



Universidade de Aveiro  
2023

**Sofia  
Castanhas  
Rodrigues**

**Bem-estar humano versus pegada ecológica nos  
países europeus: trade-off no crescimento  
económico?**



Universidade de Aveiro  
2023

**Sofia  
Castanhas  
Rodrigues**

**Bem-estar humano versus pegada ecológica nos  
países europeus: *trade-off* no crescimento  
económico?**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Economia, realizada sob a orientação científica da Professora Doutora Margarita Matias Robaina, Professora auxiliar da Universidade de Aveiro.

Dedico este trabalho à minha família.

## **o júri**

presidente

**Prof. Doutor Miguel Lopes Batista Viegas**  
Professor Auxiliar, Universidade de Aveiro

**Prof. Doutora Sara Margarida Moreno Pires**  
Professora Auxiliar em Regime Laboral, Universidade de Aveiro

**Prof. Doutora Margarita Matias Robaina**  
Professora Auxiliar, Universidade de Aveiro

## **Agradecimentos**

Um agradecimento especial à minha orientadora Professora Margarita Robaina por me ajudar na realização do presente estudo.

Um agradecimento à minha família por me permitirem a realização deste curso e por me apoiarem em todos os momentos. E aos meus amigos por estarem sempre presentes quando precisei.

## palavras-chave

Índice de Desenvolvimento Humano, Pegada Ecológica, Sustentabilidade, *Trade-off*, IFE, CCEMG, Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, Países europeus

## resumo

O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) foi criado pelas Nações Unidas para o Desenvolvimento em 1990, e é um indicador estatístico utilizado para medir qual o grau de desenvolvimento social e económico dos países. A Pegada Ecológica (PE) é utilizada para perceber qual a ligação entre a parte humana e a parte ecológica, ou seja, é utilizada para estimar qual é a quantidade necessária de recursos naturais de modo que o consumo humano se mantenha. Atualmente a humanidade apresenta grandes desafios, sendo um deles a melhoria do bem-estar humano, mas mantendo os limites ecológicos, uma vez que se verifica que muito do crescimento económico é feito através do consumo descontrolado de recursos naturais.

O presente estudo tem como objetivo perceber se existe um *trade-off* entre a Pegada Ecológica e o Índice de Desenvolvimento Humano, utilizando dados de 42 países da Europa no período de 2006 a 2018. Foram também utilizadas outras variáveis para perceber de que forma influenciam as outras duas referidas anteriormente: Índice de Desenvolvimento Financeiro, Índice de Globalização, Índice de Liberdade Humana, População Urbana, Biocapacidade e as Energias Renováveis.

De modo a realizar esta análise utilizaram-se dois modelos, um que tem como variável dependente a Pegada Ecológica e o outro que tem como variável dependente o Índice de Desenvolvimento Humano, aos quais foram aplicados dois testes econométricos, o IFE (Interactive Fixed Effects) e o CCEMG (Common Correlated Effect Mean Group).

Através dos resultados deste estudo conclui-se que existe um *trade-off* entre a Pegada Ecológica e o Índice de Desenvolvimento Humano, isto é, um Índice de Desenvolvimento Humano elevado implica uma Pegada Ecológica elevada. Isto leva à existência de problemas quando se tenta atingir o bem-estar humano e a sustentabilidade ambiental simultaneamente. Os governos têm um papel importante no que diz respeito às metas de bem-estar humano e proteção ambiental, uma vez que podem ajudar os países de modo que eles atinjam estas duas metas em simultâneo.

**keywords**

Human Development Index, Ecological Footprint, Sustainability, *Trade-off*, IFE, CCEMG, Sustainable Development Goals, European countries

**abstract**

The Human Development Index (HDI) was created by the United Nations for Development in 1990, and is a statistical indicator used to measure the degree of social and economic development of countries. The Ecological Footprint (EP) is used to understand the connection between the human part and the ecological part, that is, it is used to estimate the necessary amount of natural resources for human consumption to be maintained. Currently, humanity presents major challenges, one of which is improving human well-being, while maintaining ecological limits, as it appears that much of economic growth is achieved through the uncontrolled consumption of natural resources.

The present study aims to understand whether there is a trade-off between the Ecological Footprint and the Human Development Index, using data from 42 European countries from 2006 to 2018. Other variables were also used to understand how they influence two others mentioned previously: Financial Development Index, Globalization Index, Human Freedom Index, Urban Population, Biocapacity and Renewable Energy.

In order to carry out this analysis, two models were used, one which has the Ecological Footprint as its dependent variable and the other which has the Human Development Index as its dependent variable, to which two econometric tests were applied, the IFE (Interactive Fixed Effects) and the CCEMG (Common Correlated Effect Mean Group).

Through the results of this study, it is concluded that there is a trade-off between the Ecological Footprint and the Human Development Index, that is, a high Human Development Index implies a high Ecological Footprint. This leads to problems when trying to achieve human well-being and environmental sustainability simultaneously. Governments have an important role when it comes to reach the goals of human well-being and environmental protection, as they can help countries achieve these two goals simultaneously.

# ÍNDICE GERAL

Índice de figuras .....	iii
Índice de tabelas .....	iv
Lista de símbolos e abreviaturas.....	v
1. Introdução.....	1
1.1. Enquadramento e objetivos.....	1
1.2. Estrutura do documento .....	3
2. Revisão de Literatura.....	5
2.1. Desenvolvimento humano .....	5
2.2. Índice de Desenvolvimento Humano.....	5
2.2.1. Vantagens e Limitações do IDH.....	7
2.3. Pegada Ecológica.....	8
2.3.1. Componentes da Pegada Ecológica.....	8
2.3.2. Hectare global.....	10
2.3.3. Biocapacidade.....	10
2.3.4. Saldo Ecológico.....	11
2.3.5. Vantagens e limitações da PE.....	12
2.4. Desenvolvimento sustentável .....	12
2.5. Variável de desenvolvimento e variável ambiental .....	15
2.5.1. Bem-estar humano e PE .....	15
2.5.2. Bem-estar humano e a qualidade ambiental .....	16
2.5.3. IDH e PE.....	16
2.5.4. IDH e qualidade ambiental .....	17
2.5.5. IDH e os Recursos renováveis.....	18
2.5.6. IDH e emissões de CO <sub>2</sub> .....	19



3.	Dados .....	21
3.1.	Descrição das variáveis .....	21
3.1.1.	Pegada Ecológica per capita .....	21
3.1.2.	Índice de Desenvolvimento Humano .....	22
3.1.3.	Índice de desenvolvimento financeiro .....	23
3.1.4.	Índice de Globalização .....	24
3.1.5.	População urbana.....	24
3.1.6.	Biocapacidade per capita .....	25
3.1.7.	Energias Renováveis.....	25
3.1.8.	Índice de liberdade humana.....	26
4.	Metodologia.....	28
4.1.	Especificação dos modelos .....	28
4.2.	Multicolinearidade .....	30
4.3.	Dependência de secção transversal .....	31
4.4.	Testes de raiz unitária de painel CADF .....	32
4.5.	Cointegração de painel.....	33
4.6.	Efeitos fixos interativos .....	34
5.	Resultados Empíricos .....	37
5.1.	Estatística Descritiva.....	37
5.2.	Dependência Transversal ( <i>cross-sectional</i> ) .....	39
5.3.	Testes de raiz unitária CADF e CIPS .....	40
5.4.	Testes de cointegração de painel .....	40
5.5.	Resultados da estimativa IFE e CCEMG.....	41
6.	Conclusões e sugestões de política.....	46
7.	Limitações e propostas de trabalhos futuros.....	48
	Referências .....	49

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.1.</b> IDH e PE nos países europeus (2018).....	3
<b>Figura 2.1.</b> Dimensões do Índice de Desenvolvimento Humano .....	6
<b>Figura 2.2.</b> Componentes da Pegada Ecológica .....	9
<b>Figura 2.3.</b> Princípios dos ODS .....	13
<b>Figura 2.4.</b> Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.....	13

## ÍNDICE DE TABELAS

<b>Tabela 3.1.</b> Resumo das Variáveis utilizadas .....	26
<b>Tabela 5.1.</b> Média, máximo, mínimo, desvio padrão .....	37
<b>Tabela 5.2.</b> Matriz de correlações.....	38
<b>Tabela 5.3.</b> VIF e Tolerância - Modelo 1.1 .....	38
<b>Tabela 5.4.</b> VIF e Tolerância-Modelo 2.1 .....	38
<b>Tabela 5.5.</b> Dependência Transversal.....	39
<b>Tabela 5.6.</b> CADF e CIPS .....	40
<b>Tabela 5.7.</b> Teste de Cointegração de Westerlund .....	41
<b>Tabela 5.8.</b> Teste de Cointegração de Kao .....	41
<b>Tabela 5.9.</b> IFE e CCEMG – Impacto do IDH na PE.....	43
<b>Tabela 5.10.</b> IFE e CCEMG - O impacto da PE no IDH.....	44

## LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

BIO	Biocapacidade per capita
CADF	Cross-sectionally Augmented Dickey Fuller
CCEMG	Common Correlated Effects Mean Group
CD	Dependência transversal
CIPS	Cross-sectionally Im, Pesaran and Shin
ER	Energias Renováveis
GEE	Gases de Efeito de Estufa
IDF	Índice de desenvolvimento financeiro
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IFE	Interactive Fixed Effects
IG KOF	Índice de globalização KOF
ILH	Índice de Liberdade Humana
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
PE	Pegada Ecológica
PIB	Produto Interno Bruto
PU	População urbana
SRQ	Soma dos Resíduos Quadrados
VIF	Variance Inflation Factor
WCED	World Commission on Environment and Development

# 1. Introdução

## 1.1. Enquadramento e objetivos

Todas as atividades do dia a dia das pessoas dependem da natureza, e para que consigamos viver num mundo sustentável é necessário viver dentro das capacidades da natureza, isto é, é necessário manter o stock de capital natural que o planeta tem disponível (Wackernagel et al., 1999). Apesar do crescimento sustentável ser uma preocupação de todos, o esgotamento acelerado dos recursos naturais, a poluição ambiental e a destruição ecológica têm afetado o crescimento económico global, o bem-estar social e a saúde humana (Yue et al., 2019; Zhou et al., 2020), e a escassez do capital natural é um fator que afeta o desenvolvimento humano (Long et al., 2020).

Com o passar dos anos as pessoas necessitam cada vez de mais coisas, isto é, dependem de mais bens, levando assim a um aumento da pressão sobre os recursos naturais, isto porque a produção e o consumo não são sustentáveis, a população aumentou, existe uma maior globalização e existiu também um aumento das pressões nos elementos do desenvolvimento humano, como a saúde, a educação e a riqueza (Howe et al., 2014). Apesar de todos estes problemas a agenda dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) tem em consideração os mesmos, tentando resolvê-los, isto é, pretende melhorar o bem-estar humano com o objetivo de não aumentar a pressão sobre os recursos naturais (Kassouri & Altıntaş, 2020).

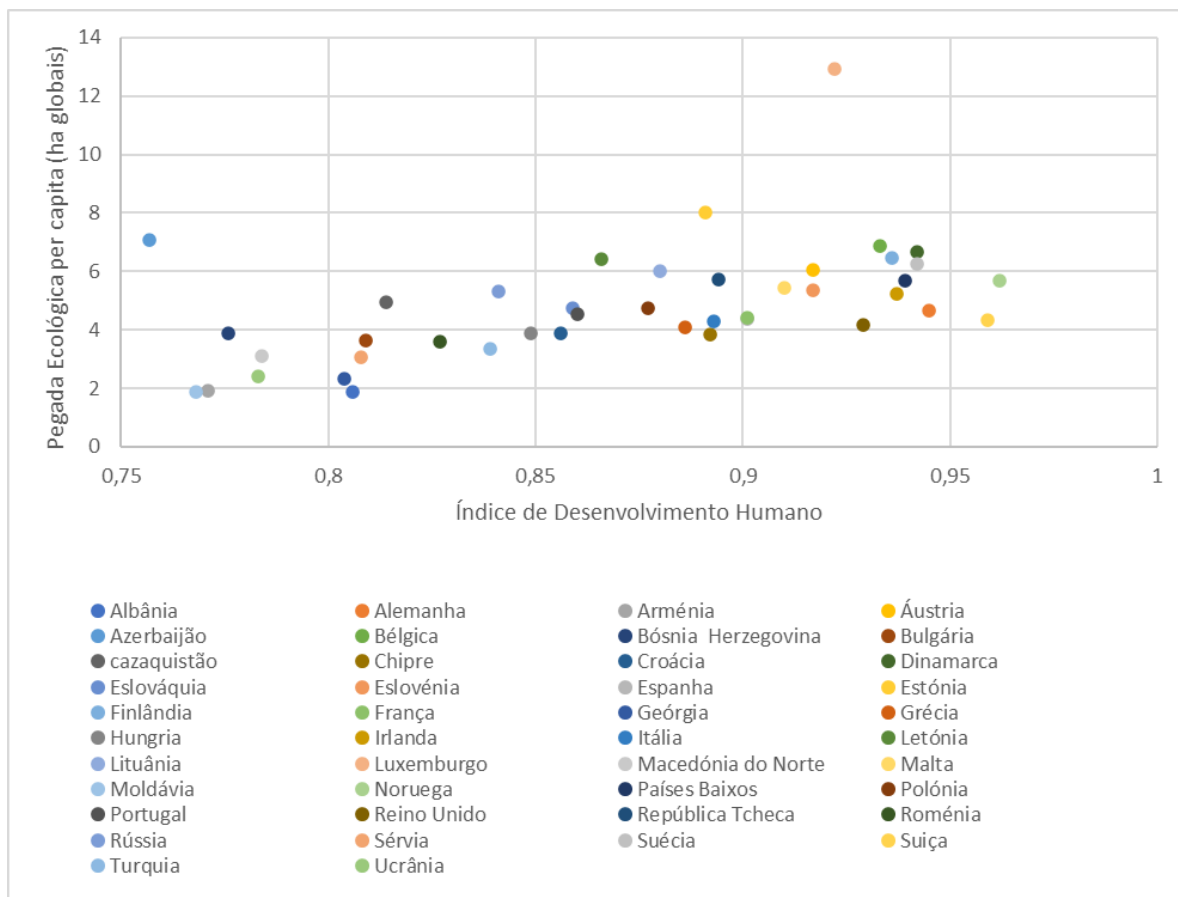
O bem-estar humano e as condições ambientais estão relacionadas, por isso se existir uma boa gestão ambiental espera-se que seja vantajoso para os seres humanos, existindo assim sinergias positivas entre o bem-estar humano e a qualidade ambiental. Apesar de estas sinergias serem positivas não significa que se o bem-estar humano e a qualidade ambiental realizarem os seus objetivos em conjunto isto leve sempre a um reforço mútuo (Kassouri & Altıntaş, 2020). Segundo os princípios da economia ecológica a humanidade deve ter como objetivo final a melhoria do bem-estar humano, numa proporção superior à melhoria do crescimento económico, ou seja, deve dar mais importância ao bem-estar humano do que ao crescimento das economias (S. Zhang et al., 2018).

Aumentar a consciência ambiental, aumentar consumo de energias renováveis, mudar para tecnologias que são ecologicamente melhores, tornar a produção mais reciclável, gerir de forma sustentável os mares e as florestas, e implementar medidas políticas sustentáveis são algumas medidas que podem ser tomadas para o aumento do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e para a diminuição da Pegada Ecológica (PE) (Türe, 2013).

O bem-estar humano e a qualidade ambiental são dois conceitos que se ligam uma vez que os dois se preocupam com a justiça distributiva, no entanto, não existem muitos estudos que analisem estas duas variáveis em conjunto, e não se verifica uma análise entre o IDH e a PE para os países europeus, daí a escolha deste grupo de países. A maior parte dos estudos analisa a relação existente entre o Produto Interno Bruto (PIB) e a Pegada Ecológica. No entanto, o PIB é um indicador económico, mas que não pode ser utilizado com o objetivo de refletir o bem-estar social de forma abrangente (Kassouri & Altıntaş, 2020). Também são utilizadas as variáveis IDH e emissões de CO<sub>2</sub>, no entanto, seria necessário ter em consideração outras variáveis que afetam a qualidade ambiental, uma vez que só utilizando a emissão de CO<sub>2</sub> os resultados podem não ser fidedignos.

Na *Figura 1.1.* estão representados 42 países europeus relativamente ao seu índice de desenvolvimento humano e PE. Verifica-se que países com índice de desenvolvimento humano mais elevado têm também uma Pegada Ecológica mais alta.

Segundo o artigo de Kassouri & Altıntaş (2020) o *trade-off* existente entre o bem-estar humano e a PE confirma que existem tensões quando se tenta atingir bem-estar humano e sustentabilidade ambiental simultaneamente.



