

# A abordagem multidisciplinar ao planeamento energético sustentável

**Paula Varandas Ferreira**

**Universidade do Minho, Portugal**

**ENESEP**

**Outubro 2016**



# Agenda

- Enquadramento/ Escopo.
- Energia e desenvolvimento sustentável.
- Abordagem multidisciplinar
- Comunidade científica e internacional



# Enquadramento/Esopo

- O tema tem sido desenvolvido em diversos projetos de pesquisa na Universidade do Minho, dissertações de mestrado e teses de doutorado, incluindo cooperação com instituições internacionais

## **SEPP**

### **Sustainable Electricity Power Planning**

<http://sepp.dps.uminho.pt/>

## **NETEP**

### **European-Brazilian Network on Energy Planning**

<http://netep.dps.uminho.pt/>

*Universidade do Minho; Universitat Autònoma de Barcelona;  
Cranfield University; COPPE/UFRJ*

# Enquadramento/Esopo

- Objetivos 20-20-20 União Europeia

*“20-20-20 objectives can be achieved in Europe: 20% reduction in emissions, 20% renewable energies and 20% improvement in energy efficiency by 2020 “*

- Segurança do abastecimento
- Redução de consumos de energia
- Redução de emissões de CO<sub>2</sub>
- Aumento de competitividade da economia + bem estar social (objetivos financeiros e não financeiros)

# Enquadramento/Esopo

- A transformação de sistemas energéticos requer:
  - a integração de aspetos técnicos, sociais, culturais, económicos e ambientais;
  - um maior envolvimento da sociedades, das comunidades e dos cidadãos;
  - novos modelos de planeamento e novos modelos de negócio

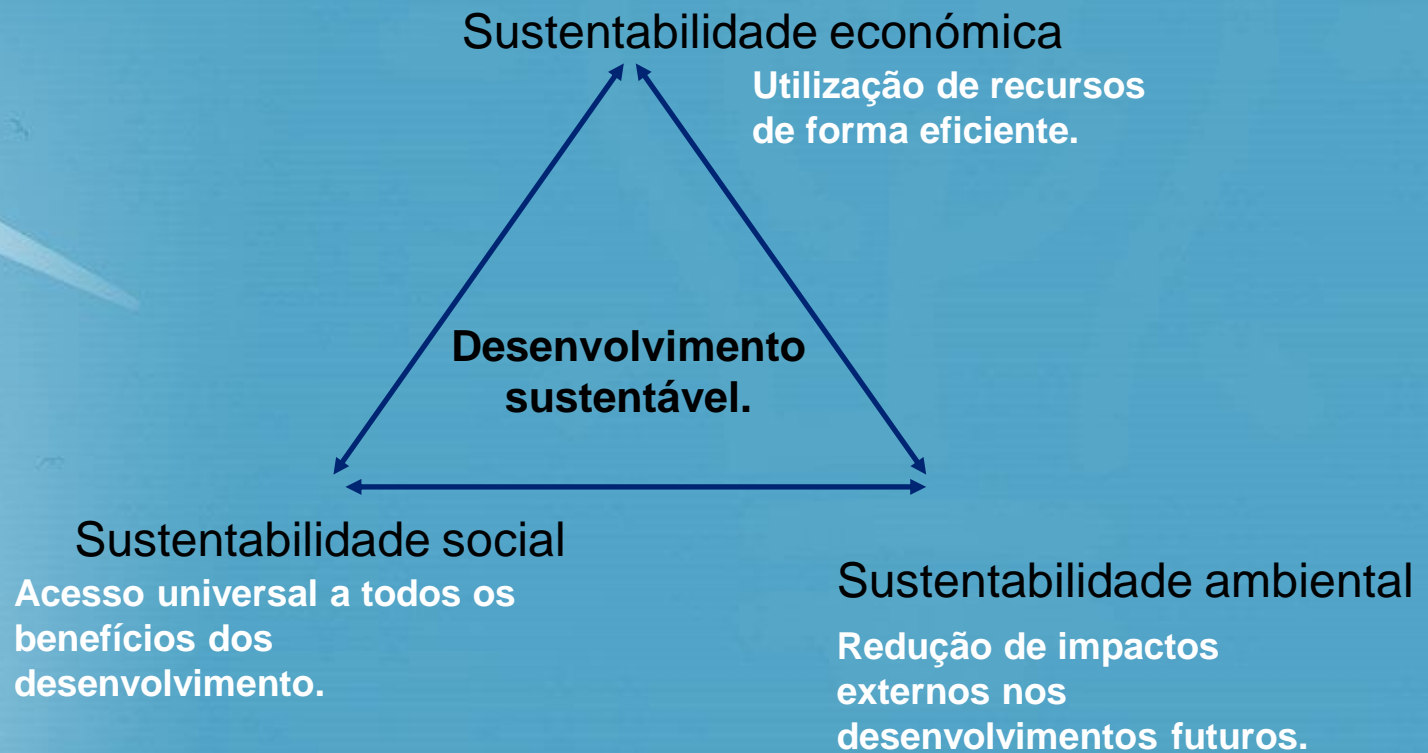


**Abordagem multidisciplinar**

**Comunicação dos resultados à comunidade científica, industria e publico em geral.**

# Energia e desenvolvimento sustentável

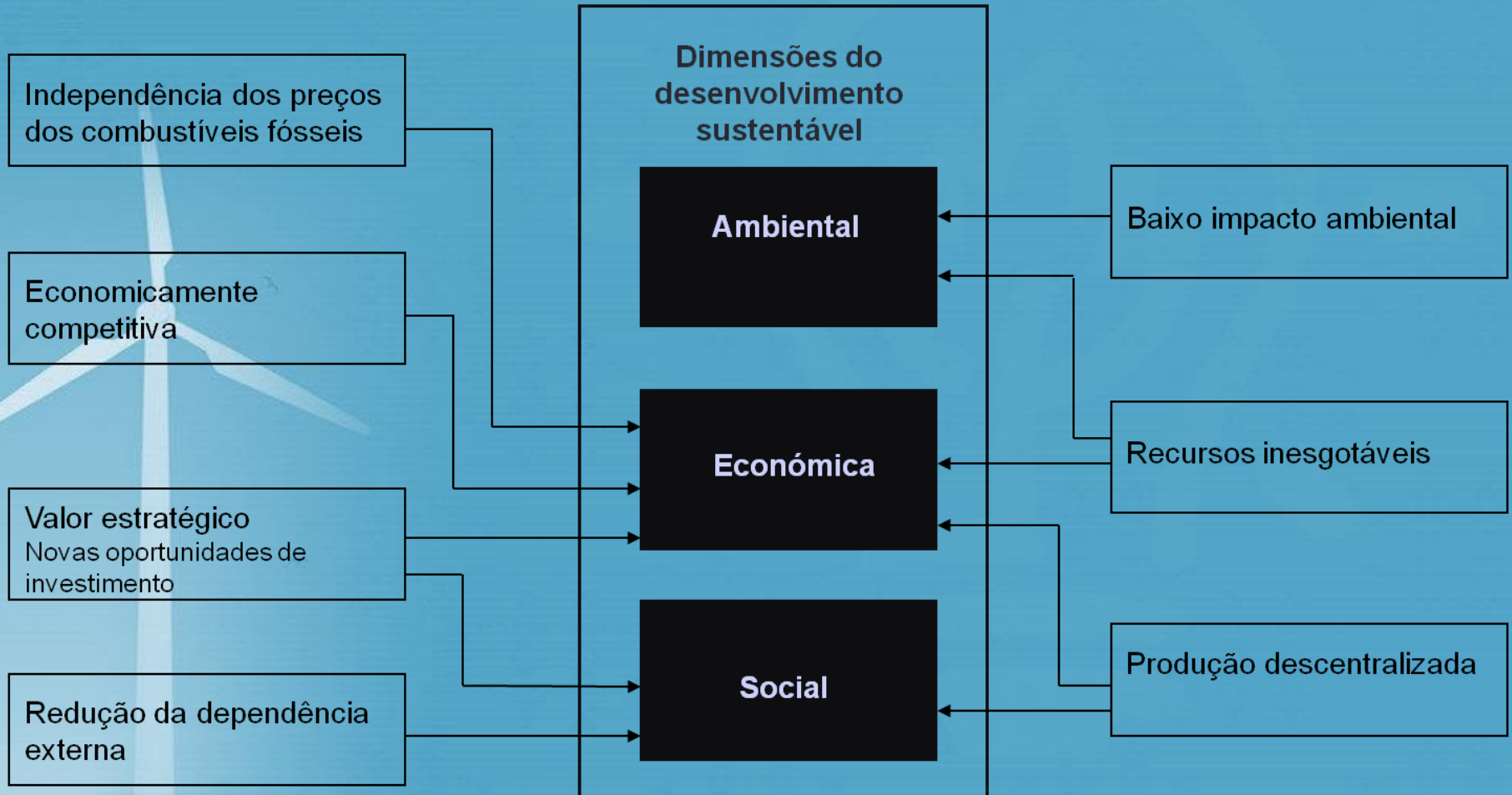
- Assegurar uma sociedade sustentável às futuras gerações passa pela implementação de um **sistema energético sustentável**.





