GESTÃO DE ENERGIA ELÉCTRICA

João Martins (jf.martins@fct.unl.pt)

Faculdade de Ciências e Tecnologia

(MIEEC + MEER)

Edifícios NZEB

- Contexto
- Conceito de NZEB
- Como obter um NZEB
- Certificação
- Exemplos

Objetivos

- Perceber o conceito de NZEB e as suas implicações
- Entender o processo de obter um edifício do tipo NZEB
- Consciencializar a necessidade do processo de certificação para o desenvolvimento dos NZEB

CONTEXTO



CONTEXTO

- Os edifícios são responsáveis por **40% do consumo de energia** e **36% das emissões de CO2** na UE.
- Novos edifícios geralmente precisam de menos de três a cinco litros de óleo de aquecimento por metro quadrado por ano.
- Edifícios mais velhos consomem cerca de 25 litros, em média.
  - Alguns edifícios chegam mesmo a 60 litros.
  - A maioria dos atuais edifícios tem mais de 30 anos de vida
    - Cerca de 35% do edifícios da EU têm mais de 60 anos de idade
  - A taxa de novas construções é relativamente baixa

DOCUMENTOS IMPORTANTES

- 2010 Energy Performance of Buildings Directive (originalmente introduzida em 2002)
- 2012 Energy Efficiency Directive
- Nov, 2016 (em discussão) - update to the Energy Performance of Buildings Directive



2010 ENERGY PERFORMANCE OF BUILDINGS DIRECTIVE

- Certificados de desempenho energético devem ser incluídos em todos os anúncios de venda ou arrendamento de edifícios
- Os países da UE devem criar sistemas de inspeção dos sistemas de aquecimento e de ar condicionado ou de pôr em prática medidas com efeito equivalente
- ***Todos os novos edifícios devem ser NZEB até 31 de Dezembro de 2020 (edifícios públicos até 31 de Dezembro 2018)***
- Os países da UE devem estabelecer requisitos mínimos de desempenho energético dos edifícios novos, para a grande renovação de edifícios e para a substituição ou reabilitação de elementos de construção (sistemas de aquecimento e refrigeração, telhados, paredes, etc.)
- Os países da UE têm de elaborar listas de medidas financeiras nacionais para melhorar a eficiência energética dos edifícios

2012 ENERGY EFFICIENCY DIRECTIVE

- Os países da UE devem fazer reformas de maior eficiência energética em, pelo menos, 3% dos edifícios propriedade ou ocupados pelo governo central
- Os governos da UE só deve comprar edifícios que são altamente eficientes em termos energéticos
- Os países da UE devem elaborar estratégias de renovação a longo prazo que podem ser incluídas nos seus planos de acção de eficiência energética

NOV, 2016 (EM DISCUSSÃO) - UPDATE TO THE ENERGY PERFORMANCE OF BUILDINGS DIRECTIVE

- A Comissão propõe novas regras para uma transição centrada no consumo de energia limpa, para **reduzir as emissões de CO2 em pelo menos 40% até 2030**
- Objetivos:
  - Colocar a eficiência energética em primeiro lugar
  - Liderança global em energias renováveis
  - Providenciar acordos justos para os consumidores

COLOCAR A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM PRIMEIRO LUGAR

Energy Performance of Buildings Directive:

- **Inteligente**, incentivando a utilização das TIC (ICT) e das tecnologias modernas, incluindo a automatização dos edifícios e as infraestruturas de tarifação dos veículos elétricos, afim de garantir que os edifícios funcionem de forma eficiente;
- **Simples**, simplificando ou excluindo medidas que não produziram o resultado esperado;
- **Apoiar a renovação de edifícios**, reforçando as ligações entre a obtenção de taxas de renovação mais elevadas, o financiamento e os certificados de desempenho energético, bem como o reforço das disposições relativas às estratégias nacionais de renovação de edifícios a longo prazo, com vista à descarbonização dos edifícios em meados do presente século.

LIDERANÇA GLOBAL EM ENERGIAS RENOVÁVEIS

(Os preços da tecnologia solar e eólica diminuíram respectivamente 80% e 30-40% entre 2009 e 2015)

Os consumidores beneficiarão de melhores direitos para:

- Produzir sua própria eletricidade e enviar qualquer excesso para a rede;
- Organizar-se em comunidades de energia renovável para gerar, consumir, armazenar e vender energia renovável;
- Parar de comprar calor / frio de sistemas de aquecimento / arrefecimento distrital se poderem alcançar desempenhos de energia significativamente melhores eles mesmos.

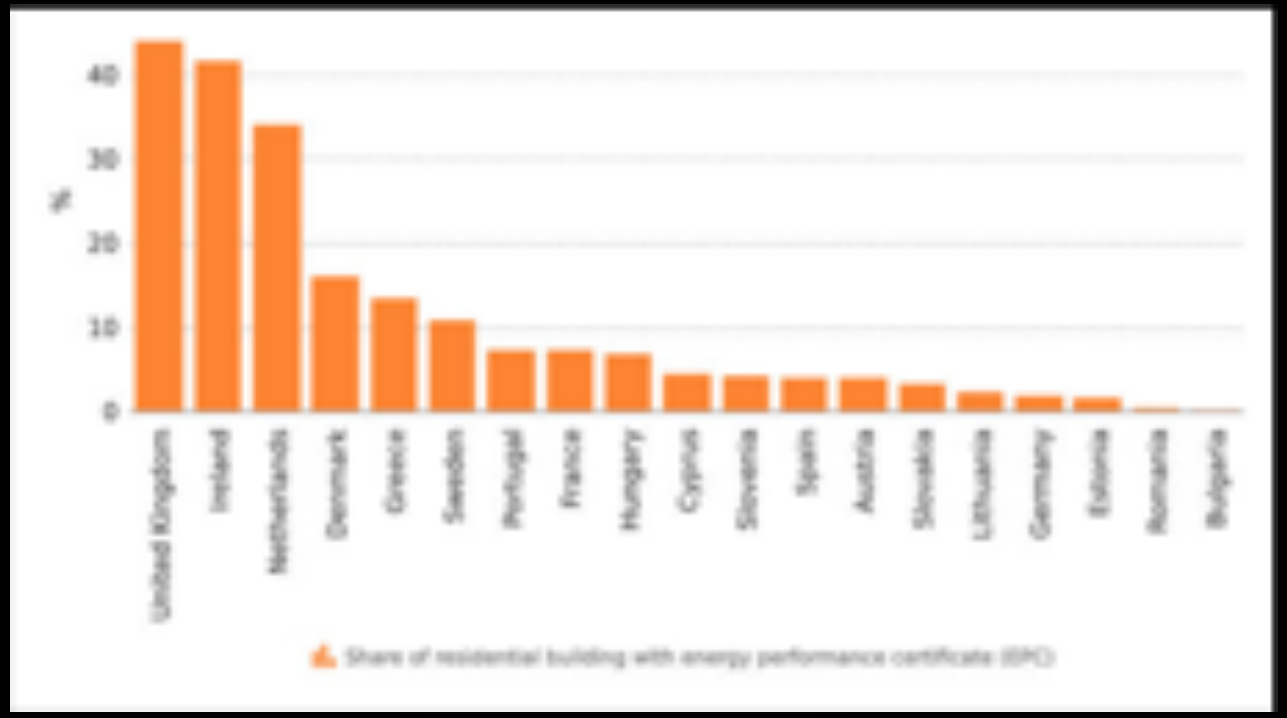
PROVIDENCIAR ACORDOS JUSTOS PARA OS CONSUMIDORES

A energia limpa nos edifícios é importante, por isso deve-se:

- Acelerar a taxa de renovação dos edifícios existentes;
  - Impacto direto nos consumidores e
  - nas famílias através de faturas de energia mais baixas;
- Criação de um mercado de renovação de edifícios para as PME;
- Perspectiva a longo prazo e visão para a descarbonização de edifícios (até 2050).

