

Development of Evaluation and Monitoring Methods (1):

Bottom – up (“Detalhado“)

evaluate
energy savings^{EU}



Elementos de calculo: Três níveis de avaliação

- MS tem liberdade para ajustar os seus esforços, de acordo com as suas próprias práticas e ambição
- Um mesmo ponto de partida para todos os Estados-Membros com potencial para futuras melhorias

Elementos de calculo: Três níveis de avaliação(1)

	Data scale	Main data sources	Data processing and documenting
Level 1	European default values	existing/available European regulation, studies and statistics	security factor according to the level of reliability of the default value
Level 2	National representative values	up-to-date national statistics, surveys, samples, registries	requirements = minimum set of information and justifications to be reported
Level 3	Program- or Participant-specific	specific monitoring systems, registries, surveys, measurements	requirements to report on the specific data and justifications in detail (standard report at least available)

→ Um método de avaliação pode combinar diferentes níveis de esforço, pois podem ser necessários vários parâmetros nos cálculos

Método Bottom-up (1)

■ ESD Annex IV (1)

*“A bottom-up calculation method means that energy savings obtained through the implementation of a **specific energy efficiency improvement measure** are measured in kilowatt-hours (kWh), in Joules (J) or in kilogram oil equivalent (kgoe) and added to energy savings results from other specific energy efficiency improvement measures”.*

C á l c u l o s « e m d e t a l h e »

“Um método de cálculo «em detalhe» é um método em que as economias de energia obtidas graças à aplicação de determinada medida específica de melhoria da eficiência energética são medidas em quiloWatt-hora (kWh), em joules (J) ou em quilogramas equivalente de petróleo (kgep) e adicionadas aos resultados de outras medidas específicas de melhoria da eficiência energética.”

Método de Calculo:

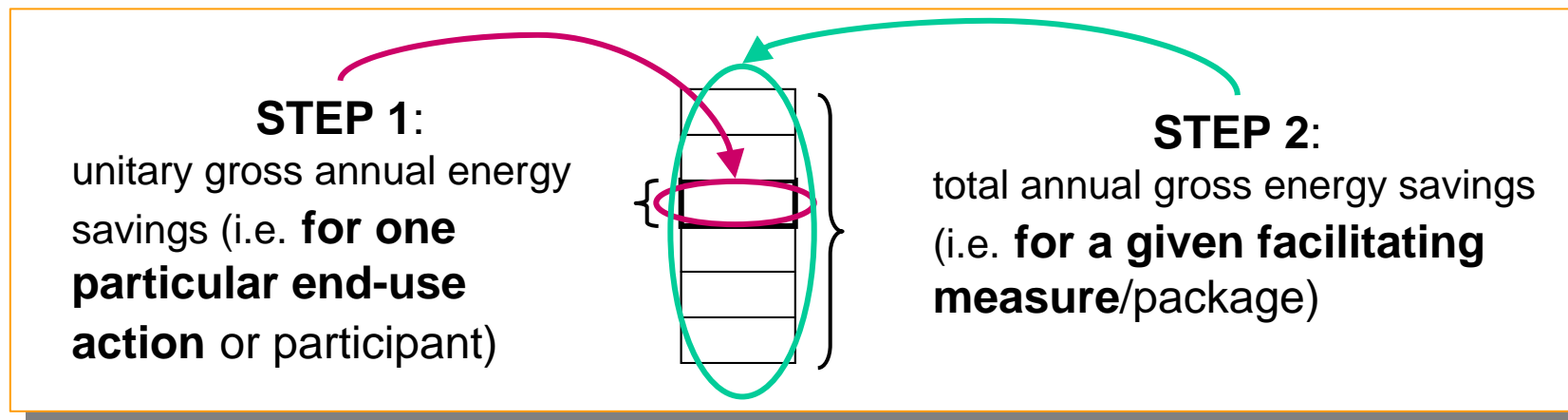
Quatro passos definidos (1)

- **Passo 1:** **poupança bruta anual de energia**
(por aplicação)
(+) numero de participantes ou de aplicações
- **Passo 2:** **poupança total bruta anual de energia**
(de uma medida simplificada)
(+) efeitos (*double counting, multiplier, free rider*)
- **Passo 3:** **poupança total anual de energia (ESD)**
(de pacotes de medidas EEI)
(+) periodo de tempo e vida util da ESD e
degradação do desempenho
- **Passo 4:** **poupança total de energia para o ano (ESD)**
“i” (i=2010 or 2016)

Método de Calculo:

Quatro passos definidos(2)

