

EUSTEPs MOOC

Tópico 3

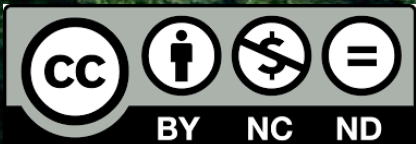
Pegada Ecológica (PE) Conceitos



EUSTEPs

Enhancing Universities' Sustainability Teaching
and Practices through Ecological Footprint

KA 203, Strategic Partnership in Higher Education 2019-2022, Agreement No. 2019-1-
EL01-KA203-062941



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



ARISTOTLE
UNIVERSITY
OF THESSALONIKI



Global Footprint Network®
Advancing the Science of Sustainability



UNIVERSITÀ
DI SIENA
1240



universidade
de aveiro

UNIVERSIDADE
AbERTA
www.uab.pt

Pegada Ecológica:

Bases e Conceitos

**Tornando as relações
sociedade-ambiente visíveis,
o que podemos medir e
quais são os riscos?**



Mas ... Porque devemos medir?



Introduzindo Indicadores da PE

The New York Times Magazine

Magazine | ON LANGUAGE

Footprint

By WILLIAM SAFIRE FEB. 17, 2008

“The word *footprint* has taken on meaning,” writes Michel Berger of Oakland, Calif., responding to a recent query in this space, “beyond that of simple circumstantial evidence that someone has walked by, as in Daniel Defoe’s 1719 novel ‘Robinson Crusoe.’ Where are those footprints headed?”

Este significado metafórico remonta ao início dos anos 90 e é originário de uma metodologia específica chamada “Ecological Footprint” (Pegada Ecológica).

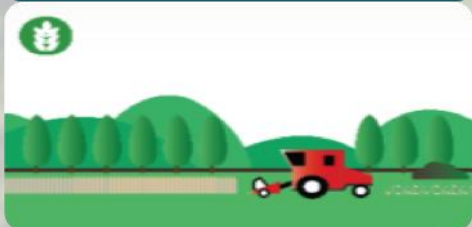
Desde o início do século XXI que o termo “pegada” tem vindo a ganhar notoriedade, e entrou no nosso vocabulário do dia-a-dia como uma metáfora para o impacto que os humanos têm no ambiente.



Infraestruturas
de áreas
construídas



Carbono



Área arável



Pastagem



Produtos
florestais



Área de mar

A HISTÓRIA DE HOJE



PEGADA ECOLÓGICA DIÁRIA



Porque PE...?



**A MINHA PEGADA
ECOLÓGICA
INDIVIDUAL**



PE = 125 m²



PE = 4.5 hectares

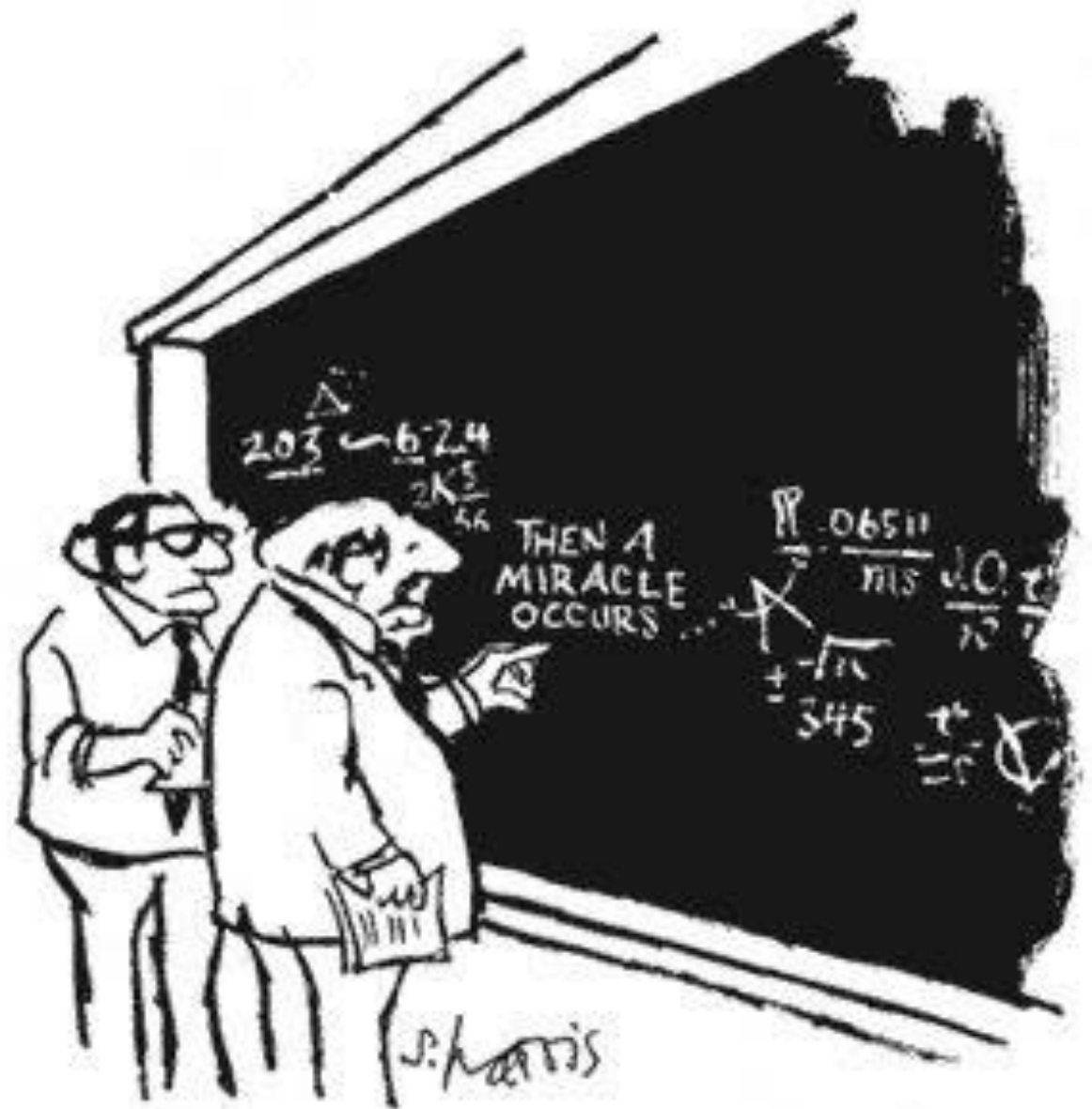


MAS... NÃO ESTOU SOZINHO NESTE PLANETA...



ESTOU A PARTILHÁ-LO COM OUTROS 7.5 MIL MILHÕES DE PESSOAS!

O QUE É A PEGADA ECOLÓGICA?