**Figura 1.1.** IDH e PE nos países europeus (2018) (Fonte de dados: *Country Insights / Human Development Reports* ([undp.org](http://undp.org)) e *Open Data Platform* ([footprintnetwork.org](http://footprintnetwork.org)))

O objetivo deste estudo é então testar a relação entre o Índice de Desenvolvimento Humano e a Pegada Ecológica nos países europeus, testar se existe um *trade-off* entre esses dois indicadores tendo em consideração a sustentabilidade. Complementarmente tentou-se perceber se outras variáveis influenciavam as duas referidas anteriormente: Índice de Desenvolvimento Financeiro, Índice de Globalização, Índice de Liberdade Humana, População Urbana, Biocapacidade e as Energias Renováveis.

## 1.2. Estrutura do documento

Para a melhor compreensão do estudo em causa, o mesmo foi dividido em 7 partes, sendo elas a Introdução, Revisão de Literatura, Dados, Metodologia, Resultados, Conclusões e Sugestões de Política, e Limitações e Propostas de trabalhos futuros.

Na Revisão de Literatura faz-se uma breve descrição do Desenvolvimento humano, e de seguida do Índice de Desenvolvimento Humano onde se referem algumas vantagens e

limitações do mesmo. Posteriormente é feita uma revisão sobre a Pegada Ecológica, os seus componentes, o hectare global, a Biocapacidade, o saldo ecológico e por fim são especificadas algumas vantagens e limitações da mesma. Por último, são analisados alguns estudos anteriores onde se relaciona uma variável de desenvolvimento e uma variável ambiental, sendo os “pares” mais verificados na literatura: (i) Bem-estar humano e Pegada Ecológica, (ii) Bem-estar humano e a qualidade ambiental, (iii) Índice de Desenvolvimento Humano e Pegada Ecológica, (iv) Índice de Desenvolvimento Humano e qualidade ambiental, (v) Índice de Desenvolvimento Humano e os Recursos renováveis, e vi) Índice de Desenvolvimento Humano e emissões de Dióxido de Carbono.

Na secção de Dados são descritas as variáveis em estudo, sendo elas a Pegada Ecológica per capita, o Índice de Desenvolvimento Humano, Índice de Desenvolvimento Financeiro, Índice de Globalização, Índice de Liberdade Humana, População Urbana, Biocapacidade e as Energias Renováveis, sendo também referidos os países em análise e o intervalo de tempo, unidades e fontes das variáveis.

Para conseguir atingir os objetivos deste estudo foram realizados os seguintes testes: teste à dependência de secção transversal, testes de raiz unitária de painel CADF (Cross-sectionally Augmented Dickey Fuller), cointegração de painel de Westerlund e de Kao, Interactive Fixed Effects, bem como o Common Correlated Effects Mean Group.

Nos Resultados será apresentada a estatística descritiva para as variáveis em estudo, onde se apresenta o mínimo, o máximo, o desvio padrão, a matriz de correlações e os resultados do teste de multicolinearidade. Posteriormente apresentam-se os resultados dos testes que foram referidos anteriormente. Na secção das conclusões são resumidos e discutidos os principais resultados e sugestões de políticas, e na última secção são apontadas limitações ao trabalho e sugestões de trabalho futuro.



## **2. Revisão de Literatura**

### **2.1. Desenvolvimento humano**

Segundo a Organização das Nações Unidas o desenvolvimento humano engloba aspectos do desenvolvimento económico, sustentável e social, e serve para medir a qualidade de vida de uma região ou país (Conceição, 2022). Tem por base o desenvolvimento de competências humanas com o objetivo de melhoria de conhecimento ou da saúde, e o uso dessas competências para diferentes atividades sejam elas políticas, culturais, de lazer ou trabalho, (Nations, 1990), e tem preocupações com o bem-estar humano, isto é, pretende garantir que os cidadãos têm os recursos necessários para satisfazer as suas necessidades, de modo a melhorarem a sua qualidade de vida (Conceição, 2022).

O crescimento económico tem um papel importante no combate à pobreza, na proteção ambiental, na criação de recurso para o desenvolvimento económico e no aumento do rendimento per capita, no entanto não garante que exista uma melhoria do desenvolvimento humano (Ouedraogo, 2013; Tran et al., 2019). Os não economistas pretendem que o rendimento não seja o único critério de desenvolvimento (Desai, 1991).

O objetivo do desenvolvimento humano é conseguir que exista um ambiente favorável de modo a que os indivíduos consigam ter uma vida saudável e longa (Bedir & Yilmaz, 2016). O desenvolvimento humano ao atingir níveis mais elevados, leva a que a economia consuma mais recursos naturais e consequentemente exista mais poluição, que contribui para a degradação do meio ambiente. (Tran et al., 2019).

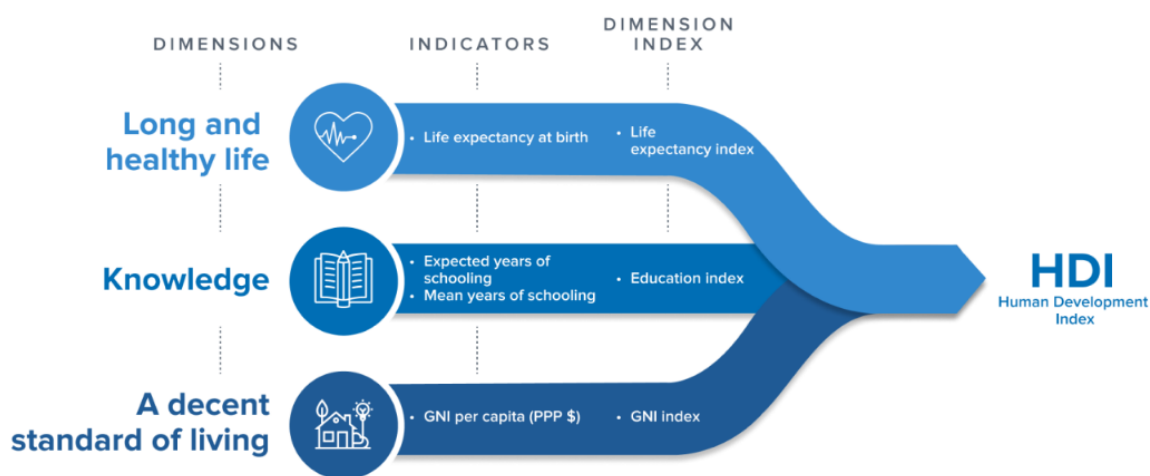
### **2.2. Índice de Desenvolvimento Humano**

Em 1990, o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento criaram o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), um índice composto publicado no Relatório de Desenvolvimento Humano das Nações Unidas anualmente, que é um indicador estatístico que serve para medir o desenvolvimento económico e social dos países (Tamburino & Bravo, 2021; Türe, 2013; Türe & Türe, 2021; Yue et al., 2019), ou seja, não se limita a indicadores económicos como o Produto Interno Bruto (PIB), tendo em consideração

outras dimensões sociais e humanas (Dradra & Abdennadher, 2022; Hickel, 2020). Este indicador é utilizado para comparar o desenvolvimento humano, isto é, perceber como é que países com o mesmo desempenho económico per capita atingem diferentes valores de desenvolvimento humano (Tran et al., 2019), e serve para perceber o bem-estar de uma região ou de um país (Long et al., 2020).

O IDH é um indicador importante para avaliar o sucesso económico e ao mesmo tempo o sucesso da qualidade de vida humana (Tran et al., 2019). Com níveis de rendimento mais elevados, melhor saúde e melhores níveis de escolaridade verifica-se um melhor padrão de vida, que leva a um aumento da produtividade da força de trabalho e a um aumento da aptidão intelectual (Azam et al., 2021).

Como se verifica na *Figura 2.1.* o IDH é um índice que está dividido em três dimensões, sendo elas a vida longa e saudável, o conhecimento e um nível de vida decente (Dradra & Abdennadher, 2022; Kassouri & Altıntaş, 2020; Long et al., 2020; Opoku et al., 2022; Ouedraogo, 2013; Proença & Soukiazis, 2022; Shang et al., 2019; Türe, 2013; Yue et al., 2019). As três dimensões referidas englobam alguns indicadores: o indicador da dimensão vida longa e saudável é a esperança de vida; os indicadores da dimensão conhecimento são os anos previstos de escolaridade e os anos médios de escolaridade; e o indicador da dimensão nível de vida decente é o rendimento nacional bruto per capita (RNB per capita) (Desai, 1991). Estas três dimensões estão ainda divididas em dois grupos, económico (dimensão nível de vida decente) e não económico (dimensão vida longa e saudável e dimensão conhecimento) (Han et al., 2010; Long et al., 2020; Türe, 2013).



*Figura 2.1.* Dimensões do Índice de Desenvolvimento Humano (Fonte: <https://hdr.undp.org/data-center/human-development-index/#/indicies/HDI>)

O IDH toma valores entre 0 e 1, sendo que quanto mais próximo de 1 maior o nível de desenvolvimento humano (Long et al., 2020; S. Zhang et al., 2018). Através deste índice os países são classificados e divididos em grupos: (i) Se  $0 < \text{IDH} < 0,499$  os países são de “IDH baixo”; (ii) se  $0,5 < \text{IDH} < 0,699$  os países são de “IDH médio”; (iii) se  $0,7 < \text{IDH} < 0,799$  os países são de “IDH alto” e (iv) se  $0,8 < \text{IDH} < 1$  os países são de “IDH muito alto” (Tamburino & Bravo, 2021; Türe, 2013).

### **2.2.1. Vantagens e Limitações do IDH**

O IDH apresenta alguns pontos positivos, sendo eles o facto de os resultados da avaliação do IDH serem abrangentes e objetivos uma vez que o IDH não contém itens de pontuação que sejam subjetivos. Por outro lado, o cálculo do IDH é um processo padronizado levando a que o IDH seja comparável com outras regiões e países (Salman et al., 2022; Yue et al., 2019). Mais ainda, o IDH é considerado o indicador mais adequado no que diz respeito à produção de crescimento sustentável, uma vez que inclui aspetos económicos e níveis de educação e de saúde (Yue et al., 2019).

O IDH tem algumas limitações, uma delas é o facto de não considerar o desenvolvimento humano por subgrupos do país, isto é, faz uma média dos subgrupos, sendo eles a pobreza, segurança humana, desigualdades, entre outros. E não tem em consideração aspetos como a qualidade da democracia dos países, os apoios sociais de cada pessoa e se as pessoas estão satisfeitas com a sua vida, que são parâmetros importantes para perceber o bem-estar humano (Fukuda-Parr, 2004; Tamburino & Bravo, 2021).

O facto de considerar o mesmo peso para cada uma das suas dimensões (a vida longa e saudável, o conhecimento e um nível de vida decente) é outra das críticas apontadas a este índice (Kassouri & Altıntaş, 2020). Os fatores ambientais também não são tidos em conta neste índice, não tem em consideração o impacto no meio ambiente e o consumo dos recursos naturais, nem tem indicadores de sustentabilidade ecológica (Hickel, 2020; Kassouri & Altıntaş, 2020; Long et al., 2020; Yue et al., 2019).

## **2.3. Pegada Ecológica**

O conceito de Pegada Ecológica (PE) surgiu na década 1990 por Mathis Wackernagel e William Rees (Shang et al., 2019; Tamburino & Bravo, 2021), e é um método que contabiliza de forma rigorosa os recursos, percebendo de que forma os recursos futuros são utilizados no presente (Lin et al., 2018).

A Pegada Ecológica mede o impacto que é provocado no meio ambiente, ou seja, faz-se o cálculo da área de terra biológica produtiva em hectares que tem de ser utilizada para fazer face às necessidades da população ou de um indivíduo de um país (Ferreira et al., 2023; Shang et al., 2019; Türe, 2013). Por outras palavras, a Pegada Ecológica calcula a quantidade de área que é necessária para que a população consiga produzir todos os bens que consome e que consiga absorver todos os resíduos que a população produz (J. Zhang et al., 2021).

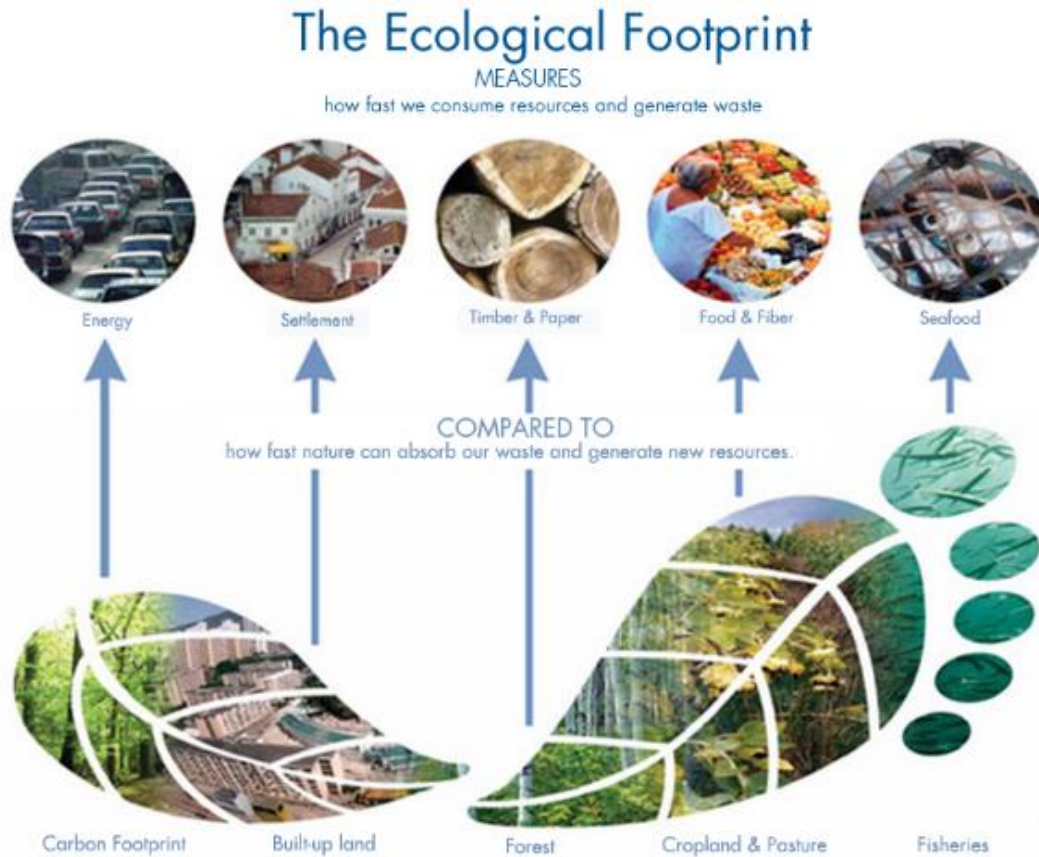
É um indicador que permite perceber a degradação ecológica, como é o consumo de recursos naturais (Salman et al., 2022), permitindo comparar cidades, países, indivíduos (Türe, 2013; Türe & Türe, 2021; Yue et al., 2019).

A PE varia ao longo do tempo e é influenciada por diferentes fatores (crescimento populacional, aumento do consumo e a eficiência na preparação dos serviços) que levam a que o equilíbrio dos ecossistemas seja alterado (WWF, 2012). O crescimento populacional é algo que se tem observado ao longo dos anos, dado que a qualidade de vida é maior, o que leva a um aumento da esperança de vida (WWF, 2012). Com este aumento populacional o consumo também aumenta, levando a uma pressão no ecossistema para satisfazer todas as necessidades da população (WWF, 2012). No que diz respeito às regiões industriais, a área existente é muito ocupada (Wackernagel et al., 1999), e com o aumento da população a produção aumenta e nem sempre é feita da forma mais eficiente (WWF, 2012), levando assim a um aumento da Pegada Ecológica que pode levar a que os recursos naturais se esgotem (Türe, 2013).

### **2.3.1. Componentes da Pegada Ecológica**

A Pegada Ecológica monitoriza a utilização de diferentes superfícies produtivas tais como: área de floresta, área de pesca, área de cultivo, área de pastagem, área construída

e pegada de carbono, como se verifica na *Figura 2.2*. (Borucke et al., 2013; Ferreira et al., 2023; Kandil et al., 2020; Kassouri & Altıntaş, 2020; Long et al., 2020; Salman et al., 2022).



**Figura 2.2.** Componentes da Pegada Ecológica (Fonte: <https://www.footprintnetwork.org/our-work/ecological-footprint/>)

A área florestal diz respeito à quantidade de área florestal que é necessária de modo a satisfazer toda a procura de madeira para diversas áreas como combustíveis e papel (Pandit et al., 2022).

