



ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

# **Durabilidade, vida útil, desempenho e sustentabilidade**

Vanderley M. John

**O desempenho de qualquer produto**

**Degrada.**  
**com o tempo.**

ALTO

Porque é considerada?

ENERGIA

baixo

Temperatura.

Radiação.

Esforços mecânicos.

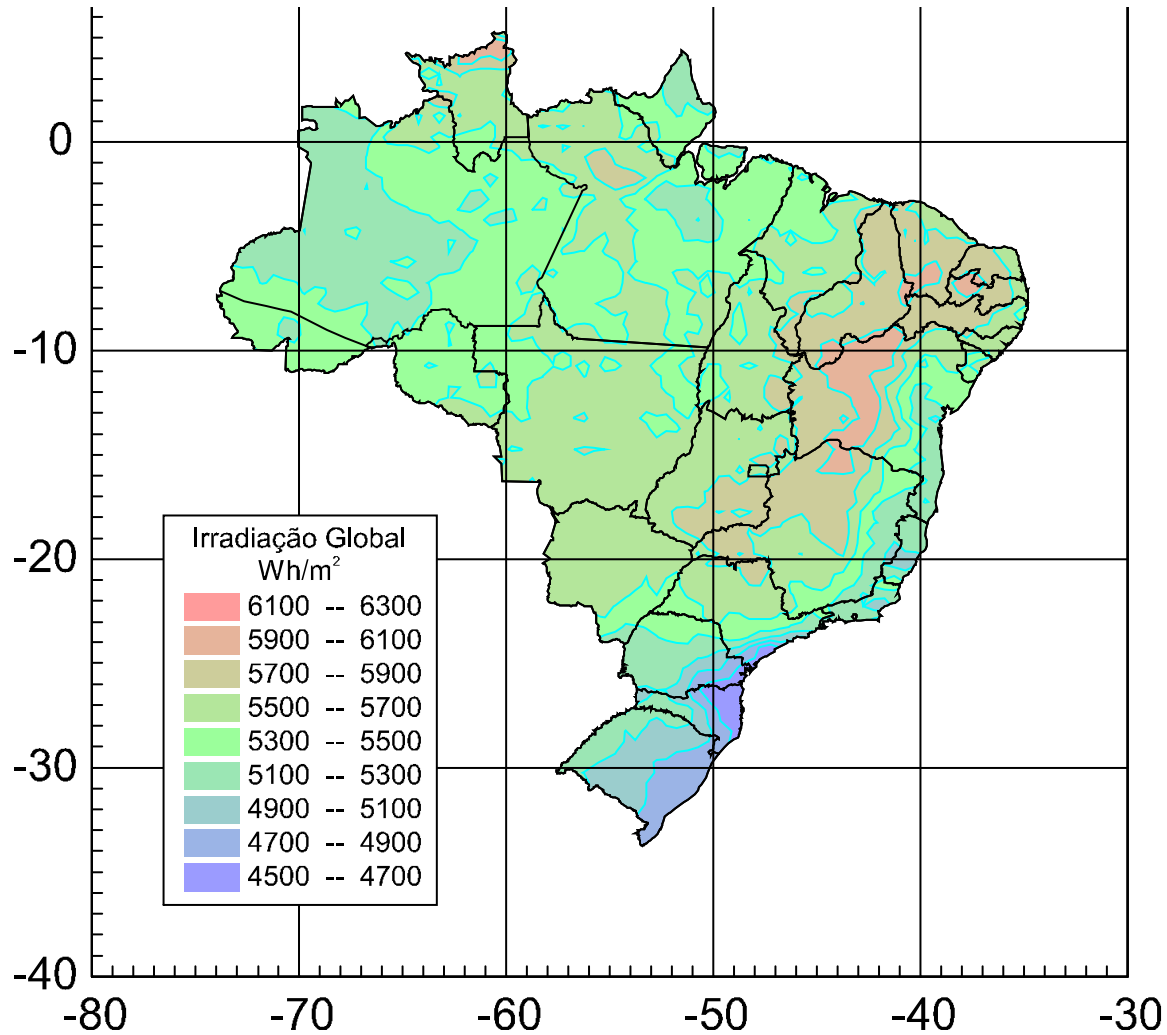
Elementos químicos.

Agentes biológicos (usuários...).

# Agentes de Degradação

- Ambientais
  - Radiação
  - Temperatura
  - Água
  - Constituintes do Ar e poluentes
  - Gelo-Degelo
  - Vento

# Irradiação Solar





# Microclima



# Agentes de Degradação

- **Biológicos**

- Roedores
- Fungos
- bactérias
- ...