# Energia e desenvolvimento sustentável

## Fontes de energia renováveis



# Abordagem multidisciplinar

A modelação desenvolvida na Universidade do Minho permitiu integrar:

**Modelos de otimização**

Minimização de custos e emissões

**Análise estatística**

**Avaliação de impactos e risco**

Desafios da integração das energias renováveis

**Análise multicritério**

A avaliação de cenários, tecnologias e projetos

**Metodologias participativas**

**Modelos de avaliação económica**



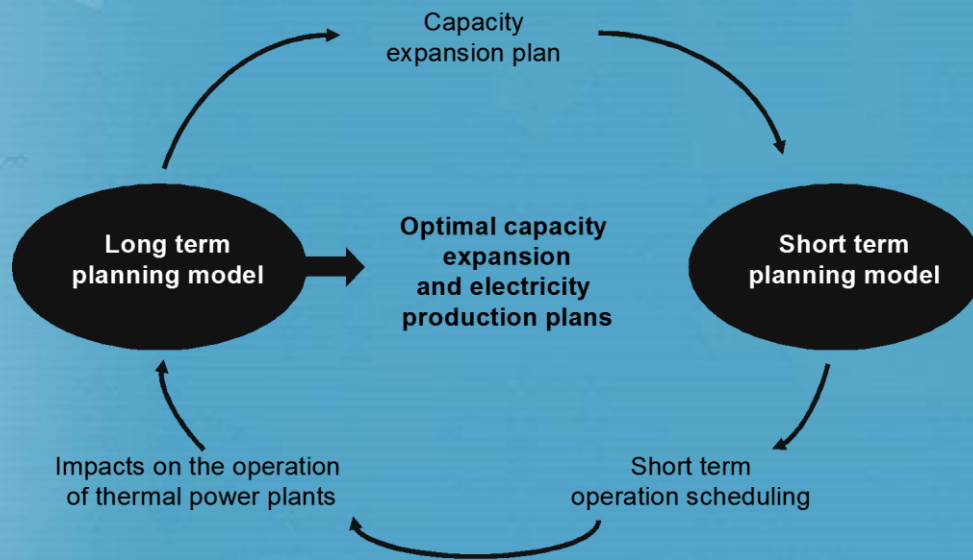


# Abordagem multidisciplinar

## Dimensões económicas e ambientais

Novos modelos de otimização para planeamento elétrico estratégico baseados numa abordagem multi-periódica com integração de modelos de longo prazo (planejamento estratégico) com modelos de curto prazo (planejamento operacional).

Permite o reconhecimento dos impactos da integração das energias renováveis de produção variável no sistema



# Abordagem multidisciplinar

## Dimensões económicas e ambientais

Aplicação dos modelos propostos a Portugal, para a definição de cenários “ótimos” para o desenvolvimento do sistema elétrico para os próximos 10 anos/20 anos.

Permite a caracterização dos custos previstos, emissões, dependência energética externa, produção esperada, potência instalada...



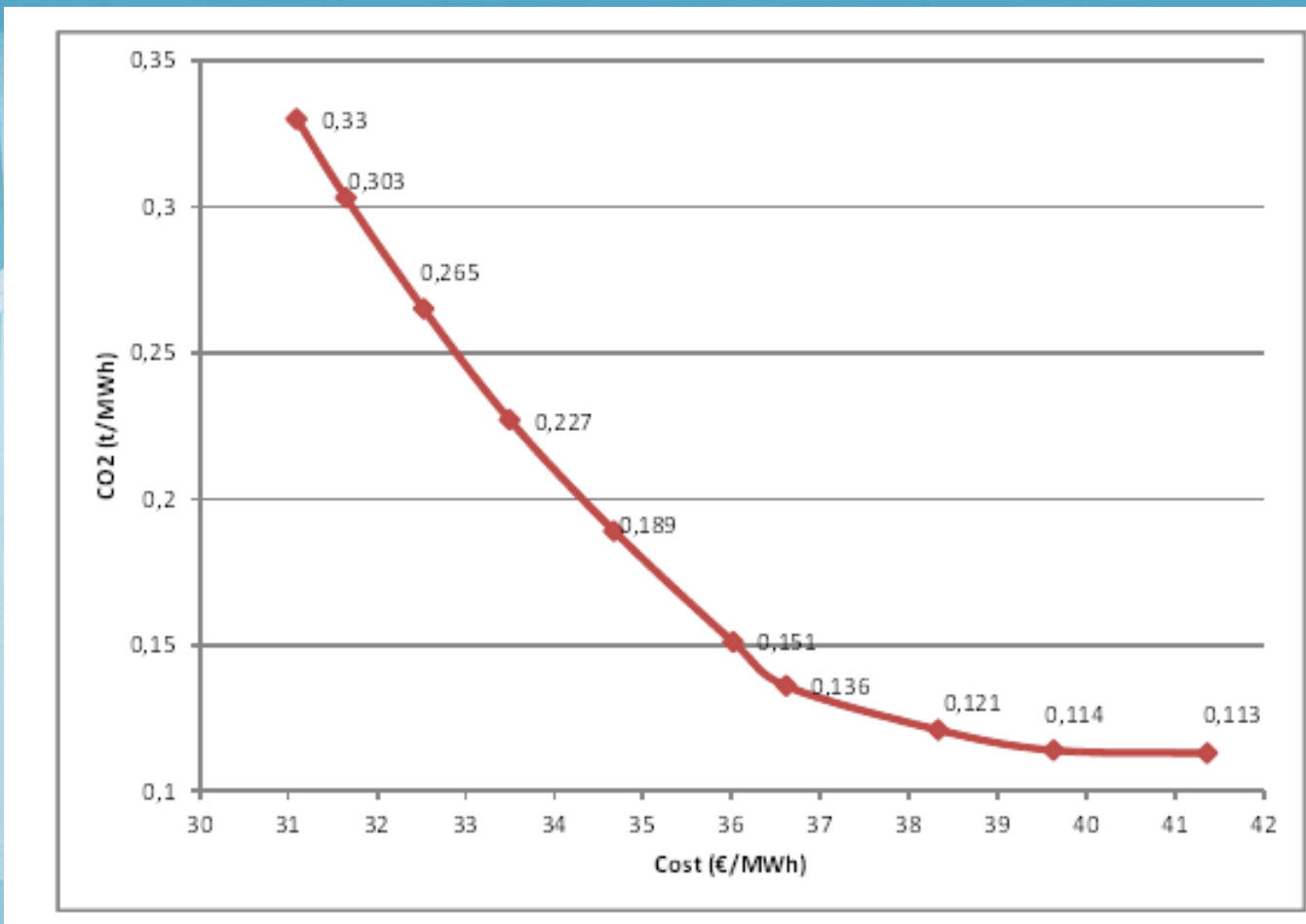
**Modelos de otimização incluindo restrições técnicas, demanda e legais para planeamento energético estratégico.**