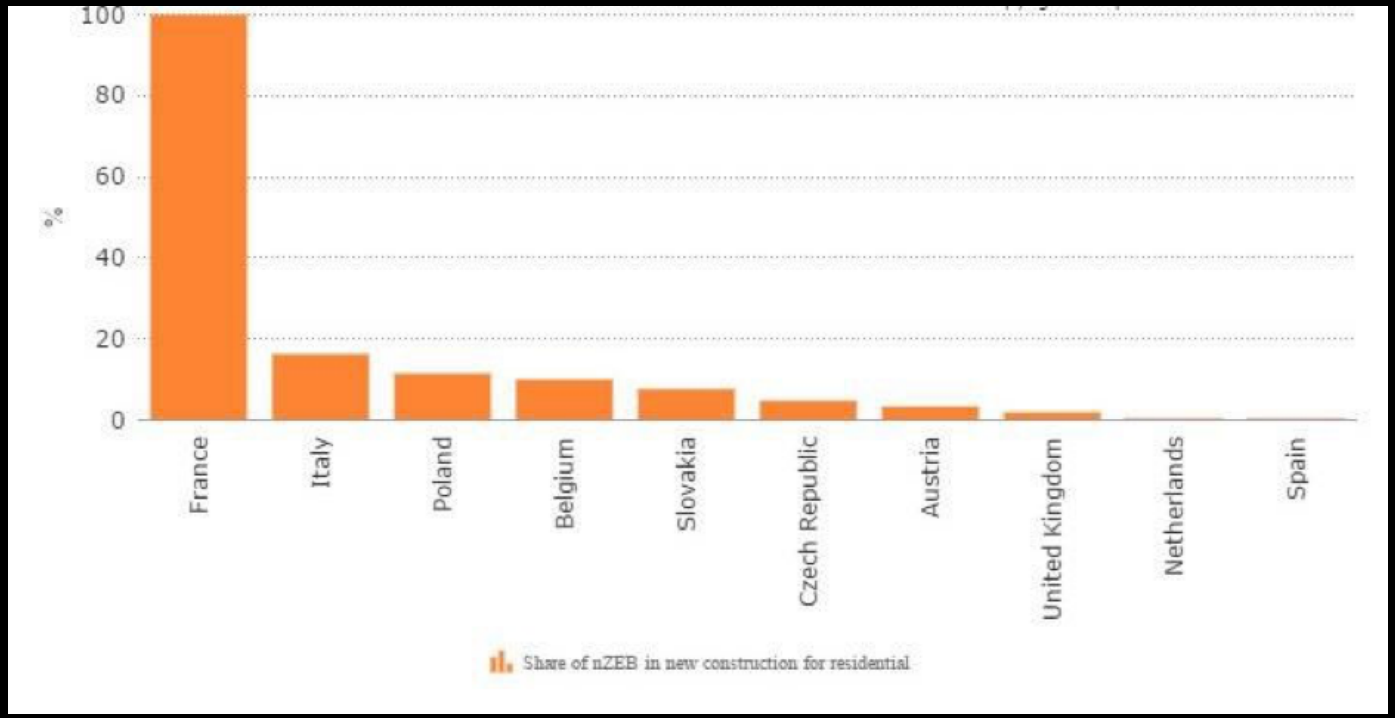
O CASO PORTUGUÊS

Edifícios residenciais com certificado de desempenho energético em 2014



O CASO PORTUGUÊS

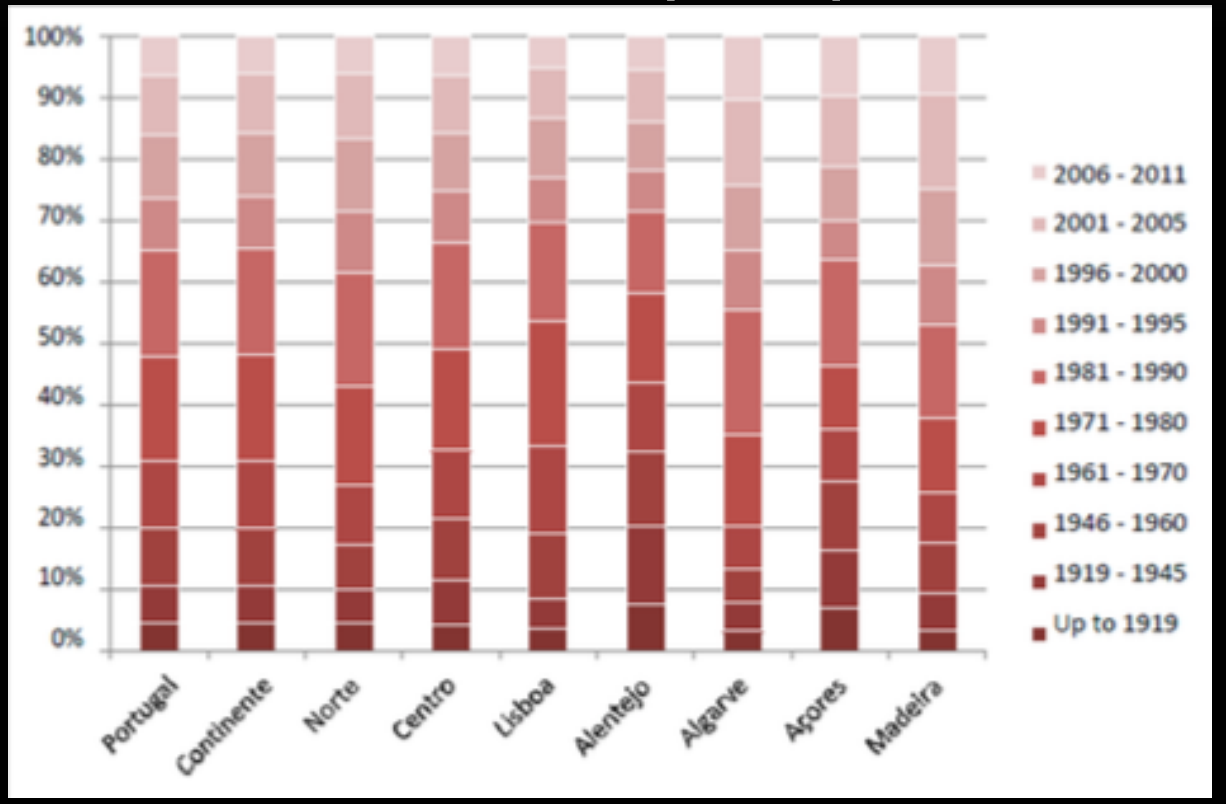
Número de novas construções “NZEBs” de edifícios residenciais em 2014



O CASO PORTUGUÊS

Edifícios residenciais nacionais, classificados pelos períodos de construção

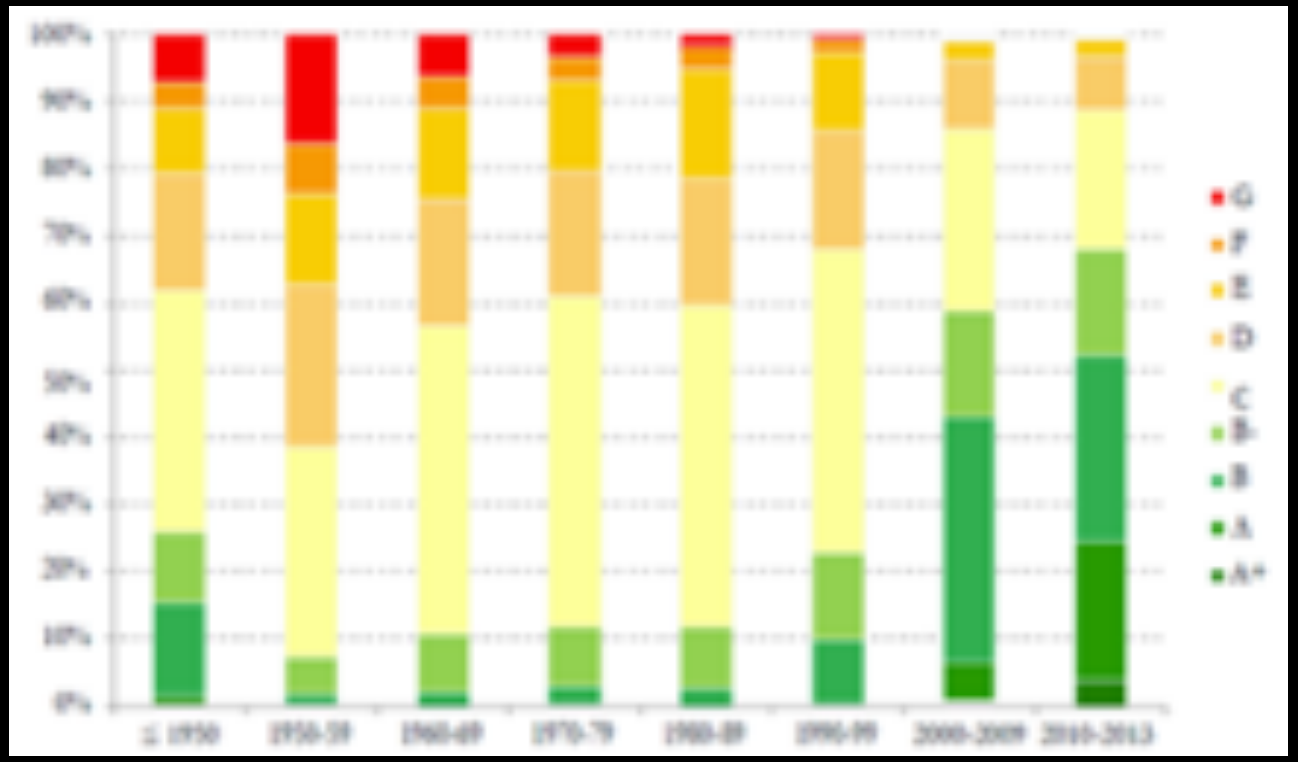
(aproximadamente 50% das moradias são de antes de 1990, indicando o potencial que estes edifícios têm para uma renovação da eficiência energética)



Fonte: Direção Geral de Energia e Geologia – National plan for increasing the number of nearly zero-energy buildings in Portugal.

O CASO PORTUGUÊS

Performance energética dos edifícios nacionais por período de construção



Fonte: Direção Geral de Energia e Geologia – National plan for increasing the number of nearly zero-energy buildings in Portugal.

CONCEITO DE NZEB



DEFINIÇÃO "PORTUGUESA"

- A definição detalhada de NZEB – cuja responsabilidade foi atribuída aos Estados-Membros pela lei comunitária – ainda é vaga em muitos países.
- Um estudo do Buildings Performance Institute Europe (BPIE) mostra que metade dos países da União ainda não apresentou a sua definição.
- No caso português, o Decreto-Lei nº 118/2013 estabeleceu que "**são edifícios com necessidades quase nulas de energia os que tenham um elevado desempenho energético e em que a satisfação das necessidades de energia resulte em grande medida de energia proveniente de fontes renováveis, designadamente a produzida no local ou nas proximidades**".

ACRÓNIMO

NZEB
quer dizer
"**Nearly-Zero Energy Buildings**",
antes conhecidos como
"**Net-Zero Energy Buildings**"



ACRÓNIMO

Um NZEB baseia-se em três princípios fundamentais:

1. Consumo de energia (eficiência)
2. Energias renováveis
3. Energia primária e emissões de CO2



DEFINIÇÕES

- **Net zero site energy building**
  - produz tanta energia quanto utiliza, medida no local.
- **Net zero source energy building**
  - produz tanta energia quanto utiliza, em relação à energia na fonte, numa base anual.
- **Net zero energy cost buildings**
  - produz uma quantidade de energia energia tal que o custo da energia adquirida é globalmente nulo.
- **Net zero energy emissions building**
  - verifica as emissões produzidas em função das necessidades energéticas do edifício.

DEFINIÇÕES

Definition	Pluses	Minuses	Other Issues
Site ZEB	• Easy to implement. • Verifiable through on-site measurements. • Conservative approach to achieving ZEB. • No externalities affect performance, can track success over time. • Easy for the building community to understand and communicate. • Encourages energy-efficient building designs.	• Requires more renewable energy export to offset the consumption of fossil fuel generated energy. • Does not consider all utility costs (can have a low load factor). • Not able to equate fuel types. • Does not account for non-energy differences between fuel types (supply availability, pollution).	
Source ZEB	• Able to equate energy value of fuel types used at the site. • Better model for impact on national energy system. • Easier ZEB to reach.	• Does not account for non-energy differences between fuel types (supply availability, pollution). • Source calculations too broad (do not account for regional or daily variations in electricity generation heat rates). • Source energy use accounting and fuel switching; this can have a larger impact than efficiency technologies. • Does not consider all energy costs (can have a low load factor).	• Need to develop site-to-source conversion factors, which require significant amounts of information to define.

DEFINIÇÕES

Definition	Pluses	Minuses	Other Issues
Cost ZEB	• Easy to implement and measure. • Market forces result in a good balance between fuel types. • Allows for demand-responsive control. • Verifiable from utility bills.	• May not reflect impact to national grid for demand, as extra PV generation can be more valuable for reducing demand with on-site storage than exporting to the grid. • Requires net-metering agreements such that exported electricity can offset energy and non-energy charges. • Highly volatile energy rates make for difficult tracking over time.	• Offsetting monthly service and infrastructure charges require going beyond ZEB. • Net metering is not well established, often with capacity limits and at buyback rates lower than retail rates.
Emission ZEB	• Better model for green power. • Accounts for non-energy differences between fuel types (pollution, greenhouse gases). • Easier ZEB to reach.		• Need appropriate emission factors.

