

SUSTENTABILIDADE NOS PAÍSES MEMBROS DO G7: PROPOSTA DE MODELO DE ORDENAÇÃO A PARTIR DO MÉTODO SWARA-MOORA-3NAG

Raquel Coutinho da Silva (UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE)

E-mail: raquel_coutinho@id.uff.br

Marcos dos Santos (UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE)

E-mail: marcosdossantos@ime.eb.br

Carlos Francisco Simões Gomes (UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE)

E-mail: cfsg1@bol.com.br

Resumo

O termo desenvolvimento sustentável vem se difundindo nas últimas décadas, estando cada vez mais presente nos debates das autoridades mundiais que buscam opções de redução do consumismo, melhor utilização dos recursos naturais e minimização de danos ao meio ambiente, além de buscar alcançar uma melhor qualidade de vida. O presente artigo tem como objetivo propor um framework de ordenação baseados nos três pilares da sustentabilidade - social, econômico e ambiental dos países integrantes do grupo G7, utilizando o método SWARA-MOORA-3NAG. Como resultado, a ordenação possibilita realizar uma análise crítica da performance sustentável desses países e seus gaps.

Palavras-Chaves: Sustentabilidade. G7. SWARA-MOORA-3NAG.

1. Introdução

O termo "sustentabilidade" é um conceito muito amplo que pode ser mal interpretado por conta de suas diversas definições. Contudo, existe um consenso no que diz respeito a sua complexidade, incerteza e caráter multidimensional, sendo necessário um estudo profundo de diferentes variáveis (tempo, espaço, função), múltiplos atores e diversas inter-relações sistêmicas (DIAZ-SARACHAGA e colab., 2018).

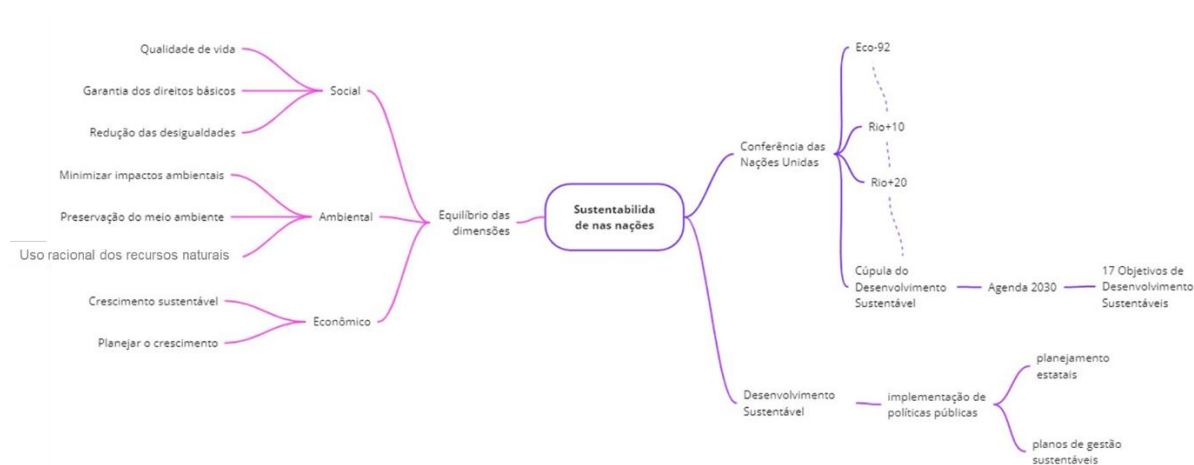
O termo "sustentabilidade" foi apresentado internacionalmente em 1980 pelo livro "The World's Strategy". Essa definição foi debatida em um estudo realizado para a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente das Nações Unidas conhecido como o "Relatório Brundtland" (BRUNDTLAND e COMUM, 1991). Uma conclusão, dentre outras, inferida a partir do relatório é a necessidade de uma alteração na definição e na abordagem do desenvolvimento humano, visto que os estragos causados ao sistema ecológico mundial já são irreversíveis (SANDOVAL-SOLIS e colab., 2011).