- **Carregamento**

- Deformação lenta
- Fadiga
- Água e seus derivados
- Cargas de uso



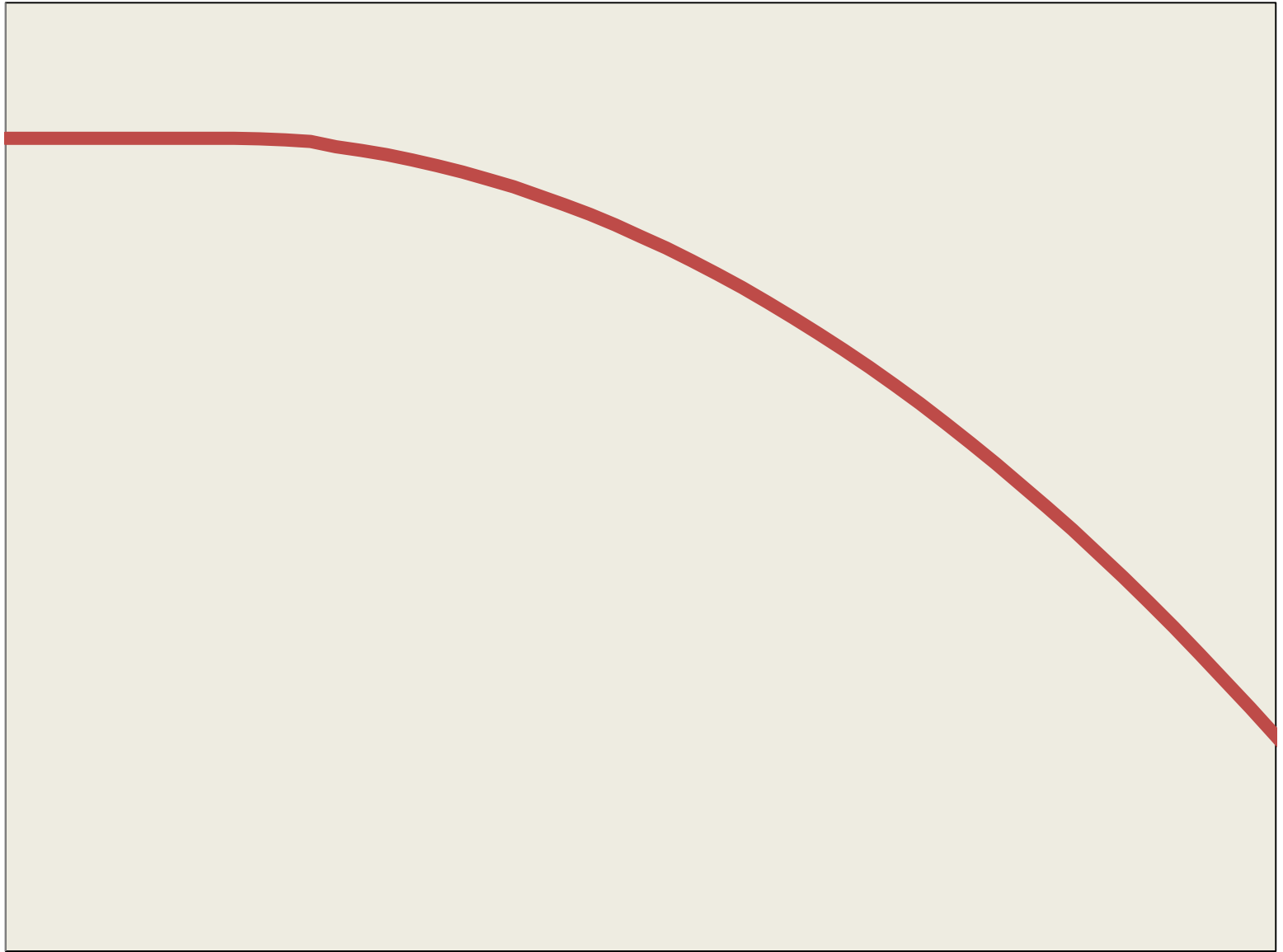
# Agentes de Degradação

- **Incompatibilidade entre componentes em contato**
  - Química
  - Física
    - Deformação diferente
- **Fatores de uso**
  - Desgaste
  - Atividades de manutenção
  - Protejo