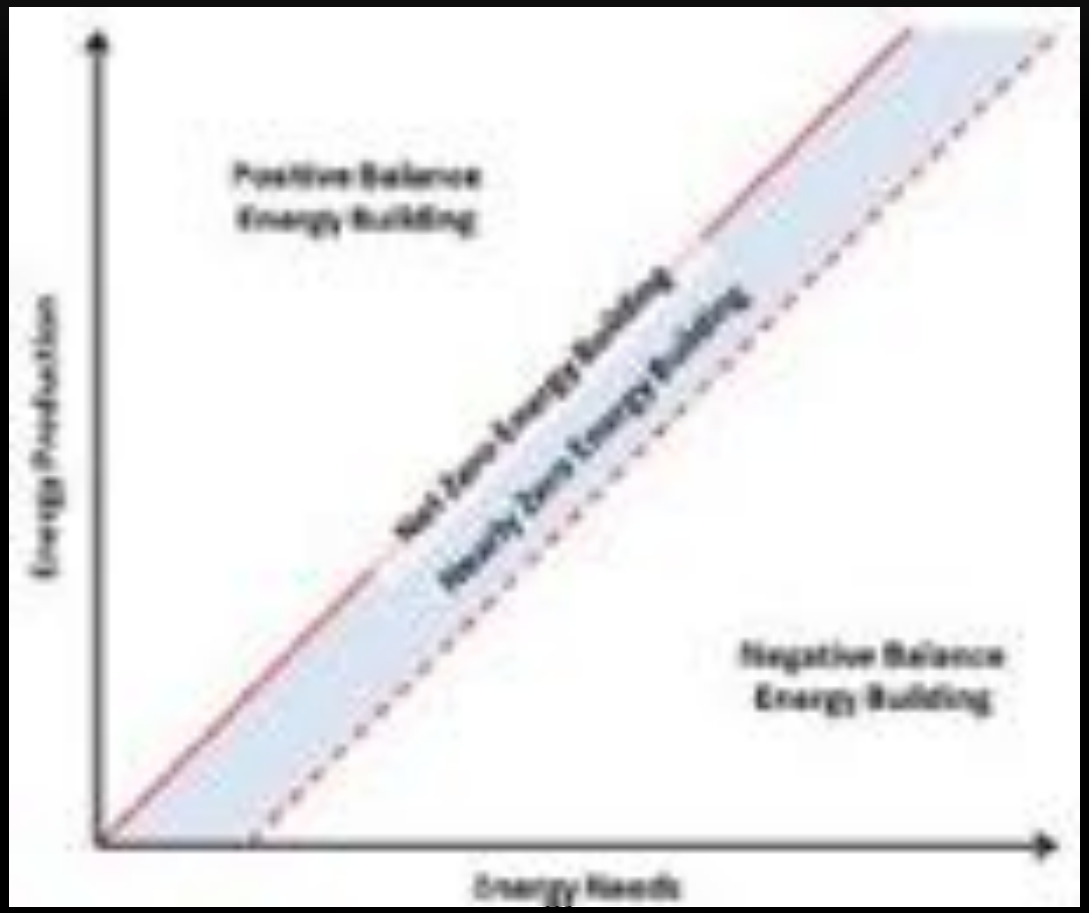
DEFINIÇÕES

- Energy Performance of Buildings Directive (EPBD)
  - Introduzida em 2002 e actualizada em 2010
- Segundo o artigo 2 da EPBD:
  - **A NZEB is a building that has a very high energy performance. The nearly zero or very low amount of energy required should be covered to a very significant extent by energy from renewable sources, including energy from renewable sources produced on-site or nearby.**

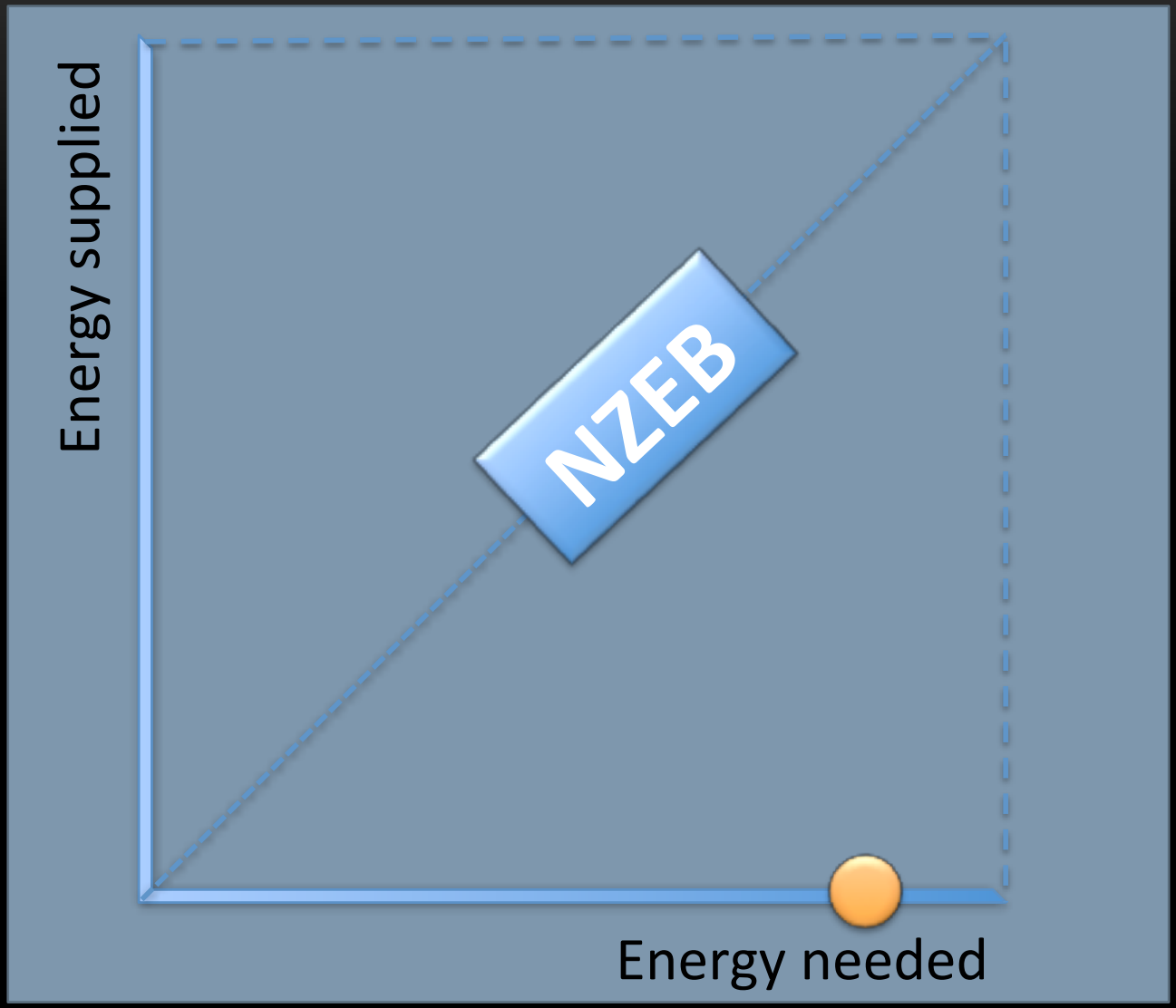
COMO OBTER UM NZEB



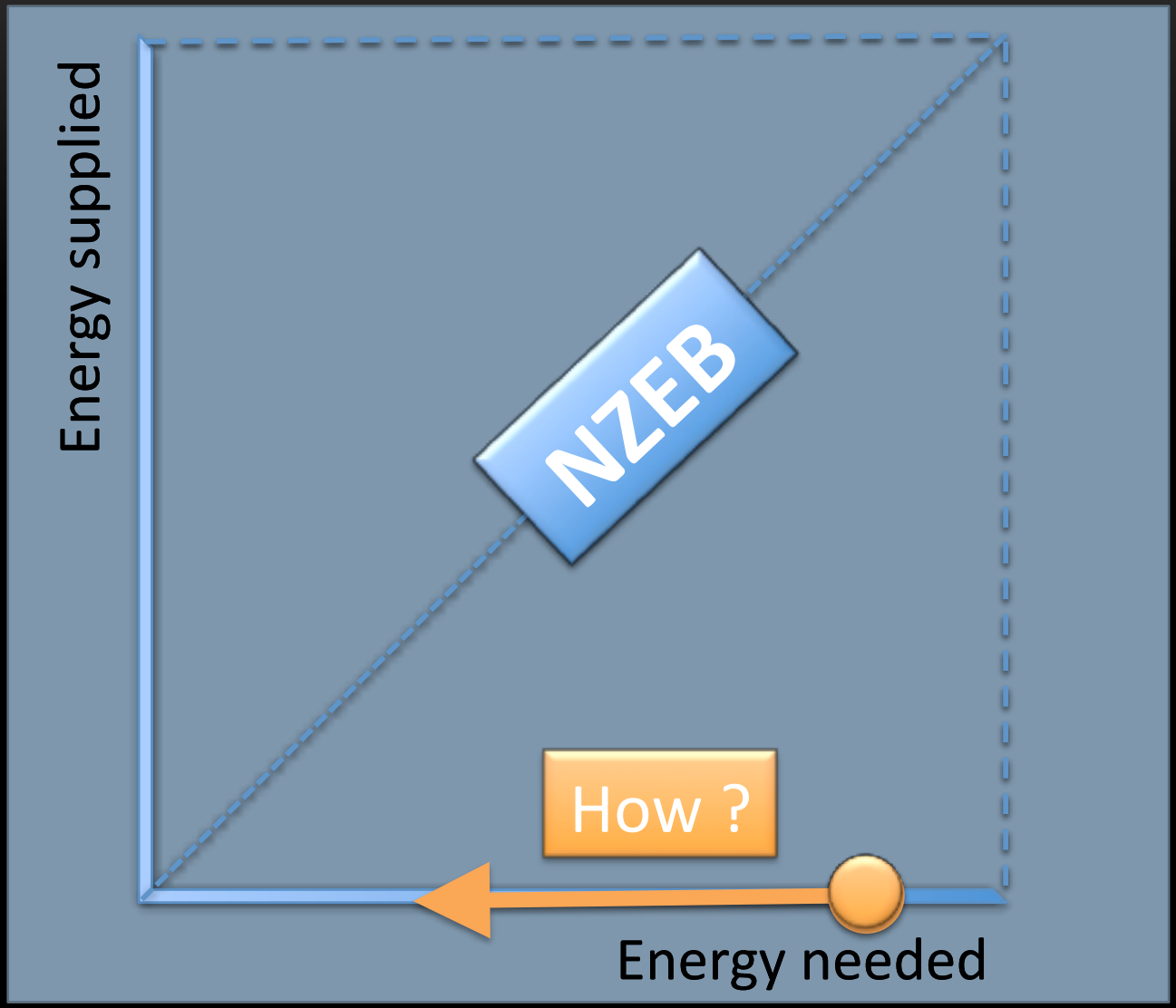
NECESSIDADES ENERGÉTICAS VERSUS PRODUÇÃO