"I THINK YOU SHOULD BE MORE
EXPLICIT HERE IN STEP TWO."

PEGADA ECOLÓGICA: Uma folha de Balanço Ecológico para os países

A Pegada Ecológica é uma ferramenta de contabilidade ambiental que identifica em que medida as ações humanas excedem

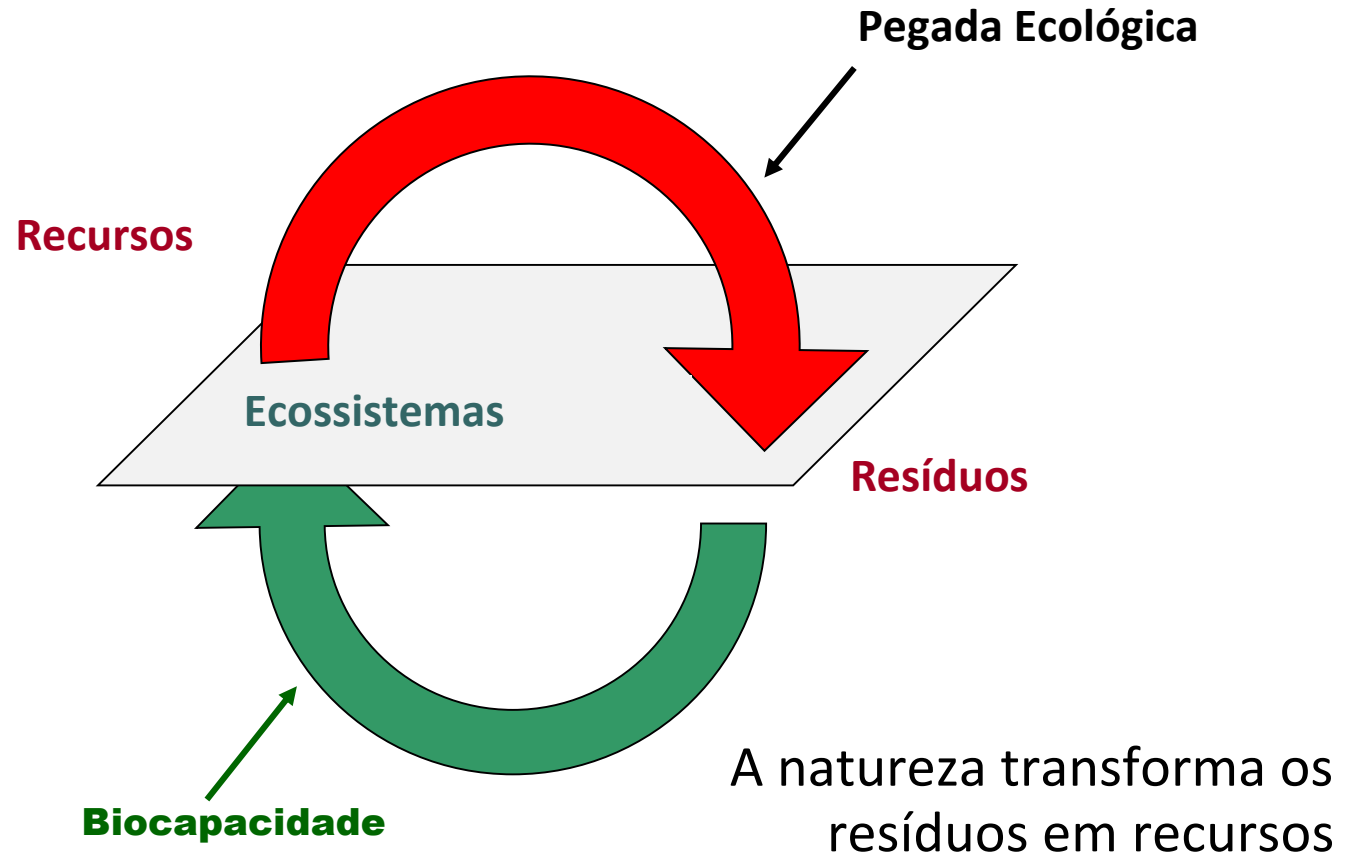
dois tipos de limites ambientais:

- Produção de recursos
- Absorção de resíduos



As sociedades utilizam recursos (alimentos, energia, etc) e produzem resíduos.

PEGADA ECOLÓGICA: Balanço Ecológico dos países



THE ECOLOGICAL FOOTPRINT

A Pegada Ecológica mede a quantidade de terra e água (zonas de pesca) biologicamente produtiva necessária para o efeito:

Produzir todos os recursos que um indivíduo, população ou atividade consumiram

Absorver os resíduos gerados, dada a tecnologia existente e práticas de gestão de recursos.

A Pegada Ecológica final de um indivíduo ou de um país é a soma de todos esses tipos de uso do solo, independentemente da sua localização.



BIOCAPACIDE

Mede a quantidade de **área terrestre e marinha biologicamente produtiva** disponível para fornecer os serviços dos ecossistemas que a humanidade consome;

A biocapacidade representa o **capital natural** que fornece o serviços de suporte básicos para a vida, expressos em **capacidade de regeneração disponível da biosfera**;

A biocapacidade representa a **capacidade da biosfera produzir** culturas, madeira, gado, bem como para absorver o dióxido de carbono;

O total de biocapacidade de um país (ou planeta) é calculado como a soma da biocapacidade de cada tipo de terreno;

Depende de condições naturais e também da dominância da agricultura e práticas florestais.



PEGADA ECOLÓGICA: AVALIAR O BALANÇO ECOLÓGICO DOS PAÍSES

Biocapacidade:

Qual é a área
bioprodutiva **disponível**
para nós?



PEGADA ECOLÓGICA:
Quanta área bioprodutiva
exigimos?

Biocapacidade



PEGADA ECOLÓGICA



Componentes da Pegada Ecológica



Produtos Florestais

Pegada de Carbono

Área arável

Pastagens

Área de Infraestruturas

Pescas

CARBON

CO₂ emissions associated with use of fossil fuels, electricity and energy intensive commodities, converted into biologically productive areas (such as forest land) necessary for their sequestration.

GRAZING LAND

The area of grasslands used to raise livestock for meat, dairy, hide and wool products. It includes all grasslands used to provide feed for animals, including cultivated pastures, wild grasslands and prairies.

FOREST

The area of forests required to support the annual harvest of fuel wood, pulp and timber products.

FISHING GROUNDS

The area of marine and inland waters required to support annual catches of aquatic species (fish and seafood).

CROPLAND

The area required to grow all crop products required for human consumption (food and fiber) and for livestock feeds, fish meals, oil crops and rubber.

BUILT-UP LAND

The area of land covered by human infrastructure such as transportation, housing, industrial structures and reservoirs for hydroelectric power generation.

