

# MEDIÇÃO E VERIFICAÇÃO

1-1

André L. V. Gimenes

[gimenes@gmail.com](mailto:gimenes@gmail.com)

Curso Elaborado Por FEMP, DOE - Departamento de Energia dos EUA, [Ref. 1] e PIMVP [Ref. 2]

# CONSIDERAÇÕES SOBRE PROJETOS DE GESTÃO DE ENERGIA

- O projeto em questão é um bom investimento ?
- As economias previstas serão realmente alcançadas?
- E se houver alterações significativas nas condições locais no período de execução da gestão energética? Como verificar se as proposições foram alcançadas nesta condição?
- E se houver um contrato de desempenho “performance”, como aferir resultados?

# M&V

## O que é Medição e Verificação

- Segundo o PIMVP: Medição e Verificação” (M&V) é o processo de utilização de medições para determinar, de modo seguro, a *economia* real criada dentro de uma instalação individual por um programa de gestão de energia.
- A *economia* não pode ser medida diretamente, uma vez que representa a ausência de consumo de *energia*. Nesse caso a *economia* é determinada pela comparação do consumo medido antes e depois da implementação de um projeto, com ajustes adequados, tendo em conta alterações nas condições

# M&V

## Atividades de Medição e Verificação

As atividades de *M&V* consistem em algumas ou todas as seguintes ações:

- instalação, calibração e manutenção de medidores;
- coleta e tratamento de dados;
- desenvolvimento de um método de cálculo e estimativas aceitáveis;
- cálculos com os dados medidos;
- relatórios, garantia de qualidade e verificação de relatórios por terceiros.

# M&V

## Objetivos Gerais

- Aumentar a economia de energia
- Documentar transações financeiras
- Aumentar o financiamento para projetos de eficiência
- Melhorar projetos de engenharia, funcionamento e manutenção da Instalação
- Gerir orçamentos energéticos
- Aumentar o valor dos créditos de redução de emissão
- Apoiar a avaliação de programas de eficiência regionais
- Aumentar a compreensão do público acerca da gestão de energia como ferramenta de política pública

# M&V

## Princípios

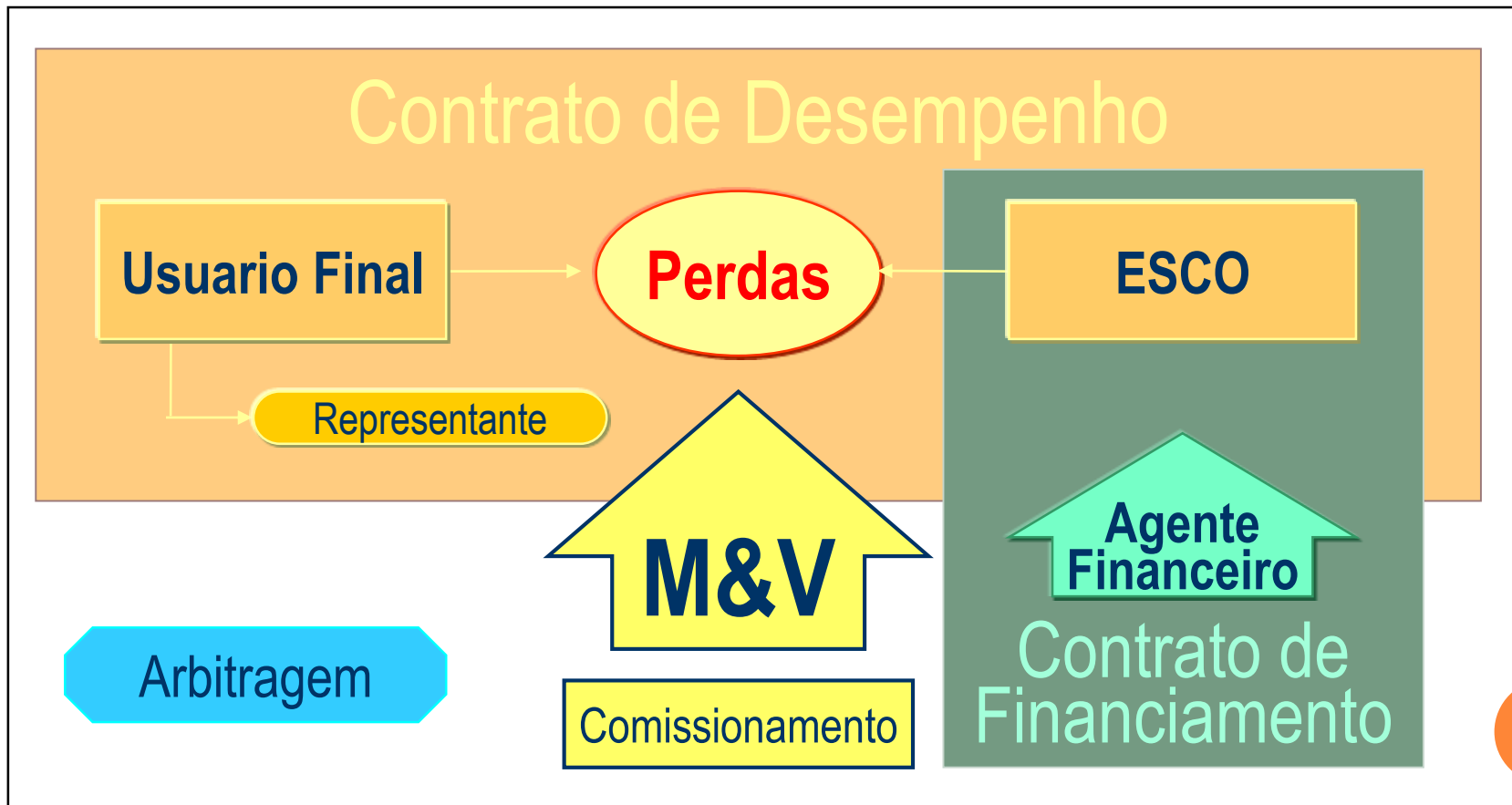
- Completude
- Conservadorismo
- Consistência
- Precisão
- Relevância
- Transparência

# M&V

## Quem se utiliza

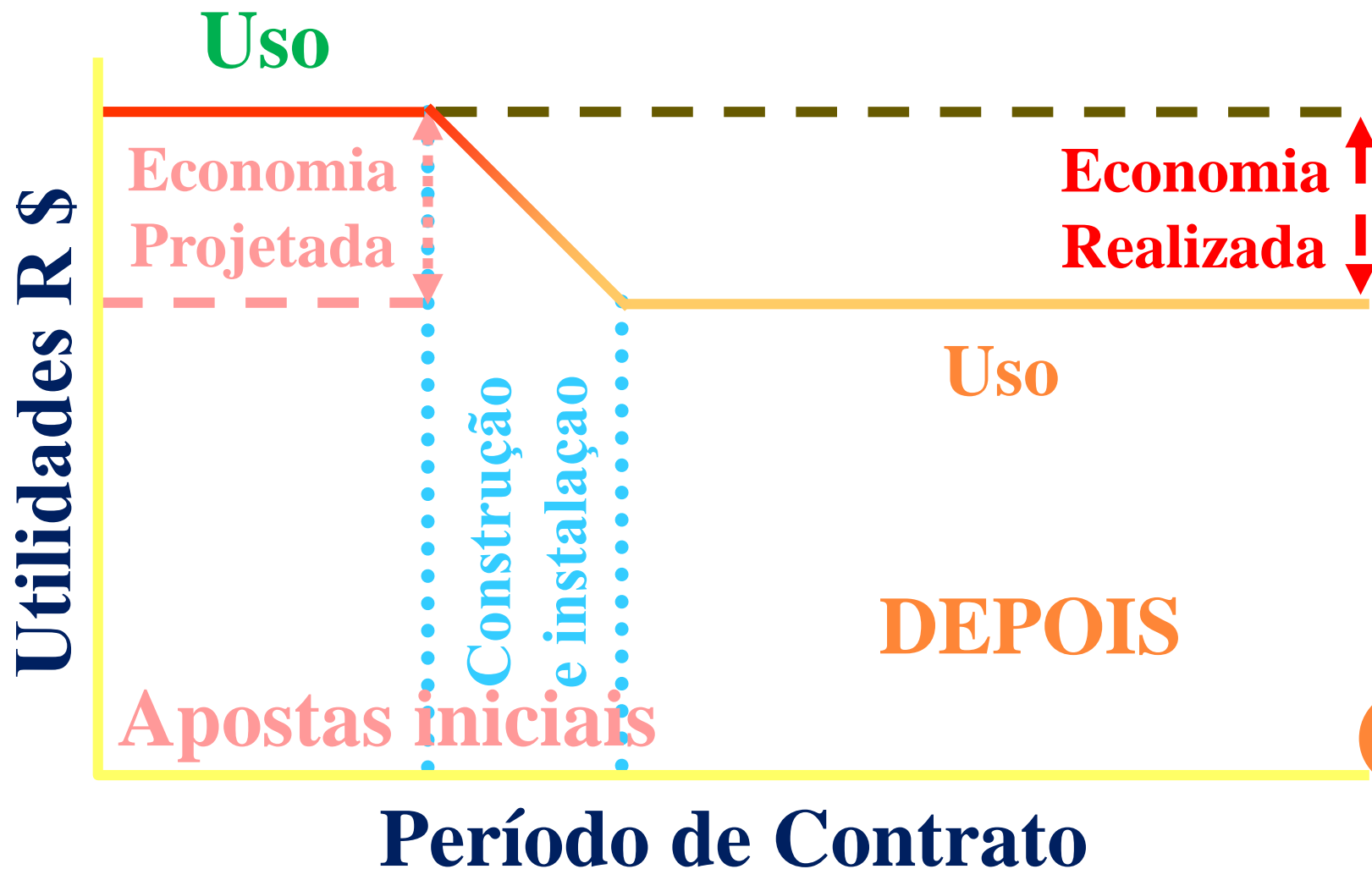
- Fornecedores de contratos de desempenho energético
- Usuários de energia querendo medir suas *economias*
- Gerentes de instalações responsáveis por variações no orçamento
- Projetistas de prédios novos buscando reconhecimento da sustentabilidade de seus projetos
- Formuladores de programas de comércio de redução de emissões de gases de efeito estufa
- Usuários de energia buscando a certificação pela ISO 50001
- Programa de Eficiência Energética ANEEL