# Corrosão galvânica



**Desempenho**

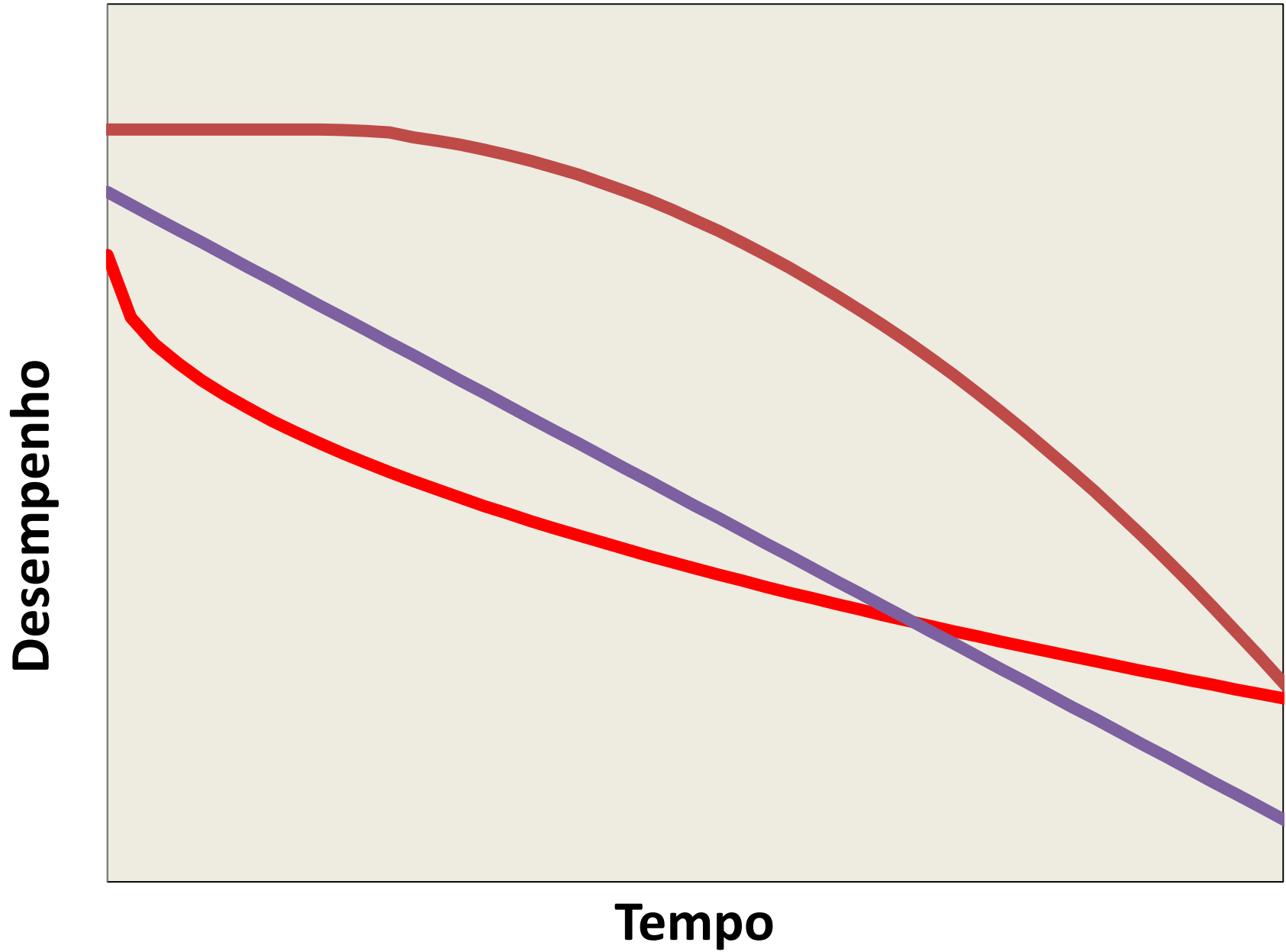


**Tempo**

**Desempenho**