A Pegada Ecológica é um indicador de fluxos, ainda que seja medida em termos de bioprodutividade das áreas dos terrenos necessárias para gerar tais fluxos (expressas em unidades de hectares globais – gha).

$$EF = \frac{P}{Y_N} \cdot YF \cdot EQF$$

Variável de input: fluxo de recursos utilizados pelos humanos

De FLUXO para ÁREA:

- Y_N é usado para converter o consumo de um recurso na quantidade correspondente de área necessária, a nível local, para produzir esse mesmo fluxo;
- YF é utilizado para converter de escala nacional para mundial a produtividade média do uso de determinado tipo de terreno;
- EQF é usado como escala da produtividade média mundial de um determinado tipo de terreno para gha.

$$BC = A \cdot YF \cdot EQF$$

Unidade: hectare-equivalente ou hectare global

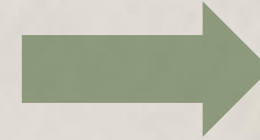
A Pegada Ecológica é um indicador da apropriação humana da capacidade fotossintética da Terra, ainda que expressa em hectare-equivalentes.

A libertação de 1 t de CO_{2eq} não significa que esta quantidade tenha mesmo sido libertada (não existe a molécula CO_{2eq}). Em vez disso, significa que vários GHGs com o potencial de aquecimento equivalente a 1 t de CO₂ foram libertados.

Da mesma forma, ter uma Pegada Ecológica per capita de 1 gha não se traduz em ter 1 ha de terreno físico utilizado. Significa antes que a capacidade de 1 hectare-equivalente (ou gha) é requerido para produzir (via fotossíntese) os serviços de fornecimento de recursos renováveis consumidos e para capturar o dióxido de carbono emitido.

Unidade: hectare-equivalente ou hectare global

A título de exemplo, se este hectare é duas vezes mais produtivo do que a média mundial, é um hectare biologicamente mais produtivo. Por este motivo, equivale a 2 gha.



2 gha

Outro exemplo: se a produtividade deste hectare é metade da média mundial, é biologicamente menos produtivo. Deste forma, avalia-se em $\frac{1}{2}$ a gha.



$\frac{1}{2}$ gha

PEGADA ECOLÓGICA: Escala de aplicação

Existem várias abordagens metodológicas, porém todas partilham o mesmo raciocínio



Cidades



Indivíduos



Países e regiões



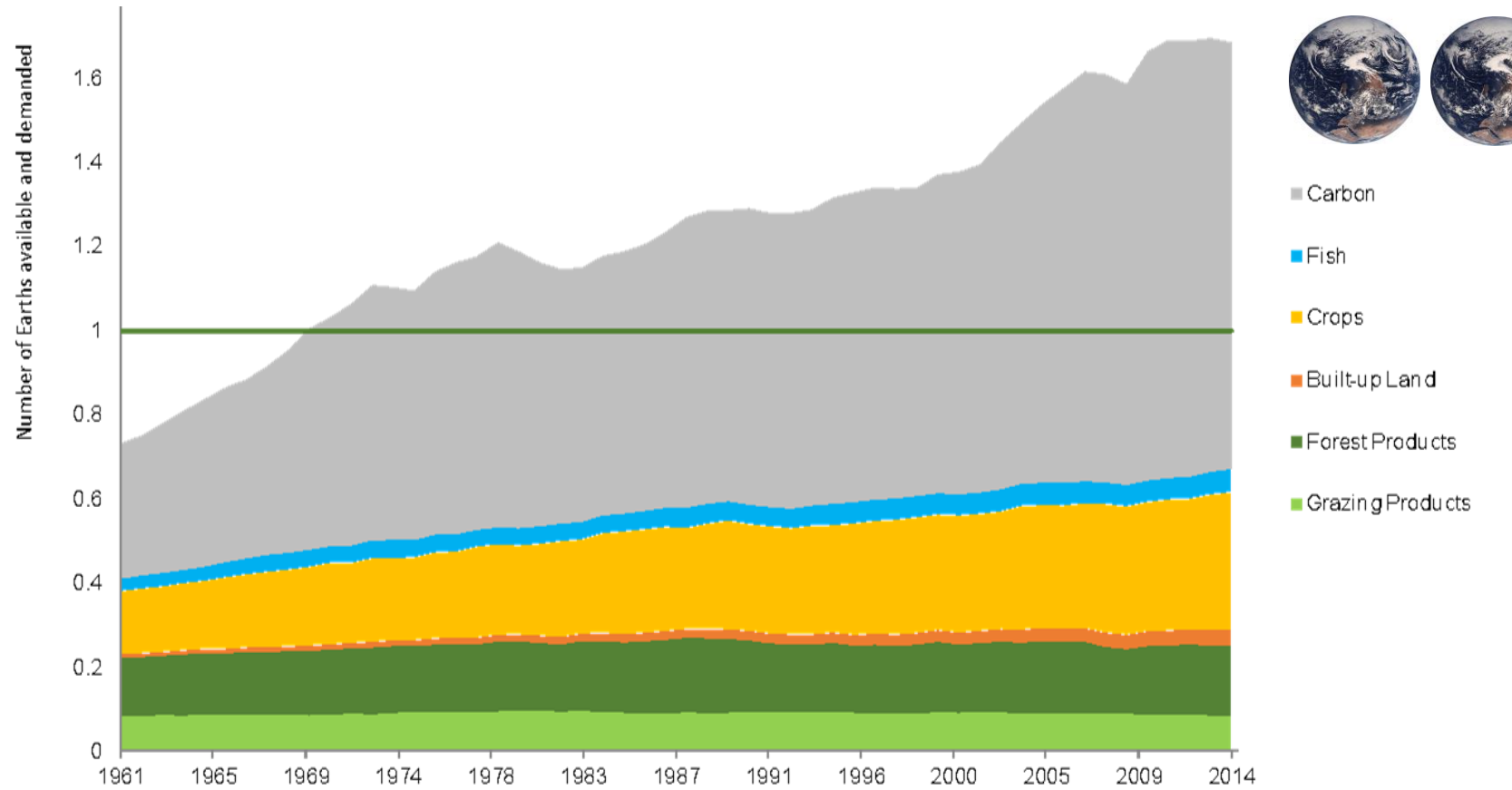
Mundo | Humanidade

A Pegada Ecológica permite analisar e atuar localmente, considerando o contexto global



**Observar o Planeta Terra como um único sistema:
Mostrar a direção à nossa sociedade**

Pegada Ecológica da Humanidade e Biocapacidade, 1961 – 2014





EF_P

Atividades Produtivas::