# ESTRUTURA DO CONTRATO DE DESEMPENHO



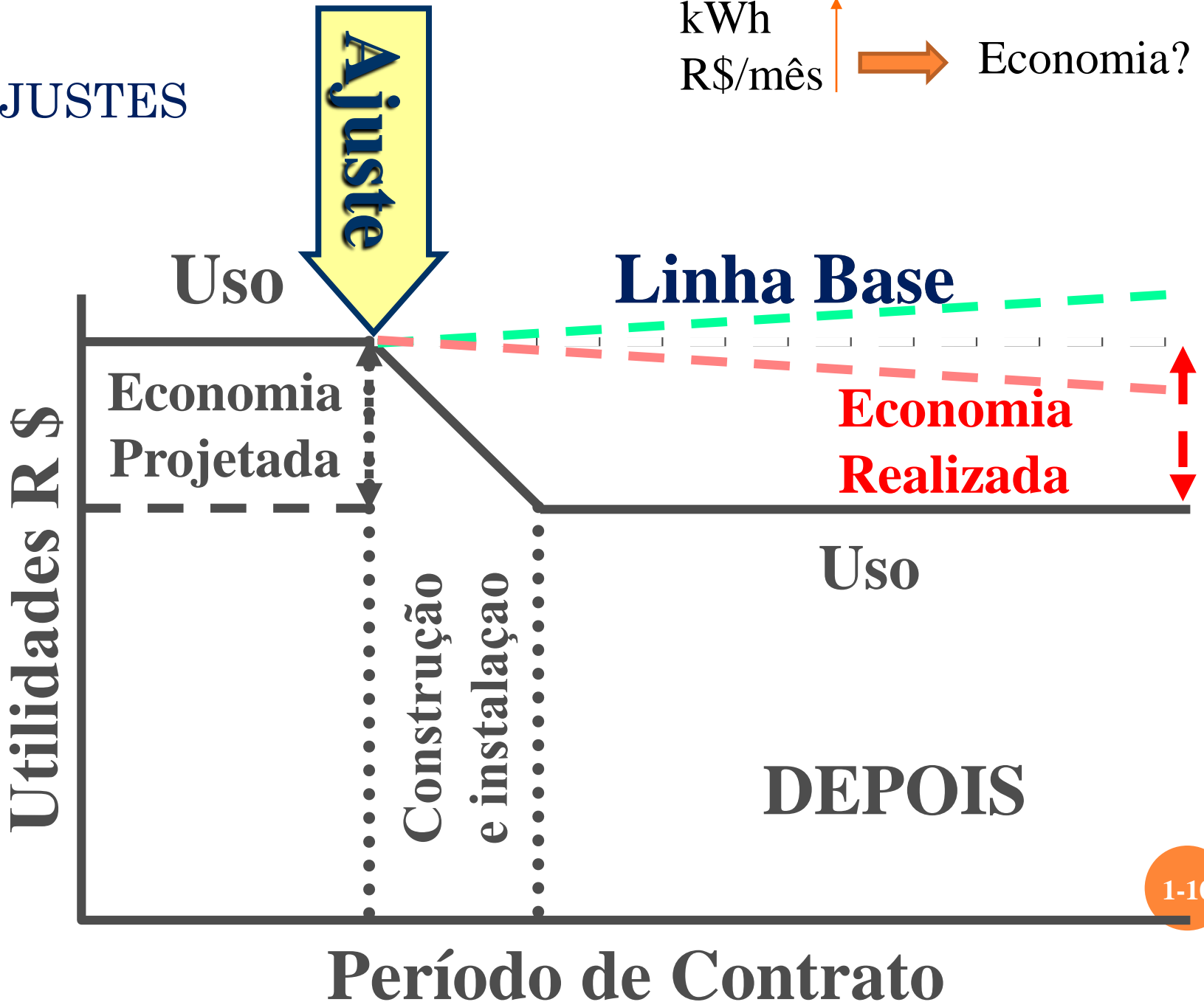


# COMO FUNCIONA



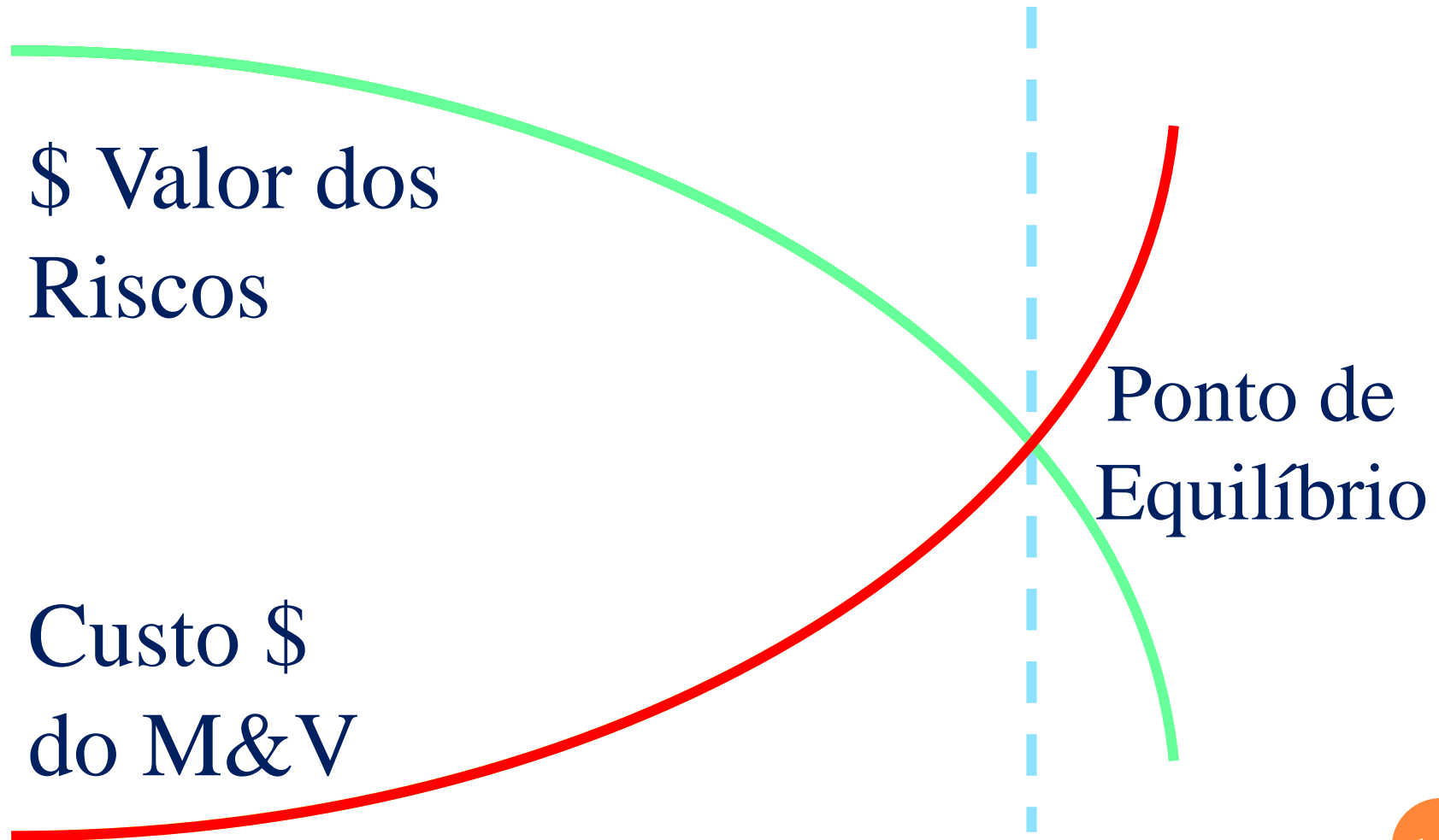
# AJUSTES

kWh  
R\$/mês  $\uparrow$   $\rightarrow$  Economia?



É necessário realizar um processo de M&V para aferir as economias reais e diminuir Riscos

# CUSTO X RISCOS



# M&V VISÃO GERAL

## Proposta inicial

- M&V Resumo: parte da proposta inicial:
  - Descreve abordagem desejada.
  - Poucos detalhes.
  - Concebida como um ponto de partida para a negociação.

A visão geral permite que o cliente e o executor acordem um plano de M&V satisfatório.