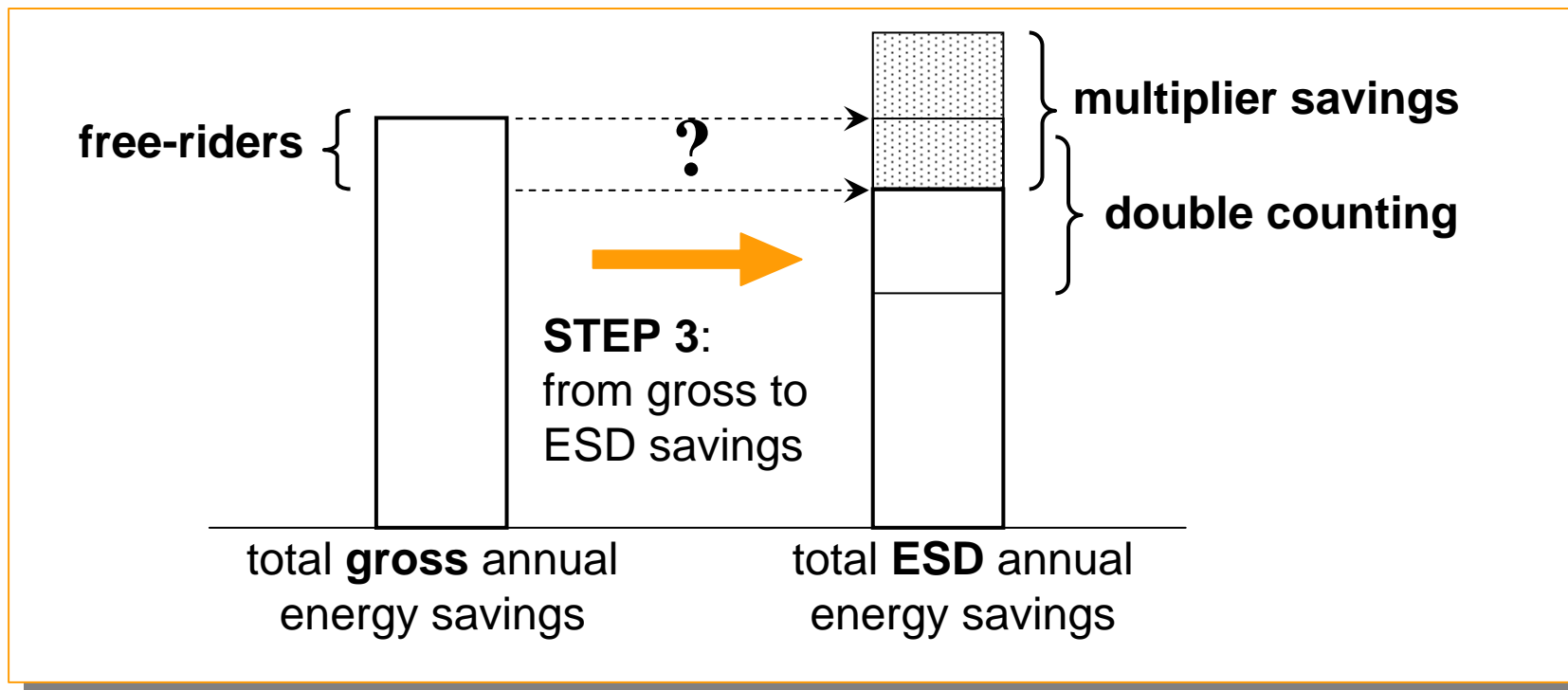
- **passo 1:** poupança bruta anual de energia → define-se como um método de cálculo (com factores de normalização, por exemplo, condições meteorológicas, horas de funcionamento)
- **passo 2:** poupança total bruta anual de energia → define um método de contagem



Método de Calculo:

Quatro passos definidos(3)

- **step 3: poupança total anual de energia (ESD) →** Aplicado a factores de correcção **gross-to-net**



Método de Calculo:

Quatro passos definidos(4)

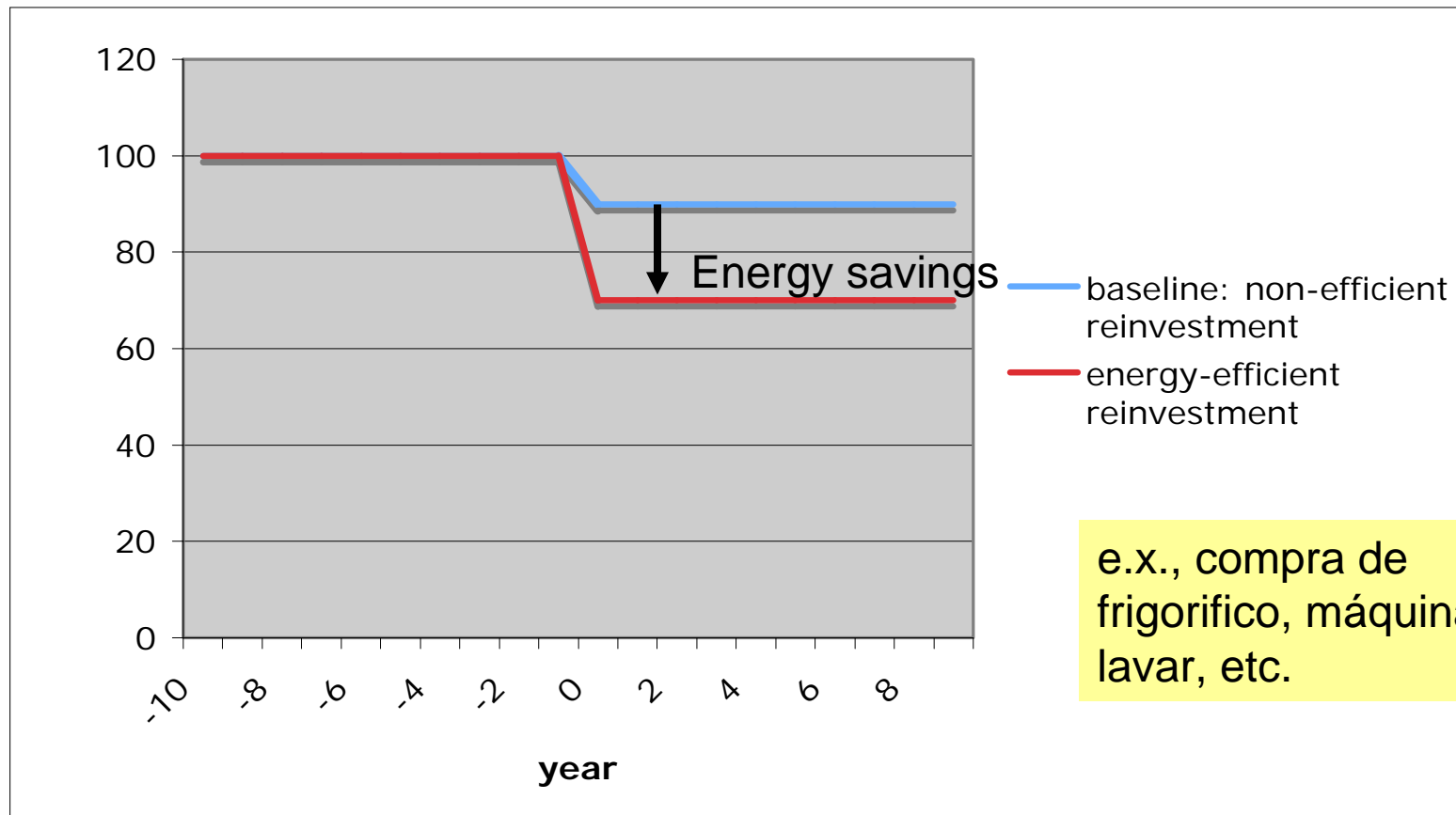
- **Step 4:** poupança total de energia para o ano (ESD) “i” (i=2010 or 2016) → tempo de vida das poupanças