Com o objetivo de operacionalizar esse novo conceito, idealizou-se três dimensões objetivando uma abordagem conjunta dos questionamentos do desenvolvimento sustentável: social, ambiental e econômico. O viés vinculado a alguns desses pilares versus uma perspectiva global complexifica a avaliação de suas sobreposições e correlações, gerando a contínua divisão das análises sociais, econômicas e ambientais (DIAZ-SARACHAGA e colab., 2018).

Segundo Caiado et al. (2018), a criação de agendas de sustentabilidade representa parte fundamental do processo para o progresso do desenvolvimento sustentável, principalmente levando em conta os passivos sociais e ambientais da economia atual e a carência de um modelo alternativo de desenvolvimento mais justo e sustentável. A Agenda 21 e Os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM) foram, em sua evolução e conteúdo, representações de grande importância oriundas do movimento sociopolítico, que culminou na Agenda 2030 das Organizações das Nações Unidas (ONU) e que gera consideráveis avanços, tanto nos seus temas, como na proposição de indicadores. O conjunto de objetivos confirmam a escala e a ambição desta nova agenda global, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis (ODS) aprovados foram construídos sobre as bases estabelecidas pelos ODM.

A Comissão de Estatística da ONU recomendou um primeiro conjunto de 230 indicadores globais para medir a realização do Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis (ODS), porém muitos desses propostos apresentam escassez de dados e em alguns casos até as definições estatísticas estão ausentes. A necessidade de uma quantidade maior e melhor qualidade dos dados se faz necessária, porém esse é um processo que durará anos mesmo com os recursos suficientes. Alguns governos já deram início a revisões nacionais voluntárias do progresso nos ODS, porém utilizam indicadores que não estão harmonizados internacionalmente e não comparabilidade (SCHMIDT-TRAUB e colab., 2017). O mapa mental abaixo exhibe os principais conceitos quando estamos falando de sustentabilidade nas nações.

Figura 1 - Mapa mental Sustentabilidade nas nações



Fonte: Autores (2022)

Abaixo, temos uma representação gráfica construída a partir do método Figura Rica, a figura demonstra o equilíbrio entre as três dimensões: Ambiental, Social e Econômico, representadas pelos ícones em volta do planeta.

Figura 2 - Figura Rica Sustentabilidade nas nações



Fonte: Autores (2022)

O objetivo desse estudo é propor um framework de ordenação baseados nos três pilares da sustentabilidade – social, econômico e ambiental dos países integrantes do grupo G7, utilizando o método SWARA-MOORA-3NAG. A escolha desses países para compor o ranking é que os países G7 são responsáveis por mais de 40% das emissões mundiais de CO2

em 2020, segundo Anwar et. al. (2021). Além disso, os países do G7, como os mais desenvolvidos e industrializados do mundo, representavam 39% do PIB mundial em 2019 (ARI e ŞENTÜRK, 2020).

2. Referencial Teórico

2.1. Índices e Indicadores de Sustentabilidade

De acordo com Usubiaga-Liaño & Ekins (2021), as métricas são um componente importante da governança ambiental. Suas indispensáveis aplicações são o fornecimento de informações sobre a condição do meio ambiente, identificação dos principais agentes causadores de problemas ambientais, comparação do desempenho de diferentes países ao longo do tempo, acompanhamento dos efeitos de políticas e progresso em direção as suas metas, e aumentar a conscientização sobre questões ambientais.