# PLANO DE M&V ESPECÍFICO

## Conteúdo

- O plano de M&V Específico inclui:
  - O que será feito e quando.
  - Como o desempenho será verificado.
  - Quem irá conduzir essas atividades e quando.
  - Como a economia é calculada.
  - Como o desempenho será ajustado para as diferentes condições encontradas.

# LEVANTAMENTO DETALHADO DA ENERGIA

## Linha de Base

- O Levantamento detalhado da Energia define a linha de base da instalação, que consiste em:
  - O uso da energia e do histórico de custos.
  - Lista de equipamentos e desempenho medido.
  - Fatores que influenciam o consumo de energia.
  - Operações e custos de manutenção.

**Se esta informação não está documentada, ela está perdida, pois não pode ser determinada após a instalação.**

# MATRIZ DE RESPONSABILIDADES

## Aspectos Legais

- A Matriz de Responsabilidades descreve como o contratante irá abordar os fatores de risco que afetam a economia e a viabilidade do projeto. Estes são caracterizados como:
  - Desempenho de Equipamentos
  - Facilidade de uso e Operações
  - Análise Econômica e Financeira
- Matriz de Responsabilidades direciona o Plano de M&V.



# RELATÓRIOS ANUAIS DE DESEMPENHO

## aspectos Legais

- O executor elabora *Relatórios Anuais de Desempenho* para demonstrar que a economia tenha ocorrido.
- Devem incluir:
  - Descrição do projeto.
  - Medidas de desempenho.
  - economias realizadas durante o ano.
  - Comparação com os montantes garantidos.

# FINALIDADE DA M&V

## Contrato de desempenho

- O Contrato de Desempenho é um arranjo onde os benefícios exatos só são conhecidos mais tarde.
- Há um elemento de risco relacionado com a incerteza do benefício entregue.
  - M&V quantifica os benefícios.
  - M&V atribui risco entre as partes.
  - **M&V embasa a garantia.**

# ECONOMIAS

## Tipos de economia

- Dois tipos de economia:
  - Redução de Custos de Energia
  - Redução de Custos Relacionados com a energia

# REDUÇÃO DE CUSTOS DE ENERGIA

## Tipos de economias

- Reduções no consumo de energia
- Reduções na demanda de ponta
- As reduções das tarifas de energia
- Mudando o tempo de uso para reduzir os períodos de custo
- Convertendo para combustíveis menos caros
- Autoprodução (e cogeração / CHP)
- Redução do uso da água

# REDUÇÃO DE CUSTOS DE ENERGIA

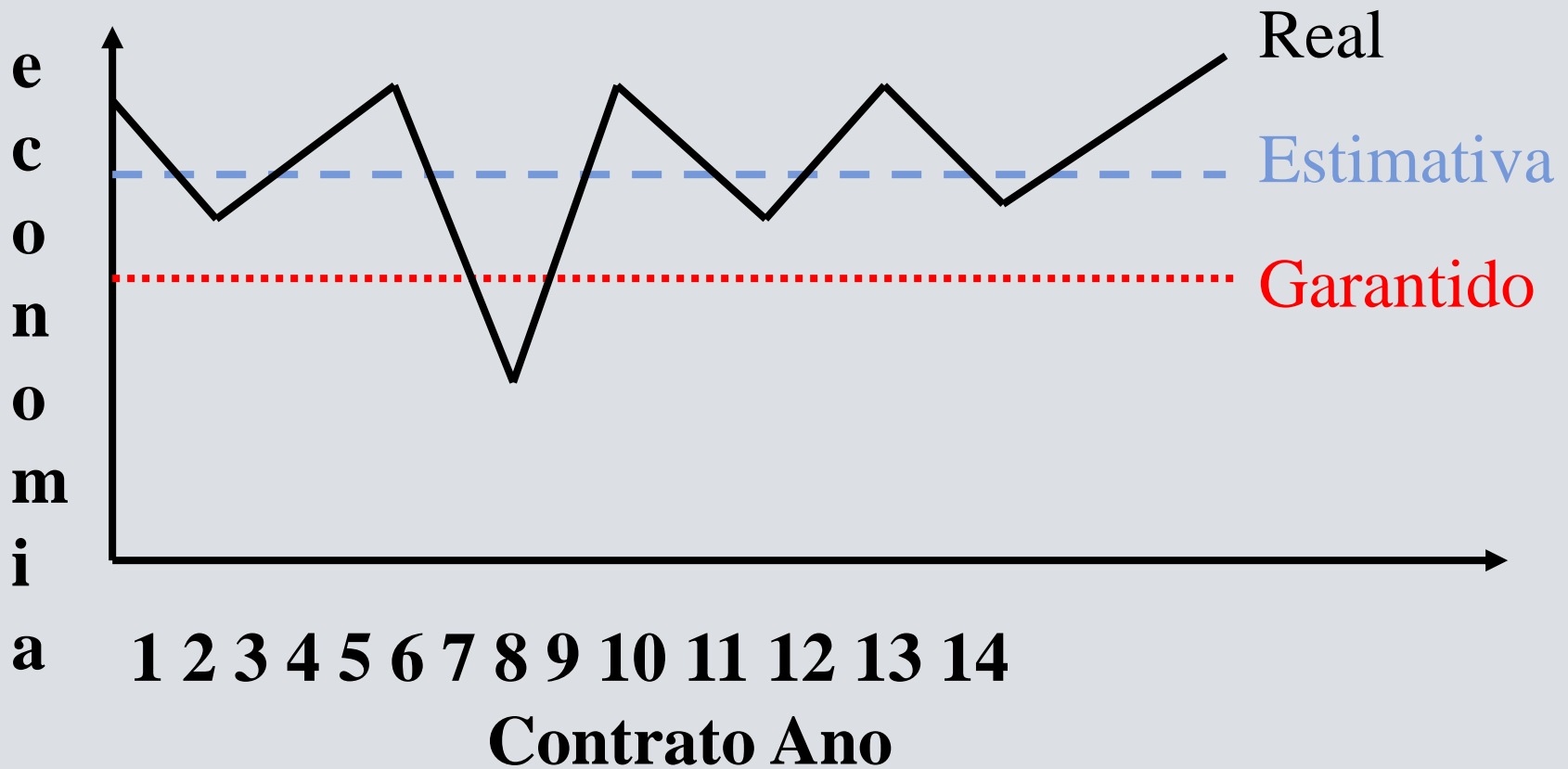
## Tipos de economias

- Redução de custos energéticos são principalmente devido à redução de despesas de O & M:
  - Peças e custos trabalhistas.
  - custos de reparação de emergência.
  - custos de substituição do equipamento.
- *As economias de custos devem ser provenientes de orçamentos existentes!*

# REDUÇÃO DE CUSTOS DE ENERGIA

## Economia Garantida

economia real irá variar, mas deve ser sempre maior do que o montante garantido.



# VOCÊ PRECISA DE M&V PORQUE ...

## Finalidade da M&V

- As economias são garantidas, mas a economia real flutua a cada ano.
  - Sem M&V, como você sabe que a garantia está sendo cumprida?
  - M&V verifica se a garantia foi atendida.
  - Pode ser obrigação contratual.

# M&V EM QUATRO FASES

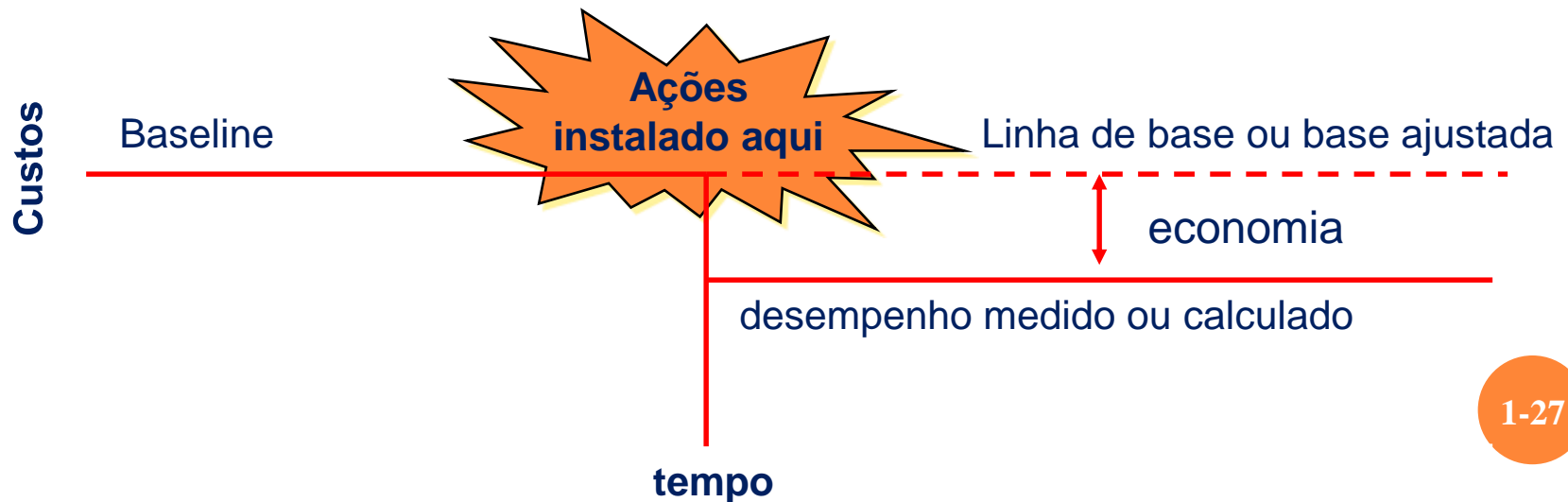
Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4
Fase	Cliente Atividade	ESCO Atividade	ESCO Atividade
1. Planejamento	Considerar a motivação do projeto.		
2. Projeto de Desenvolvimento	Revisão Plano de M&V, Análise de Riscos e Matriz Responsabilidade.	Desenvolver uma proposta inicial, Desenvolver Plano de M&V inicial e Matriz de Risco e Responsabilidade.	
3. Negociação e adjudicação	Avaliar o Plano de M&V evidenciar as atividades de M&V.	Realizar Pesquisa Energética detalhada, Desenvolver linha de base, Refinar Plano de M&V.	
4. Implementar	Evidências das atividades de M&V. Revisão e aprovação dos relatórios.	Comissionamento do Projeto, Enviar relatório de pós-instalação, Apresentar relatórios anuais	