**Modelos escritos em linguagem GAMS livres de serem adaptados usados e adaptados por qualquer autor.**

# Abordagem multidisciplinar

Resultados – dimensão económica ambiental

Construção de cenários – curva de Pareto custo/CO2



# Abordagem multidisciplinar

Resultados – dimensão económica ambiental

Exemplos de cenários

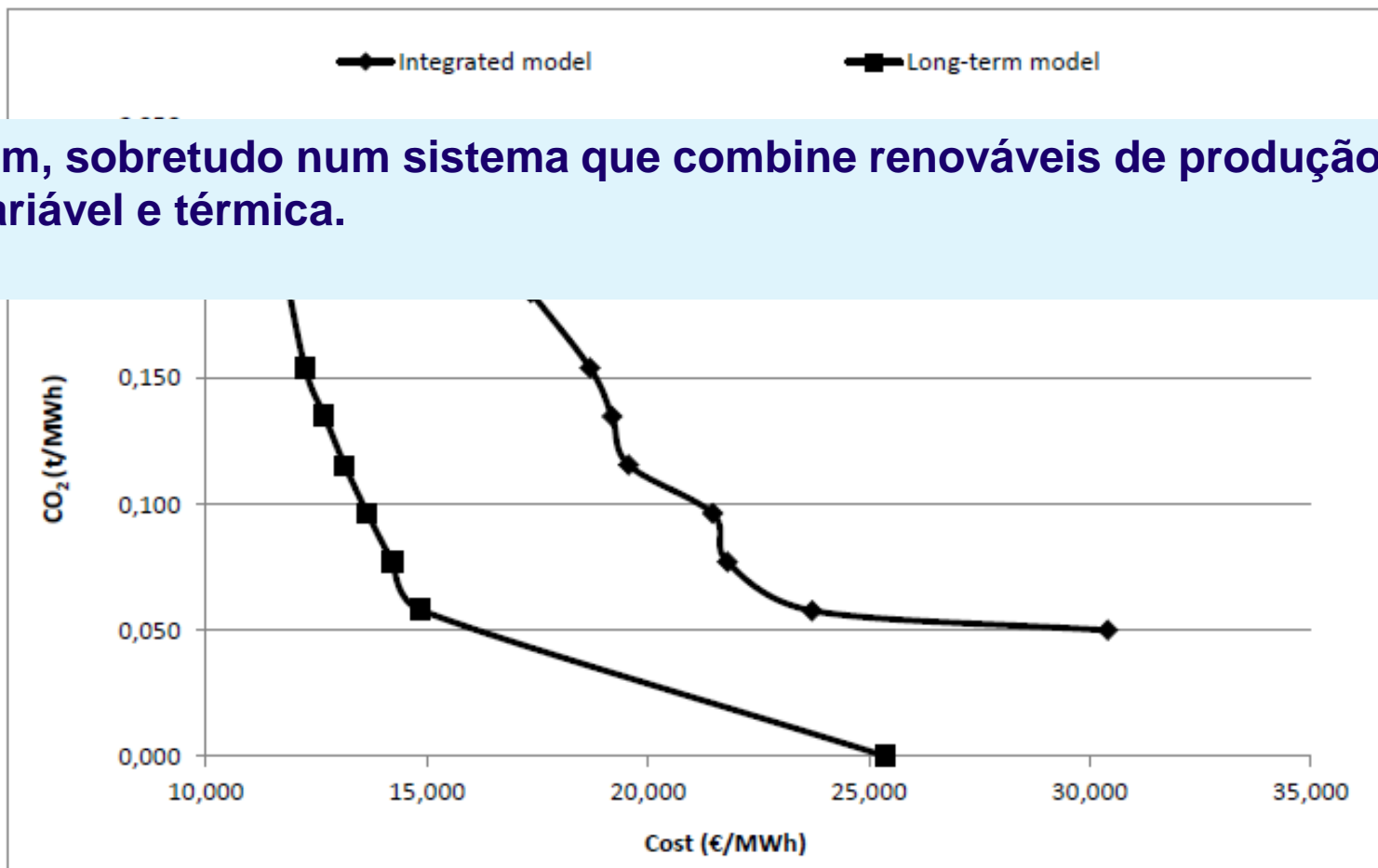
	S1	S2	S3
Térmica (MW)	6986	8336	6286
Hídrica(MW)	5578	6578	6578
Eólica (MW)	7971	3571	7971
Outra (cogeração e outras renováveis) (MW)	3529	3529	3529
% produção renovável	68%	55%	72%
Dependencia energética externa (%)	32%	45%	28%
Custo (€/MWh)	25.69	25.96	26.37
CO2 (t/MWh)	0.262	0.296	0.250

# Abordagem multidisciplinar

Resultados – dimensão económica ambiental

Será a abordagem multi-peródica importante?

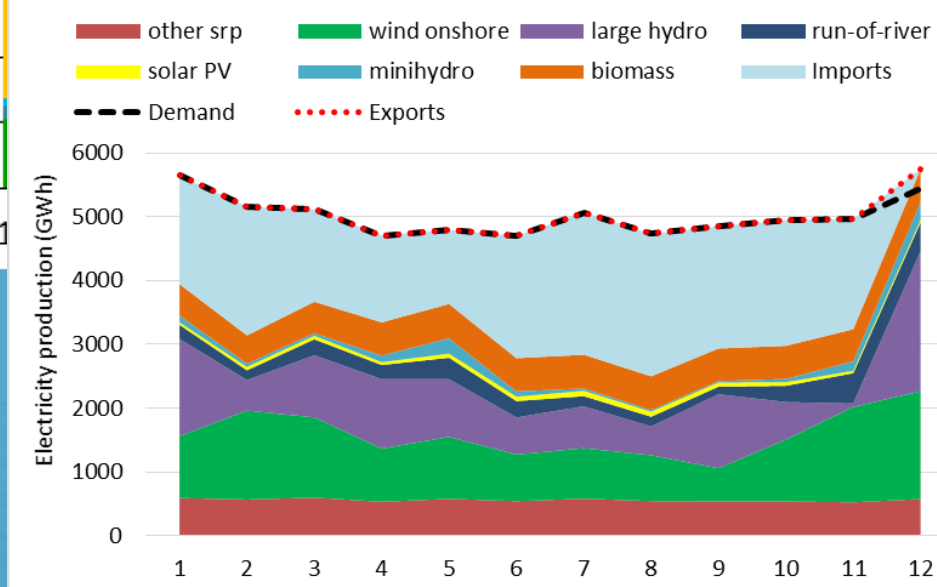
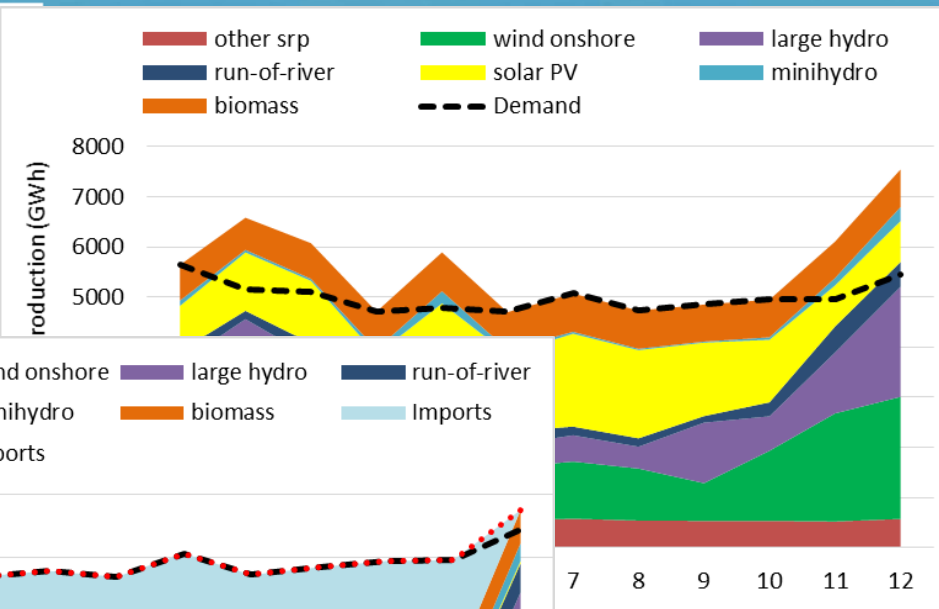
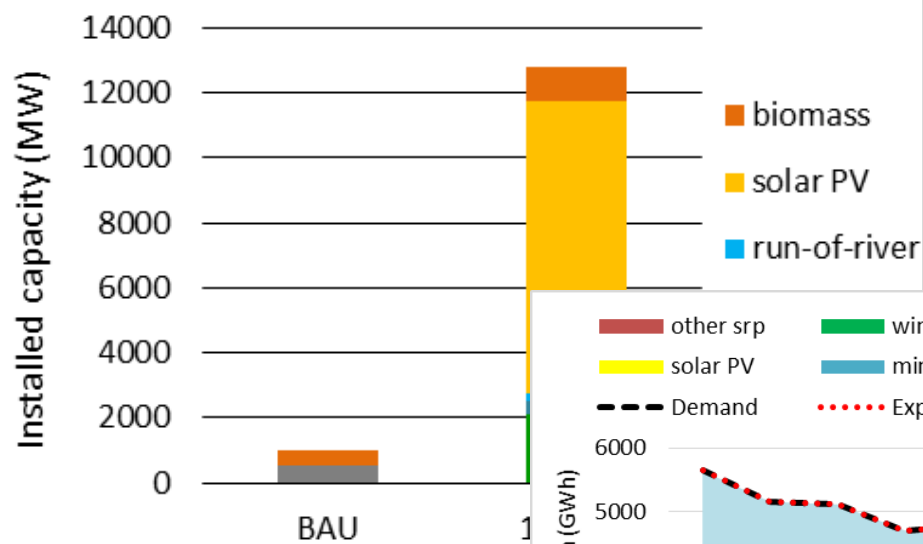
**Sim, sobretudo num sistema que combine renováveis de produção variável e térmica.**