- Agricultura
- Silvicultura
- Agropecuária
- Pesca
- Manufatura
- etc



Importa **EF_I**



EF_C

$$= EF_P + (EF_I - EF_E)$$

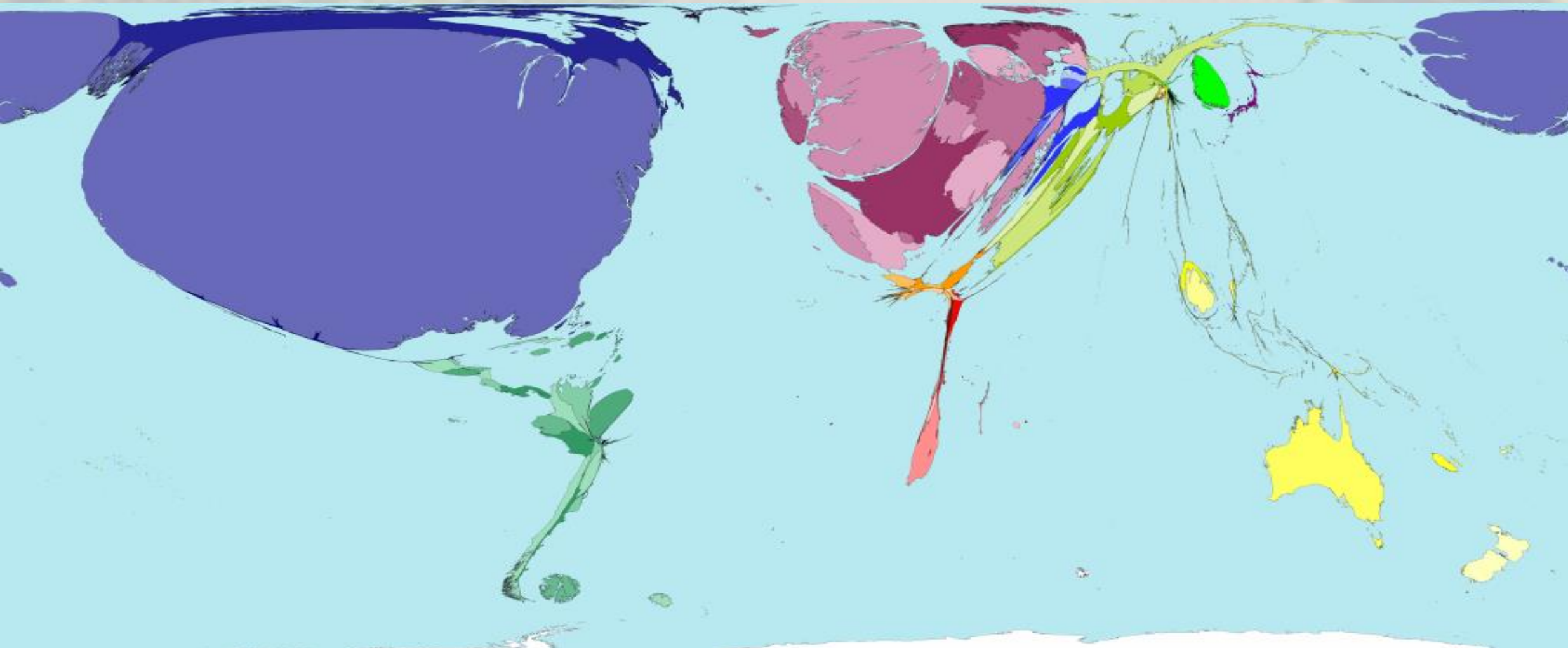


BIOCAPACIDADE

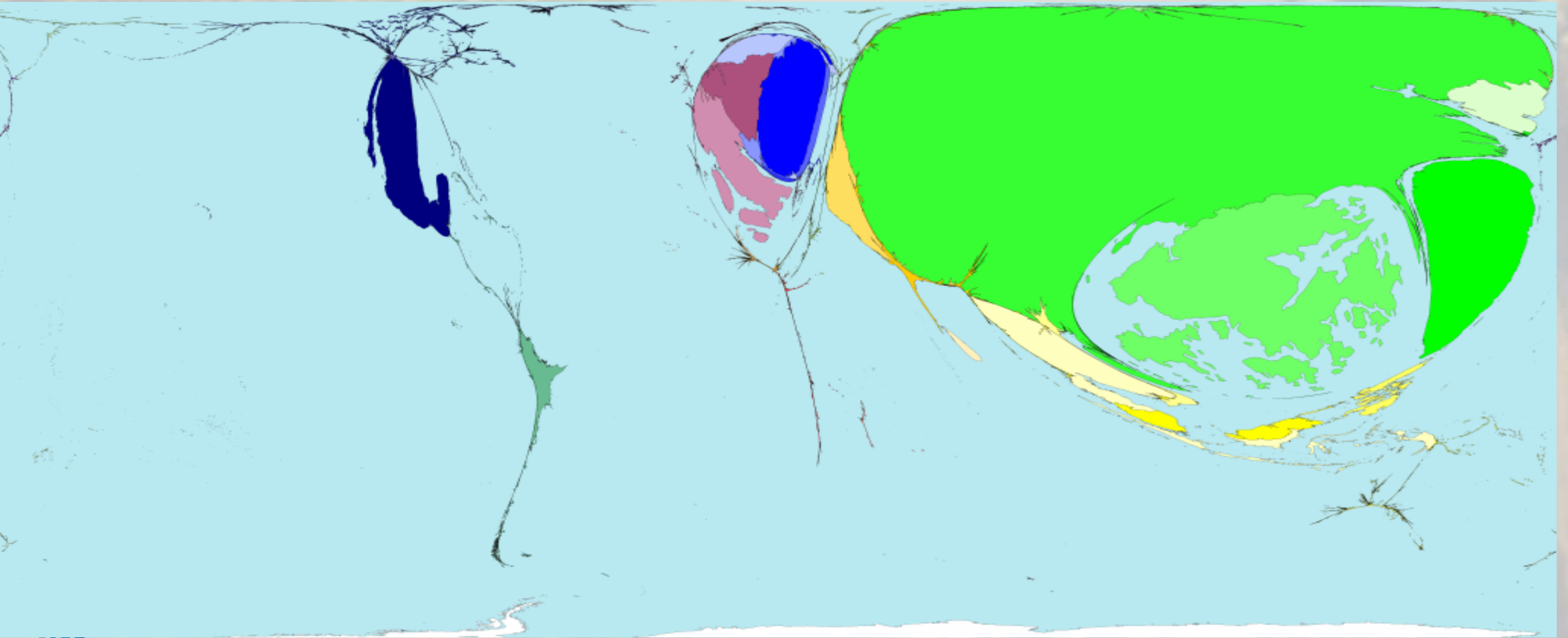
EF_E

Exporta

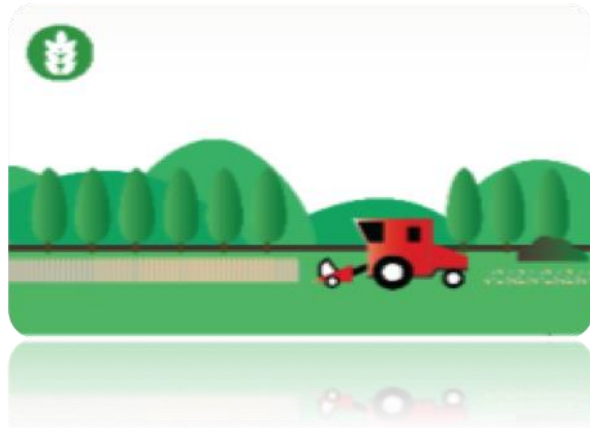
Porquê utilizar a abordagem do consumidor?
Nem tudo que se consome no Ocidente...