# M&V PARTE 2: AVALIAÇÃO DE RISCO E ALOCAÇÃO DE RESPONSABILIDADES

# DEFINIÇÃO DA ECONOMIA

$$\text{A economia de energia} = \text{Uso}_{\text{Baseline}} - \text{Uso}_{\text{Pós-retrofit}}$$



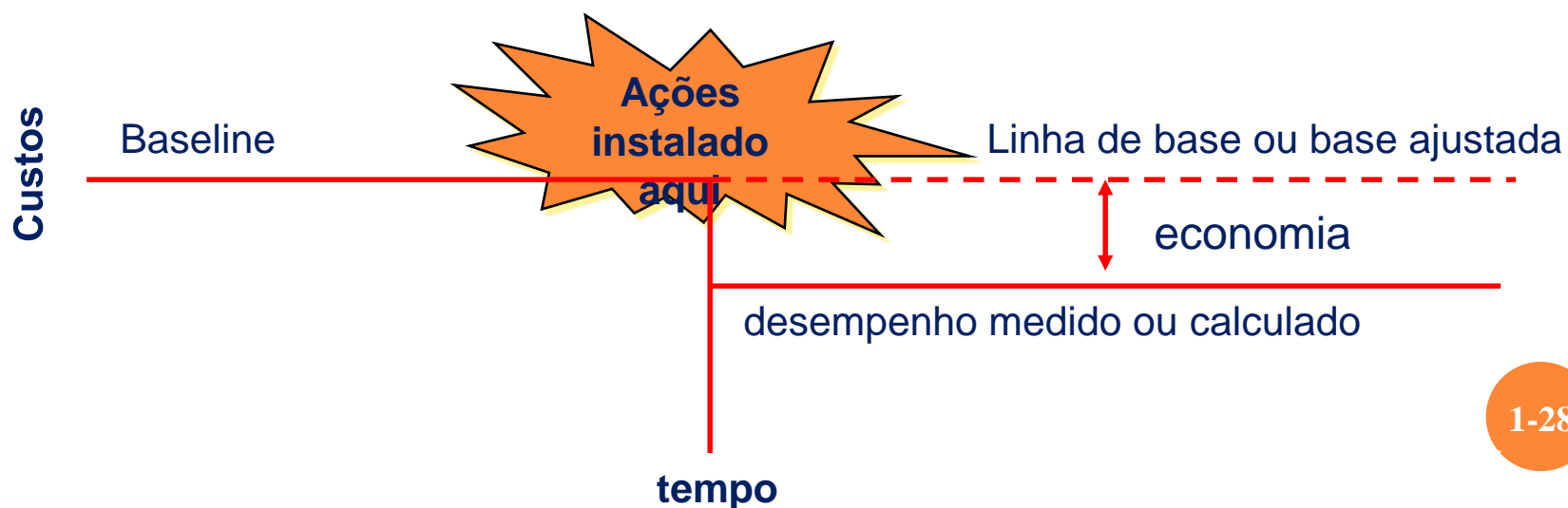
# DEFINIÇÃO DA ECONOMIA

A economia de energia =  $Uso_{Baseline} - Uso_{Pós-retrofit}$

A economia de energia =  $(Uso_{Baseline} \pm Ajustes) - Uso_{Pós-retrofit}$

Logo:

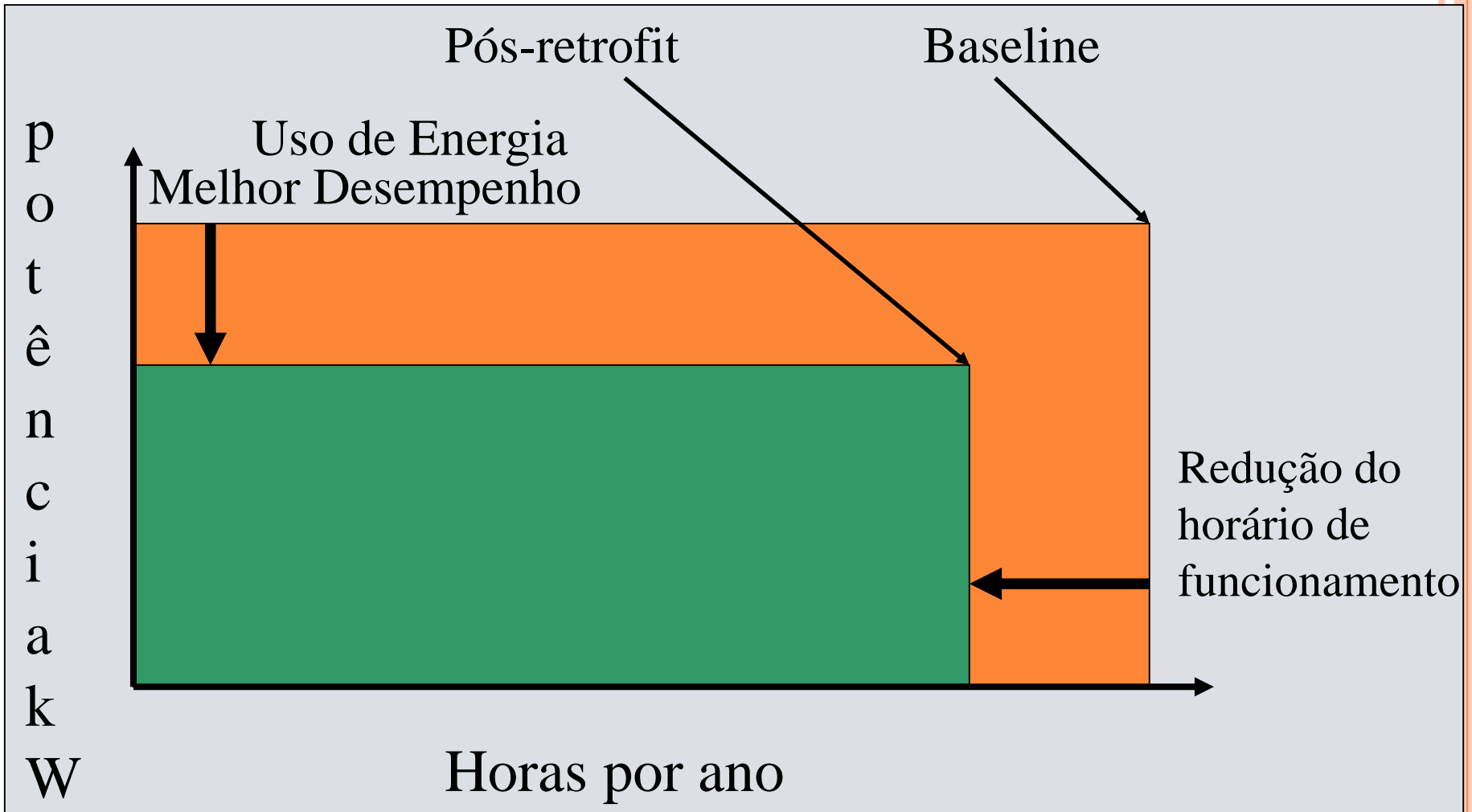
Economia \$ = (custo unitário) . (Economia de Energia)



# CALCULANDO ECONOMIA

- Há dois componentes para a economia de energia e utilização de energia:
  - Taxa de utilização de energia (desempenho)
  - Horas de utilização (uso)
- O consumo de energia é o produto dos dois.
- A redução da taxa de utilização de energia e / ou o número de horas reduz o consumo total de energia.

# DESEMPENHO E USO: IDEAL



# TIPOS DE RISCOS

**Desempenho**

**Uso**

**Financeira**

**Incertezas**

- As economias de energia são baseadas em:
  - Desempenho
  - Uso
  
- Enquanto a redução de custos são baseados em:
  - elementos financeiros
  - Incerteza na economia de energia

# DESEMPENHO DE RISCO

**Desempenho**

**Uso**

**Financeiro**

**Incerteza**

- O desempenho pode ser comprometido pela má concepção ou implementação.
- Desempenho do equipamento pode mudar ao longo do tempo devido à degradação e / ou práticas inadequadas de O & M.
- *Esses são fatores que o executor normalmente controla (mas nem sempre).*

# USO DE RISCO

**Desempenho**

**Uso**

**Financeiro**

**Incerteza**

- Uso pode ser definido como:
  - Horas de funcionamento (iluminação, equipamentos)
  - Ocupação ou programações
  - Aquecimento e arrefecimento cargas (e valores nominais)
  - Clima
  - Produção
  
- *Esses são fatores que o cliente controla.*



# RISCO FINANCEIRO

**Desempenho**

**Uso**

**Financeiro**

**Incerteza**

- A economia de energia deve ser convertida em redução de custos.
  - Quais são as tarifas de energia vão ser usadas?
  - Como eles podem mudar ao longo do tempo?
  - O que outras economias serão reivindicadas?