A palavra indicador é oriunda do latim *indicare*, que denota descobrir, apontar, anunciar, estimar. Os indicadores podem comunicar ou exprimir sobre o andamento em direção a um objetivo, como por exemplo o desenvolvimento sustentável, pode também ser compreendido como um artifício que deixa mais perceptível uma tendência ou fenômeno, que não seja imediatamente detectável (VAN BELLEN, 2004)

Segundo Siche et al. (2007), poucas são as referências que utilizam corretamente os termos indicador e índice. Indicador é o termo que apresenta maior número de utilizações, porém de forma errada, visto que indicadores são normalmente utilizados como pré-tratamento aos dados originais e índices correspondem a um nível superior de agregação, conforme observado na Figura 2.

Figura 3: Nível de agregação de dados de uma determinada ferramenta de avaliação da sustentabilidade



Fonte: Siche et al. (2007)

Em termos da definição de desenvolvimento sustentável, deve-se considerar que a abordagem pode ser realizada partindo de diversos níveis ou esferas específicas. Em termos geográficos é possível discutir o conceito na esfera mundial, nacional, regional e local. No que diz respeito ao aspecto temporal, pode se abordar a curto, a médio ou a longo prazo; em relação aos atores envolvidos, a ênfase pode ser atribuída ao indivíduo, ao grupo ou à sociedade (LOORBACH, 2010).

A Conferência Internacional da Organização das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, adotou a Agenda 21 para transformar o desenvolvimento sustentável numa meta global aceitável. Com o objetivo de colocar os princípios da sustentabilidade em prática e adotar os princípios da Agenda 21, foi criada a Comissão de Desenvolvimento Sustentável (CSD – Commission on Sustainable Development), com a missão de monitorar o avanço atingido. A urgência de construir indicadores de desenvolvimento sustentável está relatada na própria Agenda 21 (DU PLESSIS, 2007).

Quando o assunto é indicadores ou índices de sustentabilidade, o debate ainda é embrionário, pois não existe, até o atual momento, uma fórmula ou receita consensual para mensurar o que é sustentável ou não. Um índice de sustentabilidade deve, a princípio, referir-se aos elementos relativos da sustentabilidade de um sistema e a explicitação de seus propósitos, sua base conceitual e seu público usuário. Um dos pontos críticos de um índice de sustentabilidade é a metodologia utilizada, tanto para sua definição, quanto para sua leitura e entendimento. Independente da escolha, esta deve ser coerente e transparente, não deixando incertezas a respeito de quais os princípios que estão na sustentação do processo (BELL e MORSE, 2012).

2.2. Países membros do G7 e Sustentabilidade

A poluição ambiental não é apenas um problema dos países em desenvolvimento; ao contrário, afeta também o bem-estar ambiental nos países desenvolvidos. Por exemplo, o grupo G-7, composto pelas sete nações globais mais avançadas, essas nações não foram capazes de alcançar um crescimento econômico ambientalmente sustentável (EG) no passado. Apesar do crescimento econômico, a qualidade ambiental nos países do G-7 tem se deteriorado de forma persistente. Para alcançar o desenvolvimento econômico sustentável e simultaneamente lidar com os problemas de aquecimento global causados pela poluição ambiental, as nações do G-7 estão tomando medidas necessárias para resguardar o bem-estar ambiental e sustentar seus desempenhos econômicos em conjunto, como a aprovação do Acordo Climático de Paris (PCA) em 2015 (ANWAR e colab., 2021)

A literatura acadêmica apresenta diversos estudos sobre sustentabilidade analisando os países que compõem o grupo G7, como por exemplo Isik et al. (2020) que analisam a legitimidade da hipótese da Curva Ambiental de Kuznets (EKC) para um grupo de sete (G7) durante o período 1995-2015. Além de testar o EKC, os autores também buscaram entender as maneiras pelas quais o aumento da energia renovável, o consumo de energia e a receita do turismo internacional afetam as emissões de CO₂ nos países do G7, já que os setores de energia e turismo podem ter impactos diretos consideráveis nas emissões de CO₂.