**Tempo**



# desempenho

grau de satisfação das necessidades dos

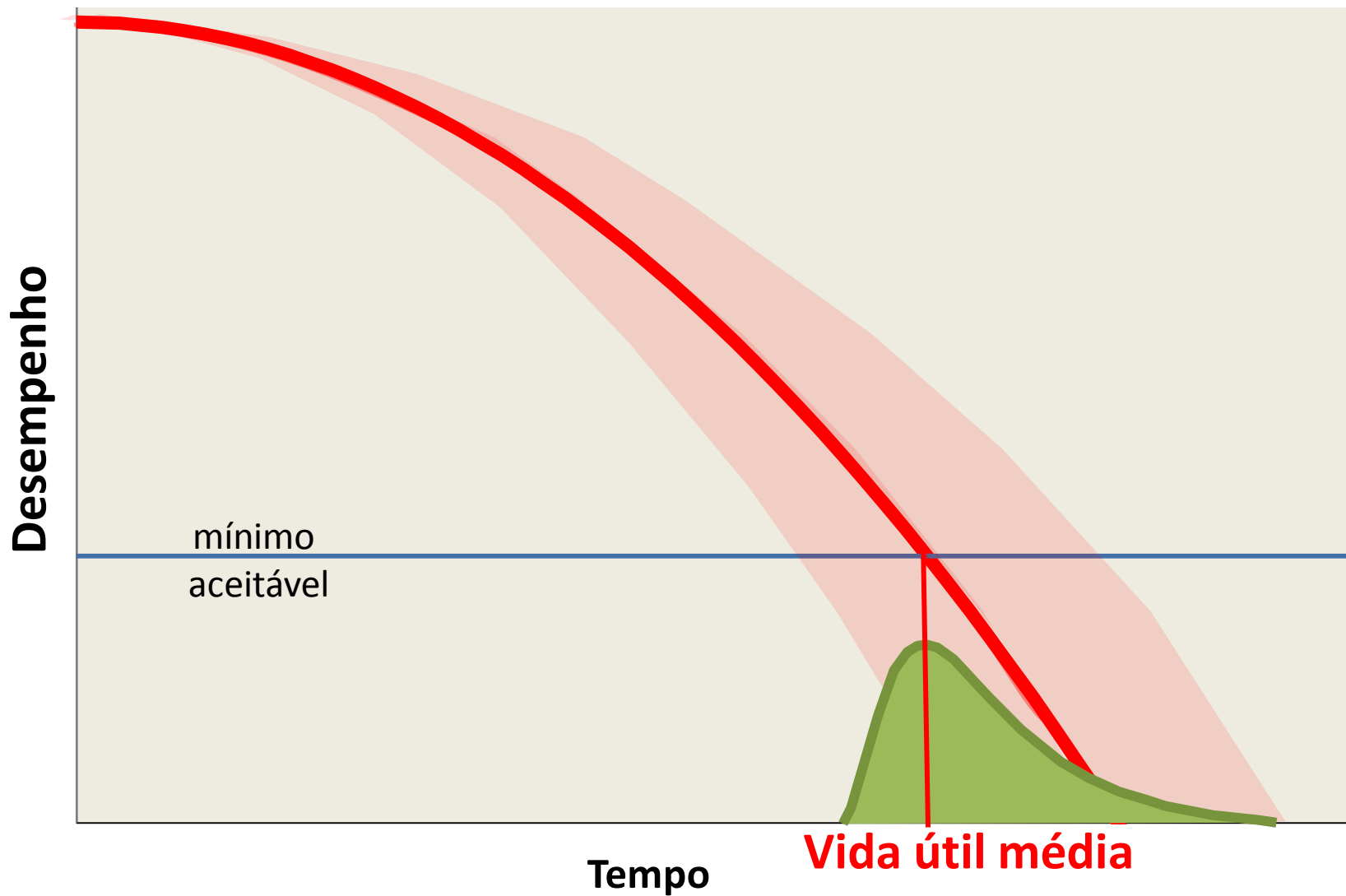
“usuários”