# RISCO INCERTEZA

Desempenho

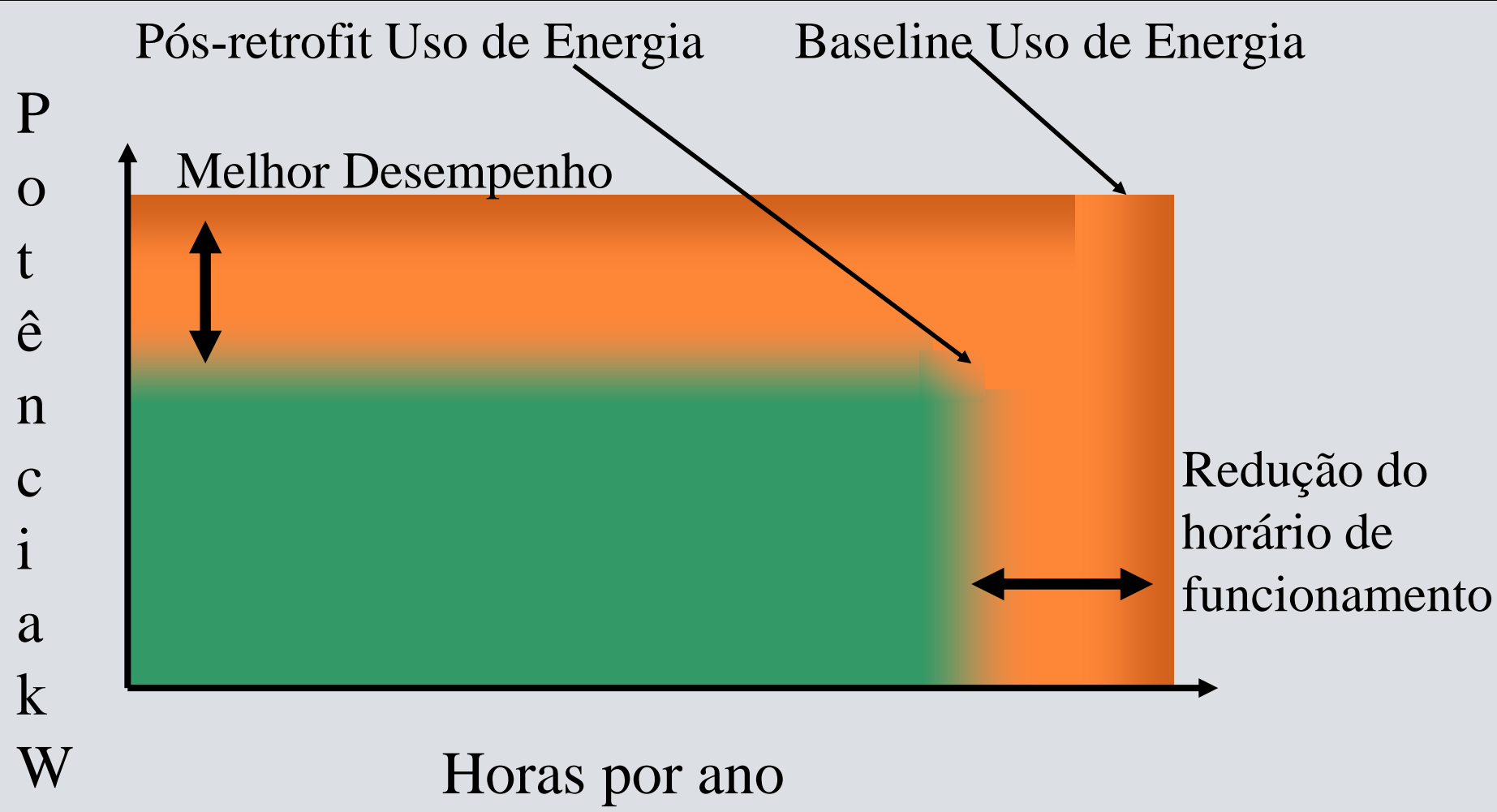
Uso

Financeiro

Incerteza

- Economias reivindicadas são sempre *estimativas* porque economia não pode ser medida.
- A incerteza é introduzida através de:
  - Medição e erro de modelagem
  - O erro de amostragem
  - Simplificando as suposições
- *Esses fatores são inerentes à M&V.*
- *A incerteza pode ser reduzida, mas não eliminada.*