Já Destek e Aslan (2020) examinou a relação multivariada entre a energia renovável, crescimento econômico e poluição ambiental para o período de 1991 a 2014 nos países do G7. Em seus estudos. Chau et al. (2022) relatam uma investigação empírica sobre o impacto da exploração de energia verde e consumo (produção de energia renovável, consumo de energia renovável e resíduos combustíveis renováveis) sobre a sustentabilidade dos recursos naturais nos países do Grupo dos Sete (G7). Percebe-se, assim que a sustentabilidade se tornou uma questão global que requer o foco da literatura recente e das políticas públicas.

2.3. Método SWARA-MOORA-3NAG

Conforme Hermogenes et al. (2022), o método SWARA-MOORA-3NAG é uma combinação do método Step-wise Weight Assessment Ratio Analysis – SWARA com o método MOORA – Multi-Objective Optimization on the basis of Ratio Analysis, acrescidos de dois processos de normalização. Com o método SWARA calcula-se os pesos dos critérios, e o método MOORA, por sua vez, calcula a ordenação das alternativas. A ordenação global é dada pelo somatório das ordenações absolutas das três normalizações. Os autores também

desenvolveram uma nova ferramenta computacional em Python que realiza os cálculos de forma simplificada.

2.3.1. Método Swara

Ainda de acordo com Hermogenes et al. (2022), o calculo dos pesos dos critérios é dada pelos seguintes passos:

- **Passo 1:** Ordenar os critérios: o tomador de decisão vai decidir inicialmente qual é a ordem dos critérios em relação a importância conforme a sua percepção;

$$KJ = SJ + 1 \quad (1)$$

- **Passo 2:** Realizar importância comparativa do valor médio S_j : comparação paritária de forma que o decisor informe quanto o critério que está em segundo lugar no ranking de prioridades é pior que o primeiro colocado, quanto o terceiro é pior que o segundo e assim sucessivamente;

$$WJ = (x_j - 1) / KJ \quad (2)$$

- **Passo 3:** Calcular o coeficiente KJ: a partir da equação 1;

$$qj = WJ / \sum W_j \quad (3)$$

- **Passo 4:** Recalcular os pesos conhecendo o K_j : a partir da equação 2;

2.3.2. Equações MOORA

- **Passo 1:** Preencher a Matriz de Decisão: Definição das alternativas e preenchimento dos dados em relação aos critérios;
- **Passo 2:** Normalização da matriz de decisão (a partir da equação 4);

$$N^{X_{ij}} = \frac{X_{ij}}{\sqrt{\sum_{j=1}^m x_{ij}^2}} \quad (4)$$

- **Passo 3:** Subtração das somas (a partir da equação 5);

$$N^{Y_j} = \sum_{i=1}^{i=g} N^{X_{ij}} - \sum_{i=g+1}^{i=n} N^{X_{ij}} \quad (5)$$

- **Passo 4:** Ordenação Moora: Decrescente
- **Passo 5:** Ordenação Tchebycheff Min-Max (a partir da equação 6);

$$\min(j) \{ \max(i) | ri - N^{x_{ij}} \} \quad (6)$$

– **Passo 6:** Ordenação Min-Max (crescente)

3. Metodologia

As etapas adotadas para o desenvolvimento dessa pesquisa estão descritas na Figura

Figura 4: Etapas do Estudo



Fonte: Autores (2022)

Para a escolha dos critérios, foi reunido um grupo de especialistas da temática sustentabilidade e a partir da base de indicadores do portal do Banco Mundial (principal compilação de estatísticas internacionais sobre desenvolvimento global) foi selecionado um conjunto de indicadores para compor os critérios do framework. Os indicadores selecionados foram divididos de acordo com a três dimensões do desenvolvimento sustentável: Econômico (Tabela 2), Ambiental (Tabela 3) e Social (Tabela 4).