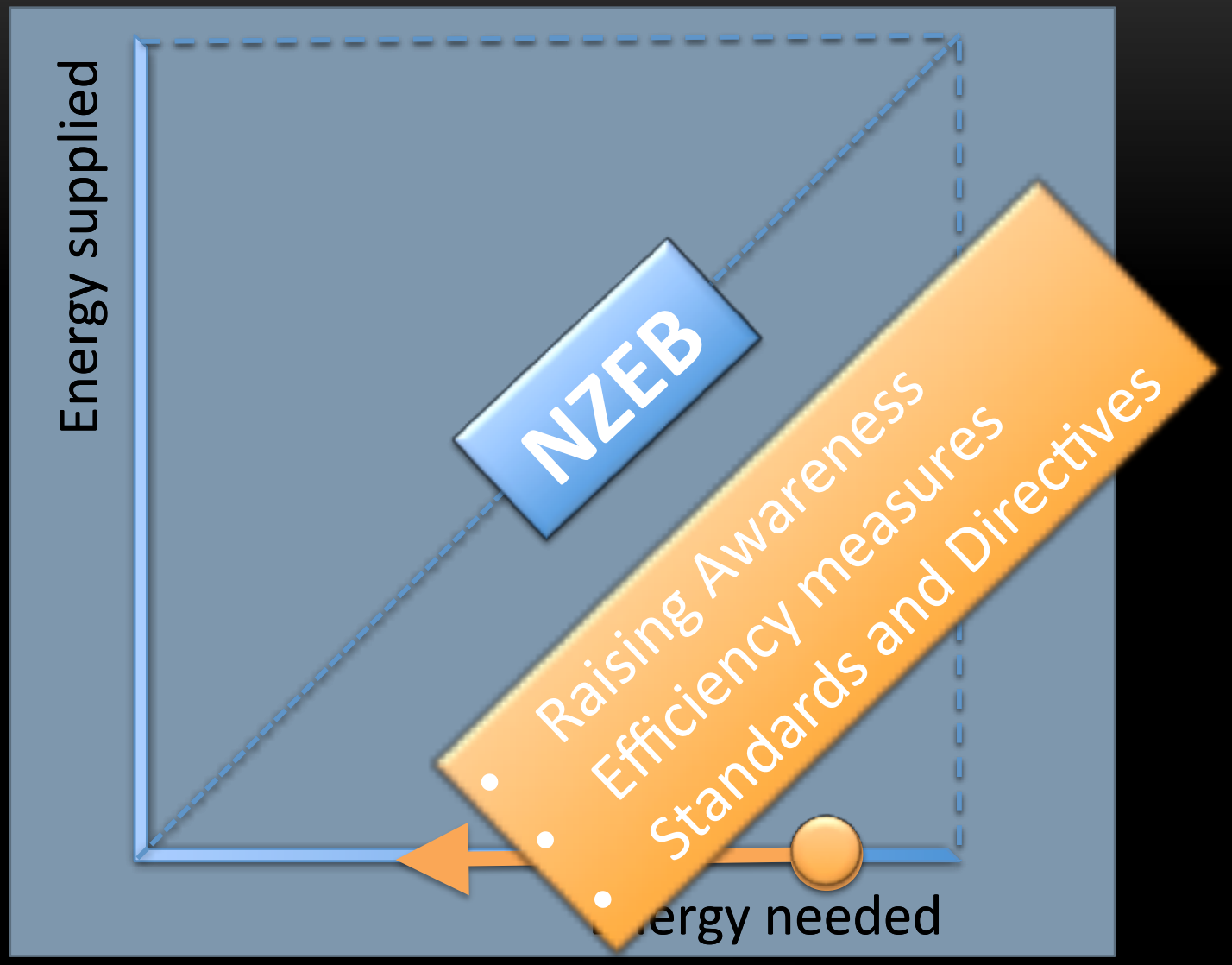
COMO OBTER UM NZEB



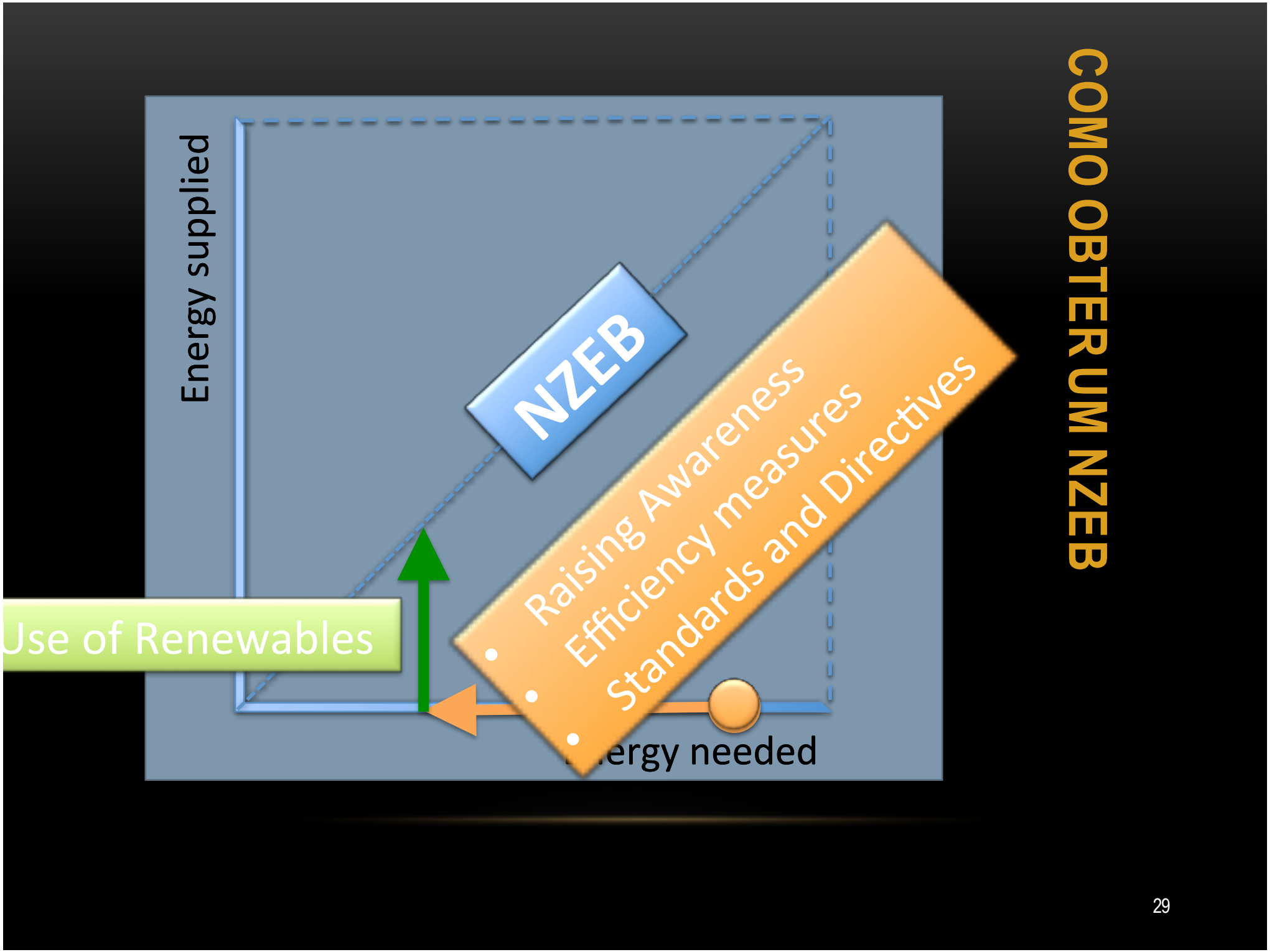
COMO OBTER UM NZEB



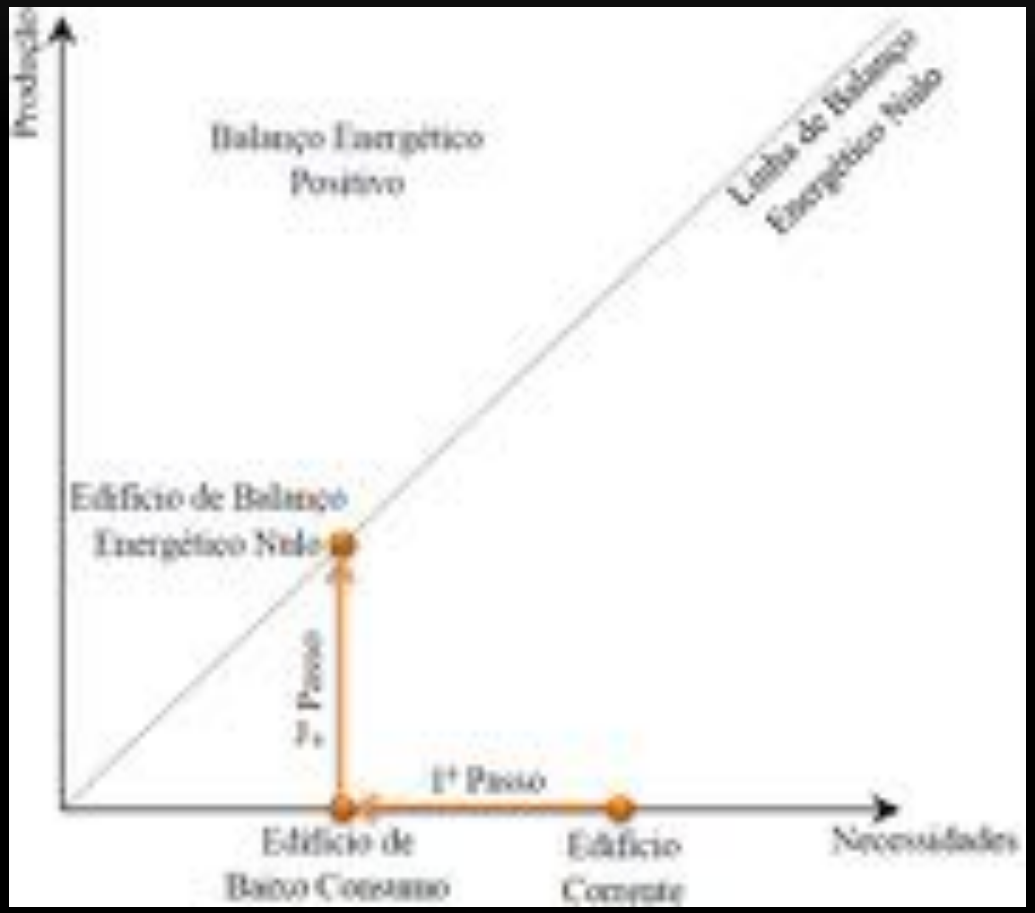
COMO OBTER UM NZEB



COMO OBTER UM NZEB



COMO OBTER UM NZEB - RESUMO



COMO PROMOVER O CONCEITO NZEB?

- Certificação de edifícios
- Certificação de profissionais
- Medida do desempenho do edifício
- Conservação de energia no espaço construído
- Publicações
- Educação

AREAS ONDE É NECESSÁRIO AVANÇAR MAIS RÁPIDO

- Building Envelope
  - Dynamic “advanced” facades
  - Glazing
  - Frames
  - Daylight devices
  - Envelope airtightness
- Design Tools
- Small Power / Plug Loads / Miscellaneous Loads
- Operating Issues

Fonte: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE)

AREAS ONDE É NECESSÁRIO AVANÇAR MAIS RÁPIDO

- Design Tools
  - Daylighting simulation and evaluation tools
  - Ability to size HVAC systems accounting for daylighting technologies including thermal storage
  - Renewable energy integration tools
- **Electrical Power**
  - **Demand control and load shedding**
  - **Electrical equipment efficiency**
  - **Integrating renewable generation (DC current) in building electrical systems**
  - **Small scale cogeneration integration**
  - **Electrical storage**
  - **Net metering standards**
- Service Water Heating
  - Research projects/new standards
  - Domestic Hot Water (DHW) conserving fixtures
  - Instantaneous DHW systems