# DESEMPENHO E USO: REAL



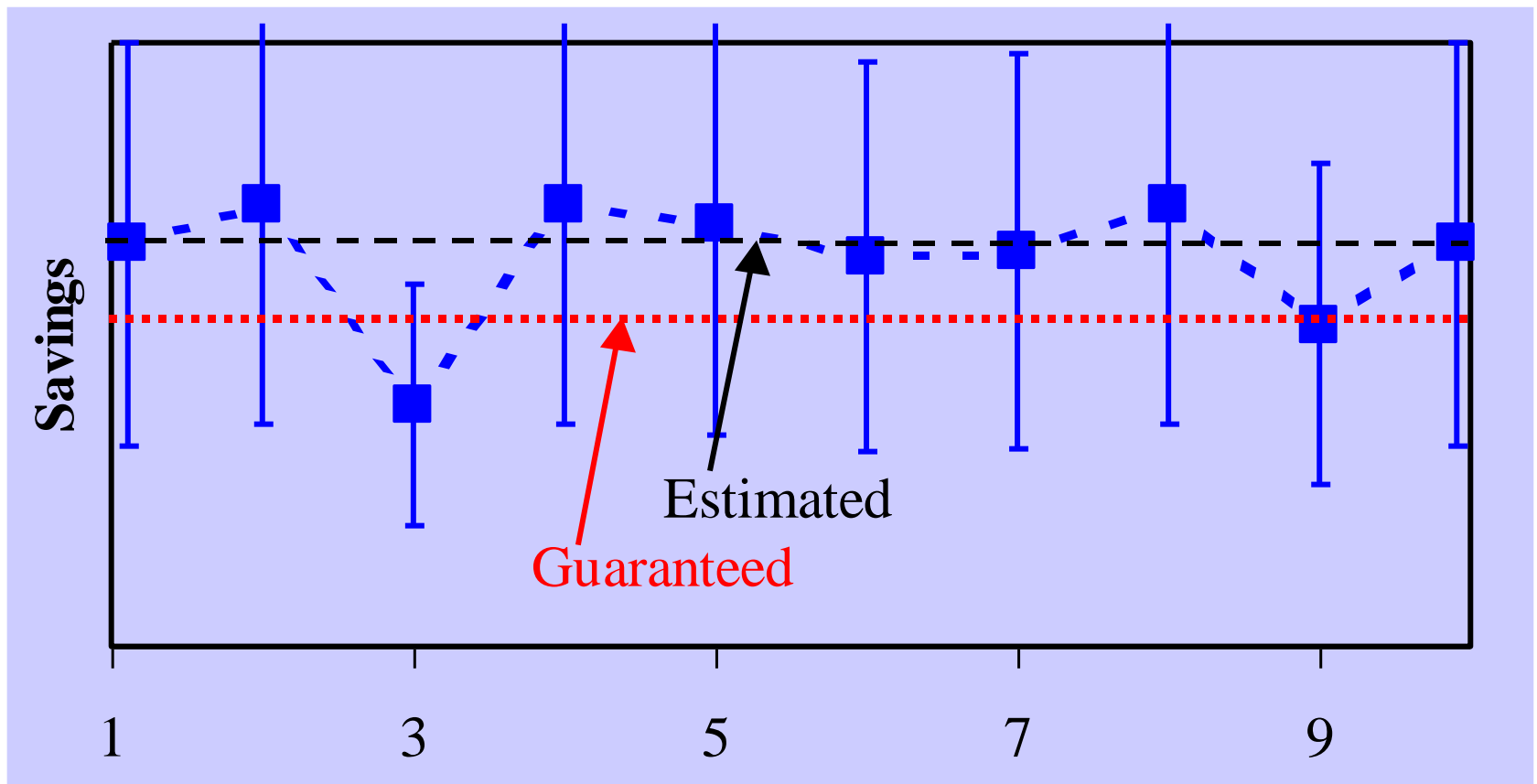
# INCERTEZA ECONOMIA: GRANDE

Desempenho

Uso

Financeiro

Incerteza



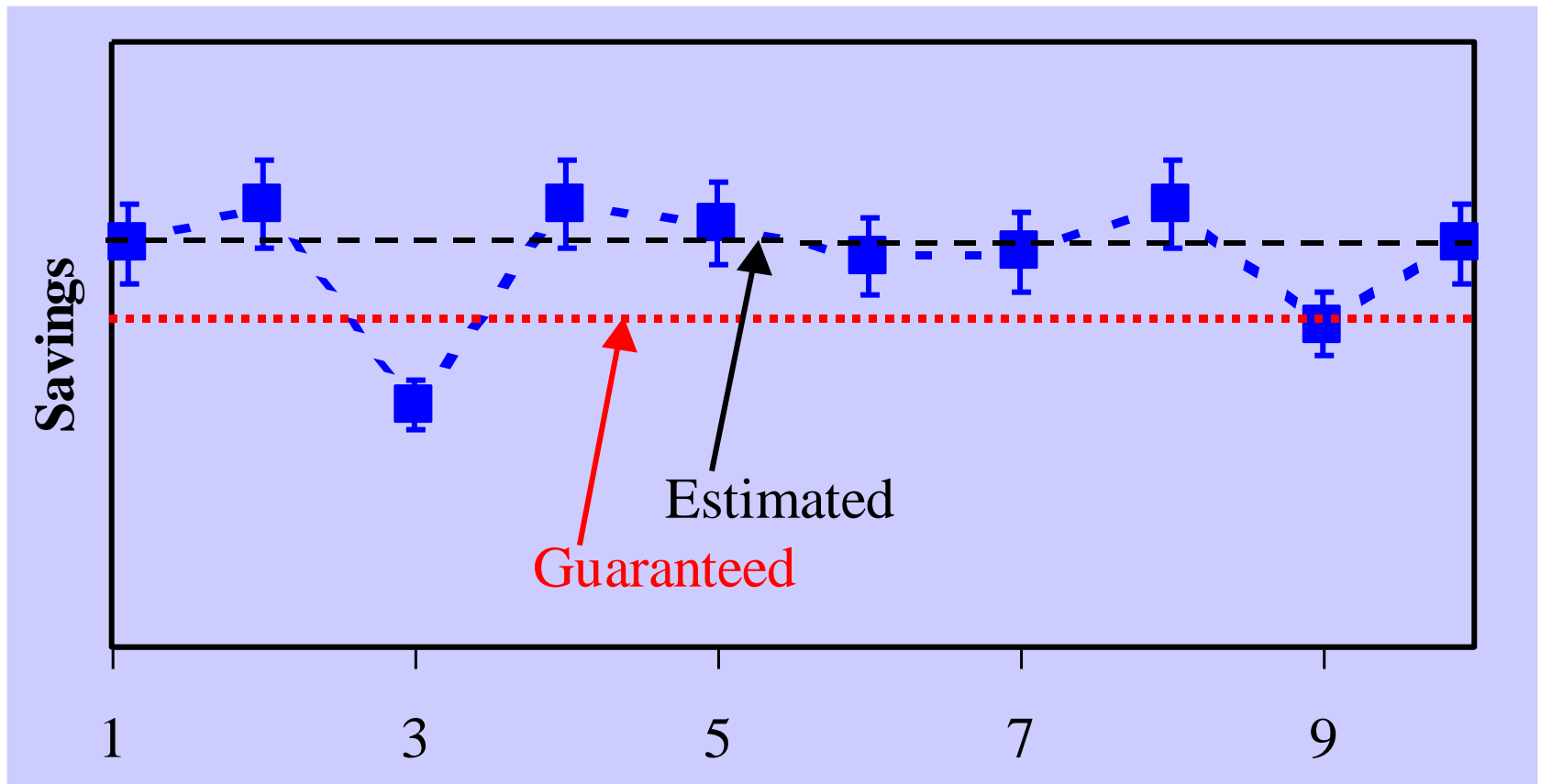
# INCERTEZA ECONOMIA: PEQUENAS

Desempenho

Uso

Financeiro

Incerteza



# EQUIPAMENTOS DE DESEMPENHO

## Desempenho

## Uso

## Financeiro

- Desempenho do equipamento é afetado pelo projeto e pela manutenção a longo prazo.
- Quem é que vai conduzir a manutenção a longo prazo?
- Como será o desempenho a longo prazo ser verificado?

# HORÁRIO DE FUNCIONAMENTO

## Desempenho

## Uso

## Financeiro

- O consumo de energia e economia de flutua com horário de funcionamento de equipamentos e instalações.
  - Se o cliente reduz o horário de funcionamento e a economia, é o executor o responsável?
  - Se o cliente aumenta o horário de funcionamento, as contas de serviços públicos vão aumentar. A economia vai aumentar ou diminuir?

# CARGA

**Desempenho**

**Uso**

**Financeiro**

- O cliente pode fazer alterações que afetam as cargas (por exemplo, ar condicionado adicional).
  - Se as cargas aumentam e aumentar a economia, quem se beneficia?
  - Se as cargas e a economia diminuírem, que é o responsável?