A área de pesca é calculada tendo em conta a produção anual que é necessária para a sobrevivência de uma espécie aquática, tendo em conta o nível trófico médio da espécie (Borucke et al., 2013; Solarin et al., 2021).

A área de cultivo inclui toda a quantidade de terra que é necessária para cultivar tudo o que os seres humanos e o gado consomem (Pandit et al., 2022), como por exemplo, rações para os animais, produtos vegetais, culturas oleaginosas entre outros (Borucke et al.,

2013). Neste tipo de terra a Pegada Ecológica não ultrapassa a Biocapacidade dentro dessa área de cultivo (Borucke et al., 2013).

A área de pastagem diz respeito a todas as terras utilizadas para dar alimento aos animais, o que inclui pastagens cultivadas e prados. (Borucke et al., 2013). A área de pastagem mede a procura dos terrenos de pastagem (Pandit et al., 2022).

A área de terrenos contruídos é calculada através da área que está coberta por infraestruturas, isto é, diz respeito a terrenos bioprodutivos que estão ocupados por atividades humanas, como por exemplo transportes, habitações e indústrias (Kandil et al., 2020; Pandit et al., 2022).

A pegada de carbono diz respeito à quantidade de carbono que é emitido por uma comunidade ou uma atividade em específico (Cranston & Hammond, 2012).

### **2.3.2. Hectare global**

O hectare global é a unidade de medida da Pegada Ecológica (Tamburino & Bravo, 2021), é um hectare que reflete a capacidade de um hectare de terra com produção média global (nas terras de cultivo, florestas, pastagens e zonas de pesca do planeta) (S. Zhang et al., 2018).

O hectare global representa a produtividade biológica, e a produtividade não é igual em todos os hectares. O valor do hectare global não é igual todos os anos, uma vez que a produtividade do planeta vai variando anualmente, devido à alteração das tecnologias, das condições ambientais e do clima (Alves et al., 2016; GFN, 2020).

### **2.3.3. Biocapacidade**

A Biocapacidade, de uma área diz respeito à capacidade que os ecossistemas têm para desenvolver materiais biológicos úteis (por exemplo, fornecer matérias-primas e alimentos), e para medir a capacidade da natureza de absorver os resíduos da população (como por exemplo, para absorver dióxido de carbono) (Alves et al., 2016; GFN, 2020; Kandil et al., 2020).

O défice de Biocapacidade acontece quando a mesma é muito utilizada pela população, atingindo valores maiores que a capacidade de regeneração e fornecimento num ano. Isto deve-se às elevadas taxas de consumo e ao facto de as populações estarem a crescer a uma velocidade superior à da biosfera (WWF, 2012).

Assim como a Pegada Ecológica, a Biocapacidade é medida em hectare global (Alves et al., 2016; Tamburino & Bravo, 2021), e através destes dois indicadores é possível fazer uma análise comparativa que leva a que se compreenda melhor o fenómeno da sustentabilidade (Andrei et al., 2021).

#### **2.3.4. Saldo Ecológico**

O saldo ecológico é calculado através da diferença entre a Biocapacidade e a Pegada Ecológica (Tamburino & Bravo, 2021).

Se um país consome mais recursos naturais e serviços do que os que estão disponíveis no ecossistema (Pegada Ecológica superior à Biocapacidade), estamos perante uma situação de défice ecológico, ou seja, o sistema não é sustentável. Caso contrário, estamos numa situação de superavit ecológico em que o sistema é sustentável e é possível viver dentro dos limites ecológicos (Kandil et al., 2020; S. Zhang et al., 2018).

Algumas das razões para a existência de défice são, o facto de os países importarem recursos naturais, o que leva a que consumam mais do que o que é produzido no país, ficando dependentes de serviços fora da fronteira. Por exemplo as práticas agrícolas insustentáveis e a sobrepesca, levam a uma pressão sobre o ecossistema (GFN, 2016).

Um conceito relacionado com o saldo ecológico é o *overshoot* (local ou global). O *overshoot* ou em português, sobrecarga ecológica acontece quando a procura humana é superior à capacidade que o ecossistema natural tem para se regenerar. O défice ecológico e o *overshoot* local são diferentes, uma vez que o défice ecológico é a diferença entre a Biocapacidade e a Pegada Ecológica, e o *overshoot* local acontece quando o ecossistema não tem tempo para se regenerar, a sua capacidade é excedida. O *overshoot* global acontece quando a PE da humanidade é superior à capacidade de regeneração do planeta, ou seja, a procura humana precisa de mais coisas do que o que a biosfera consegue regenerar (GFN, 2010).

### **2.3.5. Vantagens e limitações da PE**

Uma das vantagens da Pegada Ecológica é o facto de ser um indicador bastante abrangente que se baseia no consumo ecológico, isto é, consegue medi-lo (S. Zhang et al., 2018), e tem sido importante para diminuir a procura na natureza, através da descoberta de outras opções mais sustentáveis (GFN, 2020).

Alguns aspetos importantes da sustentabilidade ambiental não são devidamente considerados na Pegada Ecológica, como por exemplo a qualidade do solo, as perdas de biodiversidade e o consumo de água (Tamburino & Bravo, 2021). A degradação ecológica, a desflorestação e o aumento da salinidade do solo não são medidas diretamente na Pegada Ecológica, o que pode afetar a bioprodutividade no futuro (GFN, 2020).

Outro problema da Pegada Ecológica é o facto de não ser uma ferramenta com capacidade para estimar o desenvolvimento sustentável das regiões (Long et al., 2020). O valor da Pegada Ecológica dos países do mundo depende da população do país, e assim é mais difícil comparar países uma vez que estes têm tamanhos diferentes (Tamburino & Bravo, 2021).

Outra limitação apresentada é o facto de a Pegada Ecológica não ter em consideração o bem-estar social (GFN, 2020).

## **2.4. Desenvolvimento sustentável**

A ligação entre os componentes ambientais e socioeconómicos tem estado no centro das atenções dos formuladores de política, com o objetivo de desenvolver políticas para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) (Kassouri & Altıntaş, 2020).

Os ODS dizem respeito a um conjunto de 17 objetivos, 169 metas e mais de 300 indicadores que foram aprovados pelos estados-membros da ONU e tem elementos económicos, sociais e ambientais. Consideram que ninguém deve ficar para trás no desenvolvimento e têm em conta as necessidades da população, tentando resolver estas mesmas necessidades, seja nos países em desenvolvimento seja nos países desenvolvidos, e para que isso seja possível têm por base 5 princípios: Planeta, Pessoas, Prosperidade,



Paz e Parcerias, como se verifica na *Figura 2.3*. (BCSD PORTUGAL, 2022a; Costanza et al., 2016; Global Compact, 2020; Hák et al., 2016).



*Figura 2.3. Princípios dos ODS (Fonte: <https://ods.pt/ods/>)*

A criação dos 17 ODS que estão representados na *Figura 2.4*. teve como base uma melhoria dos Objetivos de Desenvolvimento do Milénio que surgiram em 2000, e foram criados com o objetivo de melhoria do desenvolvimento sustentável. Para que isso aconteça é necessário cumprir os objetivos e metas comuns, e isto só é possível se a nível global se trabalhar neste sentido (BCSD PORTUGAL, 2022a; Global Compact, 2020; Hák et al., 2016).



*Figura 2.4. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (Fonte: <https://ods.pt/>)*

Estes Objetivos de Desenvolvimento Sustentável fazem parte da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável e entraram em vigor em 2016 (BCSD PORTUGAL, 2022a; Gupta & Vegelin, 2016; Hák et al., 2016).

A degradação ambiental, a pobreza extrema e as desigualdades e assimetrias sociais são problemas enfrentados pelo desenvolvimento sustentável, e são duas grandes ameaças ao bem-estar humano, tanto no presente como no futuro (Dernbach & Cheever, 2015). Os ODS vêm assim tentar combater estes problemas referidos anteriormente, apoiando assim o crescimento sustentável (BCSD PORTUGAL, 2022b).

O conceito de desenvolvimento sustentável surgiu em 1987 e foi definido pela World Commission on Environment and Development (WCED) como o desenvolvimento que pretende responder às necessidades do presente sem por em causa a satisfação das necessidades das gerações futuras (Dernbach & Cheever, 2015; Han et al., 2010; Sumargo et al., 2021; Türe, 2013), com o objetivo de atingir o bem-estar humano (Dernbach & Cheever, 2015). Para alcançar o desenvolvimento sustentável é necessário gerir os recursos naturais e do meio ambiente de uma forma sustentável (Long et al., 2020).

O desenvolvimento sustentável não diz apenas respeito a aspetos ambientais, mas também a aspetos sociais, económicos, culturais, de bem-estar e saúde (Han et al., 2010; Kassouri & Altıntaş, 2020; Long et al., 2020; Sumargo et al., 2021; Türe, 2013; Türe & Türe, 2021). Os indicadores que servem para medir o desenvolvimento sustentável não podem ser apenas indicadores que meçam as mudanças na qualidade de vida, têm de ser indicadores capazes de verificar se as mudanças e os limites ecológicos são compatíveis (Han et al., 2010).

Existem algumas medidas para melhorar o desenvolvimento sustentável, sendo elas, aumentar a utilização de recursos renováveis, transformar a indústria em indústria sustentável, aumentar o financiamento da tecnologia e da ciência e defender o consumo verde (Han et al., 2010; Salman et al., 2022).

Uma forma de avaliar o desenvolvimento sustentável é através da PE e do IDH (Han et al., 2010). Estes dois indicadores separadamente não são suficientes para estimar o desenvolvimento sustentável, uma vez que a Pegada Ecológica não é suficientemente abrangente e o IDH não tem em consideração fatores ambientais. Para estudar o crescimento sustentável e o desenvolvimento humano, alguns estudos tentam incorporar no IDH dimensões ambientais (Long et al., 2020; Yue et al., 2019).

## **2.5. Variável de desenvolvimento e variável ambiental**

### **2.5.1. Bem-estar humano e PE**

O conceito de bem-estar humano diz respeito ao que os seres humanos necessitam para ter uma vida boa, independentemente da sua cultura, do contexto ou do tempo (Menk et al., 2022), e pode ser medido através do IDH (Shang et al., 2019; Türe, 2013). Está relacionado com as condições ambientais, logo, quando a gestão ambiental é bem feita pode trazer bons resultados para as pessoas, trazendo pontos positivos na ligação entre o bem-estar humano e as condições ambientais (Howe et al., 2014; Kassouri & Altıntaş, 2020).

Os gastos em atividade de saúde por parte do governo ajudam na promoção do bem-estar humano (Akbar et al., 2021), e as instituições económicas podem ter um papel importante no que diz respeito ao equilíbrio entre o bem-estar social e a sustentabilidade ambiental (Kassouri & Altıntaş, 2020). Através dos princípios da economia ecológica verifica-se que se deve ter como objetivo a melhoria do bem-estar e não o crescimento económico, e que o consumo ecológico serve para melhorar o bem-estar humano (S. Zhang et al., 2018).

No entanto, a melhoria do bem-estar humano leva a um aumento da Pegada Ecológica e concomitantemente a um aumento da degradação ambiental, logo as medidas que são utilizadas para tentar reduzir a Pegada Ecológica podem levar a uma diminuição do bem-estar humano (Kassouri & Altıntaş, 2020).

Atualmente um dos principais desafios enfrentados pela humanidade é a melhoria do bem-estar humano, mas mantendo os limites ecológicos (S. Zhang et al., 2018). No artigo de Kassouri & Altıntaş (2020) foi encontrado um *trade-off* entre a Pegada Ecológica e o bem-estar humano, que confirma que existem tensões na procura conjunta de sustentabilidade ambiental e o bem-estar humano.

### **2.5.2. Bem-estar humano e a qualidade ambiental**

Um dos fatores importantes para diminuir a pobreza dos países, e para ter recursos disponíveis necessários para a proteção ambiental e para o bem-estar humano é o crescimento económico (Bedir & Yilmaz, 2016). Quanto maior a pobreza, menor é a qualidade ambiental e a qualidade humana, uma vez que os pobres conseguem explorar recursos naturais que não se esperavam e que contribuem para a degradação ambiental, e porque os países pobres não conseguem implementar tecnologias verdes que são melhores para o planeta (Shanty et al., 2018).

No artigo de S. Zhang et al. (2018) é feita uma análise para países desenvolvidos e em desenvolvimento com défice ou superavit ecológico. Nos países desenvolvidos com défice ecológico a melhoria do bem-estar humano leva uma diminuição do consumo ecológico. No caso dos países em desenvolvimento que têm um défice ecológico, devem tentar melhorar o desempenho do bem-estar ecológico em vez de tentarem um aumento do consumo ecológico que pode levar a uma melhoria do bem-estar humano. Nos países em desenvolvimento que têm um superavit ecológico, se o aumento do bem-estar humano for atingido através de um elevado consumo ecológico, este aumento não se pode considerar ecologicamente eficiente (S. Zhang et al., 2018).

Atingir ganhos de qualidade ambiental e de bem-estar humano em simultâneo é bastante atraente, no entanto, não significa que ambos se reforcem mutuamente (Kassouri & Altıntaş, 2020). Com um nível elevado de capital humano a consciência ambiental pode aumentar e a boa qualidade ambiental pode levar a uma melhoria do bem-estar (Sumargo et al., 2021). Quando existe um apoio de políticas que levam ao aumento do bem-estar social, existem benefícios sociais, uma vez que o bem-estar humano reduz a pressão ambiental (Pata et al., 2021).

### **2.5.3. IDH e PE**

Como já foi referido na secção 2.3. a Pegada Ecológica não é suficiente para estimar o desenvolvimento sustentável de um país ou região, no entanto, quando combinada com o IDH pode servir para se conseguir medir o desenvolvimento sustentável (Long et al., 2020), para medir os impactos ambientais e ecológicos e permitir o desenvolvimento social e económico das cidades, regiões ou países (Türe & Türe, 2021). O crescimento

económico sozinho não é suficiente para responder ao que o desenvolvimento humano procura (Long et al., 2020) e com o progresso socioeconómico existe um aumento da degradação ambiental (Hametner, 2022).

Através dos estudos de Kassouri & Altıntaş (2020), Long et al. (2020), Türe (2013) e Hametner (2022) verifica-se que valores mais altos de IDH levam a um aumento da Pegada Ecológica per capita, ou seja, a melhoria do bem-estar humano leva a uma degradação do meio ambiente. Conseguir diminuir a Pegada Ecológica e aumentar o IDH leva ao desenvolvimento urbano sustentável ideal, quanto menor for a Pegada Ecológica menor será o consumo de capital natural (Long et al., 2020). No estudo de Opoku et al. (2022) verifica-se o aumento do IDH conjugando com diminuição da Pegada Ecológica, da exposição à poluição do ar e das emissões de Gases de Efeito de Estufa (GEE), em particular das emissões de CO<sub>2</sub>.

#### **2.5.4. IDH e qualidade ambiental**

É comum achar-se que o meio ambiente se degrada devido às atividades humanas, mas verificou-se que por exemplo o capital humano é um dos fatores que pode levar à redução da degradação ambiental de uma forma significativa (Y. C. Zhang et al., 2022).

Quando o crescimento económico é elevado espera-se que o país tenha um bom desenvolvimento humano (Sumargo et al., 2021), mas o custo da degradação ambiental não diminui com o aumento do PIB (Banerjee et al., 2021) e a degradação ambiental leva a que o crescimento económico seja afetado (Li & Xu, 2021).

Nas regiões ou países onde o IDH é mais elevado espera-se que a qualidade ambiental também seja melhor, uma vez que os indivíduos têm mais consciência dos problemas ambientais (Opoku et al., 2022). Ou seja, melhorar o nível educacional, aumentar as condições de saúde, melhorar os rendimentos da população e aumentar o capital humano são alguns fatores que podem levar a um consumo mais ecológico que se traduz numa melhoria da sustentabilidade ambiental (Opoku et al., 2022; Pata et al., 2021).

Nos estudos de Opoku et al. (2022), Y. C. Zhang et al. (2022) e Pata et al. (2021) verifica-se que com o um aumento do IDH (indivíduos com rendimento mais elevado, com mais escolaridade e mais saudáveis) existe uma melhoria da qualidade ambiental (as variáveis estão correlacionadas). No estudo de Shanty et al. (2018) também se verifica que quando

os recursos humanos são de qualidade a qualidade ambiental é melhor, isto é, o desenvolvimento humano diminui a degradação ambiental e pode ser importante para atingir o desenvolvimento sustentável.

No artigo de M. Zhang et al. (2022), onde se analisam os diferentes tipos de ensino, verifica-se que os gastos com o ensino primário e secundário diminuem a qualidade ambiental, mas os gastos com o ensino superior melhoram a qualidade ambiental.