Recomendado para o momento: tempo de vidas das poupanças, de acordo com o CEN Workshop 27 Agreement (Saving lifetimes of Energy Efficiency Improvement Measures in bottom-up calculations)

Segundo a ESD, a Comissão tem que apresentar ao Comité da ESD uma proposta de actualização da vida util das poupanças presente no Anexo IV (4) (deveria ter sido feito até Novembro de 2006)

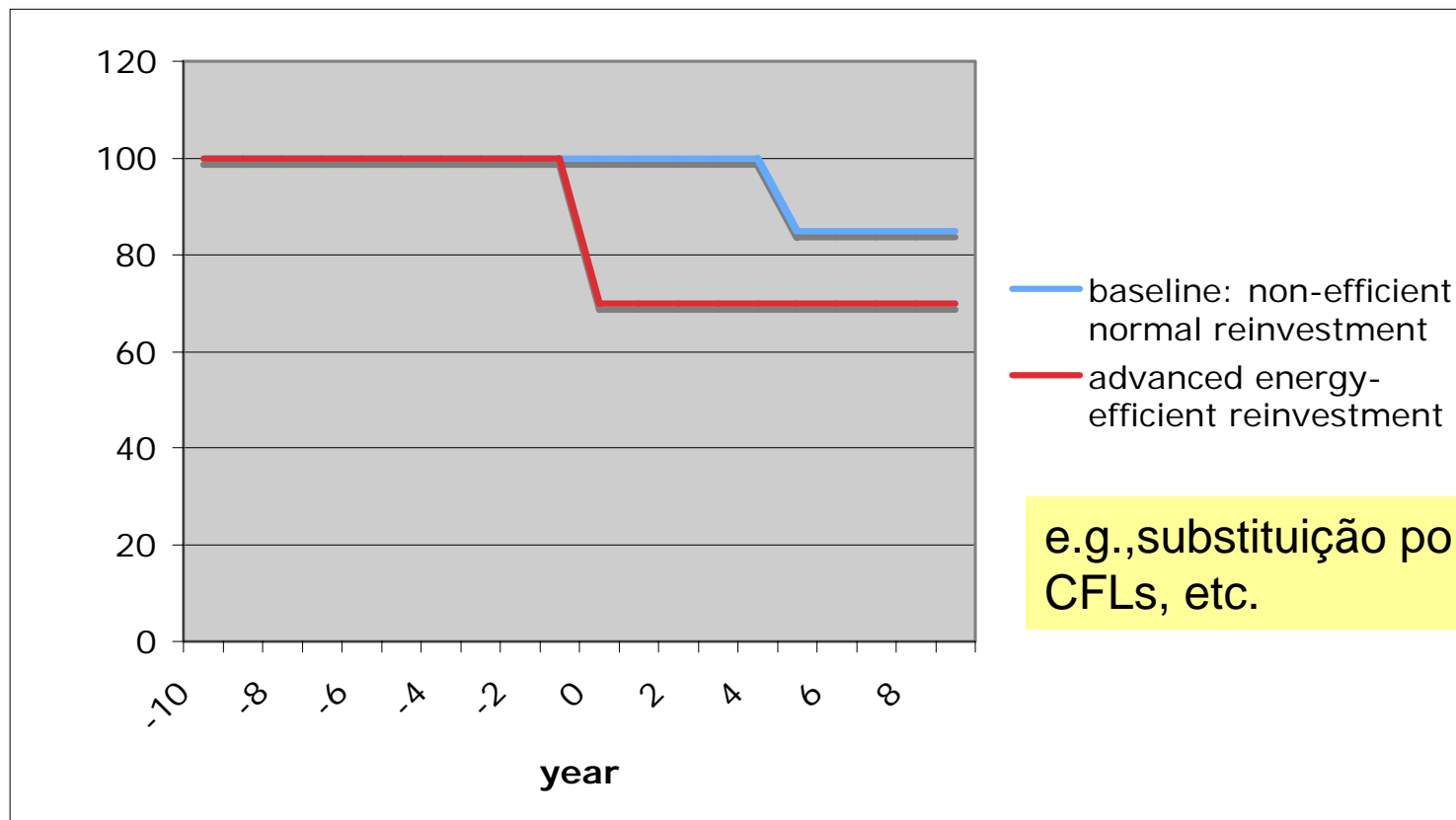
Referência para poupança de energia unitária(1):