# CARGA

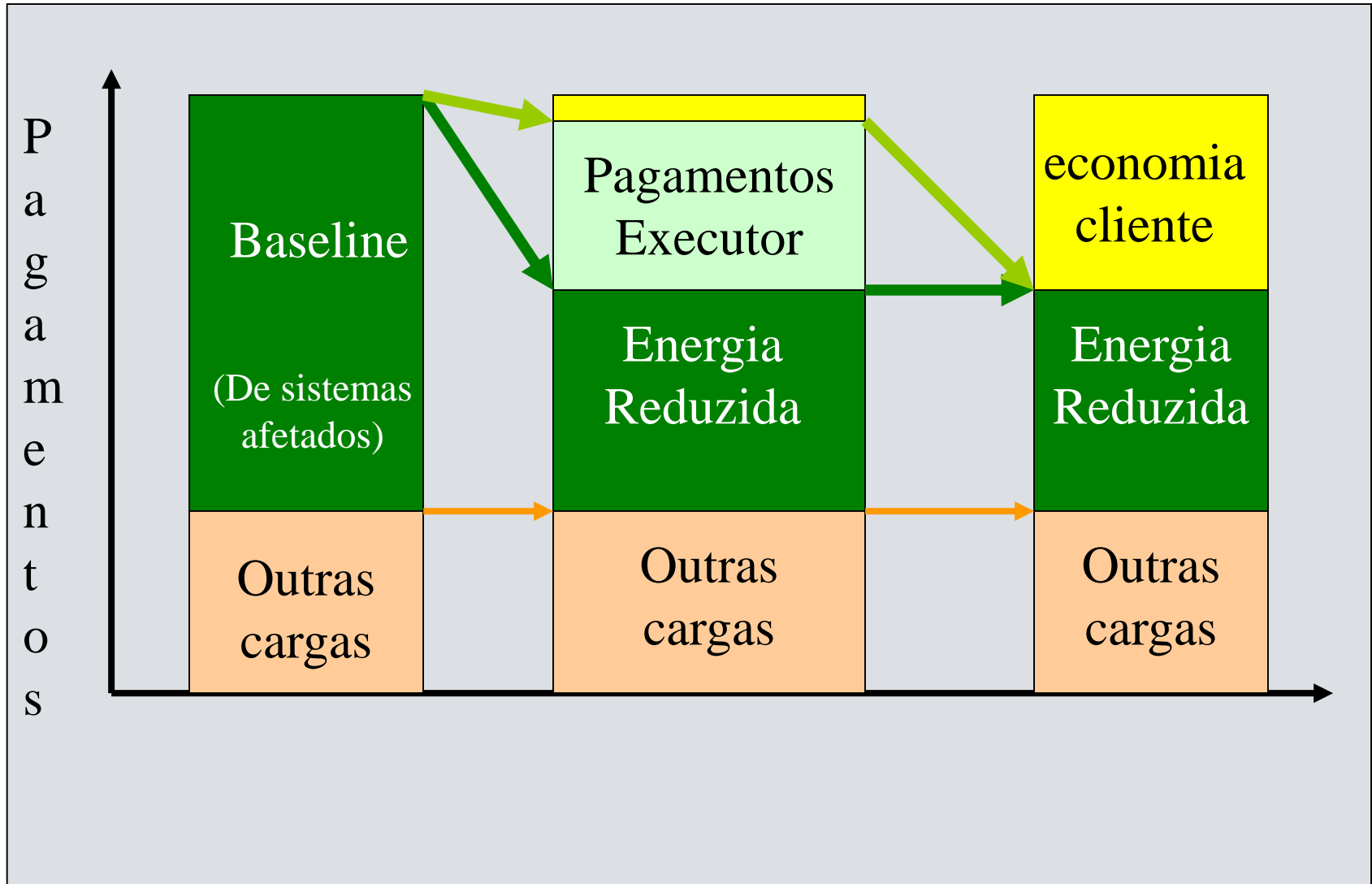
**Desempenho**

**Uso**

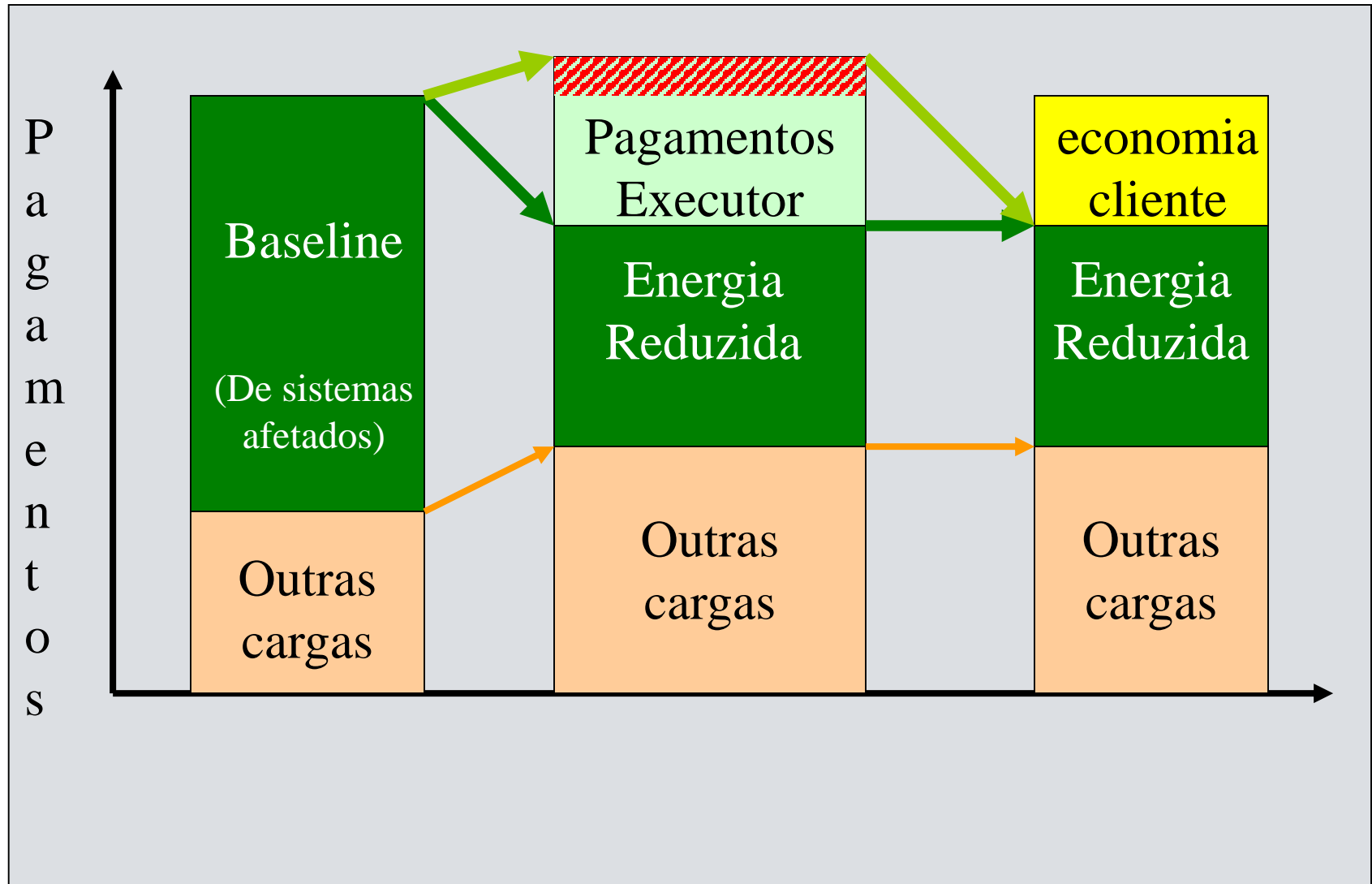
**Financeiro**

- Como é que se estima uma economia se:
  - O cliente adiciona ou remove cargas?
  - Adiciona espaço do edifício?
  - Remove os espaços do edifício?
  - Alterações de configurações termostato?

# CARGAS CONSTANTES



# CARGAS AUMENTAM



# CLIMA

**Desempenho**

**Uso**

**Financeiro**

- Ninguém controla o clima.
  - Como deve ser a linha de base ajustada para as condições climáticas?
  - O que acontece nas estações mais amenas quando economia prometida pode não se concretizar?
  - O que acontece em épocas de climas severos?

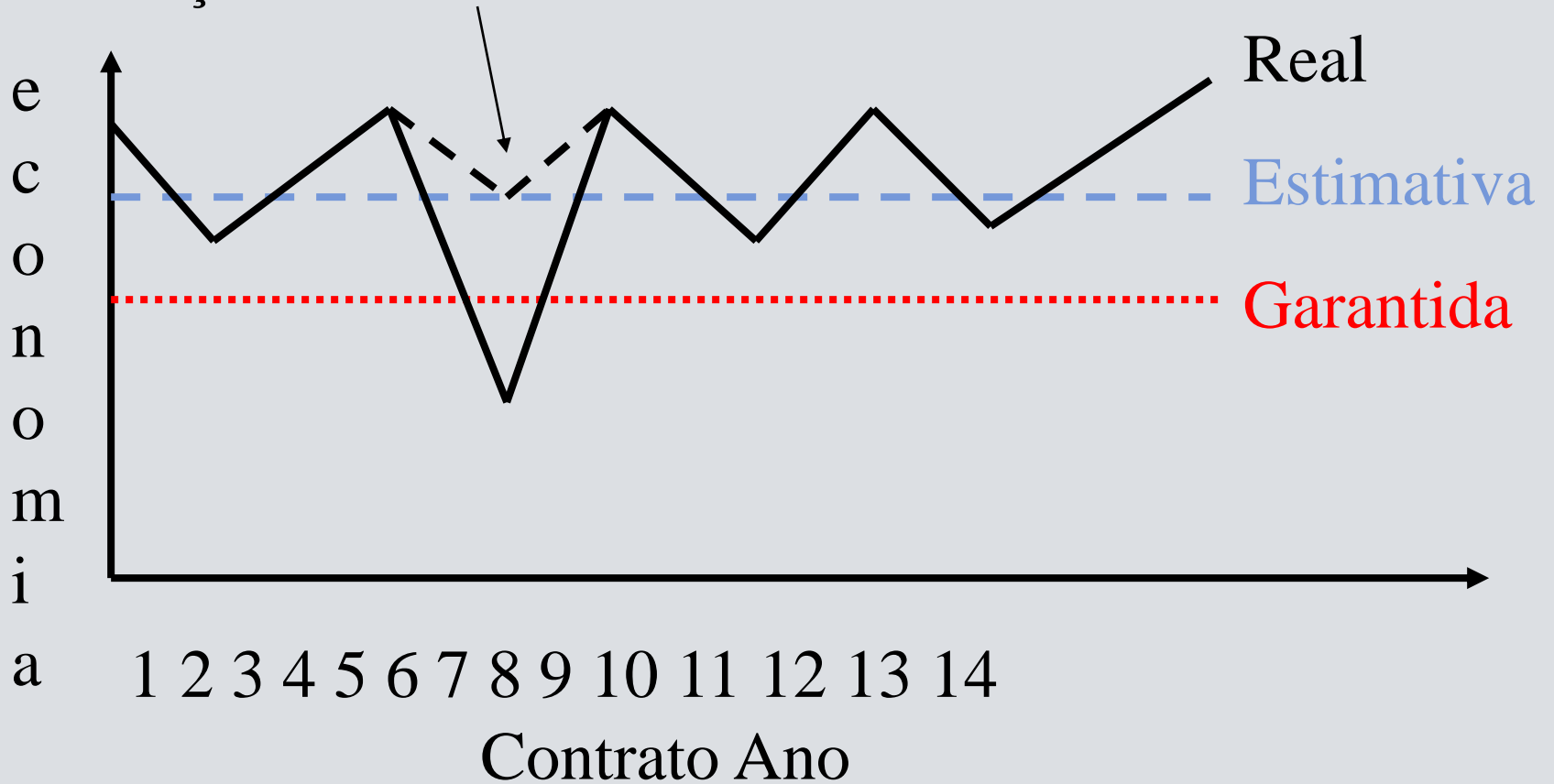
# CLIMA

**Desempenho**

**Uso**

**Financeiro**

economia pode ser ajustada para condições de clima mais ameno.



# CLIMA

**Desempenho**

**Uso**

**Financeiro**

- Típicos procedimentos de normalização:
  - Regressão linear.
  - Simulação de edifícios.
- Fontes de dados meteorológicos:
  - Ano de Meteorologia típica.
  - Sites governamentais de dados meteorológicos

# OS PREÇOS DA ENERGIA

**Desempenho**

**Uso**

**Financeiro**

- Os preços da energia flutuam. Em um contrato de longo prazo, como é que a energia poupada será valorizada?
  - No valor atual fixado para o contrato?
  - As taxas reais que variam ao longo do tempo?
  - Em taxas fixas que corrigidas pela a inflação?