# **Necessidades dos Usuários (ABNT 15575)**

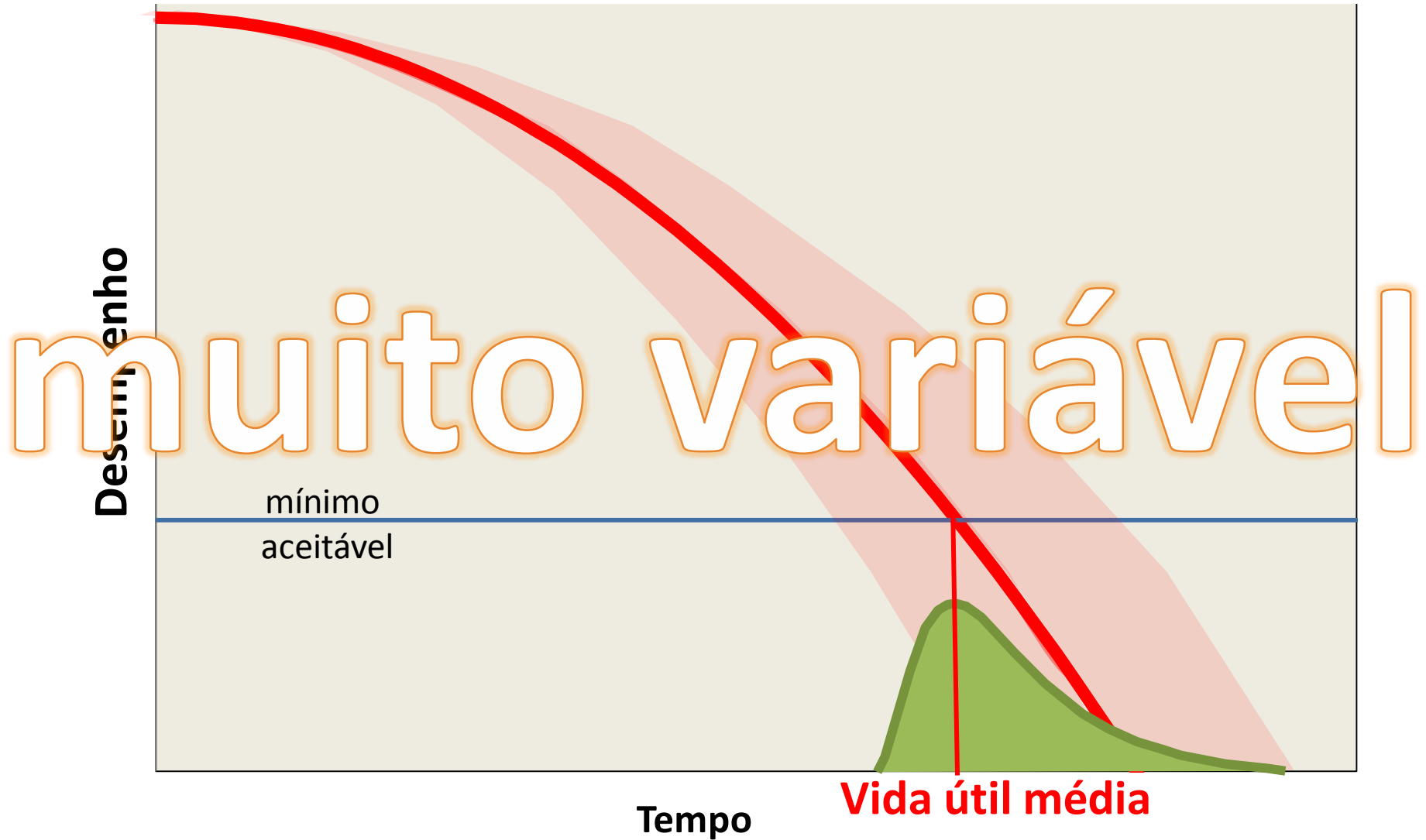
- **Segurança**
  - estrutural;
  - contra o fogo;
  - no uso e operação.
- **Sustentabilidade**
  - durabilidade;
  - manutenibilidade;
  - impacto ambiental.
- **Habitabilidade**
  - estanqueidade;
  - térmico;
  - acústico;
  - lumínico;
  - Saúde, higiene e qualidade do ar;
  - funcionalidade e acessibilidade;
  - conforto tátil e antropodinâmico