... é produzido no Ocidente. Os impactos ambientais manifestam-se frequentemente longe dos seus locais de origem.



Pegada Ecológica: dados de input



PEGADA DAS ÁREAS ARÁVEIS

Representa a área necessária para produzir todos os produtos cultivados, incluindo a alimentação do gado, dos peixes, cultura de óleos e borrachas.

É calculada através do recurso aos dados da produção, importação e exportação de ≈ 400 produtos agrícolas primários e derivados.

Fonte de dados: FAO



PEGADA DOS TERRENOS DEDICADOS À PASTAGEM

Mede a área de pasto usada para além dos terrenos de cultivo, que têm como objetivo alimentar o gado, incluindo pastos cultivados, prados selvagens e pradarias.

Calcula-se recorrendo aos dados da produção, importação e exportação de ≈ 150 produtos animais e laticínios (inclusive animais vivos).

Fonte de dados: FAO

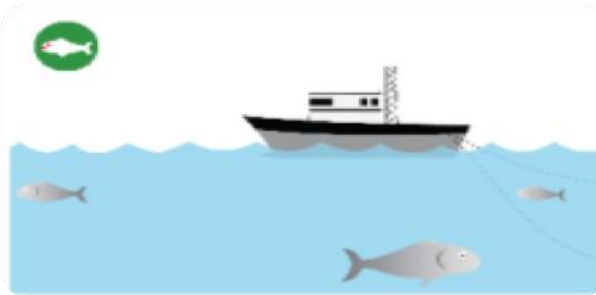


PEGADA DOS PRODUTOS FLORESTAIS

Mede a colheita anual de madeira de combustíveis e maciça para oferta de produtos florestais.

É calculada através do uso de dados da produção, importação e exportação de ≈ 30 entre produtos de combustíveis e madeira maciça.

Fonte de dados: FAO

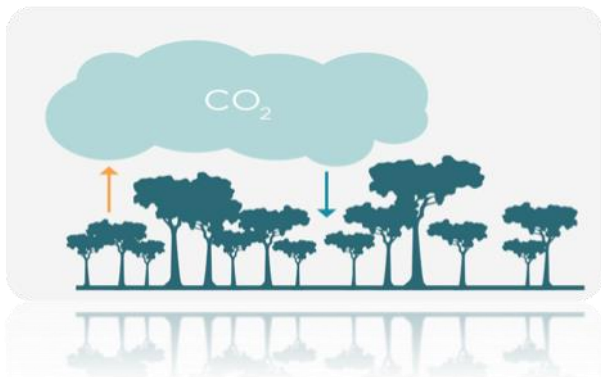


PEGADA DAS ÁREAS DE MAR

Measures the area of marine and inland water used to provide the primary production needed to sustain aquatic species (including fish meals).

It is calculated by using data on production, import and export of ≈ 1500 fish products.

Fonte de dados: FAO



PEGADA DE CARBONO

Mede a ocupação da área para acomodar as emissões de dióxido de carbono devido ao consumo de combustíveis fósseis, eletricidade e produtos de energia intensiva.

Calcula-se utilizando os dados de emissões de ≈ 45 setores industriais, bem como importação e exportação de ≈ 625 mercadorias manufaturadas.

Fonte dos dados: IEA e UN COMTADE



PEGADA DE INFRAESTRUTURAS DE ÁREAS CONSTRUÍDAS

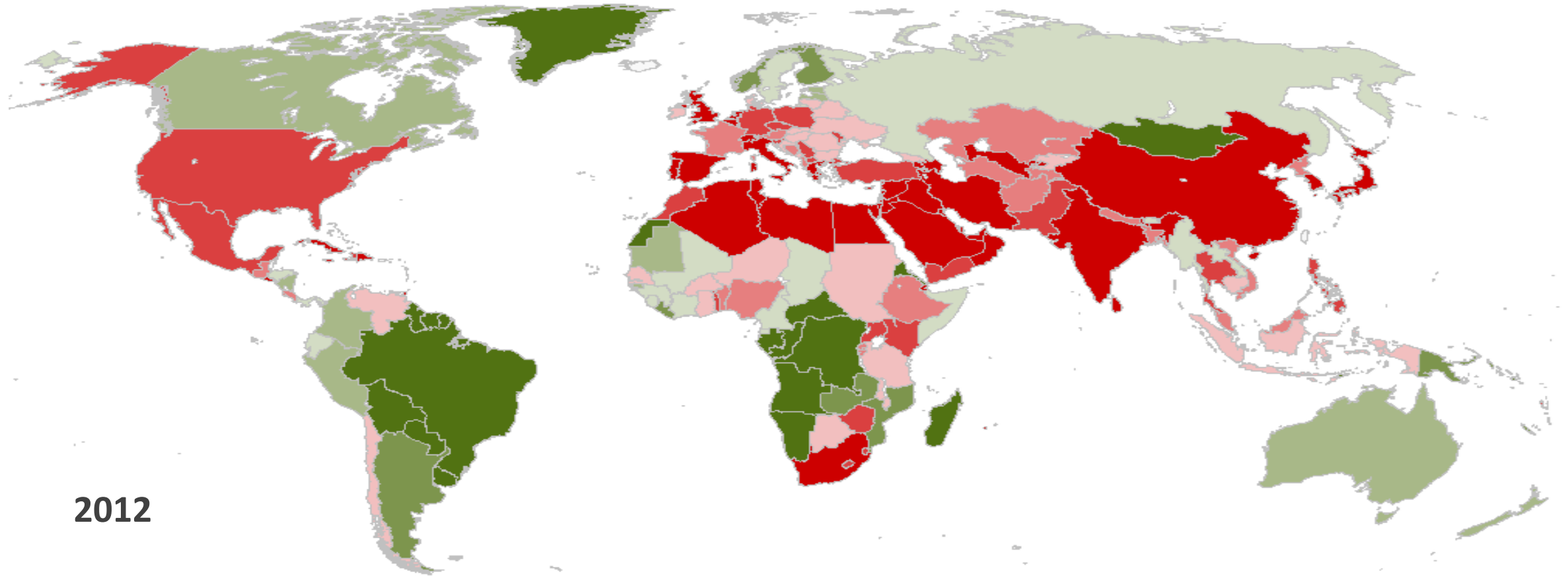
Mede a área de terreno coberta por infraestruturas humanas: transportes, habitações, estruturas industriais e reservatórios de geração de energia hidroelétrica.