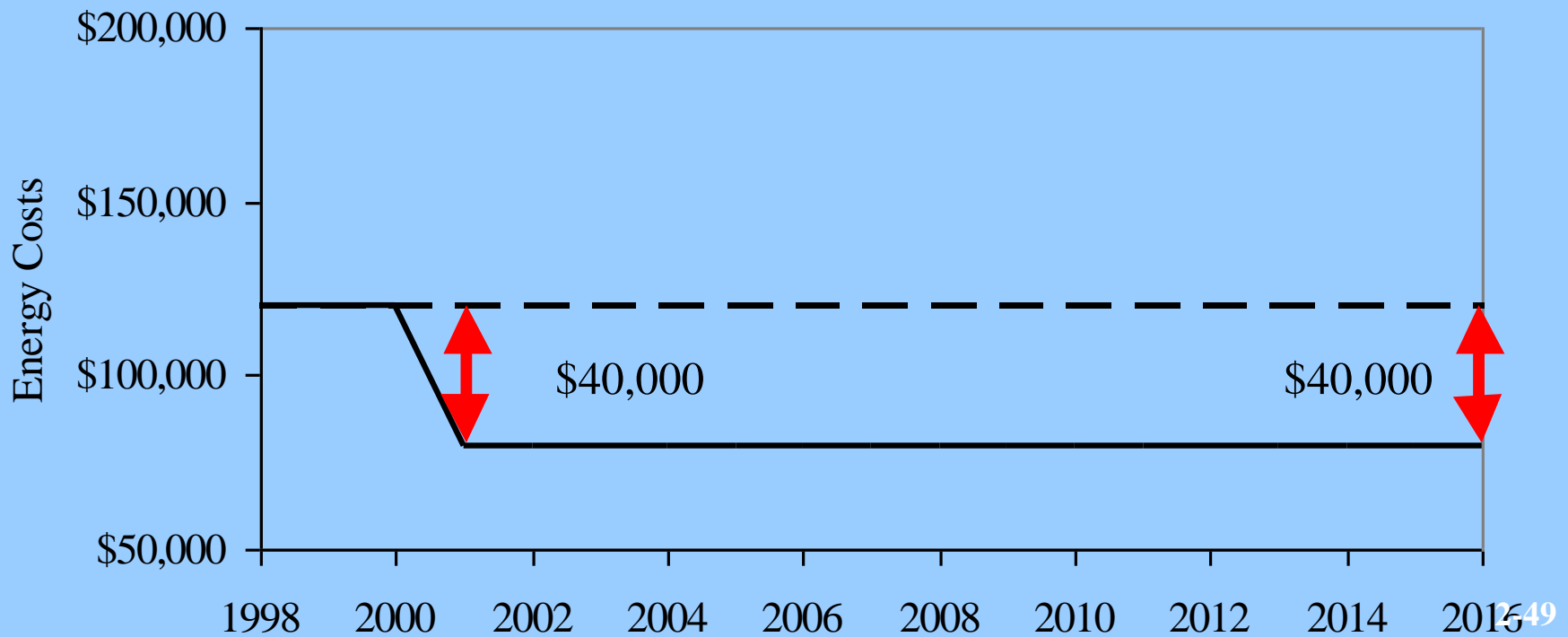
# OS PREÇOS DA ENERGIA

Desempenho

Uso

Financeiro

## Savings with Constant Energy Prices





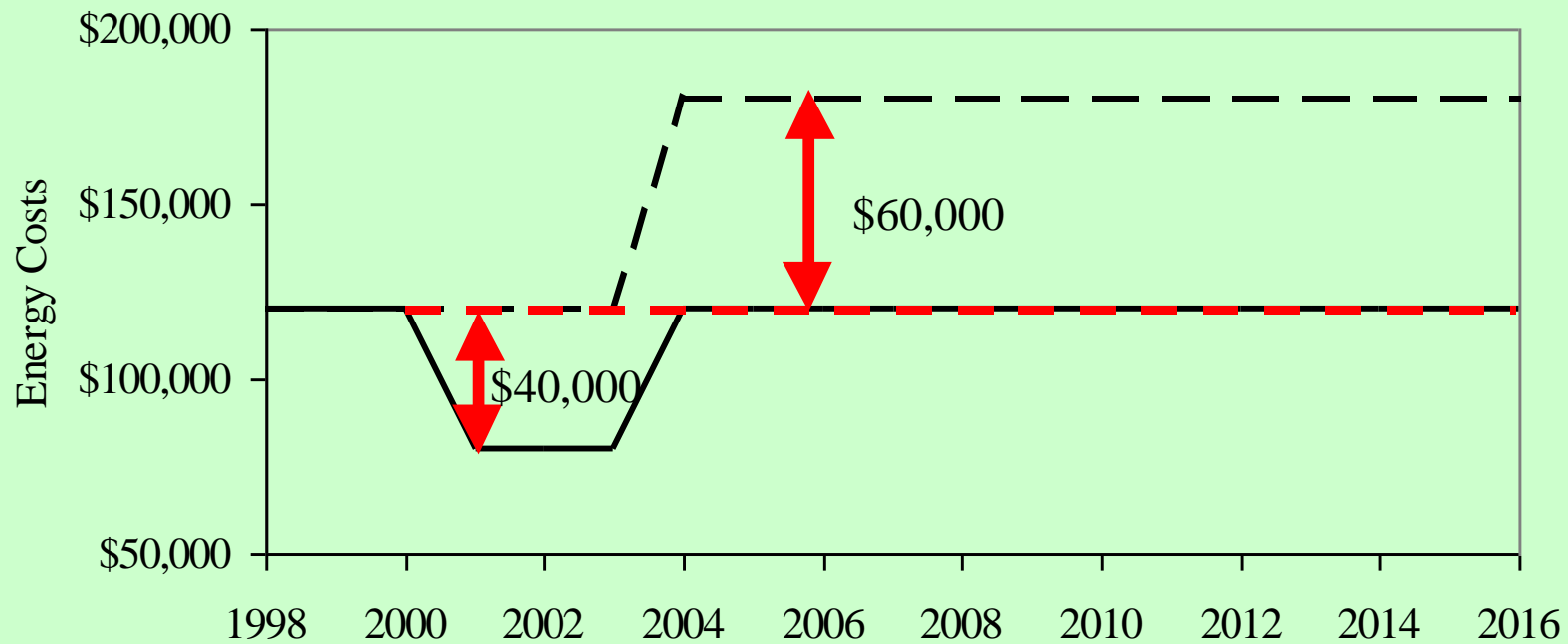
# OS PREÇOS DA ENERGIA

Desempenho

Uso

Financeiro

Energy Costs Increase by 50% in Year 2



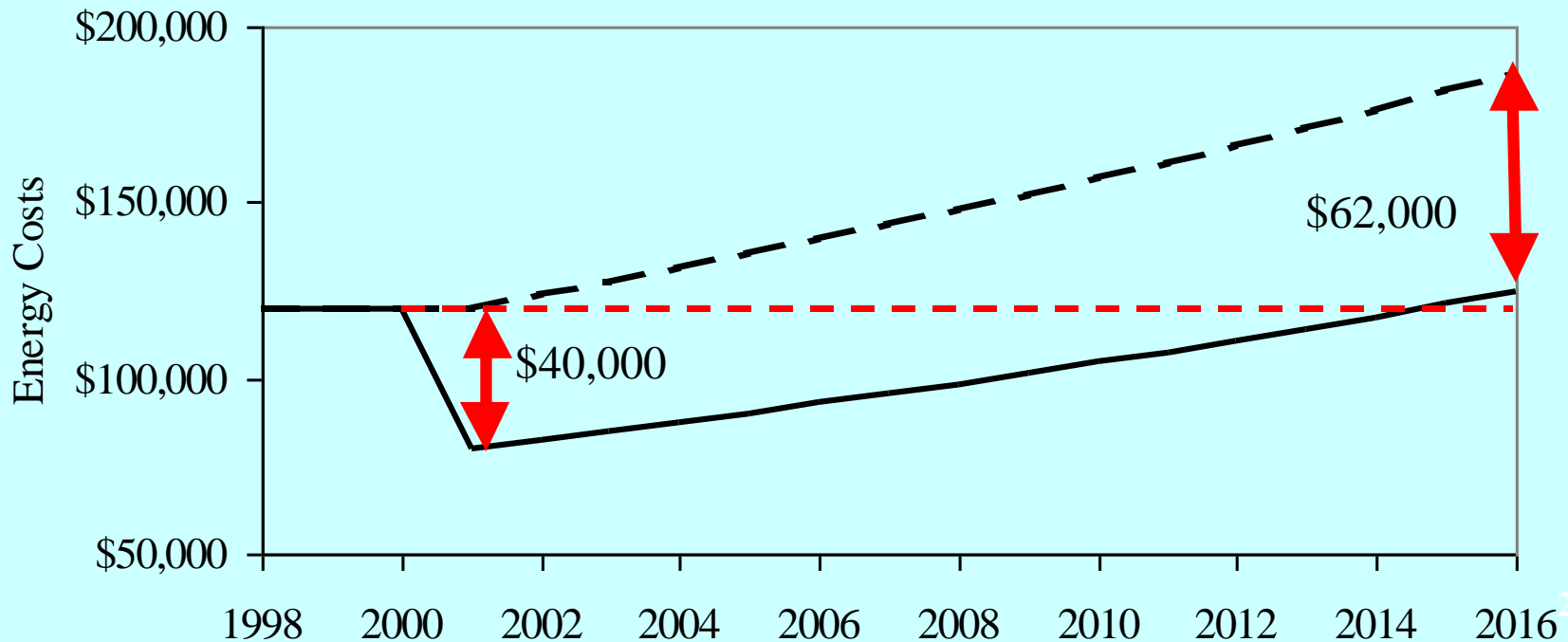
# OS PREÇOS DA ENERGIA

Desempenho

Uso

Financeiro

## Energy Costs and Savings at 3% Inflation



# CUSTOS DE M&V

**Desempenho**

**Uso**

**Financeiro**

- Necessidade de equilibrar o rigor M&V, com risco do projeto.
- Normalmente, custos típicos de M&V de 3% a 15% do custo de capital e custos anuais de 3 a 15% da economia.

# REFERÊNCIAS

- FEMP - Stetz Marcos, P.E., Especialista em M&V, [www.doe.gov](http://www.doe.gov)
- PIMVP - Protocolo Internacional de Medição e Verificação de Desempenho - [www.evo.org](http://www.evo.org)