Conclui-se que quando os recursos naturais são consumidos de forma sustentável e existe um aumento do capital humano estamos numa situação que leva à diminuição da degradação ambiental (Y. C. Zhang et al., 2022). Quando a qualidade ambiental diminui estamos numa situação em que diferentes fatores serão afetados, como a saúde humana, os recursos hídricos, a produtividade da agricultura e tudo isto leva a uma diminuição do crescimento económico (Bedir & Yilmaz, 2016).

### **2.5.5. IDH e os Recursos renováveis**

As alterações climáticas e o aquecimento global são problemas que o mundo enfrenta atualmente, por isso o mundo tem dado uma atenção crescente ao consumo de energia e à poluição, e tem como objetivo substituir a energia fóssil por energia renovável (Hao, 2022; Proença & Soukiazis, 2022; Y. C. Zhang et al., 2022), de modo a diminuir as emissões de GEE (Hao, 2022; Proença & Soukiazis, 2022; Y. C. Zhang et al., 2022). A energia renovável tem impacto no IDH, no crescimento económico (Azam et al., 2021) e também na qualidade ambiental (Dradra & Abdennadher, 2022; Pata et al., 2021).

Para reduzir a Pegada Ecológica e combater as alterações climáticas, uma das possibilidades é o aumento do uso de recursos renováveis por parte dos países (Pata et al., 2021). Os países em desenvolvimento e subdesenvolvidos dão especial importância a este tema de modo a garantir a sustentabilidade ambiental, o crescimento económico e a segurança energética (Hao, 2022).

No estudo de Hao (2022) e Dradra & Abdennadher (2022) verifica-se que os recursos renováveis têm um impacto positivo no IDH, mas pelo contrário a energia fóssil tem um impacto negativo no mesmo. No entanto, a energia renovável tem um impacto superior no desenvolvimento humano em comparação com o impacto que o IDH tem nas energias

renováveis. Exceto nos países de rendimento médio-baixo, o impacto dos recursos renováveis no IDH é insignificante (Azam et al., 2021; Dradra & Abdennadher, 2022).

De forma a melhorar a qualidade ambiental e a atingir níveis mais altos de desenvolvimento humano é necessária a utilização de energias mais limpas, isto é, energia renovável (Hao, 2022; Proença & Soukiazis, 2022), uma vez que elas desempenham um papel importante na melhoria do bem-estar da população (Dradra & Abdennadher, 2022). A utilização das energias limpas levará a um aumento do crescimento económico dos países (Azam et al., 2021).

### **2.5.6. IDH e emissões de CO<sub>2</sub>**

Um dos fatores que causa mais poluição ambiental e mais aquecimento global no planeta é a emissão de CO<sub>2</sub>, enfrentando-se assim um problema de mudanças climáticas que põe em risco o futuro do planeta (Hao, 2022; Y. C. Zhang et al., 2022).

Com o aumento do PIB verifica-se um aumento da poluição e um aumento do consumo de bens, levando assim a um aumento das emissões de CO<sub>2</sub> e a uma diminuição da saúde da população e do bem-estar humano (Akbar et al., 2021; M. Zhang et al., 2022). No entanto, no artigo de Y. C. Zhang et al. (2022) e de Opoku et al. (2022) mostra-se que com o aumento do IDH e do capital humano existe uma diminuição das emissões de CO<sub>2</sub> e da PE. Também se verifica que com a redução das emissões de CO<sub>2</sub>, e o aumento das energias renováveis os países podem ter um aumento do seu IDH (Dradra & Abdennadher, 2022; Hao, 2022).

Fazendo uma análise aos países com diferentes rendimentos, o artigo de Hao (2022) verificou que nos países com rendimento alto o aumento do IDH leva a uma redução das emissões de CO<sub>2</sub>, uma vez que estes países estão cada vez mais conscientes da importância da redução das emissões de CO<sub>2</sub>. No entanto, no caso dos países de rendimento médio-alto e médio-baixo verifica-se um aumento das emissões de CO<sub>2</sub> devido a um aumento do IDH. Também nos países de rendimento médio-alto o consumo de energia renovável e a abertura comercial levam a uma redução das emissões de CO<sub>2</sub>. Nos países de rendimento baixo as emissões de CO<sub>2</sub> dependem do IDH e da industrialização (Hao, 2022). O impacto de crescimento económico é significativo no que diz respeito aos

resíduos de emissão de CO<sub>2</sub> e nos processos industriais e de combustão (Mohammed et al., 2019).

Pode então concluir-se que com o aparecimento de fontes de energias verdes existe uma diminuição dos gases de efeito de estufa e isto leva a uma melhoria da qualidade ambiental, e a uma melhoria da qualidade de vida (Proença & Soukiazis, 2022). Mas relativamente ao aumento ou diminuição das emissões de CO<sub>2</sub> com o aumento do IDH os resultados variam nos diferentes estudos.



### **3. DADOS**

Para a realização deste estudo foram utilizados dados de 42 países da Europa (Albânia, Alemanha, Arménia, Áustria, Azerbaijão, Bélgica, Bósnia Herzegovina, Bulgária, Cazaquistão, Chipre, Croácia, Dinamarca, Eslováquia, Eslovénia, Espanha, Estónia, Finlândia, França, Geórgia, Grécia, Hungria, Irlanda, Itália, Letónia, Lituânia, Luxemburgo, Macedónia do Norte, Malta, Moldávia, Noruega, Países Baixos, Polónia, Portugal, Reino Unido, República Checa, Roménia, Rússia, Sérvia, Suécia, Suíça, Turquia e Ucrânia), os restantes 8 países da Europa (Andorra, Bielorrússia, Islândia, Liechtenstein, Mónaco, Montenegro, San Marino e Vaticano) foram retirados da análise por falta de dados para as variáveis em estudo no período considerado.

O período em análise foi de 2006 a 2018 e as variáveis em estudo foram a Pegada Ecológica per capita, o Índice de Desenvolvimento Humano, Índice de Desenvolvimento Financeiro, Índice de Globalização, Índice de Liberdade Humana, População Urbana, Biocapacidade e Energias Renováveis. Para ser possível analisar com fiabilidade os dados recolhidos, os mesmos foram organizados em painel.

#### **3.1. Descrição das variáveis**

Nos pontos que se seguem, do 3.1.1. até ao 3.1.9. é feita uma descrição das variáveis em estudo que foram referidas anteriormente, e no fim uma tabela resumo das mesmas variáveis. As variáveis que foram recolhidas, tem como objetivo estimar os efeitos que o IDH tem na PE e estimar os efeitos que a PE tem no IDH. As variáveis que serão utilizadas na análise foram escolhidas uma vez que são determinantes importantes no que diz respeito à sustentabilidade.

##### **3.1.1. Pegada Ecológica per capita**

A Pegada Ecológica surgiu em 1992 por William Rees e Mathis Wackernagel (Shang et al., 2019; Tamburino & Bravo, 2021), e como já foi referido na secção 2.3., mede o impacto que é provocado no meio ambiente, ou seja, faz-se o cálculo da área de terra biológica produtiva em hectares que tem de ser utilizada para fazer face às necessidades

da população ou de um indivíduo de um país (Ferreira et al., 2023; Shang et al., 2019; Türe, 2013).

A unidade de medida da PE é o hectare global (Tamburino & Bravo, 2021) e os dados da mesma foram retirados do site Global Footprint Network (Global Footprint Network, 2023). Para se estimar a PE são feitas duas etapas, na primeira calcula-se o consumo dos diferentes recursos e os resíduos produzidos por pessoa, e na segunda etapa os recursos que foram utilizados e os resíduos produzidos podem ser transformados em quantidade de terra biologicamente produtiva (Salman et al., 2022).

A PE é utilizada para medir o desenvolvimento sustentável, no entanto, para isto acontecer é necessário que a PE de uma região seja menor ou igual à Biocapacidade (Kassouri & Altıntaş, 2020; Tamburino & Bravo, 2021; Yue et al., 2019). Permite comparar indivíduos, cidades e países (Türe & Türe, 2021).

Analisando qual o impacto que a PE tem no IDH, verificam-se duas análises diferentes. Opoku et al. (2022) e Sumargo et al. (2021) referem que o aumento do IDH acontece devido à diminuição da PE, das emissões de CO<sub>2</sub>, da exposição à poluição do ar e das emissões de GEE, ou seja, uma diminuição da PE leva a um aumento do IDH. No entanto, no estudo de Kassouri & Altıntaş (2020), verifica-se que o aumento da PE leva a um aumento do IDH.

### **3.1.2. Índice de Desenvolvimento Humano**

O IDH foi desenvolvido pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento e como referido na secção 2.2. é um índice estatístico composto que serve para comparar níveis de desenvolvimento humano dentro de países ou regiões (Kassouri & Altıntaş, 2020; Salman et al., 2022). Este índice inclui três indicadores sendo eles a esperança de vida, os anos previstos de escolaridade e os anos médios de escolaridade e o rendimento nacional bruto per capita (Kassouri & Altıntaş, 2020; Yue et al., 2019). Também serve para indicar o nível de bem-estar humano dos países e para se perceber como é que os países evoluem a nível socioeconómico (Salman et al., 2022).

No estudo de Kassouri & Altıntaş (2020), Long et al. (2020), Türe (2013) e Hametner (2022) verifica-se que o aumento do IDH leva a um aumento da PE, levando assim a um aumento da degradação ambiental, no entanto, nos estudos de Opoku et al. (2022), Y. C.

Zhang et al. (2022), Shanty et al. (2018) e Pata et al. (2021) espera-se que países com um IDH mais elevado, ou seja, que têm melhor nível de escolaridade, melhores rendimentos e melhor capital humano, consigam ter um consumo mais ecológico levando assim a uma diminuição da PE.

Os dados utilizados para cada um dos países em análise foram retirados da página do Human Development Reports (Human Development Reports, 2023).

### **3.1.3. Índice de desenvolvimento financeiro**

O desenvolvimento financeiro tem um papel importante no desenvolvimento económico dos países, isto é, países com melhor sistema financeiro normalmente crescem mais rápido e por muito tempo, e com o aumento do acesso a fontes de financiamento por parte dos grupos mais vulneráveis, os mesmos, conseguiram uma diminuição da pobreza e da desigualdade da população (The World Bank, 2023a).

O Índice de Desenvolvimento Financeiro (IDF) serve para mostrar qual o papel das finanças no que diz respeito aos padrões de vida dos indivíduos (Kassouri & Altıntaş, 2020). Este índice resume o tamanho, a liquidez, a capacidade de acesso a serviços financeiros e a eficiência dos mercados e das instituições financeiras (IMF, 2022). Logo, com o aumento do IDF o IDH também aumenta, uma vez que com mais capacidade financeira as pessoas conseguem ter melhor qualidade de vida, levando a um aumento do bem-estar humano (Asumadu-Sarkodie & Owusu, 2016).

Na literatura existente verifica-se que o desenvolvimento financeiro pode ter dois efeitos opostos (positivos/negativos) na qualidade ambiental. Os autores Asumadu-Sarkodie & Owusu (2016) e Destek & Sarkodie (2019) dizem que o desenvolvimento financeiro tem um efeito positivo na qualidade ambiental devido à investigação e desenvolvimento. No entanto, o autor Kahouli (2017) afirma que o desenvolvimento financeiro pode ter um efeito negativo na qualidade ambiental devido à industrialização.

Os dados do IDF para cada país foram obtidos na página do International Monetary Fund (International Monetary Fund, 2023).

### **3.1.4. Índice de Globalização**

O indicador de globalização, neste caso o Índice de Globalização KOF (IG KOF) “é utilizado para avaliar os desafios e oportunidades que a globalização coloca à sustentabilidade económica e ambiental” (Kassouri & Altıntaş, 2020, p. 5).

O IG KOF é um índice abrangente que tem em conta o comércio no exterior, pagamentos a estrangeiros, investimento direto estrangeiro e investimentos em carteira, refletindo assim a globalização económica (Pata et al., 2021). Mede a globalização a nível nacional, excluindo todas as transações dentro do próprio país e inclui três dimensões sendo elas a económica, a social e a política (Gygli et al., 2019; Pata et al., 2021). Os dados deste índice foram retirados do site do KOF Globalisation Index (ETH Zurich, 2023).

Espera-se que a globalização tenha um efeito positivo na qualidade ambiental, ou seja, que esta melhore com a globalização (Salahuddin et al., 2019; Zaidi et al., 2019). Por outro lado, espera-se também que a globalização afete o IDH de forma positiva, uma vez que a globalização tem a capacidade de melhorar o desenvolvimento humano em países com elevada quantidade de recursos naturais (Sinha & Sengupta, 2019).

### **3.1.5. População urbana**

A população urbana diz respeito às pessoas que habitam em áreas urbanas, e é calculada através de estimativas populacionais (The World Bank, 2023b). Neste estudo a variável utilizada é a população urbana em percentagem da população total, e os dados foram retirados do World Bank (The World Bank, 2023e). Esta variável é implementada de modo a verificar como é que os aumentos populacionais, a nível urbano, influenciam os indicadores de sustentabilidade (Kassouri & Altıntaş, 2020).

Nos artigos de Liang & Yang (2019) e Yuan et al. (2018) os efeitos da urbanização na qualidade ambiental são inconclusivos, e os efeitos que a urbanização tem no desenvolvimento humano variam consoante a qualidade de vida da sociedade. Relativamente à PE, se o processo de urbanização for bem planeado, isto é, existirem construções verticais onde o espaço é mais aproveitado, e a população urbana conseguir ter acesso a tecnologias mais limpas de forma fácil e eficiente, a PE diminui, caso contrário, a urbanização leva a um aumento da PE (Kassouri & Altıntaş, 2020).

### **3.1.6. Biocapacidade per capita**

A Biocapacidade (BIO) é mais uma das variáveis que serve para explicar a sustentabilidade (Kassouri & Altıntaş, 2020). Como foi referido na secção 2.3.3. a Biocapacidade de uma área diz respeito à capacidade que os ecossistemas têm para desenvolver materiais biológicos úteis (por exemplo, fornecer matérias-primas e alimentos), e para medir a capacidade da natureza de absorver os resíduos da população (como por exemplo, para absorver dióxido de carbono) (Alves et al., 2016; GFN, 2020; Kandil et al., 2020). É medida em hectares globais, a mesma unidade de medida da PE (Alves et al., 2016; Tamburino & Bravo, 2021). Os dados para este estudo foram retirados do site Global Footprint Network (Global Footprint Network, 2023).

A Biocapacidade tem um papel importante no que diz respeito à qualidade ambiental e ao desenvolvimento humano (Kassouri & Altıntaş, 2020). A Biocapacidade afeta a qualidade ambiental de forma positiva, porque diz respeito nomeadamente à capacidade que o ecossistema tem para produzir os elementos que são necessários para absorver as emissões (Ulucak & Bilgili, 2018). Relativamente ao efeito no IDH espera-se que a Biocapacidade tenha um efeito positivo no mesmo, uma vez que nas áreas onde o ecossistema é rico e são feitos esforços para conservar esta riqueza do ecossistema e das espécies, verifica-se um crescimento económico (Kassouri & Altıntaş, 2020; Mills & Waite, 2009).

### **3.1.7. Energias Renováveis**

As energias renováveis (ER) ganharam importância nos últimos anos um pouco por todo o mundo, uma vez que os recursos energéticos não renováveis estão em risco de esgotar, trazem danos para o meio ambiente e contribuem para as mudanças climáticas e para o aquecimento global (Dradra & Abdennadher, 2022; Hao, 2022). Com o aumento da utilização de energia renovável espera-se que exista uma diminuição da PE a nível global (Pata et al., 2021), e que aumente a sustentabilidade ambiental e o desenvolvimento económico (Azam et al., 2021; Dradra & Abdennadher, 2022; Pata et al., 2021).

As energias renováveis são energias limpas e podem ser produzidas de diversas maneiras como por exemplo através do vento, da água, do sol entre outros, no entanto, os processos

de produção através destes meios são em geral ainda muito dispendiosos (Azam et al., 2021).

No presente estudo a variável utilizada é o consumo de energia renovável, isto é, diz respeito à percentagem da energia renovável que é utilizada no consumo final do total da energia (The World Bank, 2023c), e os dados são do World Bank (The World Bank, 2023d).

Segundo os artigos de Pata et al. (2021) e Proença & Soukiazis (2022) verifica-se que a PE diminui com o aumento do consumo de energias renováveis, levando assim a uma melhoria da qualidade ambiental.

Relativamente aos efeitos causados no IDH, nos estudos de Hao (2022) e de Azam et al. (2021) o aumento do consumo de energias renováveis tem um impacto positivo no IDH.