Caso de reinvestimento normal



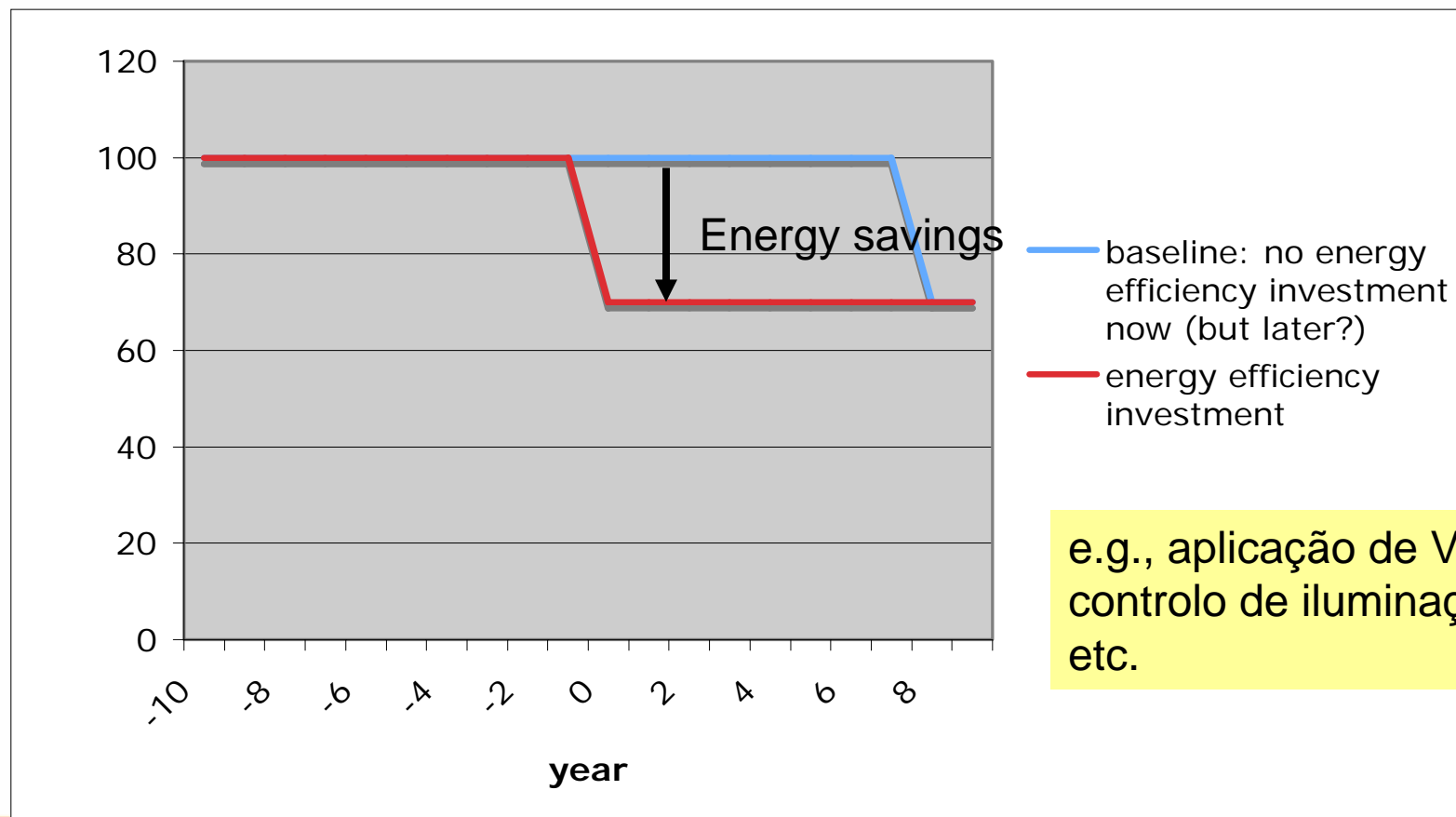
Referência para poupança de energia unitária(1):

Caso de reinvestimento avançado



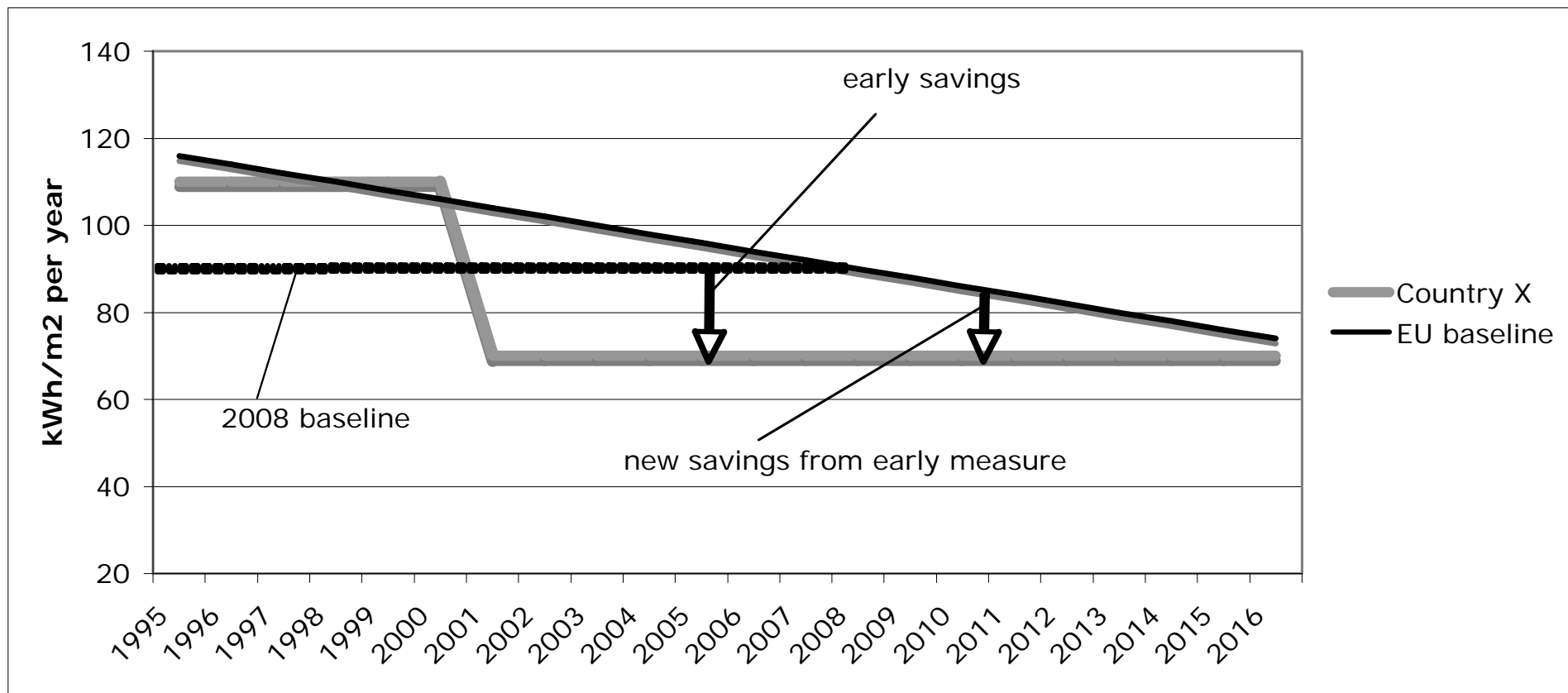
Referência para poupança de energia unitária(1):