Tabela 2 - Critérios econômicos

Indicador	Descrição
PIB per capita	Valor médio agregado por indivíduo, em moeda corrente e a preços de mercado, dos bens e serviços finais produzidos em determinado espaço geográfico, no ano considerado.
Índice de Gini	Mede o grau de concentração de renda em determinado grupo. Aponta a diferença entre os rendimentos dos mais pobres e dos mais ricos.
Inflação	Mede o aumento dos preços de bens e serviços. Ela implica diminuição do poder de compra da moeda.

Fonte: Autores (2022)

Tabela 3 - Critérios ambientais

Indicador	Descrição
Emissões de CO2	Quantidade de dióxido de carbono ou gás carbônico (CO2) emitido, principalmente, pelo uso de combustíveis fósseis (petróleo, carvão e gás natural) nas atividades humanas.
Produção de energia elétrica a partir de fontes renováveis (excluindo hidrelétrica)	Porcentagem do total e energia elétrica produzida a partir de fontes renováveis (excluindo hidrelétrica)
Área de floresta	Porcentagem de área medindo mais de 0,5 ha com árvores maiores que 5 m de altura e cobertura de copa superior a 10%, ou árvores capazes de alcançar estes parâmetros in situ.

Fonte: Autores (2022)

Tabela 4 - Critérios sociais

Indicador	Descrição
Taxa de desemprego	Expressa a participação das pessoas desocupadas na população economicamente ativa (PEA).
Expectativa de vida	Número médio de anos que a população de um país pode esperar viver.
Índice de Capital Humano	Avalia o desempenho das áreas de saúde e educação

Fonte: Autores (2022)

Após a escolha dos indicadores, foram coletados os dados dos países que compõe o grupo G7 (Japão, Alemanha, Reino Unido, França, Itália, Canadá e Estados Unidos). A base de dados utilizada foi o portal <https://data.worldbank.org/>, principal compilação de estatísticas internacionais do Banco Mundial sobre desenvolvimento global. A tabela 5 apresenta os critérios selecionados para o estudo, a dimensão relacionada (Econômica, Ambiental e Social), a unidade, o ano dos dados e o impacto. Quando os impactos dos critérios são positivos, busca-se maximizá-los, ou seja, quando maior melhor, e quando os impactos dos critérios forem negativos busca-se minimizá-los, ou seja, quando menor melhor.

Tabela 5 - Critérios econômicos, sociais e ambientais

Dimensão	Critérios	Unidade	Ano	Impacto
Econômica	CE1 - PIB per capita	US\$	2021	Max
Econômica	CE2 - Índice de Gini	-	2013	Min
Econômica	CE3 – Inflação	%	2021	Min
Ambiental	CA1 - Emissões de CO2	toneladas métricas per capita	2019	Min
Ambiental	CA2 - Produção de energia elétrica a partir de fontes renováveis (excluindo hidrelétrica)	% do total de produção	2015	Max
Ambiental	CA3 - Área de floresta	% da área	2020	Max
Social	CS1 - Taxa de desemprego	% do total da força de trabalho	2021	Min
Social	CS2 - Expectativa de vida	anos	2020	Max
Social	CS3 - Índice de Capital Humano	-	2020	Max

Fonte: Autores (2022)

A escolha do método SWARA-MOORA-3NAG se deu pela característica da problemática, no qual espera-se obter um ranking dos países que compõem o G7 com melhor performance sustentável, com base nos critérios selecionados. Foi utilizada para os cálculos a ferramenta computacional em Python desenvolvida por Herrmogenes et al. que realiza os cálculos do método de forma simplificada.

4. Aplicação do método SWARA-MOORA-3NAG

- a) A primeira etapa do método foi ordenar os critérios a partir da percepção do grupos de especialistas em relação a relevância.