### 3.1.8. Índice de liberdade humana

Para analisar o efeito das instituições económicas na PE e no IDH é utilizado o Índice de Liberdade Humana (ILH). É um índice que mede a qualidade das instituições económicas e é composto por 5 áreas que incorporam 42 variáveis. As 5 áreas são: o tamanho do governo, o regime jurídico e segurança dos direitos de propriedade, o dinheiro sólido, a liberdade de comércio internacional e o regulamento (Dzhumashev & Hailemariam, 2021). Esta variável foi retirada do Fraser Institute (Fraser Institute, 2023).

De acordo com o estudo de Kassouri & Altıntaş (2020) quanto maior a qualidade das instituições económicas melhor é o desenvolvimento humano e o bem-estar humano, mas no caso da PE, a mesma diminui com o aumento da qualidade das instituições económicas, segundo este estudo.

*Tabela 3.1. Resumo das Variáveis utilizadas*

Variável	Sigla	Definição	Unidade	Fonte de recolha de dados
Índice de desenvolvimento financeiro	IDF	Mostra o papel das finanças nos padrões de vida dos indivíduos.		International Monetary Fund
Índice de globalização	IG KOF	Mede as dimensões económica, social e política da globalização.		KOF Globalisation Index
População urbana	PU	Pessoas que habitam em áreas urbanas.	%	World Bank

<b>Biocapacidade per capita</b>	BIO	Capacidade que os ecossistemas têm para desenvolver materiais biológicos úteis.	Hectare Global	Global Footprint Network
<b>Energias Renováveis</b>	ER	Energias limpas produzidas, por exemplo, através do vento, da água, do sol.	%	World Bank
<b>Índice de Liberdade Humana</b>	ILH	Mede a qualidade das instituições económicas.		Fraser Institute
<b>Pegada Ecológica per capita</b>	PE	Método que contabiliza a quantidade de recursos consumidos e de resíduos produzidos.	Hectare Global	Global Footprint Network
<b>Índice de Desenvolvimento humano</b>	IDH	Índice composto que inclui a educação, expectativa de vida e indicadores de rendimento.		Human Development Reports

## 4. METODOLOGIA

Nesta secção são apresentadas as diferentes metodologias utilizadas neste estudo, sendo primeiro apresentados os modelos utilizados e de seguida para se verificar se existe multicolinearidade entre as variáveis é realizado o teste de VIF (Variance Inflation Factor).

Para se verificar se existe dependência entre as secções transversais no painel são realizados os testes de Pesaran (2021) e Pesaran (2015) (Teste CD), Reese & To (2021) (Teste CD<sub>w</sub>), Fan et al. (2015) (Teste CD<sub>w+</sub>), e Xie & Pesaran (2021) (Teste CD\*). Deve-se também controlar a dependência da secção transversal através da técnica de estimativa de raiz unitária, ou seja, verificar se o painel é ou não é estacionário, e para tal é utilizado o teste de raiz unitária em painel CADF de Pesaran (2007). Para testar a relação de longo prazo entre as variáveis é utilizado o teste de cointegração de Kao (1999) e de Westerlund (2008). Por último, são utilizadas duas abordagens econométricas que são capazes de lidar com os resultados dos testes referidos anteriormente, sendo elas o Interactive Fixed Effects (IFE) desenvolvido por Bai (2009) e Common Correlated Effects Mean Group (CCEMG) desenvolvido por Pesaran (2006).

### 4.1. Especificação dos modelos

De forma a perceber se é possível existir ganhos simultâneos no desenvolvimento humano e na qualidade ambiental nos países europeus, é necessário estimar quais são os efeitos que a PE tem no IDH e quais os efeitos que o IDH tem na PE. Nesta estimação, foi considerado o papel da globalização, da Biocapacidade per capita, do desenvolvimento financeiro, das energias renováveis, da urbanização e da qualidade das instituições económicas, que são alguns dos determinantes da sustentabilidade. Tendo em consideração o que foi discutido anteriormente, para perceber qual a relação entre o bem-estar humano e a qualidade ambiental são definidos dois modelos.

Primeira especificação:

$$PE_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 IDH + \alpha_2 IDF + \alpha_3 IGKOF + \alpha_4 PU + \alpha_5 BIO + \alpha_6 ER + \alpha_7 ILH + u_{it} \quad (1)$$



$$PE_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 IDH + \alpha_2 PU + \alpha_3 BIO + \alpha_4 ER + \alpha_5 ILH + u_{it} \quad (1.1)$$

O  $i$  e o  $t$  representam a dimensão da amostra, em particular  $i$  o número de países em análise, e o  $t$  o tempo da amostra, sendo que  $i = 1, 2, \dots, N$  e  $t = 1, 2, \dots, T$  ( $N=42$  e  $T=13$ ). O  $u_{it}$  é o erro aleatório,  $\alpha_i$  são os coeficientes de regressão. Através desta especificação pretende-se verificar o efeito do IDH na PE, onde  $\alpha_1$  representa o parâmetro de estimação entre as duas variáveis referidas anteriormente.

Do modelo 1 para o modelo 1.1 foram retiradas as variáveis IDF e IGKOF, porque como se verifica na *Tabela 5.2*. elas tinham correlação elevada com a variável IDH e uma com a outra, por isso foram retiradas para não trazerem problemas ao modelo.

Os valores possíveis de  $\alpha_1$  são os seguintes:

Se  $\alpha_1 = 0$ , estatisticamente não significativo, significa que o IDH não tem impacto significativo na PE;

Se  $\alpha_1 > 0$ , estatisticamente significativo, significa que um aumento no IDH leva a um aumento da PE;

Se  $\alpha_1 < 0$ , estatisticamente significativo, significa que um aumento no IDH leva a uma diminuição da PE.

Segundo a literatura referida anteriormente o IDH pode ter impactos diferentes na PE, ou seja, tanto pode fazer aumentar a PE como diminuir.

Segunda especificação:

$$IDH_{it} = \gamma_0 + \gamma_1 PE + \gamma_2 IDF + \gamma_3 IGKOF + \gamma_4 PU + \gamma_5 BIO + \gamma_6 ER + \gamma_7 ILH + e_{it} \quad (2)$$

$$IDH_{it} = \gamma_0 + \gamma_1 PE + \gamma_2 IDF + \gamma_3 PU + \gamma_4 BIO + \gamma_5 ER + \gamma_6 ILH + e_{it} \quad (2.1)$$

O  $i$  e o  $t$  representam a dimensão da amostra, neste caso o número de países em análise, e o  $t$  o tempo da amostra, sendo que  $i = 1, 2, \dots, N$  e  $t = 1, 2, \dots, T$  ( $N=42$  e  $T=13$ ), e o  $u_{it}$  é o erro aleatório,  $\gamma_i$  são os coeficientes de regressão. Através desta especificação pretende-se verificar o efeito do PE no IDH, onde  $\gamma_1$  representa o parâmetro de estimação entre as duas variáveis referidas anteriormente.

Do modelo 2 para o modelo 2.1 foi retirada a variável IGKOF porque apresentava correlação elevada com a variável IDH e IDF.

Os valores possíveis de  $\gamma_1$  são os seguintes:

Se  $\gamma_1 = 0$ , estatisticamente não significativo, significa que a PE não tem impacto significativo no IDH;

Se  $\gamma_1 > 0$ , estatisticamente significativo, significa que uma variação da PE leva a um aumento do IDH;

Se  $\gamma_1 < 0$ , estatisticamente significativo, significa que uma variação da PE leva a uma diminuição do IDH.

Segundo a literatura referida anteriormente a PE pode ter impactos diferentes no IDH, ou seja, tanto pode fazer aumentar o IDH como diminuir, logo o sinal de  $\gamma_1$  pode variar.

## 4.2. Multicolinearidade

Para se verificar a existência de multicolinearidade utiliza-se o teste Variance Inflation Factor (VIF), que se calcula da seguinte forma:

$$VIF = \frac{1}{1 - R^2} = \frac{1}{Tolerância} \quad (3)$$

Onde a tolerância é o inverso do VIF.

Este teste serve para medir em que medida a variância do coeficiente de regressão estimado é inflacionada se as variáveis independentes estiverem correlacionadas (Kassouri & Altıntaş, 2020).

Quanto mais baixa for a tolerância maior a probabilidade de existência de multicolinearidade entre as variáveis, logo, se a tolerância é baixa estamos na presença de um VIF elevado.

Se o valor de VIF for 1 estamos na presença de ausência de colineariedade, se estiver entre 1 e 5 as variáveis estão moderadamente correlacionadas, se estiver entre 5 e 10 estamos na presença de multicolinearidade (Kassouri & Altıntaş, 2020; Shrestha, 2020). Se o VIF apresentar valores superiores 10 estamos na presença de multicolinearidade significativa, e é necessário corrigi-la (Thompson et al., 2017).

### 4.3. Dependência de secção transversal

Os países da Europa podem apresentar alguma interdependência devido a algumas medidas políticas comuns aplicadas como por exemplo a redução das emissões de carbono, e para controlar a interdependência são realizados testes de dependência da secção transversal, uma vez que são mais comumente utilizadas nos estudos de Kassouri & Altıntaş (2020), Pata et al. (2021) e Bedir & Yilmaz (2016), neste caso as metodologias utilizadas são as de Pesaran (2021) e Pesaran (2015) (Teste CD), Reese & To (2021) (Teste CD<sub>w</sub>), Fan et al. (2015) (Teste CD<sub>w+</sub>), e Xie & Pesaran (2021) (Teste CD\*),

- **Teste CD**

O teste de Pesaran (2021) e Pesaran (2015) é um teste de dependência fraca entre as secções, e têm como hipótese nula a dependência fraca e como hipótese alternativa a dependência forte. A estatística de teste é representada da seguinte forma:

$$CD = \sqrt{\frac{2T}{N(N-1)}} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \rho_{i,j} \quad (4)$$

Onde o coeficiente de correlação é representado por  $\rho_{i,j}$ . Um problema deste teste é que é muitas vezes rejeitado.

- **Teste CD<sub>w</sub>**

A estatística de teste CD<sub>w</sub> (Weighted Cross-Section) de Reese & To (2021), apresenta seguinte expressão:

$$CD_w = \left( \frac{1}{NT} \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \hat{\varepsilon}_{i,t}^2 w_i^2 \right)^{-1} \left( \sqrt{\frac{2}{TN(N-1)}} \sum_{t=1}^T \sum_{i=2}^N \sum_{j=1}^{i-1} w_i \hat{\varepsilon}_{i,t} w_j \hat{\varepsilon}_{j,t} \right) \quad (5)$$

Onde,  $w_i = w_1, \dots, w_N$  representa os pesos. E com a hipótese nula,  $CD_w \rightarrow N(0,1)$ .

- **Teste CD<sub>w+</sub>**

Se o N for muito grande o CD<sub>w</sub> pode não ser suficiente, então Fan et al. (2015) cria uma nova versão do CD<sub>w</sub> que passa a ter a seguinte expressão:

$$CD_{w+} = CD_w + \sum_{i=2}^N \sum_{j=2}^{i-1} |\hat{\rho}_{i,j}| 1(|\hat{\rho}_{i,j}| > 2\sqrt{\ln(N)T}) \quad (6)$$

- **Teste CD\***

Este teste foi elaborado por Xie & Pesaran (2021) com o objetivo de corrigir o teste CD uma vez que o mesmo é muito rejeitado, sendo representado pela seguinte expressão:

$$CD^* = \frac{CD + \sqrt{\frac{T}{2}}\theta}{1 - \theta} \quad (7)$$

Neste caso,  $\theta$  é uma função das cargas fatoriais e representa a correção do enviesamento, estimados pelos componentes principais.

#### 4.4. Testes de raiz unitária de painel CADF

Após a análise da dependência da secção transversal nos dados em painel em estudo, deve-se também controlar a dependência da secção transversal através da técnica de estimativa de raiz unitária. Este teste verifica a presença de raiz unitária ou “passeio aleatório”, isto é, quanto menor for o “passeio aleatório” menor será a aleatoriedade e a divergência dos resultados em torno da série, levando assim a uma maior estabilidade, a série é estacionária, não estamos na presença de raiz unitária.

Para se explicar a dependência transversal, a heterogeneidade e as quebras de séries, Pesaran (2007) propõem a utilização de testes de raiz unitária em painel baseados em Dickey Fuller.

O Cross-sectionally Augmented Dickey Fuller (CADF) proposto por Pesaran (2007) tem a seguinte expressão:

$$y_{i,t} = (1 - \delta_i)\mu_i + \delta_i y_{i,t-1} + v_{i,t} \quad (8)$$

Para ter em consideração a hipótese de raiz unitária, pode-se especificar a equação (8) da seguinte forma:

$$\Delta y_{i,t} = \alpha_i + \beta_i y_{i,t-1} + \gamma_i f_t + e_{i,t} \quad (9)$$

Onde  $\alpha_i = (1 - \delta_i)\mu_i$ ,  $\beta_i = (1 - \delta_i)$ ,  $\Delta y_{i,t} = y_{i,t} - y_{i,t-1}$  e  $\gamma_i f_t + e_{i,t} = v_{i,t}$ , onde  $f_t$  representa o fator comum observado e  $e_{i,t}$  representa o erro específico do indivíduo.

A hipótese nula ( $H_0: \beta_i = 0$ ) é a hipótese de raiz unitária para todo o  $i$ , a hipótese alternativa é  $H_1: \beta_i < 0$  para  $i = 1, 2, \dots, N_1$ ,  $\beta_i = 0$  para  $i = N_1 + 1, N_1 + 2, \dots, N$ .

Para testar a hipótese referida anteriormente Pesaran (2007) utiliza a seguinte regressão CADF:

$$\Delta y_{i,t} = \alpha_i + b_i y_{i,t-1} + D_0 \bar{y}_{t-1} + D_i \Delta \bar{y}_t + \varepsilon_{i,t} \quad (10)$$

y representa a proxy do fator comum não observável, que foi proposta para eliminar a dependência da secção transversal.

A estatística  $CADF_i$  tem presente um fator comum, logo esta estatística será dependente na secção transversal.

Pesaran (2007) obtêm uma nova versão (versão aumentada) do teste de secção transversal, chegando assim ao IPS (Im, Pesaran and Shin):

$$CIPS = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N CADF_i \quad (11)$$

Na equação (11), N representa o número de países da amostra.

#### 4.5. Cointegração de painel

Após a realização do teste de raiz unitária para as variáveis em estudo, verificou-se a estacionariedade das mesmas, por isso realiza-se o teste de cointegração.

Para testar a cointegração do painel são utilizadas duas metodologias diferentes, a de Kao (1999) e a de Westerlund (2008), uma vez que são os mais utilizados nos estudos de Kassouri & Altıntaş (2020) e Pata et al. (2021).

A cointegração implica a existência de uma relação de equilíbrio estável de longo prazo entre duas séries temporais pertencentes ao mesmo grupo de integração, mesmo que sejam não-estacionárias individualmente (Kao, 1999).

Para testar a relação de longo prazo entre as variáveis é utilizado o teste de cointegração de Kao (1999), no qual a hipótese nula é a ausência de cointegração, e apresenta testes do tipo Modified Dickey–Fuller, Dickey–Fuller, Augmented Dickey–Fuller, Unadjusted modified Dickey–Fuller e Unadjusted Dickey–Fuller.

O teste de Westerlund (2008) segue a mesma lógica que o teste de Kao (1999), e tem por base a correção dos erros.

Este teste tem algumas vantagens, sendo elas o facto de controlar a dependência transversal e a heterogeneidade da secção transversal do modelo, e o problema de distorção do tamanho é menor neste teste (Westerlund, 2008).

#### **4.6. Efeitos fixos interativos**

Para continuar a realização deste estudo serão utilizadas duas abordagens econométricas, sendo elas, Interactive Fixed Effects (IFE) desenvolvido por Bai (2009) e Common Correlated Effects Mean Group (CCEMG) desenvolvido por Pesaran (2006).

A primeira abordagem, Interactive Fixed Effects, pretende corrigir os problemas que surgem devido a efeitos não observados por país e corrigir o enviesamento devido à endogeneidade das variáveis explicativas. Através deste modelo é possível correlacionar as variáveis que não são observadas com as variáveis explicativas. A segunda abordagem dos Common Correlated Effects Mean Group tem em conta a dependência transversal e a heterogeneidade dos países, e os estimadores não sofrem problemas relacionados com a endogeneidade uma vez que o número de secções transversais varia até ao infinito (Kassouri & Altıntaş, 2020).

- **IFE**

O modelo IFE foi escolhido para analisar o nexo entre o bem-estar humano e as preocupações ambientais, uma vez que através dele é possível encontrar a melhor escolha possível no que diz respeito à eficiência e à consistência, e porque este modelo permite lidar com a dependência de secção transversal, heterogeneidade e endogeneidade.