Caso de investimento em tecnologia adicional antecipadamente



Poupança de energia recentes avaliadas pelo método bottom up

Compromisso pragmática : utilização da média UE em 2008 como referencia



Métodos em desenvolvimento pelo EMEEES

(1) Para o sector residencial

End-use or end-use action or facilitating measures	Responsible organisation
1 Energy performance of new buildings	SenterNovem
2 Building envelope improvement	A.E.A
3 Improvement of heating system	AGH-UST
3b: Condensing Boilers	Armines
4 Energy-efficient white goods (appliance purchased anyway)	ADEME
5 Hot water: solar water heaters, heat pumps, water-saving faucets	AGH-UST

Métodos em desenvolvimento pelo EMEEES

(1) Para a indústria e sector terciário

End-use or end-use action or facilitating measures	Responsible organisation	Sector
6 Energy performance of new non-residential buildings	SenterNovem	tertiary
9 Improvement of lighting system	eERG	tertiary – (industry)
10 Improvement of ventilation/air conditioning system, including heat recovery, free cooling	Armines	tertiary
11 Office equipment	Fraunhofer	tertiary
13a High efficiency electric motors	ISR-UC	industry
13 b Variable speed drives separate, including for industrial pumping systems	ISR-UC	industry
19 Energy performance contracting	Stem	tertiary - industry
20 Energy audit programmes (or as commercial energy efficiency service)	Motiva	tertiary - industry
21 Voluntary agreements with end use sectors	SenterNovem	tertiary - industry

Métodos em desenvolvimento pelo EMEEES

(1) Para o sector dos transportes

End-use or end-use action or facilitating measures	Responsible organisation
15 Vehicle (car; <i>possibly</i> : bus, truck) energy efficiency	Wuppertal Institute
16 Modal shifts in passenger traffic, including towards non-motorised traffic	Wuppertal Institute
17 Eco-driving	SenterNovem

Método – Bottom up (“Detalhado”): Exemplos



Bottom up – métodos: Exemplos

13 b – Variadores Electrónicos de Velocidade

20 – Auditorias de Energia

9 – Iluminação

Método 13B: VSD

- Método ligado ao tipo de utilização final
- Unidade é cada VSD instalado
- Se a carga acoplada ao motor for muito variável (bombas, ventiladores, compressores, elevadores) podem ser conseguidas poupanças elevadas

(método desenvolvido por
Portugal)



ISR – Universidade de Coimbra,

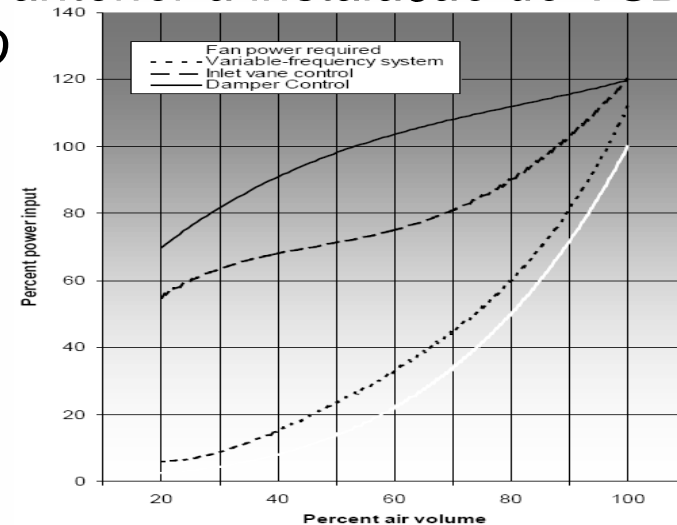
Método 13B: VSD

■ Passo 1.1: Formula básica de cálculo para as poupanças unitárias de energia

→ *Poupança de energia unitária = consumo anterior à instalação do VSD*
 – *consumo posterior à instalação do VSD*

■ Passo 1.2: Referência

→ A referência é um motor EFF 2 com controlo por estrangulamento



■ Passo 1.3: Factores de Normalização

→ Número de horas de funcionamento e factor de carga são ambos parâmetros de entrada para o cálculo da poupança de energia, e potenciais factores de normalização para a energia consumida em motores ligados a VSD.