Tabela 6 – Ordenação dos Critérios

Ordenação	Indicador
1	CA1 - Emissões de CO2
2	CA3 - Área de floresta
3	CA2 - Produção de energia elétrica a partir de fontes renováveis (excluindo hidrelétrica)
4	CS3 - Índice de Capital Humano
5	CE2 - Índice de Gini
6	CE1 - PIB per capita
7	CS1 - Taxa de desemprego
8	CS2 - Expectativa de vida
9	CE3 – Inflação

Fonte: Autores (2022)

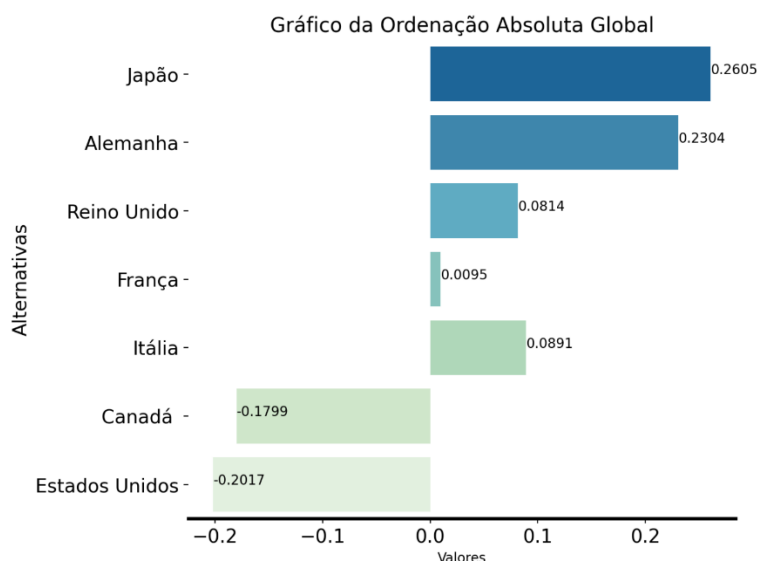
- b) Em seguida, foi realizada uma comparação de quanto o critério que está em segundo lugar no ranking de prioridade é pior que o primeiro colocado, quanto o terceiro é pior que o segundo e assim sucessivamente. A Figura 5 demonstra um gráfico gerado pelo software SM-3NAG com a ordenação e valor dos pesos.

Tabela 7 – Comparação entre os critérios

Comparação	%
1	0.05
2	0.05
3	0.10
4	0.05
5	0.00
6	0.10
7	0.05
8	0.05

Fonte: Autores (2022)

Figura 5 – Gráfico dos pesos SWARA



Fonte: Autores (2022)

- c) Seguindo as etapas estabelecidas, foi elaborada a matriz de decisão (Tabela 6), com os sete países que compõem o G7 como alternativas e os nove indicadores (3 econômicos, 3 ambientais e 3 sociais) como critérios para o estudo.

Tabela 8 – Matriz de Decisão

Alternativas	CE1	CE2	CE3	CA1	CA2	CA3	CS1	CS2	CS3
Japão	39,285.2	32.9	-0.2	8.5	7.8	68.4	2.8	85	0.8
Alemanha	50,801.8	31.7	3.1	7.9	26.3	32.7	3.5	81	0.8
Reino Unido	47,334.4	35.1	2.5	5.2	23.0	13.2	4.5	81	0.8
França	43,518.5	32.4	1.6	4.5	6.2	31.5	8.1	82	0.8
Itália	35,551.3	35.2	1.9	5.3	22.5	32.3	9.8	82	0.7
Canadá	52,051.4	33.3	3.4	15.4	6.3	38.7	7.5	82	0.8
Estados Unidos	69,287.5	41.5	4.7	14.7	7.4	33.9	5.5	77	0.7

Fonte: Autores (2022)

- d) Após a inserção da matriz de decisão no software SM-3NAG, foi obtido as ordenações absolutas das três normalizações. Como pode ser observado na tabela 9, não houve uma alteração na ordenação das alternativas com a realização do segundo processo de normalização proposto pelo método, ficando o Japão na primeira posição e os Estados

Unidos na última posição. Porém, ao aplicar a terceira normalização, a pontuação das posições intermediárias, no caso Reino Unido e Itália trocaram de posição.