O modelo IFE de Bai (2009) estima a seguinte equação:

$$Y_{i,t} = X'_{i,t}\beta + \varphi_i + s_t + e_{i,t} \quad (12)$$

Na equação (12),  $Y_{i,t}$  tem duas interpretações no nosso estudo, uma para cada especificação apresentada no ponto anterior, a degradação ambiental que é medida pela PE per capita, ou o bem-estar humano que é medido através do IDH.  $X'_{i,t}$  é um vetor de regressores.  $\beta$  é um vetor de inclinações preditivas.  $\varphi_i$  e  $s_t$  representam os efeitos fixos em cada período e em cada país (Bai, 2009).

De modo a se conseguir controlar as cargas fatoriais e os fatores comuns, é utilizada a especificação do modelo fatorial proposta por Bai (2009) que é representada da seguinte forma:

$$e_{i,t} = \Gamma_i' F_t + u_{i,t} \quad (13)$$

Na equação (13),  $F_t$  é um vetor de formato  $r \times 1$ , que representa os choques comuns que não são observados e são específicos do tempo, e que diz respeito às componentes principais do erro idiossincrático ( $u_{i,t}$ ).  $\Gamma_i'$  também é um vetor de formato  $r \times 1$ , que representa as cargas fatoriais que servem para capturar reações específicas aos choques comuns. A combinação  $\Gamma_i' F_t$  representa a estrutura fatorial.

Através dos efeitos interativos verifica-se que a PE e o IDH, que são os indicadores de sustentabilidade utilizados neste modelo, podem sofrer alterações devido aos fatores individuais não observáveis, tornando assim a abordagem IFE um modelo mais adequado neste estudo, uma vez que o mesmo inclui variáveis que servem para controlar os componentes de fatores que não são observados e essas variáveis que são adicionadas são variáveis fictícias (Bai, 2009).

Os fatores não observados deste modelo causam um viés, por isso é necessário controlar esse viés através do modelo desenvolvido na equação (8), que é um modelo de estrutura fatorial.

Bai (2009) propõe estimar o processo fatorial e os coeficientes de regressão minimizando a soma dos resíduos quadrados (SRQ):

$$SRQ = \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (Y_{i,t} - X'_{i,t} \beta - \varphi_i - s_t - \Gamma_i' F_t)^2 \quad (14)$$

Através da equação (14), Bai (2009) propõem duas maneiras diferentes para se estimar os coeficientes de regressão e a estrutura fatorial. Na primeira, se a estrutura fatorial for conhecida, é possível estimar os coeficientes de regressão através da minimização da soma dos resíduos quadrados:

$$SRQ_1 = \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (y_{i,t}^{(1)} - X'_{i,t} \beta - \varphi_i - s_t)^2 \quad (15)$$

Onde,  $y_{i,t}^{(1)} = Y_{i,t} - \Gamma_i' F_t$

Na segunda, se os coeficientes de regressão forem conhecidos, é possível utilizar a análise de componentes principais, estimando  $\{\Gamma_i\}_{i=1}^N$ ,  $\{F_t\}_{t=1}^T$  de forma a minimizar a seguinte SRQ:

$$SRQ_2 = \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (y_{i,t}^{(2)} - \Gamma_i' F_t)^2 \quad (16)$$

Onde,  $y_{i,t}^{(2)} = Y_{i,t} - X'_{i,t}\beta - \varphi_i - s_t$ .

Bai (2009) sugere iniciar a iteração tendo por base  $SRQ_1$  e  $SRQ_2$ , com o objetivo de que a diferença na SRQ seja inferior a  $10^{-9}$ .

Também é possível, obter os estimadores corrigidos de viés que são necessários para corrigir a correlação de séries temporais e a heterocedasticidade.

- **CCEMG**

O método CCEMG também é um método eficaz que tem a capacidade de lidar com a heterogeneidade e com a dependência transversal de um painel.

Pesaran (2006) fez uma média dos estimadores individuais dos efeitos correlacionados comuns de modo a obter o estimador do CCEMG, representado da seguinte forma:

$$\hat{b}_{MG} = N^{-1} \sum_{t=1}^T \hat{b}_i \quad (17)$$

Onde N representa a dimensão da secção transversal, T representa a dimensão das séries cronológicas e  $\hat{b}_i$  é um estimador consistente de  $\beta_i$ .

O estimador referido anteriormente é assintoticamente não enviesado com (N, T) a tender para infinito. Tem como objetivo obter estimativas dos parâmetros relacionados com as variáveis observáveis, e as estimativas têm de ser consistentes (Pesaran, 2006).

Este modelo é possível ser aplicado para qualquer número de fatores não observados (m), desde que este valor de m não seja fixo, e que não limite a expansão de N e de T



## 5. RESULTADOS EMPÍRICOS

### 5.1. Estatística Descritiva

- **Média, máximo, mínimo, desvio padrão**

Na *Tabela 5.1.* podemos observar a média, o máximo, o mínimo e o desvio padrão de cada uma das variáveis em estudo. Verifica-se que todas as variáveis têm o mesmo número de observações, e através do máximo e do mínimo verifica-se que à exceção da PE e da BIO todas variam entre 0 e 1.

*Tabela 5.1. Média, máximo, mínimo, desvio padrão*

<i>Variável</i>	<i>Obs</i>	<i>Média</i>	<i>Desvio Padrão</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>
<i>IDH</i>	546	0,8481941	0,0660949	0,692	0,962
<i>PE</i>	546	4,909509	2,079314	1,486842	15,88668
<i>BIO</i>	546	2,888858	2,775721	0,1983299	13,37444
<i>IGKOF</i>	546	0,784836	0,0889415	0,5220397	0,9114088
<i>ER</i>	546	0,180185	0,1308423	0,0017	0,6109
<i>IDF</i>	546	0,5020696	0,2343171	0,1	1
<i>PU</i>	546	0,6878105	0,1322509	0,4249	0,98001
<i>ILH</i>	546	0,8134249	0,0817609	0,565	0,92

- **Matriz de correlação**

A *Tabela 5.2.* diz respeito à matriz de correlações das variáveis e mostra que o IDH tem uma correlação positiva com todas as variáveis, como já era de esperar, tendo uma correlação muito forte com o IGKOF e com o IDF. A PE tem uma correlação positiva com a Biocapacidade, o Índice de Globalização KOF, a percentagem de População Urbana e com o Índice de Liberdade Humana, como já se esperava uma vez que todas as variáveis fazem aumentar a PE, e apresenta uma correlação negativa com a percentagem de Energia Renovável, o que também já era esperado uma vez que com o aumento dos recursos renováveis existe uma diminuição da Pegada Ecológica.

No caso do modelo 1 em que a PE é a variável dependente, é preocupante o facto de o IDH ter uma correlação demasiado elevada com o IGKOF e com o IDF, por isso neste modelo foram retiradas estas duas variáveis, uma vez que poderiam trazer problemas à

robustez dos resultados. No modelo 2 quando o IDH é a variável dependente, também se retirou a variável IGKOF uma vez que ela tinha uma correlação muito elevada com o IDF e com o ILH. Os modelos utilizados passaram assim a ser modelos 1.1 e 2.1 (Equação (1.1) e (2.1)).

*Tabela 5.2. Matriz de correlações*

	<i>IDH</i>	<i>PE</i>	<i>BIO</i>	<i>IGKOF</i>	<i>ER</i>	<i>IDF</i>	<i>PU</i>	<i>IDL</i>
<i>IDH</i>	1,0000							
<i>PE</i>	0,5568	1,0000						
<i>BIO</i>	0,2801	0,2661	1,0000					
<i>IGKOF</i>	0,9073	0,4553	0,2033	1,0000				
<i>ER</i>	0,2125	-0,0821	0,5466	0,1594	1,0000			
<i>IDF</i>	0,7939	0,4434	0,0429	0,7960	0,0046	1,0000		
<i>PU</i>	0,6703	0,5480	0,2088	0,6344	-0,0637	0,6542	1,0000	
<i>ILH</i>	0,7666	0,3463	0,2102	0,8071	0,3553	0,5816	0,4491	1,0000

- **Teste de multicolinearidade**

Para ter a certeza sobre a colinearidade das variáveis foi realizado o teste de VIF, cujos resultados se apresentam na *Tabela 5.3* e *5.4*. para cada um dos modelos. Não se verifica multicolinearidade para nenhuma das variáveis, uma vez que o VIF não é superior a 5 e a tolerância não é inferior a 0,2.

*Tabela 5.3. VIF e Tolerância - Modelo 1.1*

<i>Variável</i>	<i>VIF</i>	<i>1/VIF</i>
<i>IDH</i>	3,66	0,273526
<i>ILH</i>	2,79	0,357855
<i>PU</i>	2,07	0,482522
<i>ER</i>	1,85	0,540871
<i>BIO</i>	1,62	0,616477

*Tabela 5.4. VIF e Tolerância-Modelo 2.1*

<i>Variável</i>	<i>VIF</i>	<i>1/VIF</i>
<i>IDF</i>	2,26	0,441666
<i>PU</i>	2,21	0,453228
<i>ER</i>	2,01	0,498322
<i>ILH</i>	1,98	0,506280

<b>BIO</b>	1,81	0,551918
<b>PE</b>	1,65	0,605677

## 5.2. Dependência Transversal (*cross-sectional*)

Após se verificar se existe ou não multicolinearidade tem de se verificar a dependência transversal. Na *Tabela 5.5.* são apresentados 4 testes para se verificar a dependência transversal, no CD e no CDw+ verifica-se a dependência transversal para todas as variáveis, isto significa que é rejeitada a hipótese nula de independência transversal. No entanto, nos testes CDw e CD\* nem todas as variáveis apresentam a dependência transversal, ou seja, não se rejeita a hipótese numa de independência transversal.

*Tabela 5.5. Dependência Transversal*

<i>Variável</i>	<i>CD</i>	<i>CDw</i>	<i>CDw+</i>	<i>CD*</i>
<b>IDH</b>	99,69 (0,000)	-2,45 (0,014)	2922,60 (0,000)	-0,85 (0,393)
<b>PE</b>	28,88 (0,000)	-1,93 (0,054)	1462,77 (0,000)	0,95 (0,334)
<b>BIO</b>	6,98 (0,000)	2,96 (0,003)	1303,53 (0,000)	1,10 (0,272)
<b>ER</b>	54,73 (0,000)	-1,26 (0,208)	2176,44 (0,000)	0,40 (0,688)
<b>IDF</b>	4,29 (0,000)	-1,40 (0,163)	1288,42 (0,000)	7,93 (0,000)
<b>PU</b>	50,48 (0,000)	-1,41 (0,159)	2598,59 (0,000)	-0,87 (0,384)
<b>ILH</b>	4,72 (0,000)	1,00 (0,316)	1163,54 (0,000)	4,77 (0,000)

Uma vez que se verifica dependência transversal em dois dos testes para todas as variáveis, devem ser aplicados os testes de raiz unitária e de cointegração, para se obter resultados confiáveis.

### 5.3. Testes de raiz unitária CADF e CIPS

No Teste CADF e de CIPS, a hipótese nula é a presença de raiz unitária, e, portanto, não é estacionária, contra a hipótese alternativa de estacionariedade. O IDH e o IDF são as únicas duas variáveis que são estacionárias em nível. As variáveis PE, BIO, ER e ILH são estacionárias na primeira diferença e a variável PU só é estacionária na terceira diferença.

Tabela 5.6. CADF e CIPS

<i>Variáveis</i>	<i>CADF/CIPS</i>	<i>1ªDiferença</i>
<i>IDH</i>	-2,422 (0,000)	-2,904 (0,000)
<i>PE</i>	-1,749 (0,433)	-3,596 (0,000)
<i>BIO</i>	-1,823 (0,271)	-4,676 (0,000)
<i>ER</i>	-1,782 (0,356)	-3,286 (0,000)
<i>IDF</i>	-2,885 (0,000)	-3,985 (0,000)
<i>PU</i>	-0,812 (1,000)	-3,835* (0,000) *
<i>ILH</i>	-1,126 (1,000)	-2,689 (0,000)

Nota: \* terceira diferença

### 5.4. Testes de cointegração de painel

Como se verifica na Tabela 5.7. através dos resultados do teste de Westerlund no modelo 1.1 não se rejeita a hipótese nula de ausência de cointegração, no entanto, para um nível de significância de 10%, no modelo 2.1 rejeita-se a hipótese nula de ausência de cointegração.

*Tabela 5.7. Teste de Cointegração de Westerlund*

<i>Teste Estatístico</i>	
<i>Modelo 1.1 (Eq. 1.1.)</i>	-0,9887 (0,1614)
<i>Modelo 2.1 (Eq. 2.1.)</i>	1,3160 (0,0941)

No entanto, através dos resultados do teste de Kao, representados na *Tabela 5.8.*, verifica-se que no Dickey–Fuller (com  $\alpha$  5 e de 10%), Unadjusted modified Dickey–Fuller, e no Unadjusted Dickey–Fuller existe cointegração, no modelo 1.1. No modelo 2.1 podemos verificar a cointegração no Modified Dickey–Fuller, Dickey–Fuller, Augmented Dickey–Fuller e no Unadjusted modified Dickey–Fuller (com  $\alpha$  de 5 e 10%).

*Tabela 5.8. Teste de Cointegração de Kao*

	<i>Modelo 1.1</i>	<i>Modelo 2.1</i>
<i>Modified Dickey–Fuller</i>	-0,5408 (0,2943)	3,3889 (0,0004)
<i>Dickey–Fuller</i>	-2,0365 (0,0208)	2,7028 (0,0034)
<i>Augmented Dickey–Fuller</i>	-0,4527 (0,3254)	3,8363 (0,0001)
<i>Unadjusted modified Dickey–Fuller</i>	-3,6742 (0,0001)	1,9720 (0,0243)
<i>Unadjusted Dickey–Fuller</i>	-3,9456 (0,0000)	1,0566 (0,1454)

Podemos então concluir que existe cointegração, isto é, verifica-se que as variáveis têm um equilíbrio bastante considerável (relação de longo prazo), independentemente de a variável dependente ser o IDH ou a PE.

## **5.5. Resultados da estimativa IFE e CCEMG**

Depois de se verificar que existe cointegração foram realizados os testes IFE e CCEMG, podendo-se concluir sobre o impacto do IDH na PE, e sobre o impacto da PE no IDH.

- **O impacto do Índice de Desenvolvimento Humano na Pegada Ecológica**

A *Tabela 5.9.* apresenta os resultados do teste IFE e CCEMG, verificando-se assim qual o impacto do IDH na PE. Através do teste IFE verifica-se que o IDH, a BIO e o ILH fazem aumentar a PE e que a ER e a PU fazem diminuir a PE, neste teste só a variável ILH é que não é estatisticamente significativa. No teste CCEMG nenhuma variável é estatisticamente significativa, e apenas a PU afeta de forma diferente a PE nos dois testes apresentados, ou seja, neste caso faz aumentar a PE.

Verifica-se que o IDH tem um efeito crescente na PE, ou seja, quanto maior for o desenvolvimento humano das pessoas e o seu bem-estar, maior é a PE, o mesmo se verificou nos estudos de Kassouri & Altıntaş (2020), Long et al. (2020), Türe (2013) e Hametner (2022), quanto maior o bem-estar humano maior a degradação do meio ambiente. No entanto, nos artigos de Opoku et al. (2022), Y. C. Zhang et al. (2022), Shanty et al. (2018) e Pata et al. (2021) verifica-se que quando as pessoas já têm um IDH muito elevado podem procurar ambientes mais limpos, menos poluídos, uma vez que também conseguem pagar por coisas menos prejudiciais ao meio ambiente, ou seja, estaríamos perante uma diminuição da PE.

No teste IFE a ER e a PU diminuem a PE, no caso da ER já era esperado uma vez que a ER ao ser uma energia limpa, ajuda a combater o aumento da PE, as mesmas conclusões já tinham sido tiradas nos artigos de Pata et al. (2021) e de Proença & Soukiazis (2022). Relativamente à PU segundo o artigo de Kassouri & Altıntaş (2020) verificou-se que quando o processo de urbanização é bem planeado e a população urbana consegue ter acesso a tecnologias mais limpas de forma fácil e eficiente, a PE diminui. Desta forma são tiradas as mesmas conclusões neste estudo, uma vez que a PU diminui a PE.

A variável BIO não atingiu o sinal esperado, isto é, o seu aumento deveria diminuir a PE mas não é isso que se verifica. Segundo o artigo de Kassouri & Altıntaş (2020) e de Ulucak & Bilgili (2018) a Biocapacidade diz respeito à capacidade que o ecossistema tem para produzir os elementos que são necessários para absorver as emissões e por isso afeta a qualidade ambiental de forma positiva, ou seja a PE diminui, o que não se verifica neste caso.