# Abordagem multidisciplinar

## Resultados – dimensão económica ambiental

Será possível simular um sistema 100% renovável? Sim, exemplo (académico) para Portugal (sistema fechado ou interligado com Espanha).

















# Abordagem multidisciplinar

## Resultados – dimensão económica ambiental

Será possível modelar o risco e incerteza dos recursos renováveis?

Sim, modelação para Portugal considerando a função distribuição de probabilidades para cada recurso (exemplo abaixo)

Integração no modelo determinístico (análise de cenários combinados com probabilidades associadas) – abordagem simples, ainda muito para fazer...

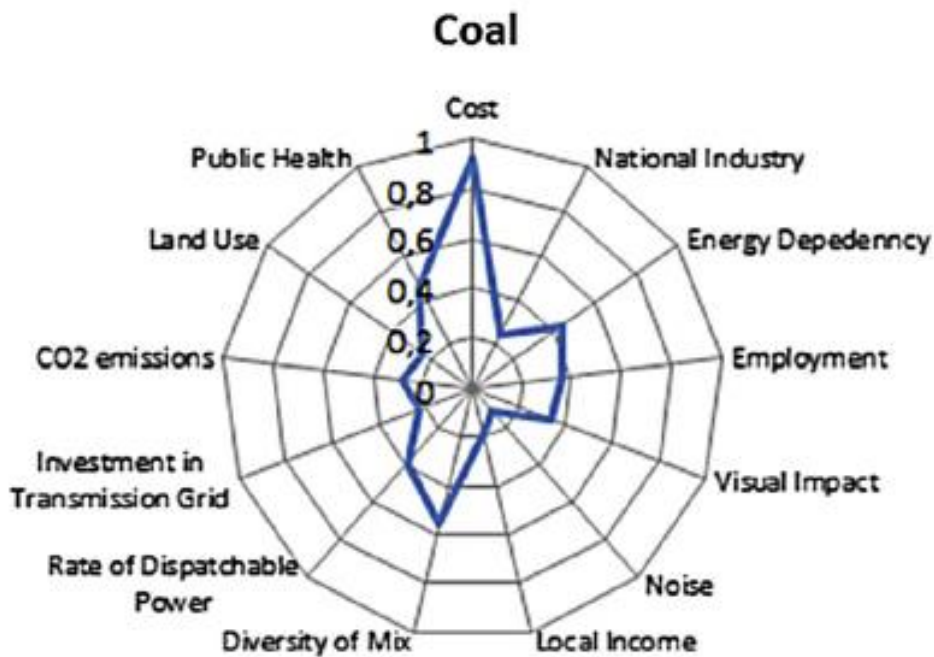
MONT H	WIND ONSHORE	SOLAR PHOTOVOLTAIC	SHP	RUN-OF-RIVER
JAN	 RiskTriang	 RiskExpon	 RiskTriang	 RiskUniform
FEB	 RiskTriang	 RiskExpon	 RiskTriang	 RiskUniform
MAR	 RiskTriang	 RiskExpon	 RiskUniform	 RiskUniform



# Abordagem multidisciplinar

## Resultados – dimensão social

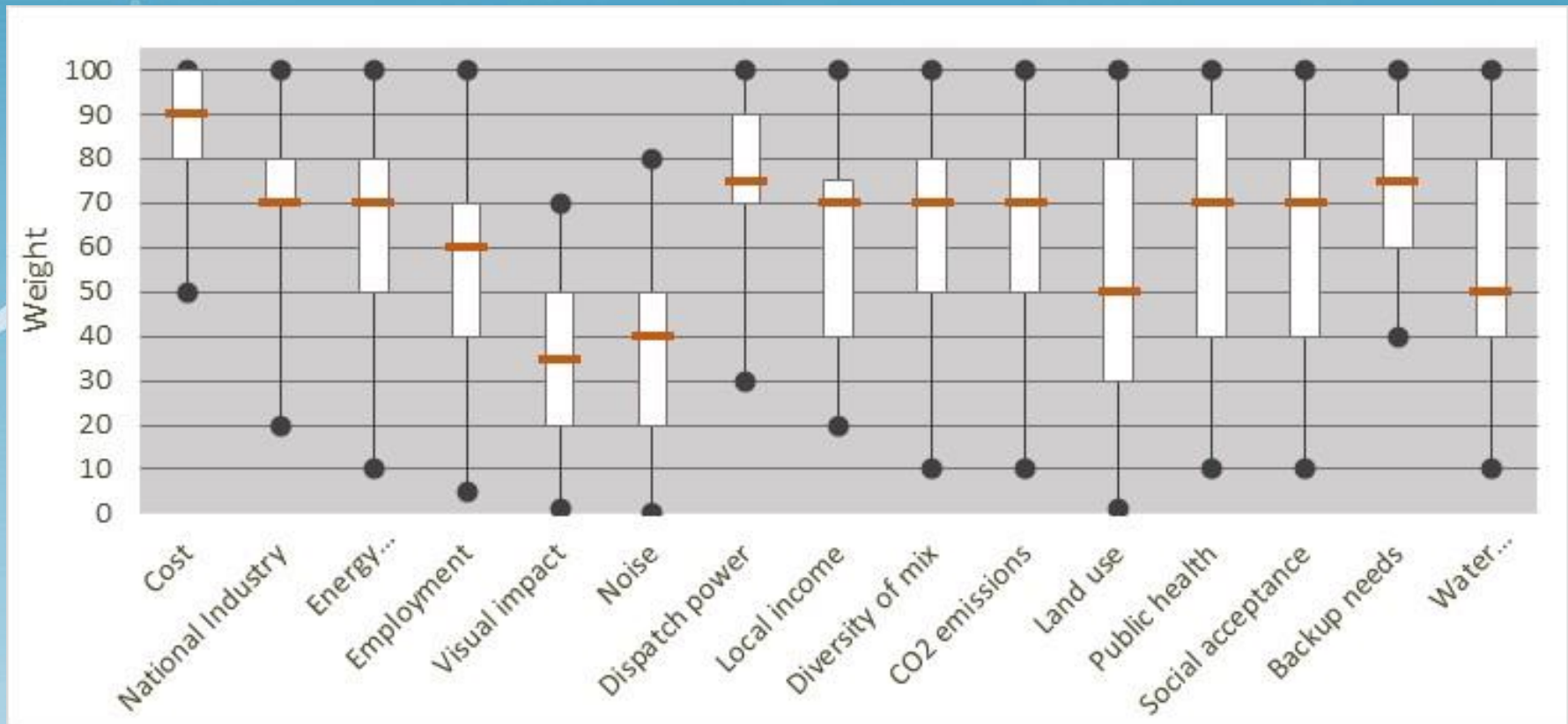
Atributos mais valorizados por especialistas em Portugal.