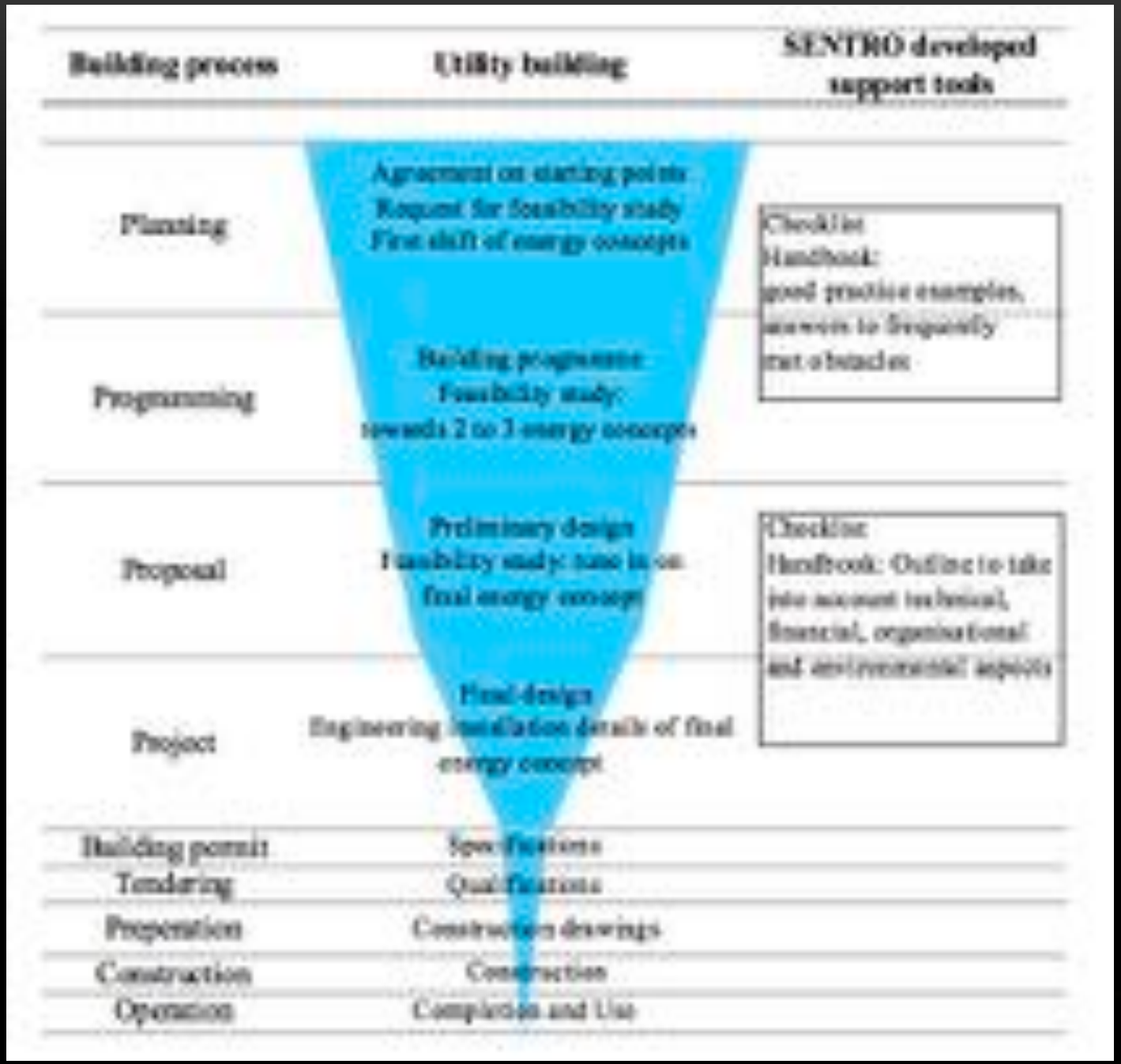
Fonte: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE)

AREAS ONDE É NECESSÁRIO AVANÇAR MAIS RÁPIDO

- Climate typology
  - Develop basic recommendations for each climate zones to simplify "packages" of recommendations for designers
  - "Advanced Energy Design Guide" approach for larger facilities to hit efficiency improvements
  - Better envelope standards guidance per location and orientation
- Design Tools
  - Provide building balance point tools for use in the schematic design stage to match building envelope to climate conditions
  - Energy simulation
- HVAC
  - Natural ventilation design standards and guidance
  - Alternative HVAC distribution
  - Boiler and chiller efficiency
  - Increase the delivered efficiency (shift from air to water?)
  - Consider overall combined energy efficiency (fan energy, electrical distribution and gas distribution)
- Lighting
  - Lighting system design with emphasis on lighting quality, task lighting, and sample packages of lighting system designs that reduce the required lighting power density
  - Lighting controls
  - Lamp technology
  - New lamp materials (photonic crystals)

Fonte: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE)

COMO OBTER UM NZEB



CERTIFICAÇÃO



MEDIDA DO DESEMPENHO DO EDIFÍCIO

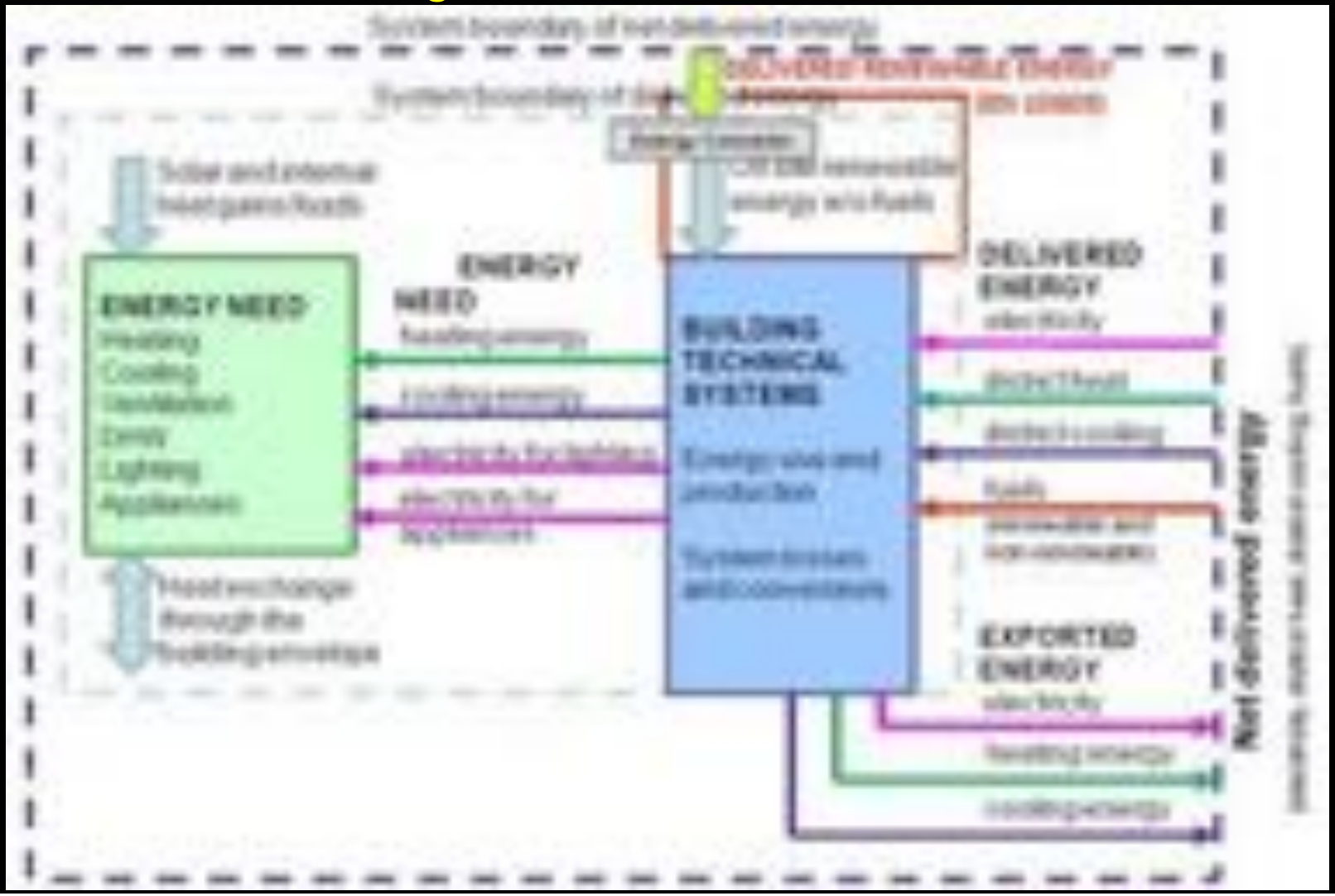
- Consumo de energia
- Estado do sistema
- Nível de serviço
- Condições exteriores

MEDIDA DO DESEMPENHO DO EDIFÍCIO

- **Consumo de energia**
  - Tempo-real
  - Desagregação por tipo de consumo
  - Utilizar valores de referência
  - Custos de aquisição da energia

MEDIDA DO DESEMPENHO DO EDIFÍCIO

- **Consumo de energia**



MEDIDA DO DESEMPENHO DO EDIFÍCIO

- **Estado do sistema**
  - Fluxos de ar
  - Temperaturas

MEDIDA DO DESEMPENHO DO EDIFÍCIO

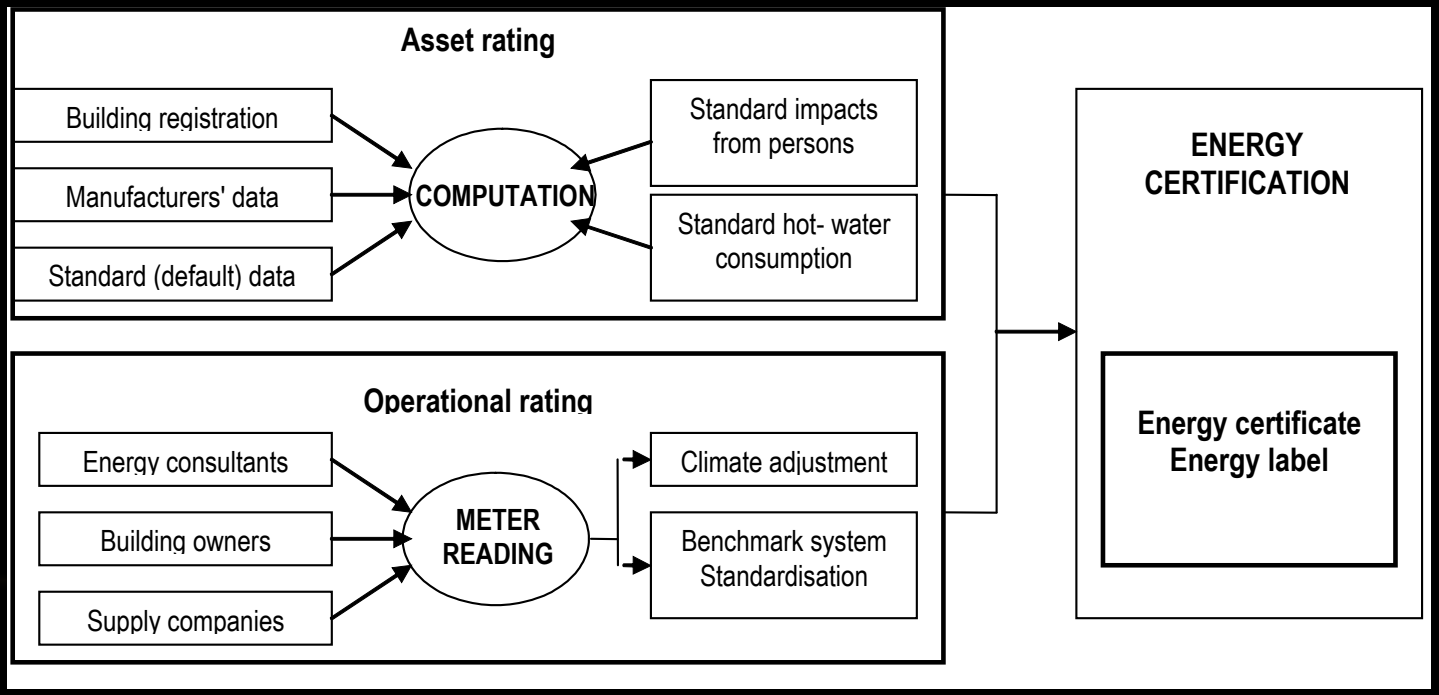
- **Nível de serviço**
  - Conforto térmico (temperatura, fluxo de ar, humidade) em vários locais do edifício
  - Níveis de poluição internos (partículas, CO_2)
  - Ocupação