# Vida útil



# Vida útil



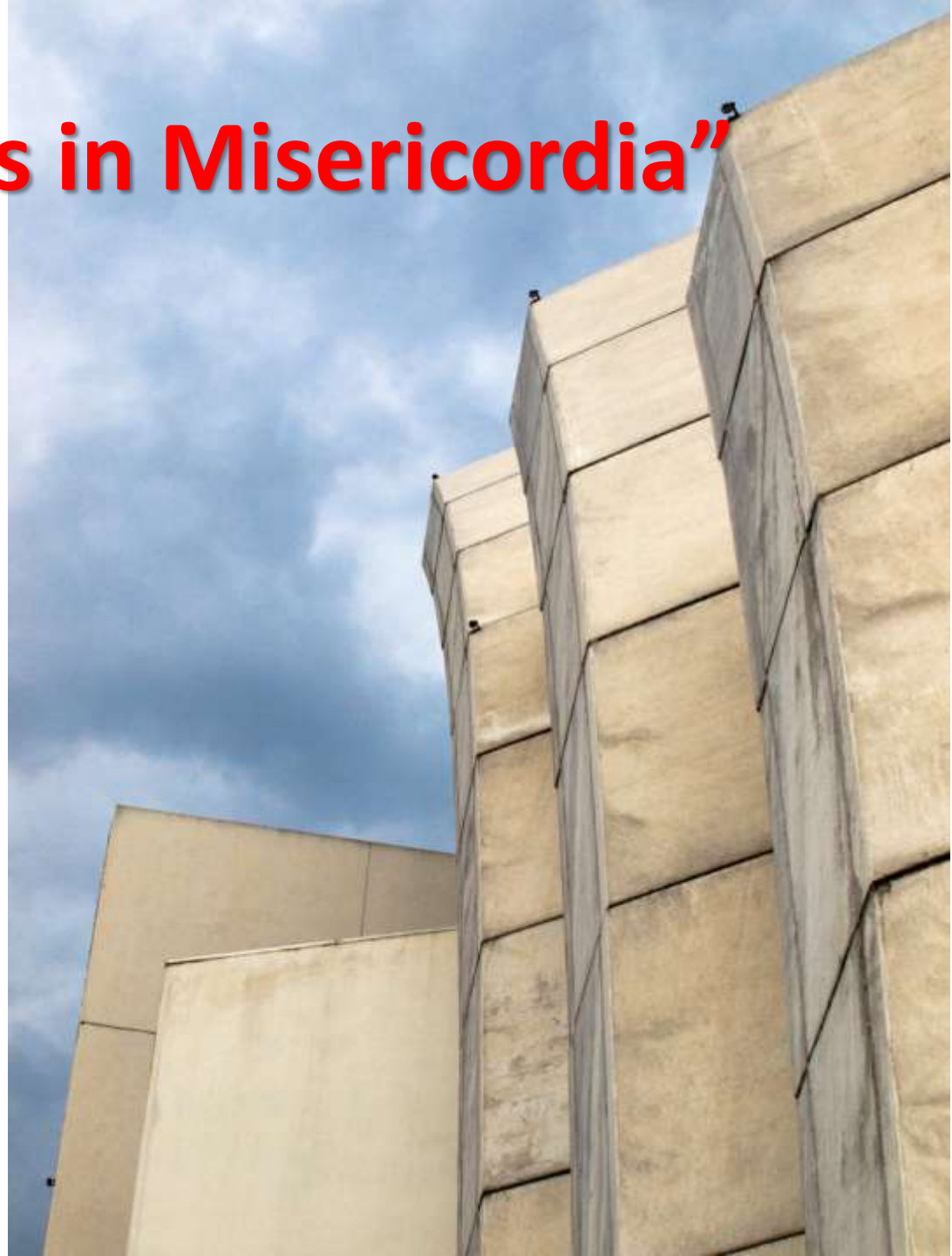
# Vida útil

- Período de tempo durante o qual o produto ou montagem tem desempenho satisfatório, quando exposto a determinadas condições