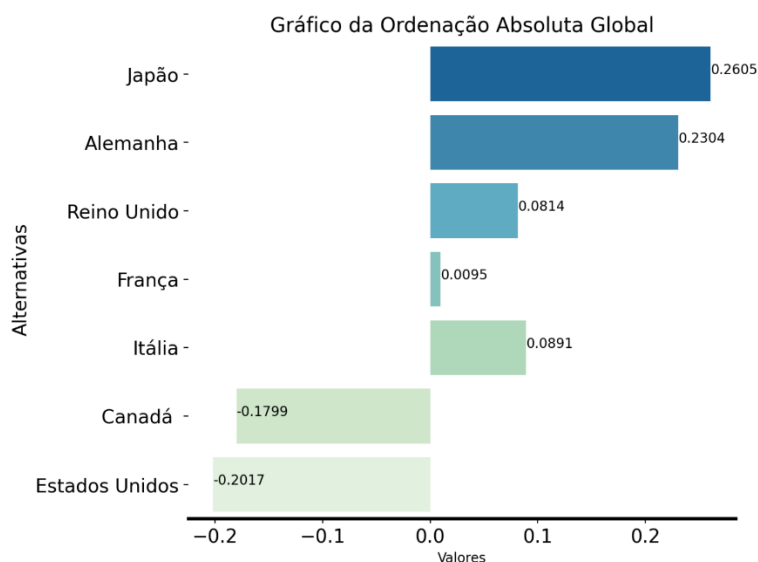
Tabela 9 – Ordenação absoluta dos três processos de normalização

Primeira Normalização		Segunda Normalização		Terceira Normalização	
Japão	0,072192	Japão	0,026306	Japão	0,162031
Alemanha	0,055741	Alemanha	0,021373	Alemanha	0,153321
Itália	0,013984	Itália	0,005141	Reino Unido	0,074465
Reino Unido	0,005842	Reino Unido	0,00113	Itália	0,069929
França	-0,01153	França	-0,00874	França	0,029759
Canadá	-0,07308	Canadá	-0,03471	Canadá	-0,07212
Estados Unidos	-0,07959	Estados Unidos	-0,03803	Estados Unidos	-0,08405

Fonte: Autores (2022)

- e) Por fim, obteve-se a ordenação absoluta global com o Japão ficando na primeira posição e Estados Unidos na última posição.

Figura 6 – Gráfico da Ordenação Absoluta Global



Fonte: Autores (2022)

Tabela 10 – Ranking Final

Japão	0,260529
Alemanha	0,230435
Itália	0,089053
Reino Unido	0,081437
França	0,009487
Canadá	-0,1799
Estados Unidos	-0,20166

Fonte: Autores (2022)

5. Conclusão e Considerações finais

O presente estudo constitui em uma abordagem qualitativa, com o desenvolvimento da revisão de literatura e a aplicação do mapa mental para a formulação do problema, e uma abordagem quantitativa com a aplicação do método híbrido SWARA-MOORA-3NAG. Desta maneira, foi possível identificar os indicadores econômicos, ambientais e sociais que iriam compor o grupo dos critérios, seu grau de importância e propor uma ordenação dos países que compõem o G7 em relação à sustentabilidade. A análise do ranking permite avaliar, com base nos critérios selecionados, como está performance do desenvolvimento sustentável em relação aos outros países do grupo, além disso, identificar os gaps entre os países.

Como sugestão para trabalhos futuros, é de grande valia a análise de outros indicadores de sustentabilidade para compor o conjunto de critérios e também a aplicação de um outro método multicritério. Além do que foi apresentado, esse estudo pode ser replicado para outros grupos de países ou até para todos os países do mundo.