Método 13B: VSD

- **Passo 1.4: Método de calculo para os três níveis: duas opções dependendo da potência do motor**

A) [poupanças] para motores mais pequenos que 22 kW são estimadas usando valores por defeito de poupanças típicas usando a média da EU- nível 1, *médias nacionais* - **nível 2** ou medição para cada caso de aplicação da acção - nível 3.

poupança de energia anual bruta por unidade =

$$\left(\frac{P_{mec}}{\eta} * Av.LoadFactor * Av.OperatngHours \right) * Av.DefaultSavings$$

Método 13B: VSD

B) [poupanças] para motores maiores que 22 kW as poupanças são medidas para cada caso específico - nível 3:

$$\text{poupança de energia anual bruta por unidade} = \sum_i \left((P_T^i - P_{VSD}^i) * h^i \right)$$

Com:

P_T^i – Potência eléctrica, com estrangulamento

P_{VSD}^i – Potência eléctrica, com VSD

h^i – Numero de horas de funcionamento para cada nível de potência

i – índice de carga (Numero de horas em cada nível de potência)

Método 13B: VSD

- **Valores por defeito** para poupanças unitarias (1)
- Valores por defeito para *Av.LoadFactor*, *Av.Operatng Hours*, opção A (< 22 kW), nível 1 (valores do SAVE II):

Intervalos de Potencia	Tipo de aplicação	Industria		Terciario	
		Horas (h)	Factor de carga	Horas (h)	Factor de carga
[0,75;4[	Bombas	3861,03	0,55	3800	0,55
[4;10[		4501,94	0,58	3050	0,60
[10;22[		5040,47	0,59	3000	0,60
[0,75;4[	Ventiladores	4910,47	0,53	2250	0,60
[4;10[		4137,76	0,56	2500	0,65
[10;22[		5210,64	0,59	2500	0,65

Aplicação	Poupança média por VSD (%)
Bombas, ventiladores	28
Outras aplicações	12

Método 13B: VSD

■ Passo 2.1: Somatório do número de acções

- Unidade=cada VSD instalado

$$Total_gross_annual_energy_savings = \sum_i^n [energy_savings_of_VSD_i]$$

Where:

i – number of VSD application.

Método 13B: VSD

■ Passo 3.1: Formula para a poupança total (no âmbito da ESD)

total net annual energy savings
 = *total gross annual energy savings of all VSDs (from step 2.1)*
 * *(1 - free-rider coefficient + multiplier coefficient)*
 * *double-counting factor*

→ Formula simplificada, se existirem provas que ambos os efeitos (multiplicativo e free-rider) são pequenos (despresaveis):

total net annual energy savings
 = *total gross annual energy savings of all VSDs (from step 2.1)*
 * *double-counting factor*

Variações possíveis dos coeficientes :
 Free-rider: share [0, 1]
 Multiplier coefficient: ≥ 0
 Double Counting: factor [0, 1]

Método 13B: VSD

■ Passo 3.2: Double counting

	Auditorias energéticas	Contratos de desempenho energético	Certificados brancos	Impostos	Subsídios	Risco de sobreposição
Instalação de VSDs	X	X	X	X	X	X
Motores eficientes (EEMs)	X	X	X	X	X	X
Melhorar a manutenção	X				X	
....						

■ Passo 3.3: Interacção técnica

	VSDs	EEMs
VSDs		+
EEMs	+	

- Participantes que tenham instalado VSDs e EEMs também, as poupanças geradas pela instalação de VSDs tem de ser reduzidas Y%. Tipicamente entre 1 a 1.5%.

Método 13B: VSD

■ Passo 3.4: Efeito Multiplicador

- Calculos Ex-Ante devem ser realizados pelo avaliador, logo que os MS revelem o seu Plano de Acção para a Eficiência Energética Nacional (NEEAP).

■ Passo 3.5: Efeito free-rider

1ª Abordagem	Stock / Modelização de Mercado : Level 2 - Referencia baseada em estatísticas nacionais Level 3 – dados de medidas específicas
2ª Abordagem	Definição de Net-to-Gross Ratios (NTGR) (Implica inquéritos aos participantes ou escolha discreta de modelização) Level 2 - Nacional NTGR Level 3 – Medida específica NTGR
3ª Abordagem	Abordagem Progressiva

Método 13B: VSD

Anos após o início da medida facilitando a implementação	Método Contabilístico
[0,3[	Rácios por defeito NTGR ou Stock / Modelização de Mercado . MS podem propor métodos para definir valores para MS NTGR, Tendo em conta que esses métodos devem ser aplicáveis a todos os Estados-Membros (Cabe à Comissão - em uma avaliação intercalar - para decidir se os métodos são pertinentes ou não).
>3	De acordo com a experiência adquirida por todos os Estados-Membros, a nova proposta não exige a estimativa de free-riders, mas a utilização de um padrão NTGR.

■ Passo 4: vida útil

VSD's	Valor por defeito: 8 anos (valor do CWA-27).
--------------	---

Método 13B: VSD

■ Garantia de qualidade/Incerteza

Para a opção A pode estimar-se:

Para a eficiência : +/- 1 to 2 %

Para o factor de carga e horas de funcionamento: +/- 10 to 15%

Para poupanças por defeito para VSD: +/- 10 %

Para a opção B propõe-se:

Equipamento de medida	Tolerancia do equipamento
4-Channel power data loggers , True RMS power analyzer, Flow meter	Data loggers: +/- 1% Power analyzer: +/- 1% Flow meter: +/- 2%

Auditorias energéticas na indústria e no sector terciário

- Método que lida com medidas de promoção/incentivos
- Unidade: cada participante

(método desenvolvido por **Motiva**, Finland
e principalmente baseado nos resultados do projecto AUDIT II)

Auditorias energéticas

■ Passo 1.1: Formula básica de calculo das poupanças unitárias de energia

Poupança unitária de energia = consumo anterior à auditoria – consumo posterior à substituição de equipamento identificado na auditoria

→ + *distinção entre formas de energia: electricidade de um lado e calor+ combustíveis do outro lado*

■ Passo 1.2: Referência

→ Consumo de energia antes da implementação das medidas identificadas pela auditoria.

