operacional* [online]. 2020, v. 40, e226524. Epub 07 Dec 2020. ISSN 1678-5142. <https://doi.org/10.1590/0101-7438.2020.040.00226524>. [Accessed 23 February 2022].

GONÇALO, T. E. E. et al. Modelo multicritério para seleção de portfólio de projetos de empresas em incubadoras de empresas. **Exacta**, p. 1–24, 2021.

GREER, F; CHITTICK, J. JACKSON, E; MACK, J; SHORTLIDGE, M; GRUBERT, E. Energy and water efficiency in LEED: How well are LEED points linked to climate outcomes? *Energy and Buildings*, Volume 195, 2019, Pages 161-167, ISSN 0378-7788, <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.05.010>.

KRELL, A. J.; SOUZA, C. B. C.. A sustentabilidade da matriz energética brasileira: o marco regulatório das energias renováveis e o princípio do desenvolvimento sustentável. *Revista de Direito Econômico e Socioambiental*, Curitiba, v. 11, n. 2, p. 157-188, maio/ago. 2020. doi: 10.7213/rev.dir.econ.soc.v11i2.26872.

MANERO, J.; BÉJAR, J.; CORTÉS, U. “Dust in the wind...”, deep learning application to wind energy time series forecasting. **Energies**, v. 12, n. 12, p. 1–20, 2019.

Ministério de Minas e Energia do Brasil. Empresa de Pesquisa Energética, Base de dados sobre consumo de energia elétrica 2021. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/consumo-de-energia-eletrica>.

Ministério de Minas e Energia do Brasil Empresa de Pesquisa Energética, Relatório anual consumo de energia elétrica 2021. Disponível em: [https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-556/Atlas%20consolidado\\_08\\_03\\_2021.pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-556/Atlas%20consolidado_08_03_2021.pdf)



ROEWER, D.; BRACARENSE, L. S. F. P.; PEIXOTO, A.; BRASIL, A. Estudo Comparativo da Emissão de CO<sub>2</sub> Equivalente das Fontes de Energia de veículos elétricos e movidos a Etanol, 2015. *Anais do XXIX Congresso Nacional de Pesquisa em Transporte da ANPET*.

SILVA, S. T.; SOUSA, N. G. Uso da energia solar como fonte alternativa para o aquecimento de utilidades: simulação e controle. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 3, p. e188932730, 2020.

SILVEIRA, A. G.; SANTOS, D. F. L.; MONTORO, S. B. Potencial econômico da geração de energia elétrica por sistema fotovoltaico na universidade pública. **Navus - Revista de Gestão e Tecnologia**, v. 9, n. 4, p. 49–65, 2019.

SCHIAVON, S; ALTOMONTE, S. Influence of factors unrelated to environmental quality on occupant satisfaction in LEED and non-LEED certified buildings, *Building and Environment*, Volume 77, 2014, Pages 148-159, ISSN 0360-1323, <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.03.028>.

SCHMELZER, H.; Energia: Os desafios para o crescimento econômico, 2015. Nota de aula. Acesso: 30/jan/2022 Em: <https://pt.slideshare.net/expogestao/energia-os-desafios-para-o-crescimento-econmico-harry-schmelzer>.

SCHREIBER, M. V. VERONA, F. PACHECO, D. R. MEDEIROS & M. F. DE OLIVEIRA; 2020. Sustentabilidade, certificação LEED e usuário: Estudo em Retrofit de edifício corporativo. ISSN: 2447-0899 (IMPRESSA) | 2447-3073. <http://dx.doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2020.v6.n3.91-106>.

SILVA, G. M. C. D.; PÉRICO, A. E.; Eficiência e sustentabilidade: uma análise econômica, social, ambiental e sustentável das usinas paulistas de cana-de-açúcar. *Revista de Economia e Sociologia Rural* [online]. 2022, v. 60, n. 3 [Acessado 13 Novembro 2021] , e238512. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1806-9479.2021.238512>>. Epub 03 Set 2021. ISSN 1806-9479. <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2021.238512>.

SILVA, S. T.; SOUSA, N. G. Uso da energia solar como fonte alternativa para o aquecimento de utilidades: simulação e controle. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 3, p. e188932730, 2020.

SOARES, J. A. S.; CÂNDIDO, G. A.; Indicadores de sustentabilidade energética: uma ferramenta de apoio à formulação de políticas energéticas mais sustentáveis, 2019. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, 2019-06-20, Vol.10 (2), p.284-303.

TEIXEIRA, L. F. H. S. B.; SANTOS, M.; GOMES, C. F. S.; SapevoWeb Software (v.1). 2018. <https://www.sapevoweb.com/>.

TORRE, P. Y. G.; ALVES, J. C. M.; CORRÊA, S. F. Análise de eficiência energética para indústria têxtil: um estudo de caso em uma empresa de Minas Gerais. **Revista Produção Online**, v. 18, n. 1, p. 238–264, 2018.

VERBINNEN, B.; BLOCK, C.; VAN CANEGHEM, J.; VANDECASTEELE, C. Recycling of spent adsorbents for oxyanions and heavy metal ions in the production of ceramics. *Waste Management*, v. 45, 2015. Pages 407-411, ISSN 0956-053X, <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2015.07.006>.