# Abordagem multidisciplinar

## Resultados – dimensão social

Atributos mais valorizados por especialistas no Brasil (33 peritos)



# Abordagem multidisciplinar

## Resultados – dimensão social

Modelos multicritério são muito importantes na avaliação de sustentabilidade – raramente é atribuída ponderação zero a um critério mesmo pelos peritos favorecendo o critério custo.

O custo ainda é uma barreira à integração de renováveis. Mas a aceitação social não pode ser descurada!

Em Portugal – o custo, emprego e saúde pública foram os aspetos considerados mais importantes. Ruído, impacto visual e renda local foram os aspetos considerados menos importantes.

**E a população, também pensa assim?**



# Abordagem multidisciplinar

## Resultados – dimensão social

- Inquérito à população Portuguesa sobre a percepção e aceitação de energias renováveis.
- Resultados demonstram uma opinião negativa para todas as tecnologias – **sobretudo solar.**
- População não reconhece as energias solares um custo adicional e um impacto na fatura elétrica.
- População reconhece a existência de sistemas de apoio às energias renováveis.

**E se soubesse do real custo – será que a aceitação baixaria?**





# Abordagem multidisciplinar

## Resultados – dimensão social

- População considera que as energias renováveis trazem benefícios aos desenvolvimento local/regional.
- Concordância com projetos de energias renováveis

			Município	
	discorda	concorda	discorda	concorda
<b>Grande hidrica</b>		77.1%	45.1%	54.9%
<b>Eólica</b>		90.9%	21.5%	78.5%
<b>Fotovoltaica</b>	3.8%	96.2%	10.8%	89.2%
<b>Biomassa*</b>	14.5%	85.5%	41.6%	58.4%

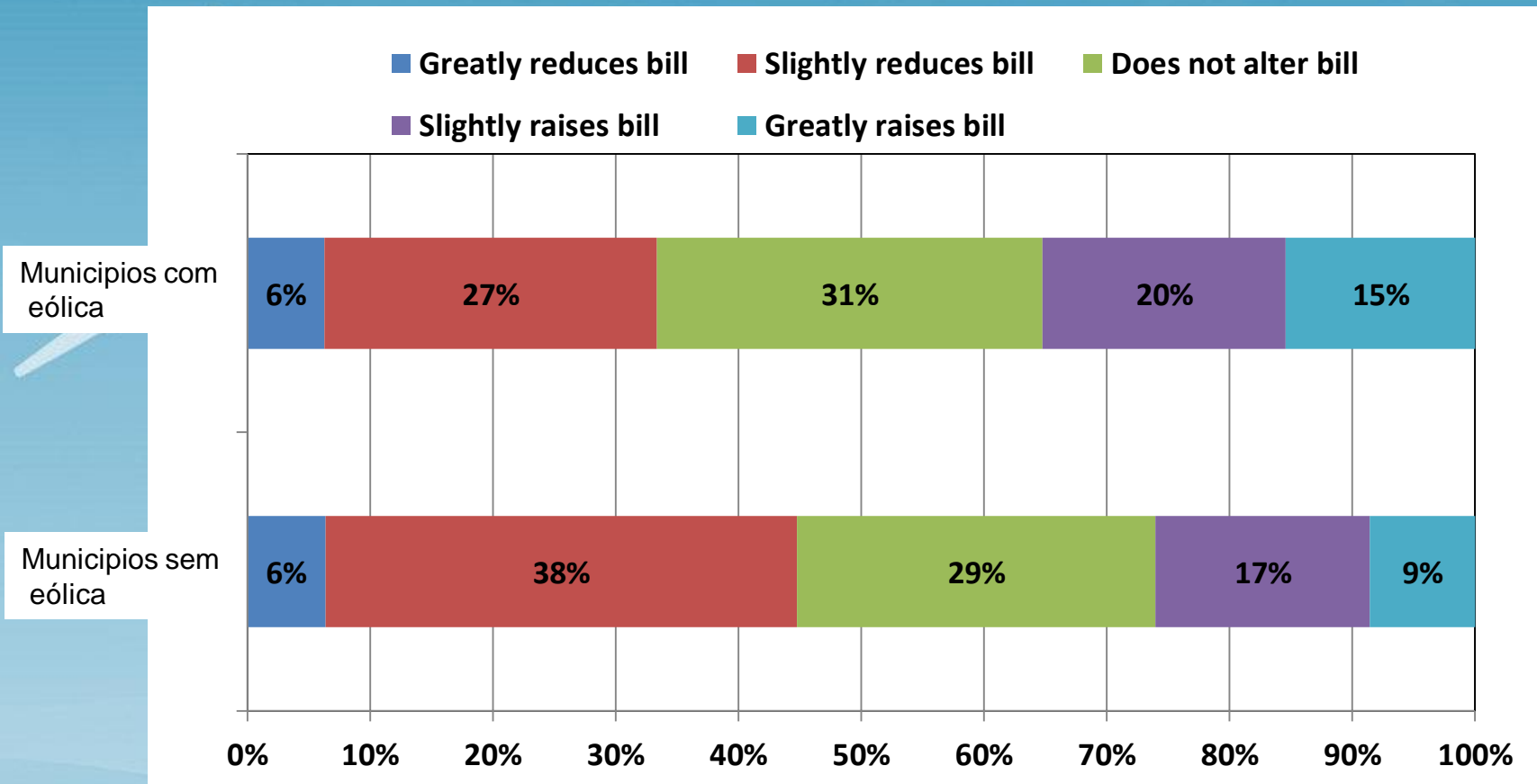
\*florestal

**NIMBY – Not in my backyard**

# Abordagem multidisciplinar

## Resultados – dimensão social

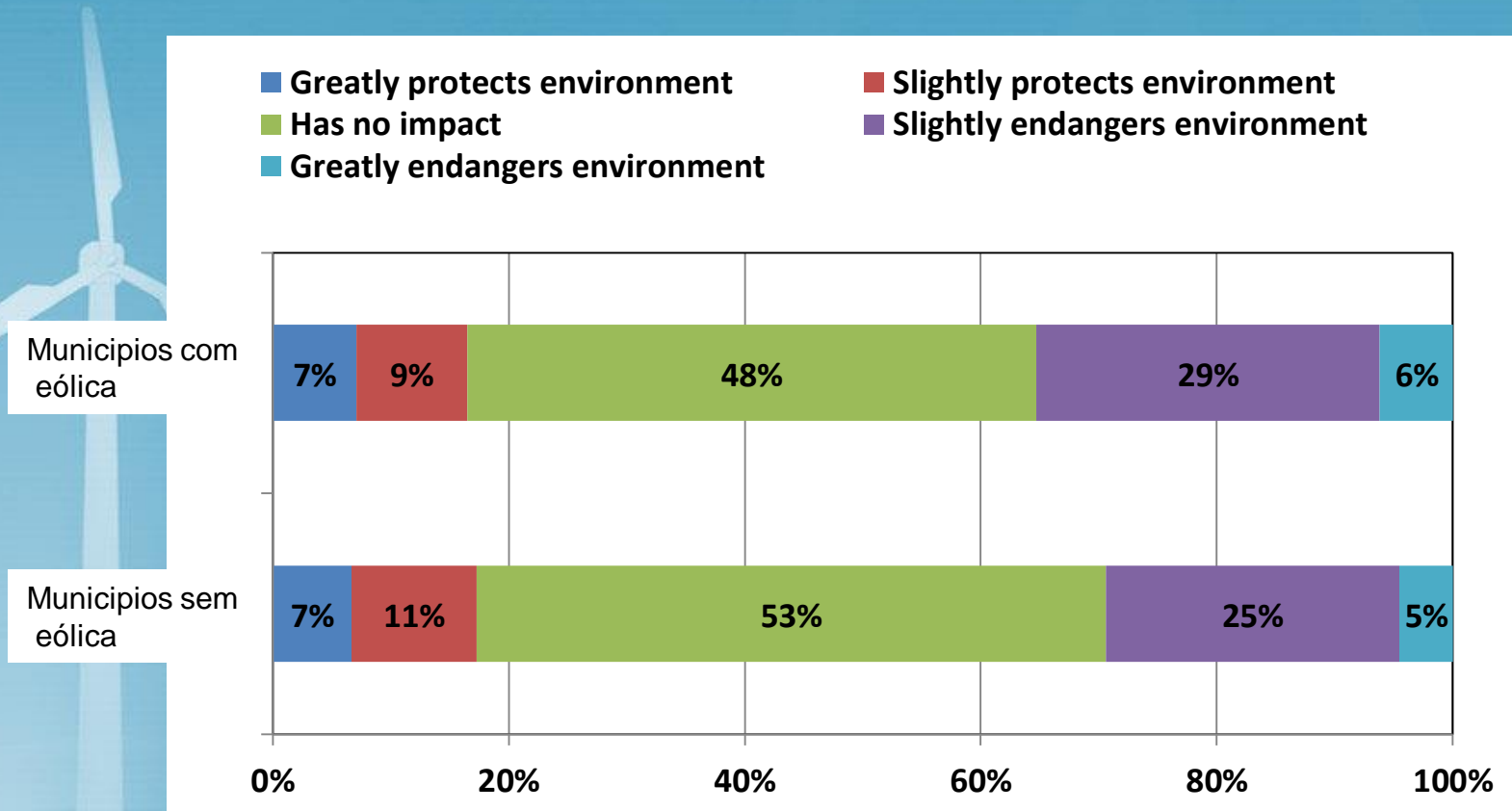
- O caso da energia eólica: impacto no custo da eletricidade