Auditorias energéticas

- **Passo 1.4: Quatro opções possíveis para o calculo da poupança anual de energia unitária (abreviado como [poupanças])**

A) [poupanças] são estimadas do consumo anual de cada participante ou para todos os edifícios por m² ou m³ auditado, usando valores por defeito % de poupanças (nível 1)

$$[savings] = [\% \text{ of savings} * \text{Annual Consumption (GWh/a)}]$$

B) [poupanças] são estimadas com base no potencial de poupanças totais de energia calculadas com base em auditorias ,usando **default % of realised savings (nível 1 & 3)**

$$[savings] = [\% \text{ of realised savings} * \text{Total Savings Potential (GWh/a)}]$$

C) [poupanças] são retiradas directamente de inquéritos, ex post, de um passado recente de auditorias energéticas, se as opções B ou D não forem possíveis (**nível 2**)

D) [poupanças] são definidas com base nos potenciais de aplicação das medidas identificadas pela auditoria (**nível 3**)

$$[savings] = [\text{Total Savings Estimated for all Implemented Actions (GWh/a)}]$$

Auditorias energéticas

- **Valores EU por defeito** para poupanças unitárias **com opção A, nível 1: [% de poupança]**

Sector	Poupanças em % do consumo anual	
	Electricidade	Outras energias
Edifícios públicos de serviços (residenciais não incluído)	2%	3%
Edifícios privados de serviços (residenciais não incluído)	1.5%	4%
Indústria (indústria intensiva não incluída)	1%	2%

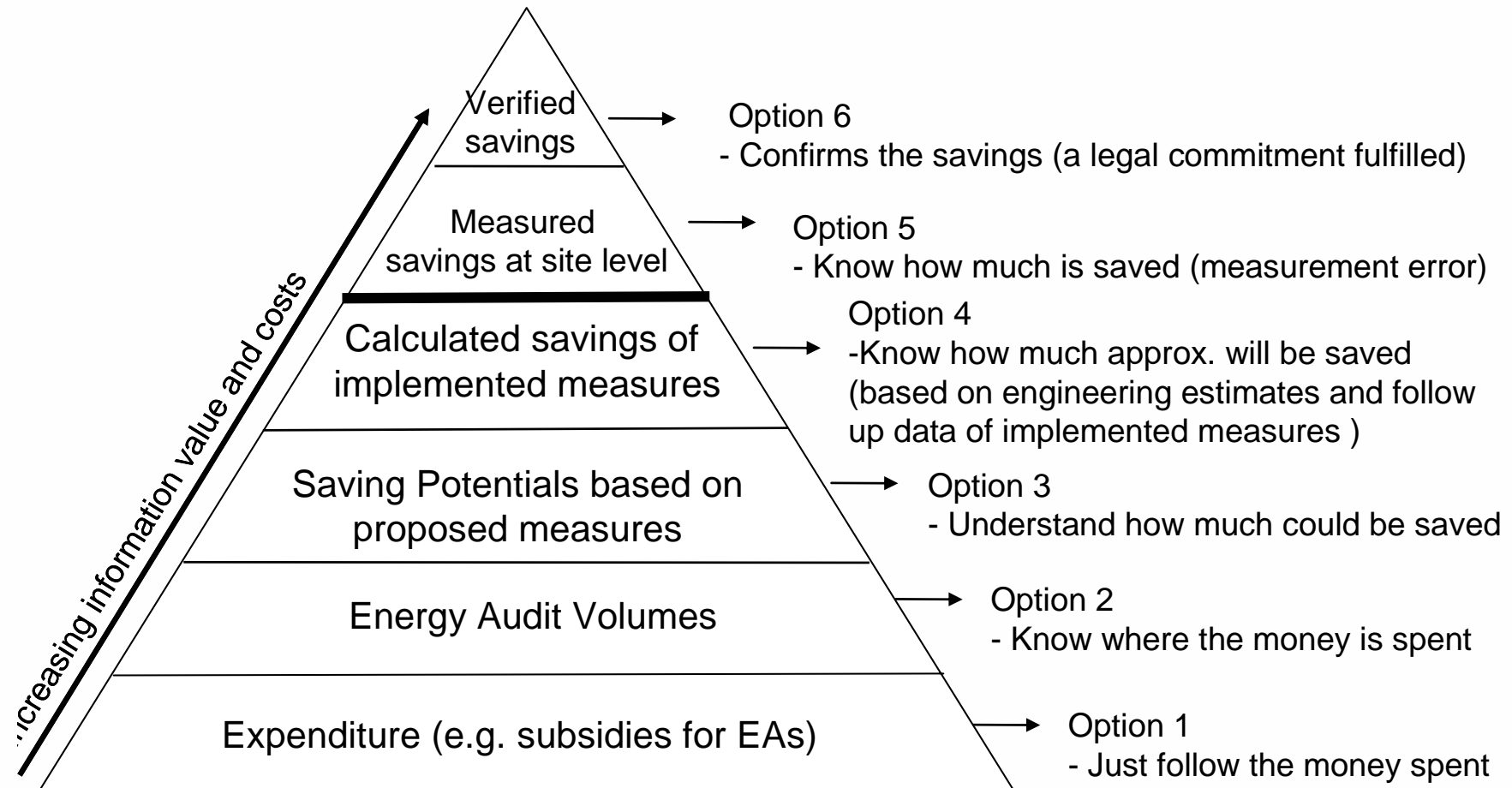
Auditorias energéticas

- **Valores propostos por defeito para as poupanças unitárias com opção B, nível 1: [% das poupanças realizadas]**