Fonte dos dados: CORINE, GLC, SAGE, etc

Resultados: Contas Nacionais da Pegada Ecológica- NFA



- **Todos os anos** a Global Footprint Network revela uma versão atualizada da NFA, que se baseia na mais recente metodologia da Pegada.
- **Em cada edição** da NFA são acompanhados os valores da PE e da BC para quase 200 países (e para o Mundo inteiro), ao longo de cinco décadas (1961-2014) e com diferentes níveis de agregação:
 1. Agrega valores nacionais da PE e BC (versão mais conhecida)
 2. Valores da PE e BC por tipo de terreno
 3. Valores da PE por variável
 4. Valores da PE por produtos individuais
 5. Os valores são fornecidos em duas medidas: per capita e total
 6. Os resultados apresentam-se em ha e gha (exceto para os valores totais)



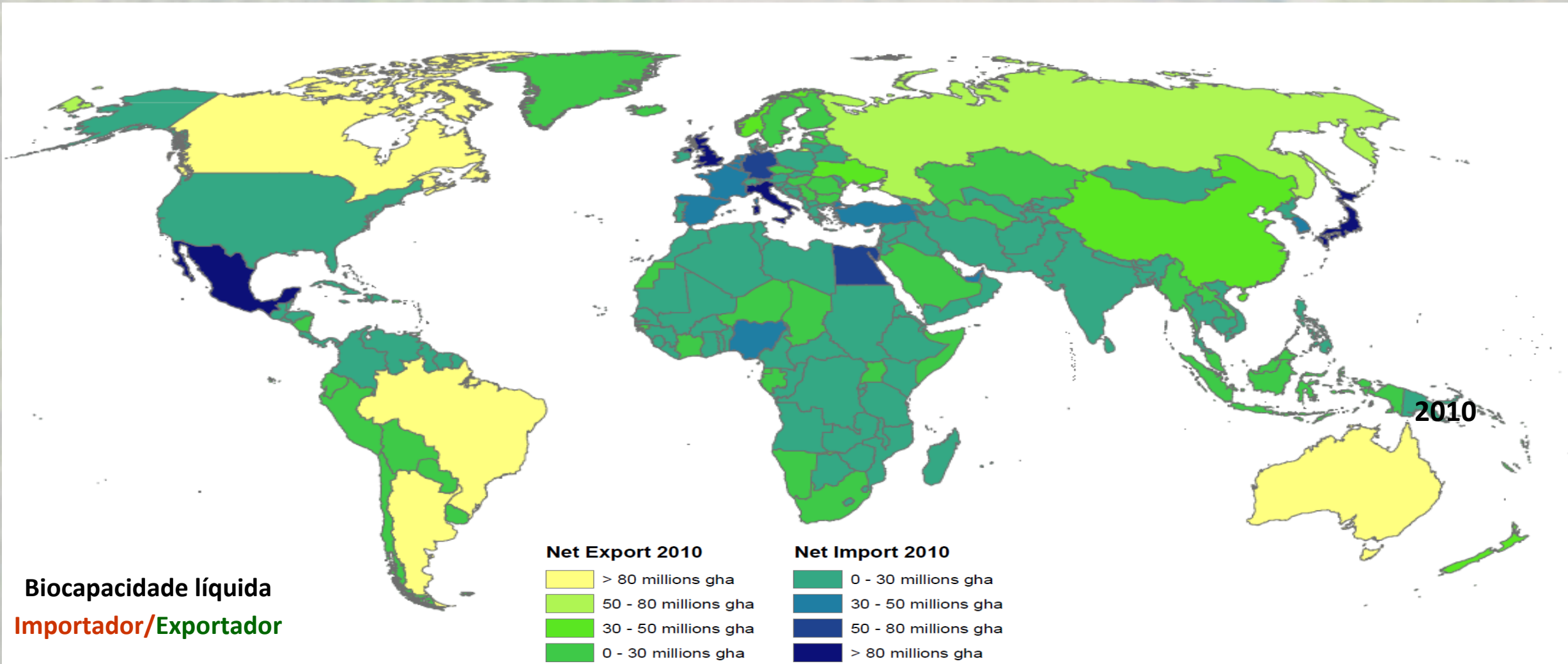
2012

Ecological Footprint of consumption exceeds biocapacity

- > 150 %
- 100 - 150 %
- 50 - 100 %
- 0 - 50 %

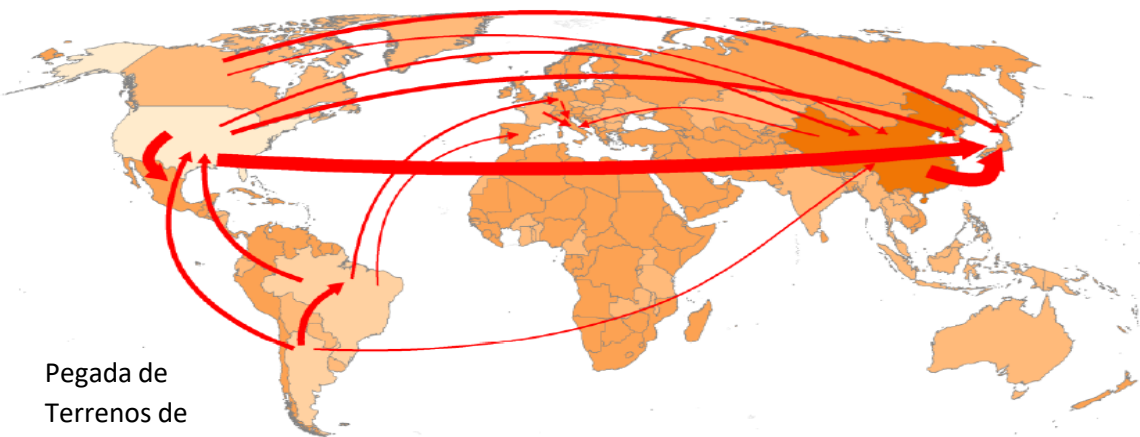
Biocapacity exceeds Ecological Footprint of consumption