# Igreja “Dives in Misericordia”

Concreto branco  
autolimpante

Proj: Richard Myers  
Tecnologia: Italcementi



# Biodeterioração de fachadas



Substrato



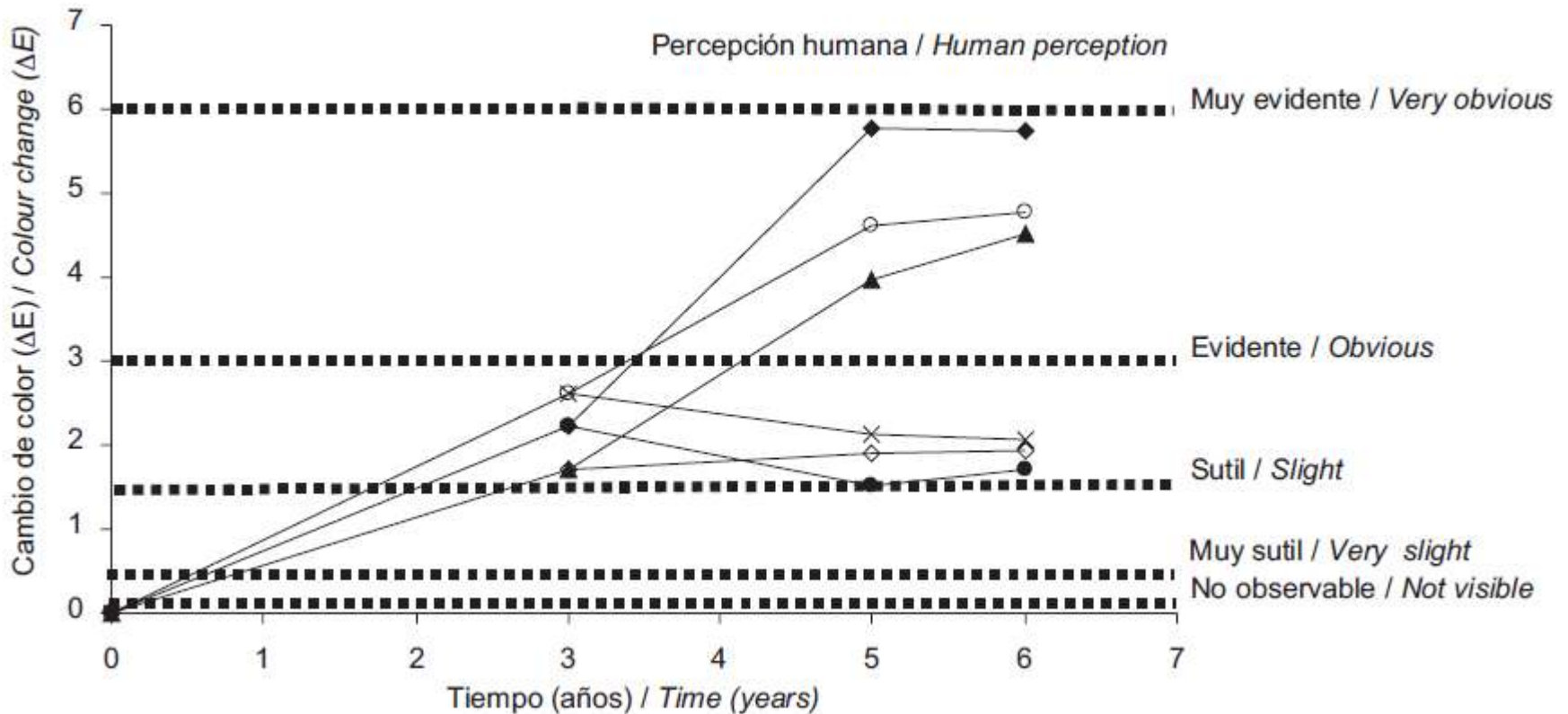
Fungos,  
Algas e Bactérias

Kay Uemoto  
Neide Sato  
Marcia Shirakawa