Nos dois testes realizados o ILH apresenta um valor positivo, não atingindo o sinal esperado, uma vez que através do artigo de Kassouri & Altıntaş (2020) se verifica que a qualidade das instituições económicas, neste caso representada pelo ILH, leva a uma diminuição da PE.

*Tabela 5.9. IFE e CCEMG – Impacto do IDH na PE*

<i>Variáveis</i>	<i>IFE</i>	<i>CCEMG</i>
<i>Constante</i>	-17,0909 (0,000)	-109,8533 (0,963)
<i>IDH</i>	17,7897 (0,000)	13,8778 (0,912)
<i>BIO</i>	0,7211 (0,000)	3,0321 (0,448)
<i>ER</i>	-2,5559 (0,000)	-37,8673 (0,121)
<i>PU</i>	-5,6069 (0,000)	1244,395 (0,652)
<i>ILH</i>	1,4867 (0,151)	18,3464 (0,744)

- **O impacto da Pegada Ecológica no Índice de Desenvolvimento Humano**

Analisando os resultados do teste IFE apresentados na *Tabela 5.10.*, verifica-se que PE, ER, IDF e PU afetam positivamente o IDH e que a BIO e o ILH afetam negativamente, neste teste só a variável ER é que não é estatisticamente significativa. No teste CCEMG apenas uma variável é estatisticamente significativa com um  $\alpha$  de 10%, sendo ela ILH. Comparando os dois testes realizados, a BIO, a ER, a PU e o ILH apresentam sinais diferentes no que diz respeito ao efeito que têm no IDH.

Como foi referido anteriormente, a variável PE afeta positivamente o IDH, comprovando os resultados do estudo de Kassouri & Altıntaş (2020) onde se verifica que a tentativa de diminuir a PE leva a uma diminuição do bem-estar humano da população. No entanto, no estudo de Opoku et al. (2022) e de Sumargo et al. (2021) as conclusões não são as mesmas, o aumento do IDH verifica-se quando existe uma diminuição da PE, dos gases de efeito de estuda e da poluição.

No teste IFE a BIO tem um efeito negativo no IDH, no entanto no teste de CCEMG apresenta um efeito positivo. Os resultados do segundo teste estão de acordo com os resultados de Mills & Waite (2009) e de Kassouri & Altıntaş (2020).

A ER segundo o resultado do teste IFE tem um efeito positivo no IDH, concordando com os estudos de Hao (2022) e de Azam et al. (2021). No teste CCEMG verifica-se o resultado contrário, ou seja, que a ER afeta negativamente o IDH.

Analisando agora os resultados do IDF, nos dois testes verifica-se que afeta positivamente o IDH, tirando assim as mesmas conclusões que o estudo de Asumadu-Sarkodie & Owusu (2016).

Relativamente à PU, no teste de IFE tem um efeito positivo no IDH, mas no teste de CCEMG tem um efeito contrário. No entanto, os estudos anteriores de Liang & Yang (2019), Yuan et al. (2018) e Kassouri & Altıntaş (2020) não tiram conclusões à cerca desta variável, isto é, dizem que o desenvolvimento humano variam consoante a qualidade de vida da sociedade, acontece o mesmo que no resultado deste estudo, apresentam valores positivos e negativos para a mesma amostra.

Por último, verifica-se que o ILH tem um efeito negativo através da análise os resultados do teste IFE, e um efeito positivo através da análise do teste de CCEMG. Os resultados do teste de CCEMG estão de acordo com os resultados do teste de Kassouri & Altıntaş (2020) onde se verifica que a melhoria da qualidade das instituições económicas leva a uma melhoria do IDH.

*Tabela 5.10. IFE e CCEMG - O impacto da PE no IDH*

<i>Variáveis</i>	<i>IFE</i>	<i>CCEMG</i>
<i>Constante</i>	1,0462 (0,000)	-0,4787 (0,684)
<i>PE</i>	0,0053 (0,000)	0,0023 (0,797)
<i>BIO</i>	-0,0334 (0,006)	0,0018 (0,938)
<i>ER</i>	0,0051 (0,654)	-0,1566 (0,437)
<i>IDF</i>	0,0376 (0,000)	0,1015 (0,195)
<i>PU</i>	0,1321 (0,000)	-0,6153 (0,175)
<i>ILH</i>	-0,0780	0,5918



| (0,000) (0,082)

## 6. CONCLUSÕES E SUGESTÕES DE POLÍTICA

Segundo os princípios da economia ecológica é possível perceber que o objetivo não deve ser o crescimento económico, mas sim a melhoria do bem-estar. No entanto, com o aumento do bem-estar humano (que é possível através do consumo), existe um aumento da Pegada Ecológica e um aumento da degradação ambiental, uma vez que existe um maior consumo de recursos naturais e conseqüentemente um aumento da poluição, e quando existe uma tentativa de diminuir a Pegada Ecológica o bem-estar humano pode diminuir.

Neste estudo o bem-estar humano é medido através do IDH, e a qualidade ambiental é medida pela PE. Para testar a relação existente entre o Índice de Desenvolvimento Humano e a Pegada Ecológica nos países europeus, e testar se existe um *trade-off* entre esses dois indicadores estiveram em análise 42 países da Europa nos anos de 2006 a 2018, e foram utilizados os testes IFE e CCEMG para obter os resultados. Para além dessas 2 variáveis foram ainda utilizadas outras, presentes em estudos anteriores como: Índice de Desenvolvimento Financeiro, Índice de Globalização, Biocapacidade, Energia Renovável, o Índice de Liberdade Humana e a População Urbana.

De acordo com os modelos estimados podemos sumariar algumas conclusões:

- 1) as variáveis IDH e PE levam ao aumento uma da outra. Isto é, um maior desenvolvimento humano leva a uma maior Pegada Ecológica, e os países com uma maior Pegada Ecológica tendem a ter um maior desenvolvimento humano. Verifica-se assim que nos países europeus o impacto ambiental não tem sido separado do desenvolvimento humano. Estes resultados são de acordo com estudos anteriores. Existe assim um *trade-off* entre o desenvolvimento e a qualidade ambiental;
- 2) as Energias Renováveis influenciam positivamente o desenvolvimento humano, e têm um impacto positivo na Pegada Ecológica, o que era de esperar, dado que melhoram a qualidade ambiental;
- 3) a Biocapacidade leva a um aumento da Pegada Ecológica e a uma diminuição IDH. Estes resultados não estão de acordo com o esperado, uma vez que uma maior Biocapacidade deveria levar a uma Pegada Ecológica menor, mas o que se

verifica é que quanto maior a Biocapacidade, maior a pegada dos países. Por outro lado, quanto maior a Biocapacidade menor o desenvolvimento humano. Este resultado pode estar ligado à teoria da “maldição dos recursos naturais” (Ross, 1999);

- 4) a População urbana faz diminuir a Pegada Ecológica, estando de acordo com alguns estudos anteriores, uma vez que em espaços urbanos, quanto maior a concentração da população menor será a deslocação de casa para o trabalho, existem construções verticais (melhor aproveitamento do espaço) e existe uma maior eficiência energética. Por outro lado, a população urbana melhora o IDH, uma vez que pode estar relacionada com melhorias económicas, sociais, ambientais e da qualidade de vida;
- 5) a Qualidade das instituições (ILH) não se mostra significativa na explicação da Pegada Ecológica, mas influencia negativamente o IDH, o que não está de acordo com o esperado.

Através deste estudo é possível preencher uma lacuna existente na política económica da Europa, uma vez que a Pegada Ecológica e o Índice de Desenvolvimento Humano são normalmente considerados individualmente, mas neste caso são considerados em conjunto podendo assim atingir o objetivo de melhoria de bem-estar humano sem aumentar a degradação ambiental.

Verifica-se que existe um *trade-off* entre o bem-estar humano e a qualidade ambiental, ou seja, as medidas que são utilizadas para manter a qualidade ambiental podem fazer com que exista uma diminuição do bem-estar humano, e se isto acontecer as questões ambientais podem deixar de estar no centro das considerações políticas, ou seja, as políticas que são criadas para fazer aumentar o desenvolvimento humano não estão ligadas às políticas utilizadas para atingir uma melhor qualidade ambiental. Ficando na dúvida se se deve sacrificar as preocupações ambientais em troca de aumentar o crescimento económico e o bem-estar humano.

É necessário que os decisores de política implementem políticas que sejam eficazes a nível económico e que motivem as empresas a terem cuidado com a qualidade ambiental e com a poluição, através da utilização de energias renováveis que ajudam simultaneamente a proteção ambiental e o desenvolvimento humano. As decisões políticas sobre a urbanização também são importantes quando é colocada em prática uma

urbanização ordenada, uma vez que leva a atingir a melhoria ambiental e o desenvolvimento humano simultaneamente.

O objetivo dos governos deve ser ajudar os países a atingir as metas de bem-estar humano e de proteção ambiental, de modo que os países fiquem mais desenvolvidos, mas mantendo a qualidade ambiental.

## **7. LIMITAÇÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS**

Algumas limitações deste estudo foram o facto de não existirem dados para todos os países da Europa para as variáveis em estudo, e o período de tempo ser reduzido, uma vez que se fosse escolhido um período de tempo mais alargado teriam de ser retirados mais países por falta de dados para um período mais alargado.

Algumas sugestões para trabalhos futuros são a utilização de cada componente da PE para perceber de que forma cada uma delas afeta individualmente o IDH, e a exploração deste tipo de trabalho para outros continentes, como a África, a América ou a Ásia.

## REFERÊNCIAS

- Akbar, M., Hussain, A., Akbar, A., & Ullah, I. (2021). The dynamic association between healthcare spending, CO2 emissions, and human development index in OECD countries: evidence from panel VAR model. *Environment, Development and Sustainability*, 23(7), 10470–10489. <https://doi.org/10.1007/S10668-020-01066-5>
- Alves, A., Matos, M., Ferreira, E., Fonseca, C., Pinho, R., Lopes, L., Antunes, M. J., Amado, P., & Beça, P. (2016). *Imprinting sustainability: from theory to practice*. <http://hdl.handle.net/10773/25779>
- Andrei, J. V., Chivu, L., Gogonea, R. M., Iacob, S. E., Patrascu, A., Popescu, C., Vasic, M., & Zaharia, M. (2021). Business demography and economic growth: Similarities and disparities in 10 European union countries. *Journal of Business Economics and Management*, 22(5), 1160–1188. <https://doi.org/10.3846/JBEM.2021.15067>
- Asumadu-Sarkodie, S., & Owusu, P. A. (2016). Energy use, carbon dioxide emissions, GDP, industrialization, financial development, and population, a causal nexus in Sri Lanka: With a subsequent prediction of energy use using neural network. *Http://Dx.Doi.Org/10.1080/15567249.2016.1217285*, 11(9), 889–899. <https://doi.org/10.1080/15567249.2016.1217285>
- Azam, A., Rafiq, M., Shafique, M., Yuan, J., & Salem, S. (2021). Human Development Index, ICT, and Renewable Energy-Growth Nexus for Sustainable Development: A Novel PVAR Analysis. *Frontiers in Energy Research*, 9(November), 1–11. <https://doi.org/10.3389/fenrg.2021.760758>
- Bai, J. (2009). Panel Data Models With Interactive Fixed Effects. *Econometrica*, 77(4), 1229–1279. <https://doi.org/10.3982/ECTA6135>
- Banerjee, O., Cicowiez, M., Vargas, R., Obst, C., Cala, J. R., Alvarez-Espinosa, A. C., Melo, S., Riveros, L., Romero, G., & Meneses, D. S. (2021). Gross domestic product alone provides misleading policy guidance for post-conflict land use trajectories in Colombia. *Ecological Economics*, 182. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2020.106929>
- BCSD PORTUGAL. (2022a). *17 Objetivos • ODS - BCSD Portugal*. BCSD

- PORTUGAL. <https://ods.pt/ods/> Acedido em 2023-05-04
- BCSD PORTUGAL. (2022b). *ODS • Objetivos Desenvolvimento Sustentável • BCSD Portugal*. BCSD PORTUGAL. <https://ods.pt/> Acedido em 2023-05-04
- Bedir, S., & Yilmaz, V. M. (2016). CO2 emissions and human development in OECD countries: granger causality analysis with a panel data approach. *Eurasian Economic Review*, 6(1), 97–110. <https://doi.org/10.1007/S40822-015-0037-2/TABLES/3>
- Borucke, M., Moore, D., Cranston, G., Gracey, K., Iha, K., Larson, J., Lazarus, E., Morales, J. C., Wackernagel, M., & Galli, A. (2013). Accounting for demand and supply of the biosphere's regenerative capacity: The National Footprint Accounts' underlying methodology and framework. *Ecological Indicators*, 24, 518–533. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.08.005>
- Conceição, P. (2022). Human Development Report 2021-22 | Human Development Reports. In *UNDP*. <https://hdr.undp.org/content/human-development-report-2021-22>
- Costanza, R., Daly, L., Fioramonti, L., Giovannini, E., Kubiszewski, I., Mortensen, L. F., Pickett, K. E., Ragnarsdottir, K. V., De Vogli, R., & Wilkinson, R. (2016). Modelling and measuring sustainable wellbeing in connection with the UN Sustainable Development Goals. *Ecological Economics*, 130, 350–355. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLECON.2016.07.009>
- Cranston, G. R., & Hammond, G. P. (2012). Carbon footprints in a bipolar, climate-constrained world. *Ecological Indicators*, 16, 91–99. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLIND.2011.03.011>
- Dernbach, J. C., & Cheever, F. (2015). Sustainable development and its discontents. *Transnational Environmental Law*, 4(2), 247–287. <https://doi.org/10.1017/S2047102515000163>
- Desai, M. (1991). Human development. Concepts and measurement. *European Economic Review*, 35(2–3), 350–357. [https://doi.org/10.1016/0014-2921\(91\)90136-7](https://doi.org/10.1016/0014-2921(91)90136-7)
- Destek, M. A., & Sarkodie, S. A. (2019). Investigation of environmental Kuznets curve for ecological footprint: The role of energy and financial development. *Science of The Total Environment*, 650, 2483–2489.

<https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2018.10.017>

- Dradra, Z., & Abdennadher, C. (2022). Modeling the effects of renewable energy on sustainable development: evidence from simultaneous equations models. *Economic Change and Restructuring*. <https://doi.org/10.1007/s10644-022-09409-0>
- Dzhumashev, R., & Hailemariam, A. (2021). Foreign aid and the quality of economic institutions. *European Journal of Political Economy*, 68(April 2020), 102001. <https://doi.org/10.1016/j.ejpoleco.2021.102001>
- ETH Zurich. (2023). *KOF Globalisation Index*. ETH Zurich. <https://kof.ethz.ch/en/forecasts-and-indicators/indicators/kof-globalisation-index.html> Acedido em 2023-01-27
- Fan, J., Liao, Y., & Yao, J. (2015). Power Enhancement in High-Dimensional Cross-Sectional Tests. *Econometrica*, 83(4), 1497–1541. <https://doi.org/10.3982/ecta12749>
- Ferreira, J. P., Marques, J. L., Moreno Pires, S., Iha, K., & Galli, A. (2023). Supporting national-level policies for sustainable consumption in Portugal: A socio-economic Ecological Footprint analysis. *Ecological Economics*, 205(November 2022). <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2022.107687>
- Fraser Institute. (2023). *Human Freedom Index 2022*. Fraser Institute. <https://www.fraserinstitute.org/resource-file?nid=15058&fid=19059> Acedido em 2023-01-27
- Fukuda-Parr, S. (2004). *RELATÓRIO DO DESENVOLVIMENTO HUMANO 2004*. UNDP. <https://hdr.undp.org/system/files/documents/2004-hdr-portuguese.2004-hdr-portuguese>
- GFN. (2010). Ecological Footprint Atlas 2010. *Global Footprint Network*, 1–111. [http://www.footprintnetwork.org/images/uploads/Ecological\\_Footprint\\_Atlas\\_2010.pdf](http://www.footprintnetwork.org/images/uploads/Ecological_Footprint_Atlas_2010.pdf)
- GFN. (2016). Living planet report 2016 -Technical Supplement: Ecological Footprint. *Global Footprint Network*, 1–9.
- GFN. (2020). Ecological Footprint Accounting: Limitations and Criticism. *Global Footprint Network*, 1.2, 1–47. <https://www.footprintnetwork.org/our->

work/ecological-footprint/limitations-and-criticisms/

- Global Compact. (2020). *Agenda 2030 - Global Compact*. Global Compact. <https://globalcompact.pt/index.php/pt/agenda-2030> Acedido em 2023-05-08
- Global Footprint Network. (2023). *Open Data Platform*. Global Footprint Network. [https://data.footprintnetwork.org/?\\_ga=2.224055451.1033676456.1674490237-1534369761.1655546152#/countryTrends?type=BCpc,EFCpc&cn=119](https://data.footprintnetwork.org/?_ga=2.224055451.1033676456.1674490237-1534369761.1655546152#/countryTrends?type=BCpc,EFCpc&cn=119) Acedido em 2023-01-27
- Gupta, J., & Vegelin, C. (2016). Sustainable development goals and inclusive development. *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics*, 16(3), 433–448. <https://doi.org/10.1007/S10784-016-9323-Z/FIGURES/2>
- Gygli, S., Haelg, F., Potrafke, N., & Sturm, J. E. (2019). The KOF Globalisation Index – revisited. *Review of International Organizations*, 14(3), 543–574. <https://doi.org/10.1007/S11558-019-09344-2/TABLES/7>
- Hák, T., Janoušková, S., & Moldan, B. (2016). Sustainable Development Goals: A need for relevant indicators. *Ecological Indicators*, 60, 565–573. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLIND.2015.08.003>
- Hametner, M. (2022). Economics without ecology: How the SDGs fail to align socioeconomic development with environmental sustainability. *Ecological Economics*, 199. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2022.107490>
- Han, X.-M., Yang, L.-Y., & Mao, L.-H. (2010). Study on sustainable development of shandong province based on ecological footprint and human development index from 2002 to 2007. *International Conference on Challenges in Environmental Science and Computer Engineering, CESCE 2010*, 1, 459–462. <https://doi.org/10.1109/CESCE.2010.204>
- Hao, Y. (2022). Effect of Economic Indicators, Renewable Energy Consumption and Human Development on Climate Change: An Empirical Analysis Based on Panel Data of Selected Countries. *Frontiers in Energy Research*, 10(March), 1–19. <https://doi.org/10.3389/fenrg.2022.841497>
- Hickel, J. (2020). The sustainable development index: Measuring the ecological