# Abordagem multidisciplinar

## Resultados – dimensão social

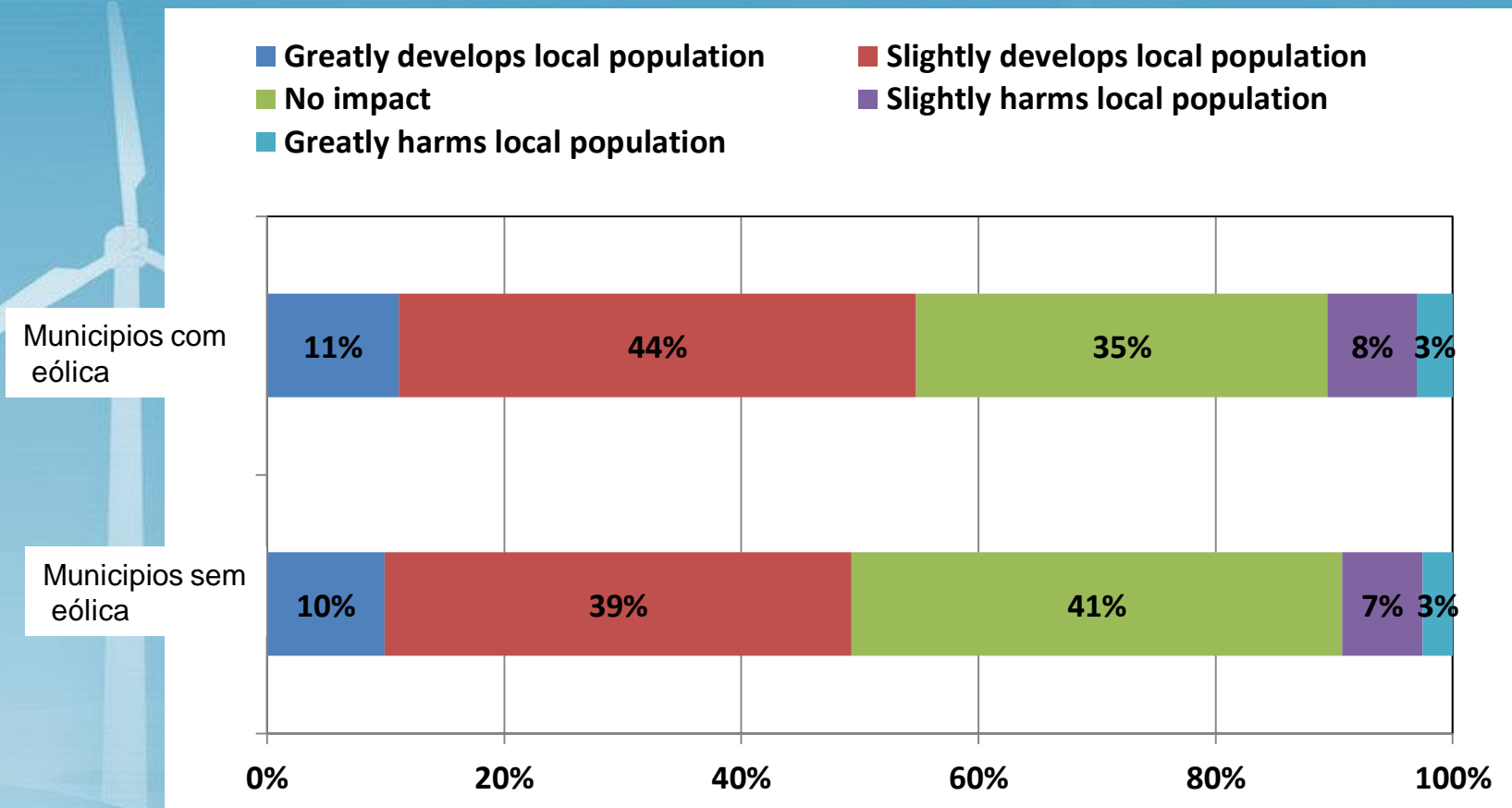
- O caso da energia eólica: impacto no ambiente



# Abordagem multidisciplinar

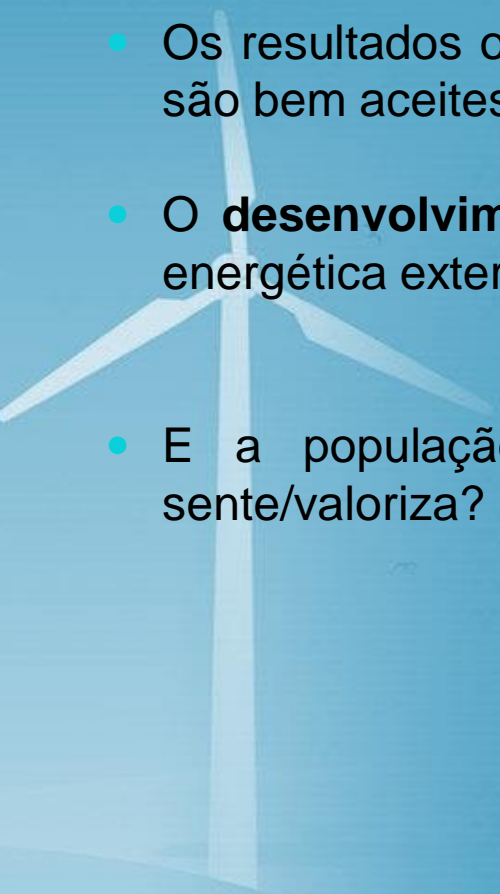
## Resultados – dimensão social

- O caso da energia eólica: impacto no desenvolvimento local



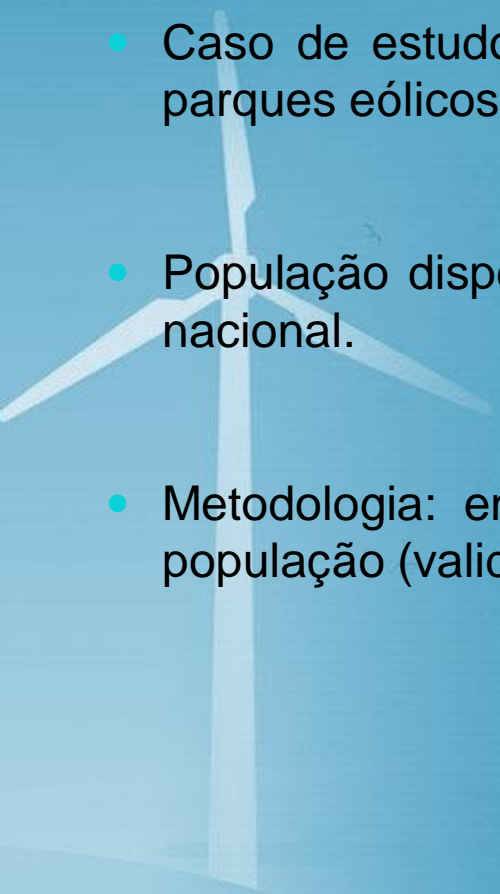
# Abordagem multidisciplinar

## Resultados – dimensão social

- Os resultados obtidos para Portugal demonstram que as energias renováveis são bem aceites pela população e peritos.
  - O **desenvolvimento local**, criação de emprego e redução da dependência energética externa são os atributos mais valorizados.
  - E a população com contacto com um parque eólico, que impactos sente/valoriza?
- 