MEDIDA DO DESEMPENHO DO EDIFÍCIO

- **Condições exteriores**
  - Temperatura
  - Velocidade e direção do vento
  - Níveis de poluição
  - Desempenho não energético do edificio
  - Utilização de água (interna e externa)
  - Esgotos

CERTIFICAÇÃO NA UNIÃO EUROPEIA

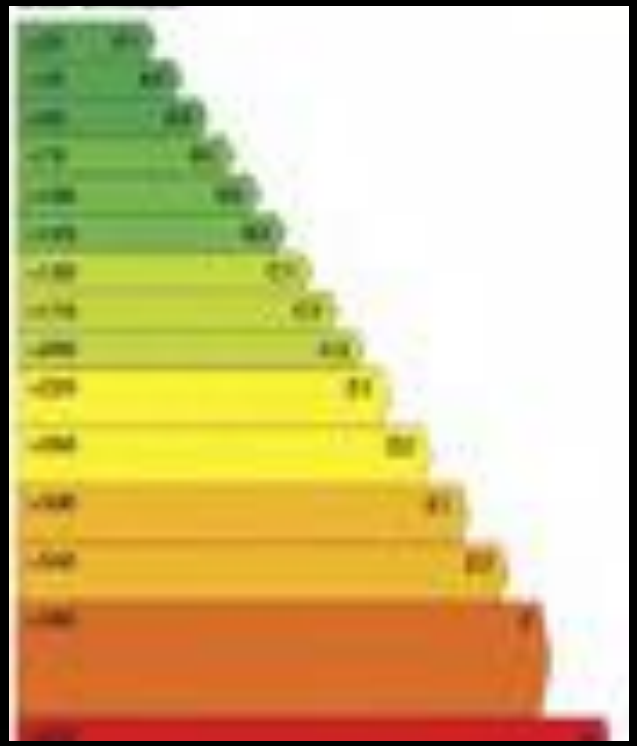
- Conforme o pais membro, pode ser:
  - Calculada
  - Medida (mais precisa, mais dispendiosa)



CERTIFICAÇÃO NA UNIÃO EUROPEIA

- Conforme o pais membro, o tipo de certificado pode ser:
  - Contínuo
  - Discreto





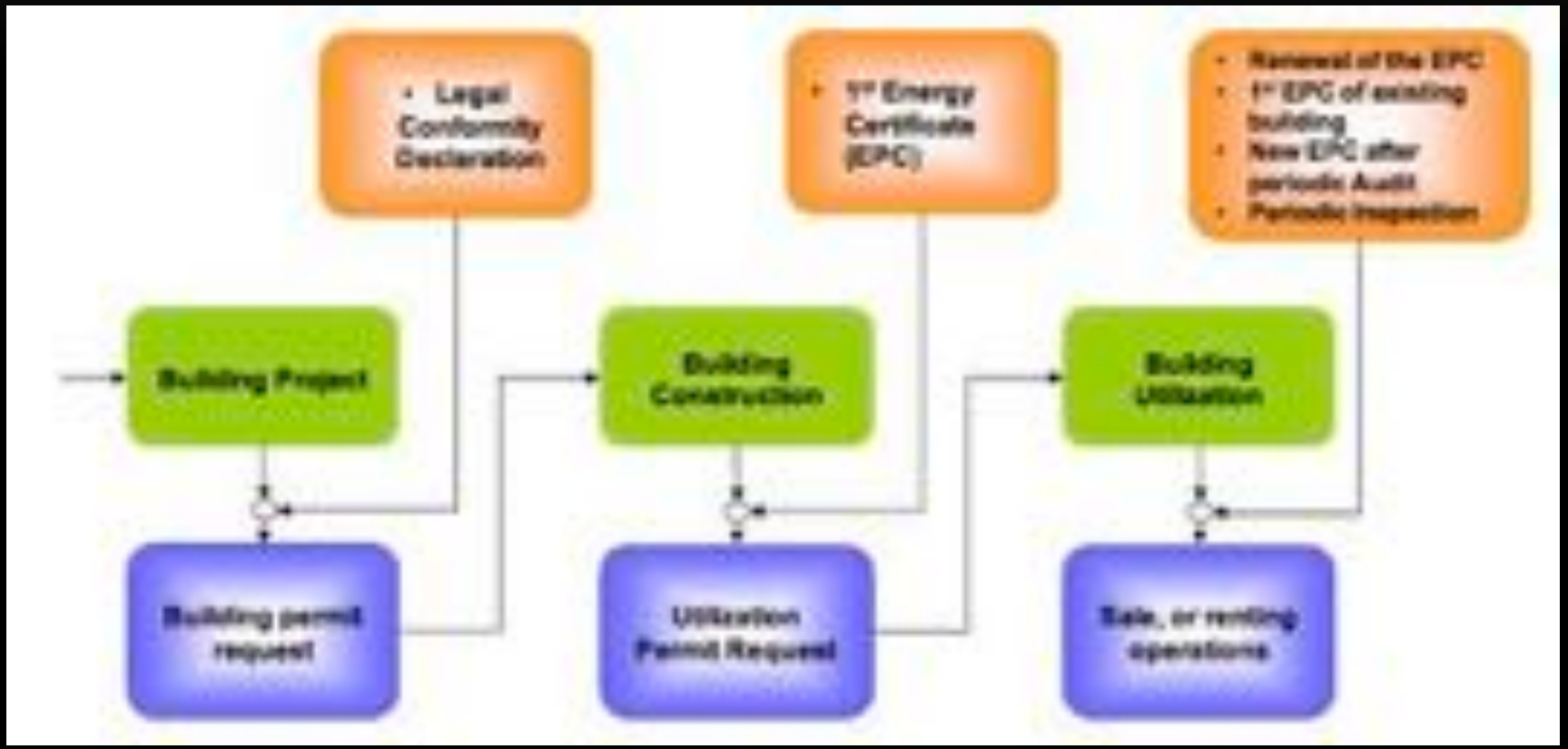
CERTIFICAÇÃO EM PORTUGAL

- O **Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética** (PNAEE 2016), publicado pela Resolução do Conselho de Ministros n.o 20/2013, de 10 de abril, estabelece o compromisso nacional face às metas assumidas a nível europeu no que diz respeito à eficiência energética, no horizonte 2020.
- Os **edifícios** tratam-se de uma área muito sensível para o sucesso da implementação do PNAEE 2016, uma vez que representaram, em 2011, cerca de 28% do consumo de energia final em Portugal, da qual 16,6% no setor Residencial e 11,4% no setor dos Serviços. O peso da componente elétrica é muito elevado, sobretudo nos Serviços (verificando-se que, em 2011, mais de 73% correspondia a consumos elétricos), sendo também bastante significativa no setor Residencial (cerca de 43% em 2011).

CERTIFICAÇÃO EM PORTUGAL

Programa	Código de Medida	Resultados							
		Energia poupada		Meta 2016		Execução 2020[1]	Meta 2020		Execução 2020[1]
		mp		mp			mp		
		Final	Primária	Final	Primária		Final	Primária	
Renove Casa & Escritório	Rlp1ee1	99.931	154.869	189.365	297.287	53%	350.539	541.886	49%
	Rlp1ee2	48.530	76.581	98.236	154.207	49%	98.236	154.207	49%
	Rlp1ee3	311	339	997	1088	31%	1.500	1.636	21%
	Rlp1ee4	431	475	1.664	1.163	41%	1.756	1.872	25%
	Rlp1ee5	13.796	23756	110.249	118.249	14%	157.334	157.334	30%
Sistemas de Eficiência Energética nos Edifícios	Rlp2ee1	57.473	71.534	77.473	96.433	74%	94.580	117.731	61%
	Rlp2ee2	23.697	29.898	83.272	102.251	28%	152.671	187.463	16%
Solar	Rlp3ee1	16.303	16.385	52.236	52.236	31%	81.238	81.238	20%
Térmico	Rlp3ee2	4.532	4.532	21.371	21.371	21%	34.663	34.663	13%
Medidas autónomas		0	0	0	0	0	0	0	0
Total PNAEE		267.008	371.147	654.265	856.277	42%	857.493	309.8872	34%

CERTIFICAÇÃO EM PORTUGAL



CERTIFICAÇÃO EM PORTUGAL


Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior

EDIFÍCIOS

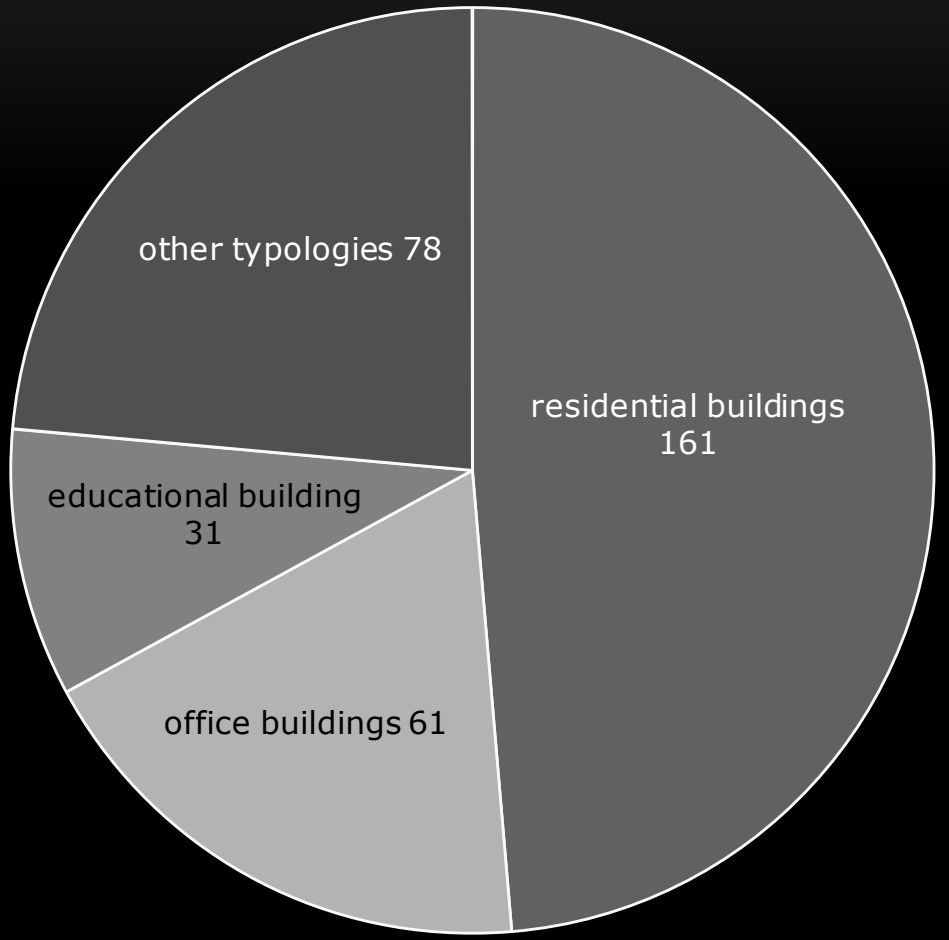
CERTIFICADO DE DESEMPENHO ENERGÉTICO E DA QUALIDADE DO AR INTERIOR

EXEMPLOS



NZEB NO MUNDO...