- 0 - 50 %
- 50 - 100 %
- 100 - 150 %
- >150 %

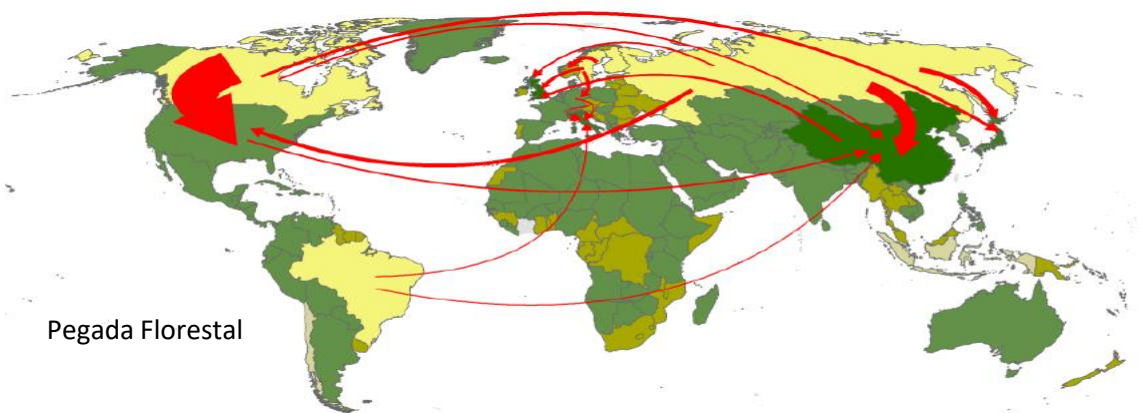


Os países estão altamente interligados e dependentes uns dos outros

Pegada de
Terrenos de
Cultivo



Pegada Florestal



Pegada das
áreas
piscatórias



Pegada das
áreas de pasto



Fonte: Lazarus et al, 2015

HOW MANY EARTHS?

If everybody lived like Argentinians, it would take 1.6 Earths.

If everybody had a Footprint like a quarter-finalist nation in the World Cup, how many Earths would it take to meet our demand on nature?



Sobre a utilidade da contabilidade da Pegada Ecológica

O QUE APRENDEMOS A PARTIR DAQUI? O QUE PODEMOS FAZER?

Globalmente, o metabolismo humano tem-se tornado mais rápido do que a capacidade de regeneração de recursos essenciais e serviços de ecossistemas do planeta

Isto afeta a saúde dos ecossistemas e a biodiversidade, pondo em risco o bem-estar humano

Os vários países estão associados ao consumo excessivo num determinado país, que irá conduzir a escassez de recursos noutra local

Como tal, a gestão local de recursos e governação não pode ignorar as relações colossais e respetivas consequências

Qual o elo de ligação entre a Pegada Ecológica e os ODS, caso exista?

Pegada Ecológica e ODS

A Pegada Ecológica tem ligação com a maioria dos ODS, contudo, a sua ligação com o ODS 12 (Consumo e Produção Sustentáveis) é mais destacada:



12 PRODUÇÃO E CONSUMO SUSTENTÁVEIS



ODS 12 e respetivas metas

GARANTIR PADRÕES DE CONSUMO E DE PRODUÇÃO SUSTENTÁVEIS

- Até 2030, alcançar a gestão sustentável e o uso eficiente dos recursos naturais
- Até 2030, reduzir para metade o desperdício de alimentos per capita a nível mundial, de retalho e do consumidor, e reduzir os desperdícios de alimentos ao longo das cadeias de produção e abastecimento, incluindo os que ocorrem pós-colheita
- Até 2020, alcançar a gestão ambientalmente saudável dos produtos químicos e todos os resíduos, ao longo do seu ciclo de vida, de acordo com os marcos internacionais acordados, e reduzir significativamente a libertação destes para o ar, água e solo, para minimizar seus impactos negativos sobre a saúde humana e o meio ambiente
- Até 2030, reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reutilização
- Incentivar as empresas, especialmente as de grande dimensão e transnacionais, a adotar práticas sustentáveis e a integrar informação sobre sustentabilidade nos relatórios de atividade
- Promover práticas de compras públicas sustentáveis, de acordo com as políticas e prioridades nacionais
- Até 2030, garantir que as pessoas, em todos os lugares, tenham informação relevante e consciencialização para o desenvolvimento sustentável e estilos de vida em harmonia com a natureza



12 PRODUÇÃO E CONSUMO SUSTENTÁVEIS

Como a PE nos informa sobre a evolução do ODS 12

A PE permite comparar o impacto das atividades de produção e consumo de um país com o orçamento ecológico disponível (a nível mundial ou nacional)

Oferece um quadro para avaliar a **apropriação de bens ecológicos, quer através de atividades de produção como de consumo**, oferecendo assim uma forma de acompanhar os progressos sobre o **ODS 12**

Permite também comparar o impacto das atividades de produção como de consumo contra a regeneração do planeta, complementando assim o lado "eficiência" das atividades de produção e consumo humano com o lado "consistência do planeta" (se se enquadram nos limites planetários)

A PE mostra claramente que, em geral, a dinâmica humana está a funcionar muito para além dos **limites planetários seguros**

Referências

- Vanham, D., Leip, A., Galli, A., et al., 2019. Environmental footprint family to address local to planetary sustainability and deliver on the SDGs. *Science of the Total Environment* 693, 133642. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.133642>
- Lin, D. et al. 2018. Ecological Footprint Accounting for countries: Updates and results of the National Footprint Accounts, 2012–2018. *Resource* 7(3), 58. <https://doi.org/10.3390/resources7030058>
- Pulselli, F.M., Moreno Pires, S., Galli, A., 2016. The Need for an Integrated Assessment Framework to Account for Humanity’s Pressure on the Earth System. In *The Safe Operating Space Treaty: A New Approach to Managing Our Use of the Earth System*. Magalhães, P., Steffen, W., Bosselmann, K., Aragão, A., Soromenho-Marques, V. (eds), pp. 213-245. Cambridge Scholars Publishing, Cambridge, UK. ISBN-13: 978-1-4438-8903-2.
- Galli, A. 2015. “Footprints.” In *Oxford Bibliographies in Environmental Science*. Ed. E. Wohl. New York: Oxford University Press. DOI:10.1093/obo/9780199363445-0046. Available at: <http://www.oxfordbibliographies.com/view/document/obo-9780199363445/obo-9780199363445-0046.xml>
- Lazarus, E., Lin, D., Martindill, J., Hardiman, J., Pitney, L., Galli, A., 2015. Biodiversity Loss and the Ecological Footprint of Trade. *Diversity*, 7, 170-191
- Galli, A., 2015. On the Rationale and Policy Usefulness of Ecological Footprint Accounting: the case of Morocco. *Environmental Science & Policy*, 48, 210 – 224
- Galli, A., Wackernagel, M., Iha, K., Lazarus, E., 2014. Ecological Footprint: implications for biodiversity. *Biological Conservation*, 173, 121-132.
- 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
- Galli, A., Wiedmann, T., Ercin, E., Knoblauch, D., Ewing, B., Giljum, S. 2012. Integrating Ecological, Carbon, and Water Footprint into a “Footprint Family” of indicators: definition and role in tracking Human Pressure on the Planet. *Ecological Indicators*, 16, 100-112.
- Davis, Steven J., and Ken Caldeira. 2010. Consumption-based accounting of CO2 emissions. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 107:5687–5692.
- Mekonnen, M.M., Hoekstra, A.Y., 2010. A global assessment of the green, blue and grey water footprint of crops and crop products. In *Value of Water Research Report Series*. UNESCO-IHE, Delft, The Netherlands.
- Hertwich, E.G., Peters, G.P., 2009. Carbon footprint of nations: a global, trade-linked analysis. *Environmental Science and Technology* 43, 6414–6420.
- Moran, D., Wackernagel, M., Kitzes, J., Goldfinger, S., Boutaud, A., 2008. Measuring sustainable development — nation by nation. *Ecol. Econ.* 64, 470–474.