# Abordagem multidisciplinar

## Resultados – dimensão social

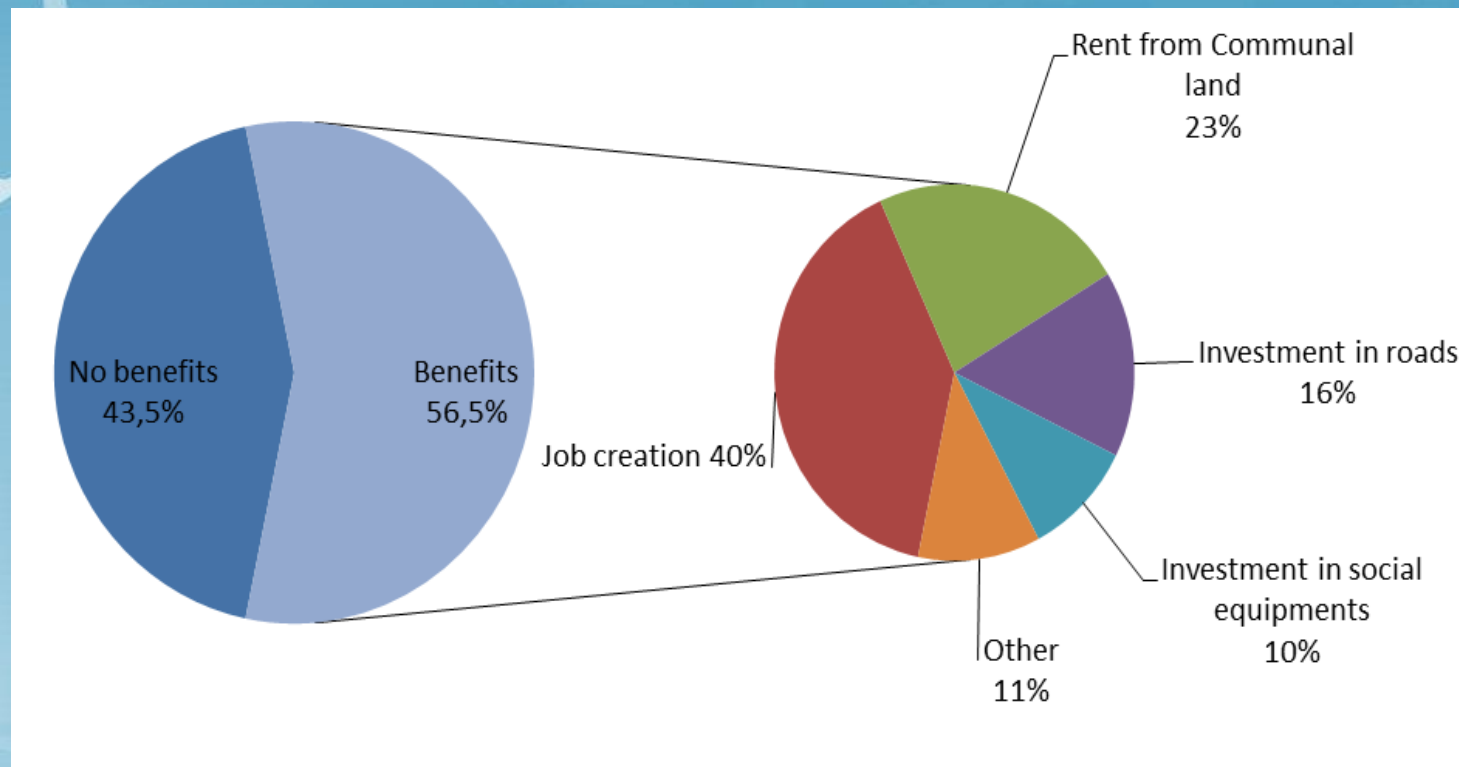
- Caso de estudo numa região no Norte de Portugal com forte incidência de parques eólicos.
  - População dispersa, em declínio e com renda inferior à média da população nacional.
  - Metodologia: entrevistas com representantes da comunidade e inquérito à população (validade estatística)
- 



# Abordagem multidisciplinar

## Resultados – dimensão social

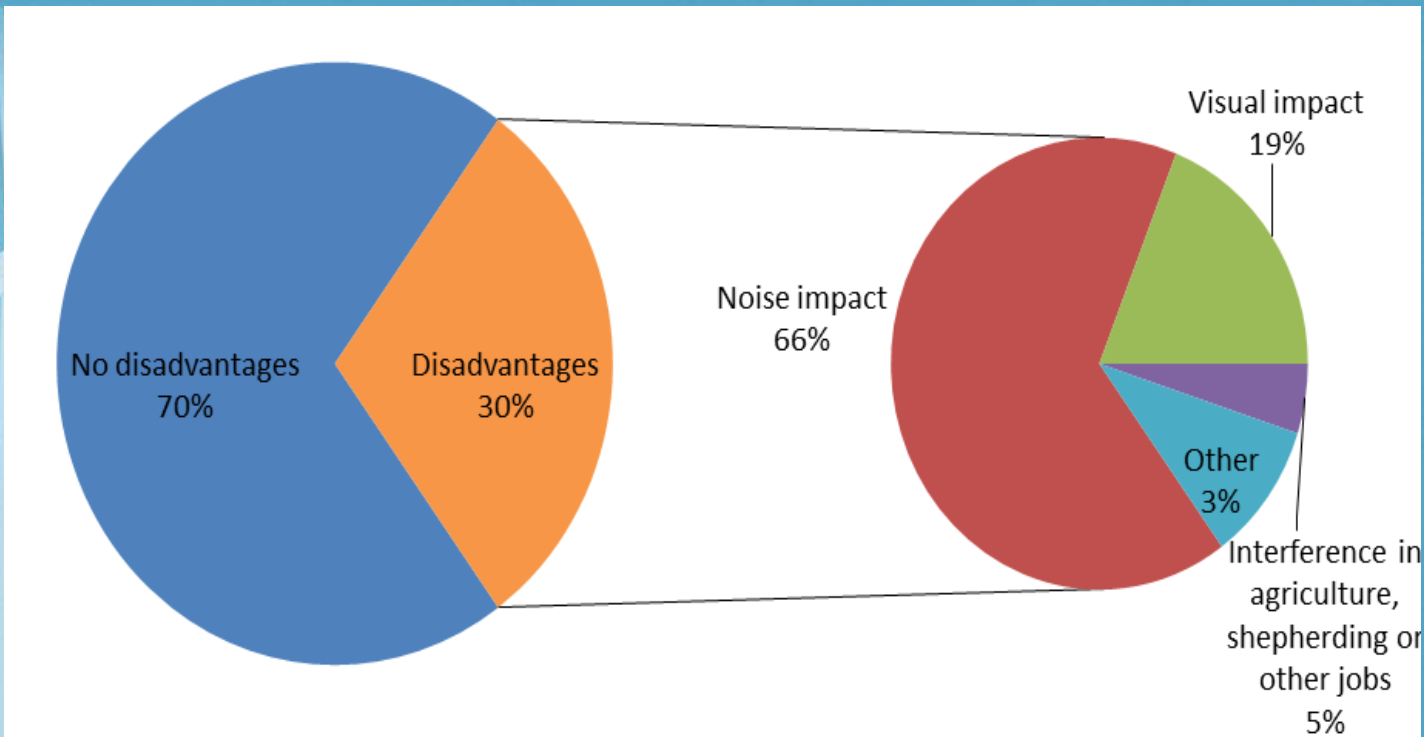
- Benefícios



# Abordagem multidisciplinar

## Resultados – dimensão social

- Impactos negativos



**Impactos negativos tendem a ser “mascarados” pelos benefícios económicos.**

# Abordagem multidisciplinar

## Resultados – dimensão social - Brasil

- Primeira tentativa de aplicação a uma comunidade (académica) do Rio Grande do Norte para o caso da energia solar e eólica.
- Representatividade estatística e primeira abordagem ao efeito NIMBY no Brasil.
- Grande aceitação pelas tecnologias renováveis.
- Fenómeno NIMBY muito reduzido.
- Aceitação suportada na perceção de impactos sociais positivos.
- População muito sensível às questões ambientais (sobretudo eólica).