Tipologias dos 330 NZEBs oficialmente reconhecidos em 2012



NZEB NO MUNDO...

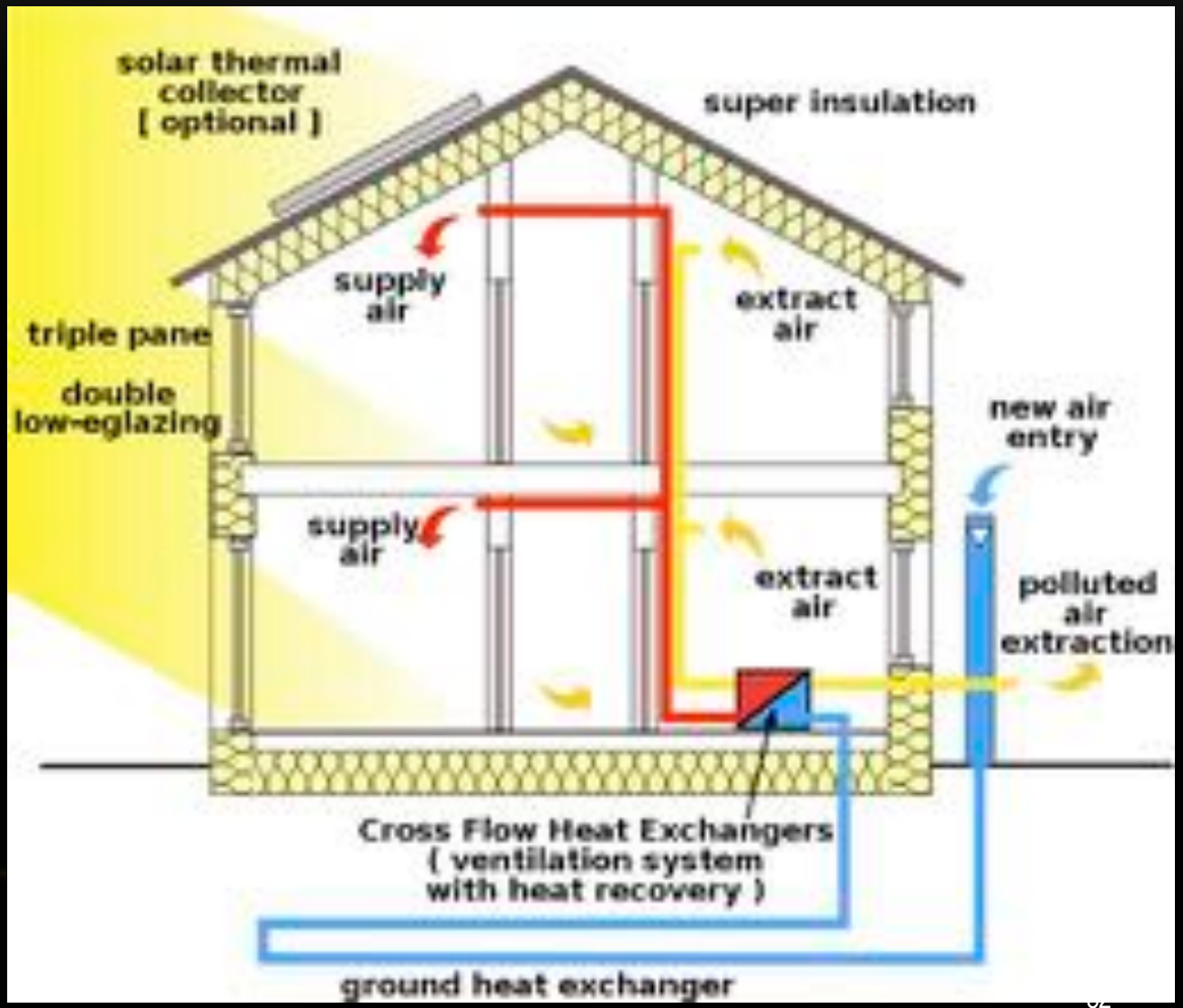
http://batchgeo.com/map/net-zero-energy-buildings



NZEB NO MUNDO...

Casa Passiva

conceito (1988)



NZEB NO MUNDO...


ENERPOS


ALDO LEOPOLD


NREL RSF


SOLAR XXI


Kraftwerk B

NZEB NO MUNDO...



Plus Energy Settlement



ÉCOTERRA



R128



GREEN TOMORROW

NZEB NO MUNDO...

National Renewable Energy Laboratory (NREL) – Golden, Colorado, USA

- Tecnologias avançadas de recuperação de calor
- 1,6 megawatt de potência fotovoltaica
- Iluminação e ventilação natural



NZEB NO MUNDO...

Residential Case Study (ECOsil) – Torino, Italy

- O sistema de aquecimento é baseado em caldeira de condensação. O sistema de aquecimento inclui 4 coletores solares térmicos.
- Para proporcionar boa qualidade do ar interior, foi instalado um sistema de ventilação mecânica com recuperação de calor.
- Taxa de contribuição da energia renovável (2012/2013): 67% da energia final total



NZEB NO MUNDO...

Ed. Solar XXI – Portugal

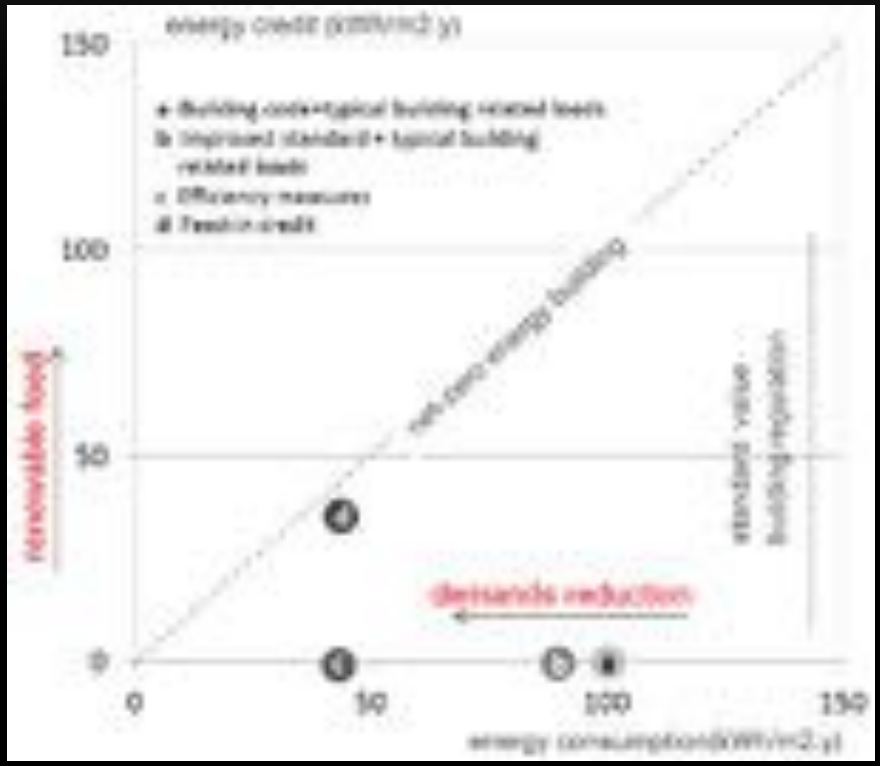


RES	Integration	Area (m^2)	Installed Peak power (kW)	Productivity (kWh/kW)
76 PV multicristalline silicon modules	Building façade	96	12	1 004
100 PV amorphous silicon	Car parking 1	95	6	1 401
150 PV CIS thin-film modules	Car parking 2	110	12	1 401
CPC Thermal Solar Collectors	Building roof	16	11 MWh, from which 5 MWh being used	

NZEB NO MUNDO...

Ed. Solar XXI – Portugal

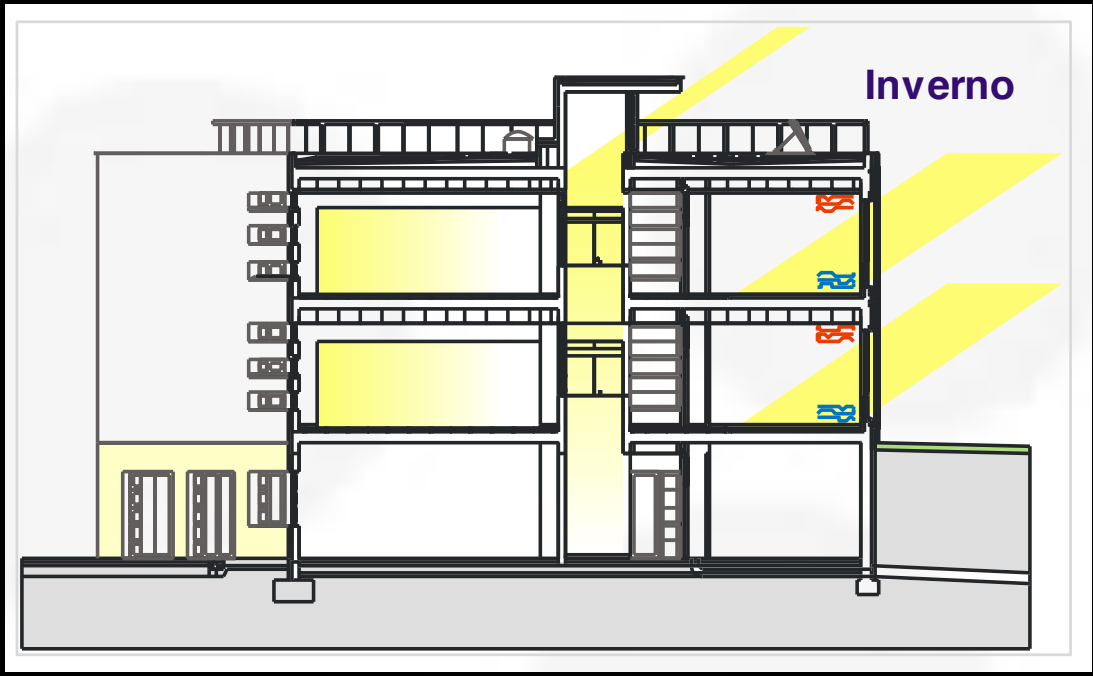
Se este edifício tivesse sido projetado como um edifício standard, consumiria aproximadamente 101 kWh/m2.ano (a), incluindo as cargas típicas utilizadas pelos usuários. Efetuando melhorias ao nível da estrutura do edifício, prevê-se que este consumiria cerca de 90 kWh/m2.ano (b). Com o melhoramento da estrutura do edifício e com a utilização de estratégias e técnicas passivas, o consumo de energia anual do Solar XXI seria 43 kWh/m2.ano (c). Este valor de consumo de energia irá sofrer um offset com um crédito de 38.85 kWh/m2.ano (d) de energia gerada pelos coletores solares térmicos e pelos módulos fotovoltaicos.



NZEB NO MUNDO...