Sector	Proporção de poupanças realizadas (% , comparado com as poupanças totais verificadas na auditoria)			
	Percentagem a ser usada no método de calculo para a opção B			
	Electricidade	Outras energias		
Edifícios públicos de serviços (residenciais não incluído)	25%	25%		
Edifícios privados de serviços (residenciais não incluído)	25%	25%		
Industria (industria intensiva não incluída)	20%	15%		

Auditorias energéticas

■ Técnica de monitorização e custos (1)



Auditorias energéticas

■ Tempo de vida

nível 1	Por defeito: 6 anos para o terciário e 8 anos para a indústria (6 anos para todos, se não houver distinção entre sectores)
nível 2	Média nacional
nível 3	Valor do tempo de vida por tipo de acção (ou conjunto de acções) SE: <ul style="list-style-type: none"> - MS apresentarem informação devidamente justificada - Valores por tipo de aplicação (valores nacionais) ou acordados pelos MS (valores da EU)

Auditorias energéticas

- **Garantia de qualidade/Incerteza**

Dois factores a ter em consideração:

- 1) a competências dos auditores;
- 2) a qualidade do relatório da auditoria.

Método 9: Sistemas de Iluminação

- Método que lida com vários tipos de aplicações de uso final e suas combinações
- Unidade é cada sistema de iluminação instalado
- A combinação de varias acções com o intuito de promover os sistemas de iluminação podem resultar em poupanças significativas (a cima de 80%)

(método desenvolvido por eERG – Politécnico de Milão, Itália)

Método 9: Sistemas de Iluminação

- Substituição de lampadas:
 - Incandescente => Lampada Fluorescente Compacta-CFLs
 - T12 => T8 => T5 Lampada Fluorescente
- Instalação de balastro electrónico em detrimento do balastro electomagnético
- Usar luminárias eficientes
- Promover sistemas de controlo

Método 9: Sistemas de Iluminação

■ Passo 1.2: Referência

→ A referência depende da aplicação que se pretende

Aplicação	Reinvestimento avançado ou <i>upgrade</i> do sistema existente	Reinvestimento Normal ou construir novo
Uso de lâmpadas luminarias e balastros eficientes	Eficiência energética do sistema existente / médio do stock	Nova eficiência energética, ineficiente sistema / média mercado ineficiente
Controlo de iluminação	Eficiência energética do sistema existente / média do stock	Nova eficiência energética, ineficiente sistema / média mercado ineficiente

Método 9: Sistemas de Iluminação

- **Passo 1.4: Método de cálculo para três níveis : duas opções dependem da complexidade da utilização final**

A) [poupanças] são estimadas para **CFLs, balastros electrónicos, ocupação e sensores fotoeléctricos** valores por defeito (em kWh/ano/unid) ou uma % por defeito das poupanças, **nível 1** (parâmetros por defeito da EU) e **nível 2** (medias nacionais baseadas em simples inquéritos), ou uma **medida específica nível 3** (Valores médios de parâmetros a partir de levantamentos de uma amostra de participantes).

B) [poupanças] são estimadas **para aplicações mais complexas, particularmente** a substituição de lâmpadas T8 ou T5 e usar balastro electrónico, **com o caso específico nível 3, usando uma formula mais complexa mas com a possibilidade de usar valores do nível 1.**

Método 9: Sistemas de Iluminação

- **Valores por defeito para poupança unitária (1)**
- **Valores por defeito opção A, nível 1:**

Aplicação	Poupanças em que a referência é o stock instalado	Poupanças em que a referência é a média do mercado
Uso de CFLs em vez de Incandescentes	102 kWh/ano/CFL	102 kWh/ano/CFL
Uso de balastro electrónico com sistema T8	18 kWh/ano/balastro	12 kWh/ano/balastro
Uso de sensor de presença em sistemas T8	80 kWh/ano/sensor ou 20 %	80 kWh/ano/sensor ou 20 %

Método 9: Sistemas de Iluminação

- Valores por defeito para poupança unitária (2)
- Valores por defeito **opção B, nível 1:**

Aplicação	Energia consumida com o sistema de referência	Energia consumida com o sistema eficiente
Usar luminarias eficientes com tecnologia T8	90 kWh/ano/balastro	80 kWh/ano/balastro
Usar luminarias eficientes com tecnologia T5	90 kWh/ano/balastro	83 kWh/ano/balastro
Horas anuais de utilização	2,500 h/ano	2,500 h/ano
Numero de lunimarias	Caso específico! (nível 3)	Caso específico! (nível 3)

Método 9: Sistemas de Iluminação

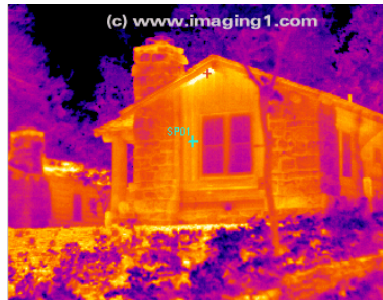
- **Passo 3.5: Efeito free-rider- valores por defeito propostos para o efeito free-rider baseados em dados de mercado (nível 1)**

Aplicação	Valores propostos para o efeito free-rider para medidas EEI nos anos 2008 e 2009
Uso de CFLs	0.5
Balastro electrónico	2008: 0.6 2009: 0.65
Luminarias eficientes - T8	0.5
Luminarias eficientes - T5	0.3
Sensor de presença	0.05

Método 9: Sistemas de Iluminação

- **Passo 4: Tempo de vida – valores por defeito do CWA-27**

Novo / renovado escritório iluminação (Comercial / sector público)	12 anos
<i>Proposta de aplicação de controlo de luz (Comercial / sector público)</i>	10 anos



Fim



Obrigado pela Atenção