- efficiency of human development in the anthropocene. *Ecological Economics*, 167, 106331. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLECON.2019.05.011>
- Howe, C., Suich, H., Vira, B., & Mace, G. M. (2014). Creating win-wins from trade-offs? Ecosystem services for human well-being: A meta-analysis of ecosystem service trade-offs and synergies in the real world. *Global Environmental Change*, 28(1), 263–275. <https://doi.org/10.1016/J.GLOENVCHA.2014.07.005>
- Human Development Reports. (2023). *Human Development Insights*. Human Development Reports. <https://hdr.undp.org/data-center/country-insights#/ranks> Acedido em 2023-01-27
- IMF. (2022). *Financial Development - About - IMF Data*. Financial Development Index Database. <https://data.imf.org/?sk=f8032e80-b36c-43b1-ac26-493c5b1cd33b&sId=1480712464593> Acedido em 2023-03-08
- International Monetary Fund. (2023). *Financial Development Index Database*. International Monetary Fund. <https://data.imf.org/?sk=F8032E80-B36C-43B1-AC26-493C5B1CD33B&sId=1481126573525> Acedido em 2023-01-27
- Kahouli, B. (2017). The short and long run causality relationship among economic growth, energy consumption and financial development: Evidence from South Mediterranean Countries (SMCs). *Energy Economics*, 68, 19–30. <https://doi.org/10.1016/J.ENECO.2017.09.013>
- Kandil, R. A., Sarhan, A., & AbdelGalil, R. E. (2020). Analysis of ecological balance issue for the built-up land and cropland footprints in Alexandria City, Egypt during this time-series (2005-2019). *International Journal of Sustainable Development and Planning*, 15(6), 911–920. <https://doi.org/10.18280/ijstdp.150615>
- Kao, C. (1999). Spurious regression and residual-based tests for cointegration in panel data. *Journal of Econometrics*, 90(1), 1–44. [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(98\)00023-2](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(98)00023-2)
- Kassouri, Y., & Altıntaş, H. (2020). Human well-being versus ecological footprint in MENA countries: A trade-off? *Journal of Environmental Management*, 263, 110405. <https://doi.org/10.1016/J.JENVMAN.2020.110405>
- Li, X., & Xu, L. (2021). Human development associated with environmental quality in

China. *PLoS ONE*, 16(2 February).  
<https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0246677>

- Liang, W., & Yang, M. (2019). Urbanization, economic growth and environmental pollution: Evidence from China. *Sustainable Computing: Informatics and Systems*, 21, 1–9. <https://doi.org/10.1016/J.SUSCOM.2018.11.007>
- Lin, D., Hanscom, L., Murthy, A., Galli, A., Evans, M., Neill, E., Mancini, M. S., Martindill, J., Medouar, F. Z., Huang, S., & Wackernagel, M. (2018). Ecological footprint accounting for countries: Updates and results of the national footprint accounts, 2012-2018. *Resources*, 7(3). <https://doi.org/10.3390/resources7030058>
- Long, X., Yu, H., Sun, M., Wang, X. C., Klemeš, J. J., Xie, W., Wang, C., Li, W., & Wang, Y. (2020). Sustainability evaluation based on the Three-dimensional Ecological Footprint and Human Development Index: A case study on the four island regions in China. *Journal of Environmental Management*, 265, 110509. <https://doi.org/10.1016/J.JENVMAN.2020.110509>
- Menk, L., Schinko, T., Karabaczek, V., Hagen, I., & Kienberger, S. (2022). What's at stake? A human well-being based proposal for assessing risk of loss and damage from climate change. *Frontiers in Climate*, 4, 232. <https://doi.org/10.3389/FCLIM.2022.1032886/BIBTEX>
- Mills, J. H., & Waite, T. A. (2009). Economic prosperity, biodiversity conservation, and the environmental Kuznets curve. *Ecological Economics*, 68(7), 2087–2095. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLECON.2009.01.017>
- Mohammed, A., Li, Z., Olushola Arowolo, A., Su, H., Deng, X., Najmuddin, O., & Zhang, Y. (2019). Driving factors of CO2 emissions and nexus with economic growth, development and human health in the Top Ten emitting countries. *Resources, Conservation and Recycling*, 148, 157–169. <https://doi.org/10.1016/J.RESCONREC.2019.03.048>
- Nations, U. (1990). *Human Development Report 1990*. Human Development Reports. <https://hdr.undp.org/content/human-development-report-1990>
- Opoku, E. E. O., Dogah, K. E., & Aluko, O. A. (2022). The contribution of human development towards environmental sustainability. *Energy Economics*, 106. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2021.105782>

- Ouedraogo, N. S. (2013). Energy consumption and human development: Evidence from a panel cointegration and error correction model. *Energy*, *63*, 28–41. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2013.09.067>
- Pandit, J., Bhardwaj, S. K., & Sharma, A. K. (2022). Ecological footprint of Solan district, Himachal Pradesh, India. *Current Science*, *122*(8), 978–980. <https://doi.org/10.18520/CS/V122/I8/978-980>
- Pata, U. K., Aydin, M., & Haouas, I. (2021). Are natural resources abundance and human development a solution for environmental pressure? Evidence from top ten countries with the largest ecological footprint. *Resources Policy*, *70*. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2020.101923>
- Pesaran, M. H. (2006). Estimation and Inference in Large Heterogeneous Panels with a Multifactor Error Structure. *Econometrica*, *74*(4), 967–1012. <https://doi.org/10.1111/J.1468-0262.2006.00692.X>
- Pesaran, M. H. (2007). A simple panel unit root test in the presence of cross-section dependence. *Journal of Applied Econometrics*, *22*(2), 265–312. <https://doi.org/10.1002/jae>
- Pesaran, M. H. (2015). Testing Weak Cross-Sectional Dependence in Large Panels. *Econometric Reviews*, *34*(6–10), 1089–1117. <https://doi.org/10.1080/07474938.2014.956623>
- Pesaran, M. H. (2021). General diagnostic tests for cross-sectional dependence in panels. *Empirical Economics*, *60*(1), 13–50. <https://doi.org/10.1007/s00181-020-01875-7>
- Proença, S., & Soukiazis, E. (2022). The process of sustainable entrepreneurship: a multi-country analysis. *Environment, Development and Sustainability*, 0123456789. <https://doi.org/10.1007/s10668-022-02515-z>
- Reese, A. J. & S., & To. (2021). The Incidental Parameters Problem in Testing for Remaining Cross-Section Correlation. *Journal of Business and Economic Statistics*, *40*(3), 1191–1203. <https://doi.org/10.1080/07350015.2021.1901720>
- Ross, M. L. (1999). The political economy of the resource curse. *World Politics*, *51*(2), 297–322. <https://doi.org/10.1017/S0043887100008200>
- Salahuddin, M., Gow, J., Ali, M. I., Hossain, M. R., Al-Azami, K. S., Akbar, D., &

- Gedikli, A. (2019). Urbanization-globalization-CO2 emissions nexus revisited: empirical evidence from South Africa. *Heliyon*, 5(6), e01974. <https://doi.org/10.1016/J.HELIYON.2019.E01974>
- Salman, M., Wang, G., & Zha, D. (2022). Modeling the convergence analysis of sustainable production and consumption in terms of ecological footprints and human development index in Belt and Road Initiative countries. *Sustainable Production and Consumption*, 30, 233–254. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.12.008>
- Shang, C., Wu, T., Huang, G., & Wu, J. (2019). Weak sustainability is not sustainable: Socioeconomic and environmental assessment of Inner Mongolia for the past three decades. *Resources, Conservation and Recycling*, 141, 243–252. <https://doi.org/10.1016/J.RESCONREC.2018.10.032>
- Shanty, O., Dita, W. P., Firmansyah, & Sugiyanto, F. X. (2018). The Relationship between Environmental Degradation, Poverty and Human Quality in Indonesia. *E3S Web of Conferences*, 73. <https://doi.org/10.1051/E3SCONF/20187310020>
- Shrestha, N. (2020). Detecting Multicollinearity in Regression Analysis. *American Journal of Applied Mathematics and Statistics*, 8(2), 39–42. <https://doi.org/10.12691/ajams-8-2-1>
- Sinha, A., & Sengupta, T. (2019). Impact of natural resource rents on human development: What is the role of globalization in Asia Pacific countries? *Resources Policy*, 63, 101413. <https://doi.org/10.1016/J.RESOURPOL.2019.101413>
- Solarin, S. A., Gil-Alana, L. A., & Lafuente, C. (2021). Persistence and sustainability of fishing grounds footprint: Evidence from 89 countries. *Science of The Total Environment*, 751, 141594. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2020.141594>
- Sumargo, B., Nuriza, F. A., Mulyono, & Rohimah, S. R. (2021). The two-stage least squares simultaneous equation model for panel data on human development, economics, and environmental quality. *AIP Conference Proceedings*, 2331. <https://doi.org/10.1063/5.0041874>
- Tamburino, L., & Bravo, G. (2021). Reconciling a positive ecological balance with human development: A quantitative assessment. *Ecological Indicators*, 129, 107973. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLIND.2021.107973>

- The World Bank. (2023a). *Financial Development*. The World Bank. <https://www.worldbank.org/en/publication/gfdr/gfdr-2016/background/financial-development> Acedido em 2023-05-10
- The World Bank. (2023b). *Glossary / DataBank*. The World Bank. [https://databank.worldbank.org/metadataglossary/all/series?search=urban population](https://databank.worldbank.org/metadataglossary/all/series?search=urban%20population) Acedido em 2023-03-15
- The World Bank. (2023c). *Glossary / DataBank*. The World Bank. [https://databank.worldbank.org/metadataglossary/all/series?search=Renewable energy consumption](https://databank.worldbank.org/metadataglossary/all/series?search=Renewable%20energy%20consumption) Acedido em 2023-03-15
- The World Bank. (2023d). *Renewable energy consumption (% of total final energy consumption) / Data*. The World Bank. <https://data.worldbank.org/indicator/EG.FEC.RNEW.ZS?view=chart> Acedido em 2023-01-27
- The World Bank. (2023e). *Urban population (% of total population) / Data*. The World Bank. <https://data.worldbank.org/indicator/SP.URB.TOTL.IN.ZS?view=chart> Acedido em 2023-01-27
- Thompson, C. G., Kim, R. S., Aloe, A. M., & Becker, B. J. (2017). Extracting the Variance Inflation Factor and Other Multicollinearity Diagnostics from Typical Regression Results. *Basic and Applied Social Psychology*, 39(2), 81–90. <https://doi.org/10.1080/01973533.2016.1277529>
- Tran, N. Van, Tran, Q. Van, Do, L. T. T., Dinh, L. H., & Do, H. T. T. (2019). Trade off between environment, energy consumption and human development: Do levels of economic development matter? *Energy*, 173, 483–493. <https://doi.org/10.1016/J.ENERGY.2019.02.042>
- Türe, C. (2013). A methodology to analyse the relations of ecological footprint corresponding with human development index: Eco-sustainable human development index. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, 20(1), 9–19. <https://doi.org/10.1080/13504509.2012.751562>
- Türe, C., & Türe, Y. (2021). A model for the sustainability assessment based on the human development index in districts of Megacity Istanbul (Turkey). *Environment, Development and Sustainability*, 23(3), 3623–3637. <https://doi.org/10.1007/s10668->

- Ulucak, R., & Bilgili, F. (2018). A reinvestigation of EKC model by ecological footprint measurement for high, middle and low income countries. *Journal of Cleaner Production*, 188, 144–157. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2018.03.191>
- Wackernagel, M., Onisto, L., Bello, P., Linares, A. C., Falfán, I. S. L., García, J. M., Guerrero, A. I. S., & Guerrero, M. G. S. (1999). National natural capital accounting with the ecological footprint concept. *Ecological Economics*, 29(3), 375–390. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(98\)90063-5](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(98)90063-5)
- Westerlund, J. (2008). Panel cointegration tests of the Fisher effect. *Journal of Applied Econometrics*, 23(2), 193–233. <https://doi.org/10.1002/JAE.967>
- WWF. (2012). *Living Planet Report 2012*. [https://wwf.panda.org/discover/knowledge\\_hub/all\\_publications/living\\_planet\\_report\\_timeline/lpr\\_2012/](https://wwf.panda.org/discover/knowledge_hub/all_publications/living_planet_report_timeline/lpr_2012/)
- Xie, Y., & Pesaran, M. H. (2021). A Bias-Corrected Cd Test for Error Cross-Sectional Dependence in Panel Data Models with Latent Factors. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4198155>
- Yuan, J., Lu, Y., Ferrier, R. C., Liu, Z., Su, H., Meng, J., Song, S., & Jenkins, A. (2018). Urbanization, rural development and environmental health in China. *Environmental Development*, 28, 101–110. <https://doi.org/10.1016/J.ENVDEV.2018.10.002>
- Yue, S., Shen, Y., & Yuan, J. (2019). Sustainable total factor productivity growth for 55 states: An application of the new malmquist index considering ecological footprint and human development index. *Resources, Conservation and Recycling*, 146(December 2018), 475–483. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.03.035>
- Zaidi, S. A. H., Zafar, M. W., Shahbaz, M., & Hou, F. (2019). Dynamic linkages between globalization, financial development and carbon emissions: Evidence from Asia Pacific Economic Cooperation countries. *Journal of Cleaner Production*, 228, 533–543. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2019.04.210>
- Zhang, J., Benjamin Zhan, F., Wu, X., & Zhang, D. (2021). Partial correlation analysis of association between subjective well-being and ecological footprint. *Sustainability (Switzerland)*, 13(3), 1–14. <https://doi.org/10.3390/su13031033>

- Zhang, M., Ajide, K. B., & Ridwan, L. I. (2022). Heterogeneous dynamic impacts of nonrenewable energy, resource rents, technology, human capital, and population on environmental quality in Sub-Saharan African countries. *Environment, Development and Sustainability*, 24(10), 11817–11851. <https://doi.org/10.1007/s10668-021-01927-7>
- Zhang, S., Zhu, D., Shi, Q., & Cheng, M. (2018). Which countries are more ecologically efficient in improving human well-being? An application of the Index of Ecological Well-being Performance. *Resources, Conservation and Recycling*, 129, 112–119. <https://doi.org/10.1016/J.RESCONREC.2017.10.015>
- Zhang, Y. C., Liu, X. H., Ullah, A., & Mehmood, U. (2022). Effects of human capital, natural resource, urbanization, energy consumption on carbon emissions in the top ten emitter countries. *Economic Research-Ekonomska Istrazivanja*, 0(0), 1–16. <https://doi.org/10.1080/1331677X.2022.2149589>
- Zhou, Y., Li, Y., & Liu, Y. (2020). The nexus between regional eco-environmental degradation and rural impoverishment in China. *Habitat International*, 96, 102086. <https://doi.org/10.1016/J.HABITATINT.2019.102086>