Ed. Solar XXI – Portugal

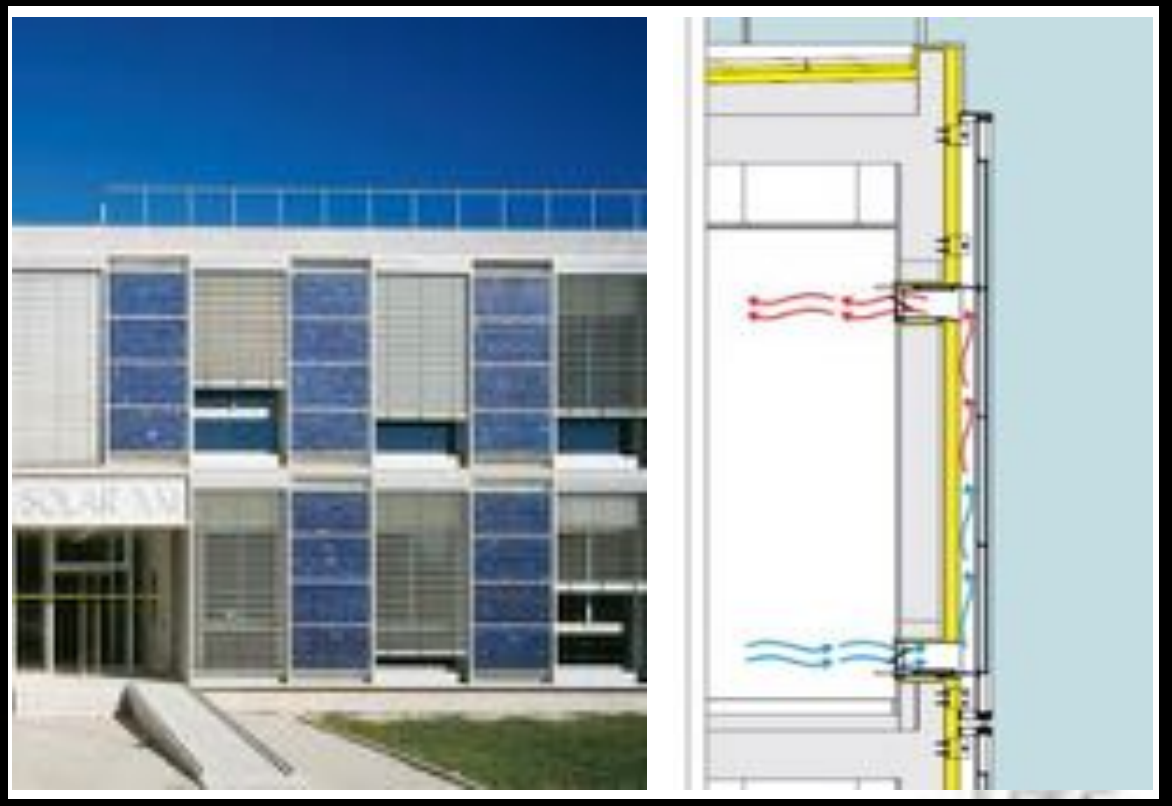
Otimização dos ganhos solares passivos



NZEB NO MUNDO...

Ed. Solar XXI – Portugal

Sistema de recuperação de calor



NZEB NO MUNDO...

Ed. Solar XXI – Portugal

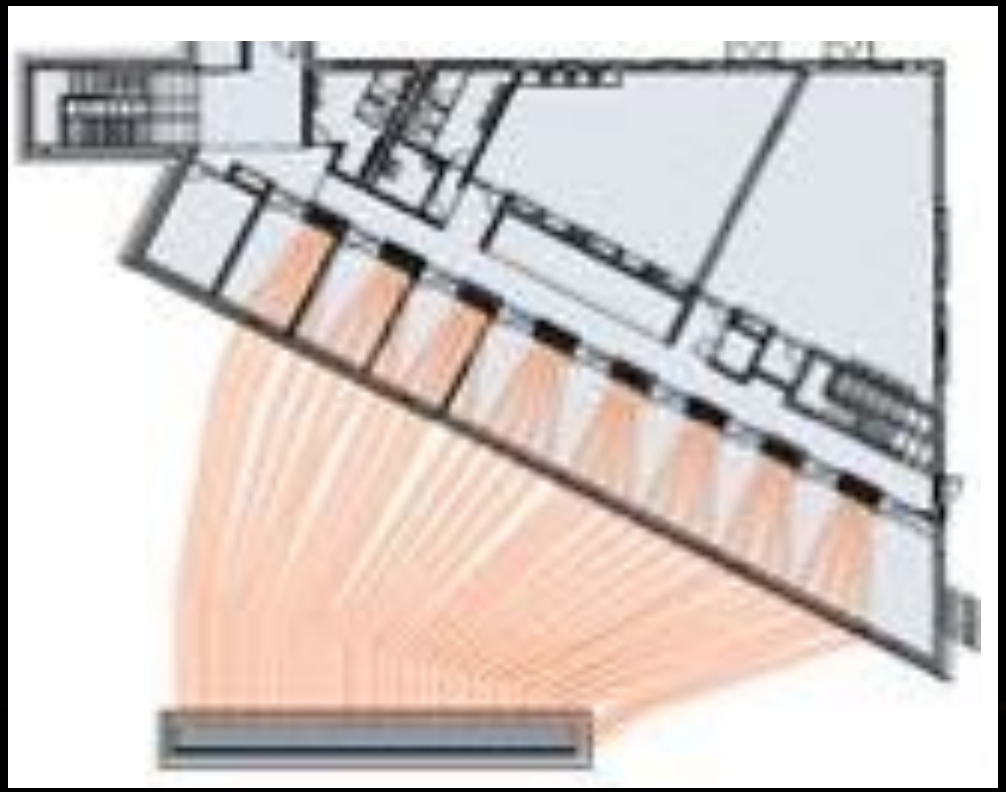
Ventilação natural



NZEB NO MUNDO...

Ed. Solar XXI – Portugal

Redução das necessidades de arrefecimento



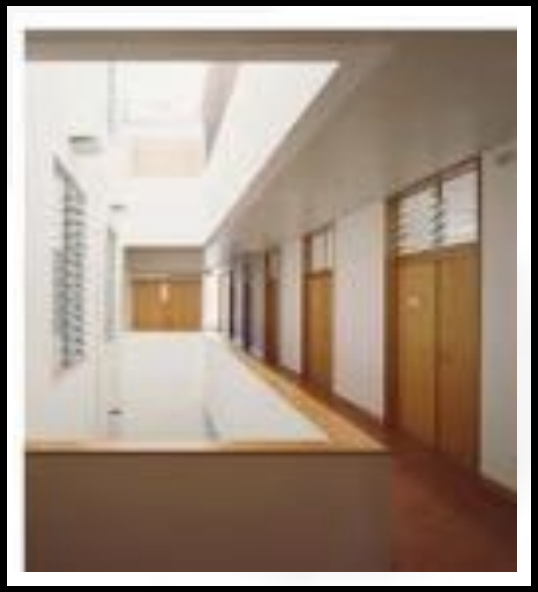
NZEB NO MUNDO...

Ed. Solar XXI – Portugal

Iluminação natural



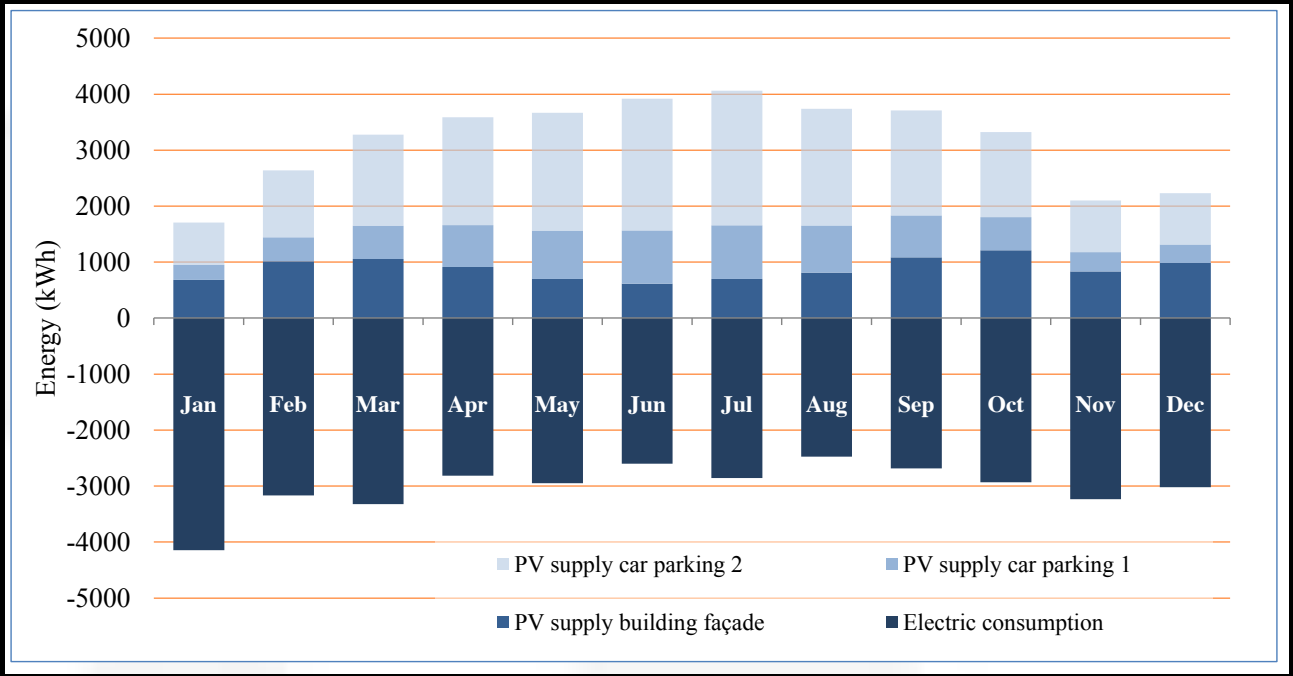




NZEB NO MUNDO...

Ed. Solar XXI – Portugal

Produção de energia renovável on-site







RESUMO

- Os edifícios são responsáveis por 40% do consumo de energia e 36% das emissões de CO2 na UE.
- NZEB são edifícios com necessidades quase nulas de energia os que tenham um elevado desempenho energético e em que a satisfação das necessidades de energia resulte em grande medida de energia proveniente de fontes renováveis, designadamente a produzida no local ou nas proximidades
- Um NZEB baseia-se em três princípios fundamentais: Consumo de energia (eficiência); Energias renováveis e Energia primária e emissões de CO2
- A obtenção de um NZEB é um proceso com duas etapas: aumento da eficiência e introdução de renováveis

BIBLIOGRAFIA

- Directiva 2010/31/UE do Parlamento Europeu e do Conselho de 19 de Maio de 2010 relativa ao desempenho energético dos edifícios
- Direção Geral de Energia e Geologia – National plan for increasing the number of nearly zero-energy buildings in Portugal.
- Helder Gonçalves, Laura Aelenei, Carlos Rodrigues – SOLAR XXI: A Portuguese Office Building towards Net Zero-Energy Building, 2012.
- Helder Gonçalves – Towards Net Zero Energy Buildings, 2010
- Towards nearly zero-energy buildings, Definition of common principles under the EPBD (Final report), Ecofys, 2013
- Estratégia Nacional para a Renovação de Edifícios, DGEG, 2014
- Garde, Francois / Ayoub, Josef / Aelenei, Daniel / Aelenei, Laura / Scognamiglio, Alessandra (eds.), "Solution Sets for Net-Zero Energy Buildings: Feedback from 30 Buildings Worldwide," Wiley, April 2017
- Andreas Hermelink, Sven Schimschar, Thomas Boermans, Politecnico di Milano, Lorenzo Pagliano, Paolo Zangheri, Roberto Armani, Karsten Voss, Eike Musall, "Towards nearly zero-energy buildings, Definition of common principles under the EPBD (Final report)", Ecofys, Fevereiro 2013