MATERIAL DEVELOPMENT

- **BACELAR-NICOLAU, Paula**, Universidade Aberta
- **CAEIRO, Sandra**, Universidade Aberta
- **GALLI, Alessandro**, Global Footprint Network
- **MALANDRAKIS, George**, Aristotle University of Thessaloniki
- **MAPAR, Mahsa**, Universidade Aberta
- **MORENO PIRES, Sara**, University of Aveiro
- **NICCOLUCCI, Valentina**, University of Siena
- **NICOLAU, Mariana**, University of Aveiro
- **PAPADOPOULOU, Athanasia**, Aristotle University of Thessaloniki
- **PATRIZI, Nicoletta**, University of Siena
- **PULSELLI, Federico Maria**, University of Siena
- **THEODOSIOU, Nikolaos**, Aristotle University of Thessaloniki
- **ZACHOS, Dimitrios**, Aristotle University of Thessaloniki

COORDINATION

Universidade Aberta, Portugal (UAb)

HOW TO CITE THIS MATERIAL

Galli, A., Patrizi, N., Bacelar-Nicolau, P., Caeiro, S., Malandrakis, G., Moreno Pires, S., Niccolucci, V., Nicolau, M., Papadopoulou, A., Mapar, M., Pulselli, F.M., Theodosiou, N., Zachos, D. (2022). *EUSTEPs MOOC. Sustainability and Ecological Footprint: from theory to practice. Topic 3- Ecological Footprint Concepts (slides)*. ERASMUS+, KA203 2019-2022, Agreement No. 2019-1-ELO1-KA203-062941.

About the authors of the EUSTEPs module



BACELAR-NICOLAU, Paula. Assistant Professor in the Department of Sciences and Technology, Unibersidade Aberta, PORTUGAL, pnicolau@uab.pt
<https://www2.uab.pt/departamentos/DCT/detaildocente.php?doc=59>.

CAEIRO, Sandra. Associate Professor with habilitation I Environmental Sciences, Department of Science and Technology, UAb, Portuguese Distance learning University, PORTUGAL, scaeiro@uab.pt
<https://www2.uab.pt/departamentos/DCT/detaildocente.php?doc=64>

GALLI, Alessandro. Global Footprint Network, Director, Mediterranean-MENA Program, SWITZERLAND, alessandro.galli@footprintnetwork.org
<https://www.footprintnetwork.org/about-us/people>

MALANDRAKIS, George. Assistant Professor in Environmental Education, School of Primary Education, Aristotle University of Thessaloniki, GREECE, gmalandrakis@eled.auth.gr
<https://qa.auth.gr/en/cv/gmalandrakis>.

MAPAR, Mahsa. Postdoctoral researcher. Department of Science and Technology and Distance Education and Elearning Laboratory (LE@D), PORTUGAL, m.mapar@fct.unl.pt

MORENO PIRES, Sara. Researcher in Sustainable Cities and Regions, Research Unit on Governance, Competitiveness and Public Policies (GOVCOPP), Department of Social, Political and Territorial Sciences, University of Aveiro, PORTUGAL, sarapires@ua.pt
https://www.ua.pt/govcopp/profile_160

NICCOLUCCI, Valentina, PhD in Environmental and Cultural Heritage, Sustainability and Indicators. Department of Physical Sciences, Earth and Environment, University of Siena, ITALY. valentina.niccolucci@unisi.it.

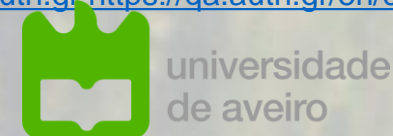
NICOLAU, Mariana. MSc in Political Science, Department of Social, Political and Territorial Sciences, University of Aveiro, PORTUGAL, mariananicolau@ua.pt
PAPADOPOULOU, Athanasia. Agriculturalist, Primary School Teacher, Ph.D. Candidate, School of Primary Education, Aristotle University of Thessaloniki, GREECE, papath55@yahoo.gr.

PATRIZI, Nicoletta. Post-doc fellow in Environmental and Cultural Heritage Chemistry, Sustainability, Indicators, Environmental assessment, Department of Physical Sciences, Earth and Environment, University of Siena, ITALY, patrizi2@unisi.it http://www.ecodynamics.unisi.it/?page_id=123&lang=it

PULSELLI, Federico Maria. Associate Professor in Environmental and Cultural Heritage Chemistry, Sustainability, Indicators, Environmental assessment, Department of Physical Sciences, Earth and Environment, University of Siena, ITALY, federico.pulselli@unisi.it
http://www.ecodynamics.unisi.it/?page_id=107&lang=en

THEODOSIOU, Nikolaos. Professor Division of Hydraulics and Environmental Engineering, Department of Civil Engineering, Aristotle University of Thessaloniki, GREECE, niktheod@civil.auth.gr
<https://qa.auth.gr/en/cv/niktheod> .

ZACHOS, Dimitrios. Assistant Professor of Pedagogy – Intercultural Education, School of Primary Education, Aristotle University of Thessaloniki, GREECE, dimzachos@eled.auth.gr <https://qa.auth.gr/en/cv/dimzachos>.





EUSTEPs

Enhancing Universities' Sustainability TEaching
and Practices through Ecological Footprint

Muito obrigado!

"The European Commission support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflect the views of the authors only. The Commission, along with the National Authority (IKY), cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein."

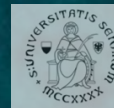
Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



ARISTOTLE
UNIVERSITY OF
THESSALONIKI



Global Footprint Network®
Advancing the Science of Sustainability



UNIVERSITÀ
DI SIENA
1240



universidade
de aveiro

UNIVERSIDADE
AbERTA
www.uab.pt