Lunardo Alves de Sena, Paula Ferreira, Ana Cristina Braga (2016) "Social acceptance of wind and solar power in the Brazilian electricity system" *Environment, Development and Sustainability*, vol. 18 (5), 1457-1476.

# Comunidade científica e internacional

International Conference on Energy and Environment:  
bringing together Engineering and Economics

Edição 2015 – Universidade do Minho – Escola  
<http://coutin68.wix.com/icee2015>

Edição 2017 – Universidade do Porto – Faculdade de Economia  
<http://www.fep.up.pt/conferences/icee2017/>  
29 -30 Junho 2017



# Comunidade científica e internacional

Números especiais em revistas internacionais que reconhecem a importância da abordagem multidisciplinar.

**Energy and Environment: bringing together Engineering and Economics**





# Comunidade científica e internacional

## Energy

[1] Fernando deLlano-Paz, Paulino Martínez Fernandez, Isabel Soares, Addressing 2030 EU policy framework for energy and climate: Cost, risk and energy security issues, Energy (2016) <http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2016.01.068>.

[2] Fátima Lima, Manuel Lopes Nunes, Jorge Cunha, André F.P. Lucena, A cross-country assessment of energy-related CO2 emissions: An extended Kaya Index Decomposition Approach, Energy (2016) <http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2016.05.037>.

[3] María Teresa García-Álvarez, Blanca Moreno, Isabel Soares, Analyzing the environmental and resource pressures from European energy activity: A comparative study of EU member states, Energy (2016) <http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2016.01.035>.

[4] Nuno Carvalho Figueiredo, Patrícia Pereira da Silva, Pedro A. Cerqueira, It is windy in Denmark: Does market integration suffer?, Energy (2016) <http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2016.05.038>.

# Comunidade científica e internacional

## Energy

[5] Maria João Santos, Paula Ferreira, Madalena Araújo, A methodology to incorporate risk and uncertainty in electricity power planning, Energy (2016)  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2016.03.080>.

[6] Amanda Aragão, Mario Giampietro, An integrated multi-scale approach to assess the performance of energy systems illustrated with data from the Brazilian oil and natural gas sector, Energy (2016)  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2016.06.058>.

[7] Joana Portugal-Pereira, Alexandre C. Köberle, Rafael Soria, André F.P. Lucena, Alexandre Szklo, Roberto Schaeffer, Overlooked impacts of electricity expansion optimisation modelling: The life cycle side of the story, Energy (2016)  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2016.03.062>.

[8] Angad Singh Panesar, An innovative organic Rankine cycle approach for high temperature applications, Energy (2016)  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2016.05.135>.



# Comunidade científica e internacional

## Energy

[9] Amela Ajanovic, Reinhard Haas, Dissemination of electric vehicles in urban areas: Major factors for success, Energy (2016)  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2016.05.040>.

[10] José Fontainhas, Jorge Cunha, Paula Ferreira, Is investing in an electric car worthwhile from a consumers' perspective?, Energy (2016)  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2016.05.075>.

[11] Álvaro Cunha, F.P. Brito, Jorge Martins, Nuno Rodrigues, Vitor Monteiro, João L. Afonso, Paula Ferreira, Assessment of the use of vanadium redox flow batteries for energy storage and fast charging of electric vehicles in gas stations, Energy (2016)  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2016.02.118>.

[12] Marta Cieślik, Jacek Dach, Andrzej Lewicki, Anna Smurzyńska, Damian Janczak, Joanna Pawlicka-Kaczorowska, Piotr Boniecki, Paweł Cyplik, Wojciech Czekala, Krzysztof Józwiakowski, Methane fermentation of the maize straw silage under meso- and thermophilic conditions, Energy (2016)  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2016.06.070>.

# Comunidade científica e internacional

**Environment, Development and Sustainability (Volume 18, Issue 5, pp 1275–1277)**

Barroso, Â., Chaves, C., Martins, F. V., et al. (2016). On the possibility of sustainable development with less economic growth: A research note. *Environment, Development and Sustainability*. doi:10.1007/s10668-016-9802-y.

Botelho, A., Lourenço-Gomes, L., Pinto, L., et al. (2016). Using stated preference methods to assess environmental impacts of forest biomass power plants in Portugal. *Environment, Development and Sustainability*. doi:10.1007/s10668-016-9795-6.

De Llano-Paz, F., Martinez Fernandez, P., & Soares, I. (2016). The effects of different CCS technological scenarios on EU low-carbon generation mix. *Environment, Development and Sustainability*. doi:10.1007/s10668-016-9809-4.

de Sena, L. A., Ferreira, P., & Braga, A. C. (2016). Social acceptance of wind and solar power in the Brazilian electricity system. *Environment, Development and Sustainability*. doi:10.1007/s10668-016-9772-0.

Grijó, T., & Soares, I. (2016). Solar photovoltaic investments and economic growth in EU: Are we able to evaluate the nexus? *Environment, Development and Sustainability*. doi:10.1007/s10668-016-9806-7.

# Comunidade científica e internacional

**Environment, Development and Sustainability (Volume 18, Issue 5, pp 1275–1277)**

Kocsis, V., & Hof, B. I. (2016). Energy policy evaluation in practice: the case of production subsidies and DEN-B in the Netherlands. *Environment, Development and Sustainability*. doi:10.1007/s10668-016-9837-0.

Marques, S., Reis, L., Afonso, J. L., et al. (2016). Energy rating methodology for light-duty vehicles: Geographical impact. *Environment, Development and Sustainability*. doi:10.1007/s10668-016-9776-9.

Martinho, V. J. P. D. (2016). Forestry activity in Portugal within the context of the European Union: A cluster in agricultural economics for sustainable development. *Environment, Development and Sustainability*. doi:10.1007/s10668-016-9775-x.

Miranda, R. F. C., Grottera, C., & Giampietro, M. (2016). Understanding slums: Analysis of the metabolic pattern of the Vidigal favela in Rio de Janeiro. *Environment, Development and Sustainability*. doi:10.1007/s10668-016-9810-y.

Rolewicz-Kalińska, A., Oniszk-Popławska, A., Wesółowska, J., et al. (2016). Conditions for the development of anaerobic digestion technologies using the organic fraction of municipal solid waste: Perspectives for Poland. *Environment, Development and Sustainability*. doi:10.1007/s10668-016-9808-5.

# Comunidade científica e internacional

## Horizon 2020 Work Programme 2016-2017 - Societal Challenge 3 "Secure, Clean and Efficient Energy"

“Proposals should focus on improved multidisciplinary approaches (...)”

“This may require a multi-disciplinary perspective with contributions also from the social sciences and humanities, which then should be integrated into the research process from the outset. A methodology that permits a sustainability assessment of the environmental (notably in terms of GHG performance), as well as economic and social benefits with respect to current technologies should be included.”

“links to broader environmental, socioeconomic and livelihood issues that are of particular relevance to local communities, multidisciplinary research designs that integrate contributions also from the social sciences and humanities are encouraged”

“The complexity of these challenges (...) calls for multi-disciplinary research designs” “fostering knowledge and information sharing among various disciplines”



Universidade do Minho



A PENÍNSULA IBÉRICA



## Universidade do Minho

**Paula Varandas Ferreira**

[paulaf@dps.uminho.pt](mailto:paulaf@dps.uminho.pt)

Campus de Azurem, 4800-058

Guimarães, Portugal

Tel: +351253511670 Fax: +351253510343

<http://pessoais.dps.uminho.pt/paulaf>