REFERÊNCIAS

ANWAR, A e colab. Modelling the macroeconomic determinants of carbon dioxide emissions in the G-7 countries: the roles of technological innovation and institutional quality improvement. **Glob Bus Rev** 09721509211039392. . [S.l: s.n.]. , 2021

ARI, Izzet e ŞENTÜRK, Hüseyin. The relationship between GDP and methane emissions from solid waste: A panel data analysis for the G7. **Sustainable Production and Consumption**, v. 23, p. 282–290, 2020.

BELL, Simon e MORSE, Stephen. **Sustainability indicators: measuring the**

immeasurable? [S.l.]: Routledge, 2012.

BRUNDTLAND, Gro Harlem e COMUM, NOSSO FUTURO. **Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento**. Relatório Nosso Futuro Comum, v. 2, 1991.

CAIADO, Rodrigo Goyannes Gusmão e colab. A literature-based review on potentials and constraints in the implementation of the sustainable development goals. **Journal of cleaner production**, v. 198, p. 1276–1288, 2018.

CHAU, Ka Yin e colab. Exploring the impact of green energy and consumption on the sustainability of natural resources: Empirical evidence from G7 countries. **Renewable Energy**, v. 196, p. 1241–1249, 2022.

DESTEK, Mehmet Akif e ASLAN, Alper. Disaggregated renewable energy consumption and environmental pollution nexus in G-7 countries. **Renewable energy**, v. 151, p. 1298–1306, 2020.

DIAZ-SARACHAGA, Jose Manuel e JATO-ESPINO, Daniel e CASTRO-FRESNO, Daniel. Is the Sustainable Development Goals (SDG) index an adequate framework to measure the progress of the 2030 Agenda? **Sustainable Development**, v. 26, n. 6, p. 663–671, 2018.

DU PLESSIS, Chrisna. A strategic framework for sustainable construction in developing countries. **Construction management and economics**, v. 25, n. 1, p. 67–76, 2007.

ISAUQUE DAVID PEREIRA DE ALMEIDA e colab. Proposta do método CRITIC-GRA-3N e desenvolvimento de uma plataforma computacional em Python. **Anais do LIV Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional**, 2022. Disponível em:
<<https://proceedings.science/sbpo/sbpo-2022/trabalhos/proposta-do-metodo-critic-gra-3n-e-desenvolvimento-de-uma-plataforma-computacion>>. Acesso em: 2 jan 2023.

IŞIK, Cem e colab. An evaluation of the tourism-induced environmental Kuznets curve (T-EKC) hypothesis: evidence from G7 Countries. **Sustainability**, v. 12, n. 21, p. 9150, 2020.

LOORBACH, Derk. Transition management for sustainable development: a prescriptive, complexity-based governance framework. **Governance**, v. 23, n. 1, p. 161–183, 2010.

SANDOVAL-SOLIS, S e MCKINNEY, D C e LOUCKS, Daniel P. Sustainability index for water resources planning and management. **Journal of Water Resources Planning and Management**, v. 137, n. 5, p. 381–390, 2011.

SCHMIDT-TRAUB, Guido e colab. National baselines for the Sustainable Development Goals assessed in the SDG Index and Dashboards. **Nature Geoscience**, v. 10, n. 8, p. 547–555, 2017.

SICHE, R e colab. **Indices Versus Indicators: Conceptual Precisions In The Sustainability Discussion Of Countries [Índices Versus Indicadores: Precisões Conceituais Na Discussão Da Sustentabilidade De Países]**. 2007.

USUBIAGA-LIANO, Arkaitz e EKINS, Paul. Monitoring the environmental sustainability of countries through the strong environmental sustainability index. **Ecological Indicators**, v.



132, p. 108281, 2021.

VAN BELLEN, Hans Michael. Desenvolvimento sustentável: uma descrição das principais ferramentas de avaliação. **Ambiente & Sociedade**, v. 7, n. 1, p. 67–87, Jun 2004.