**USUÁRIO & VIDA ÚTIL**

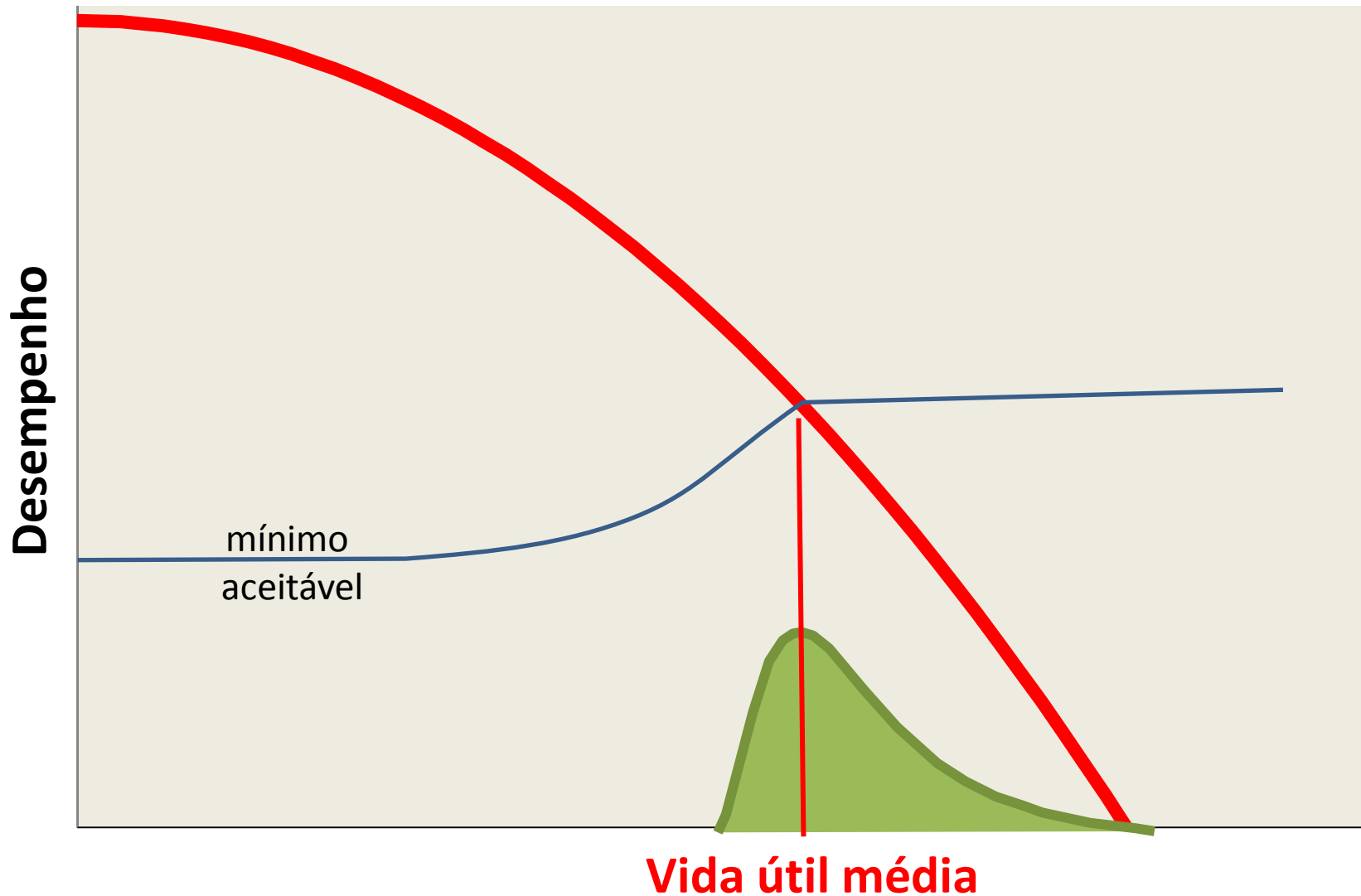
# Variação da percepção humana

## Dives in Misericordia





# Obsolescência funcional



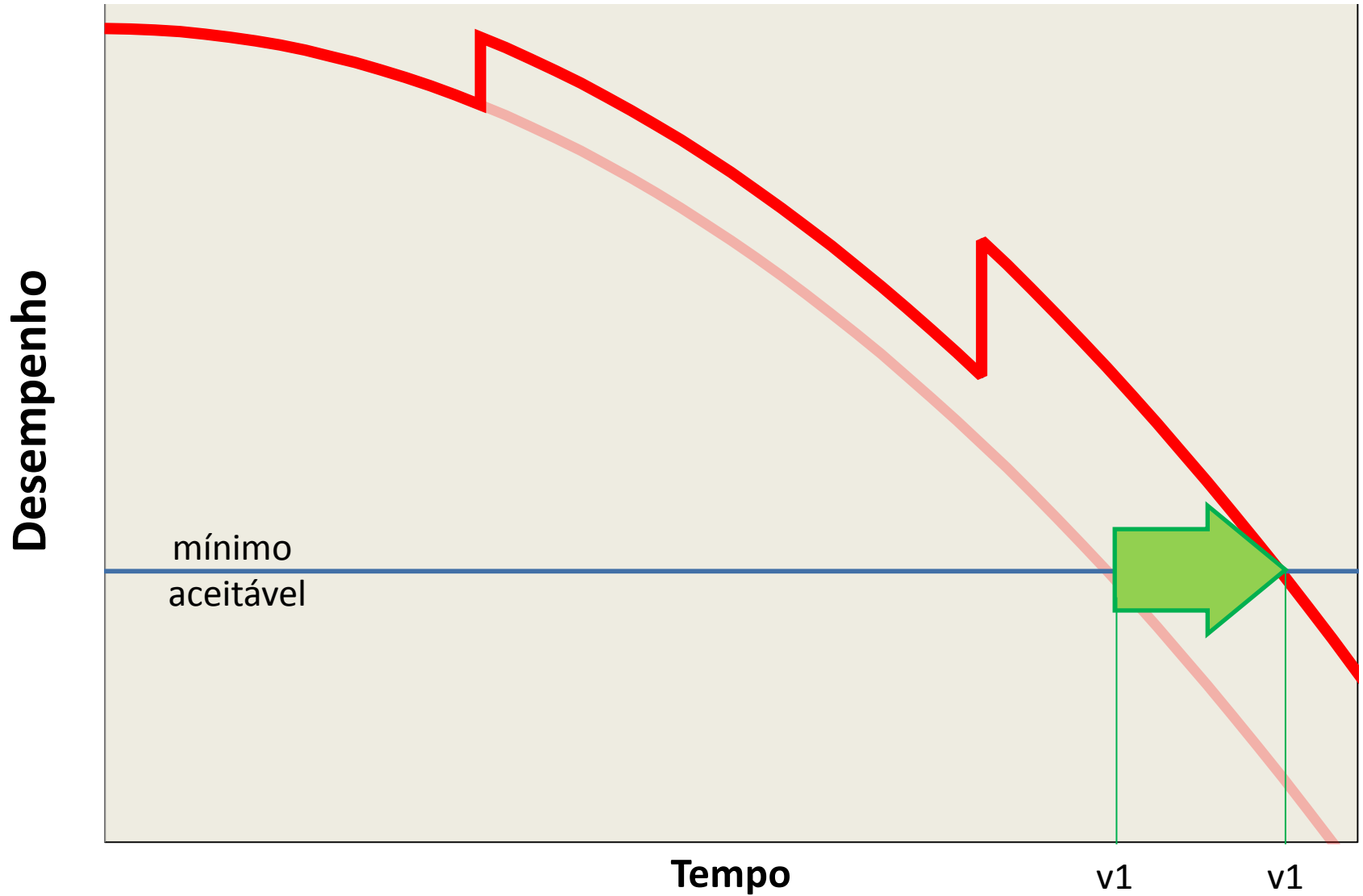




# A casa transformada



# Usuário decide manutenção





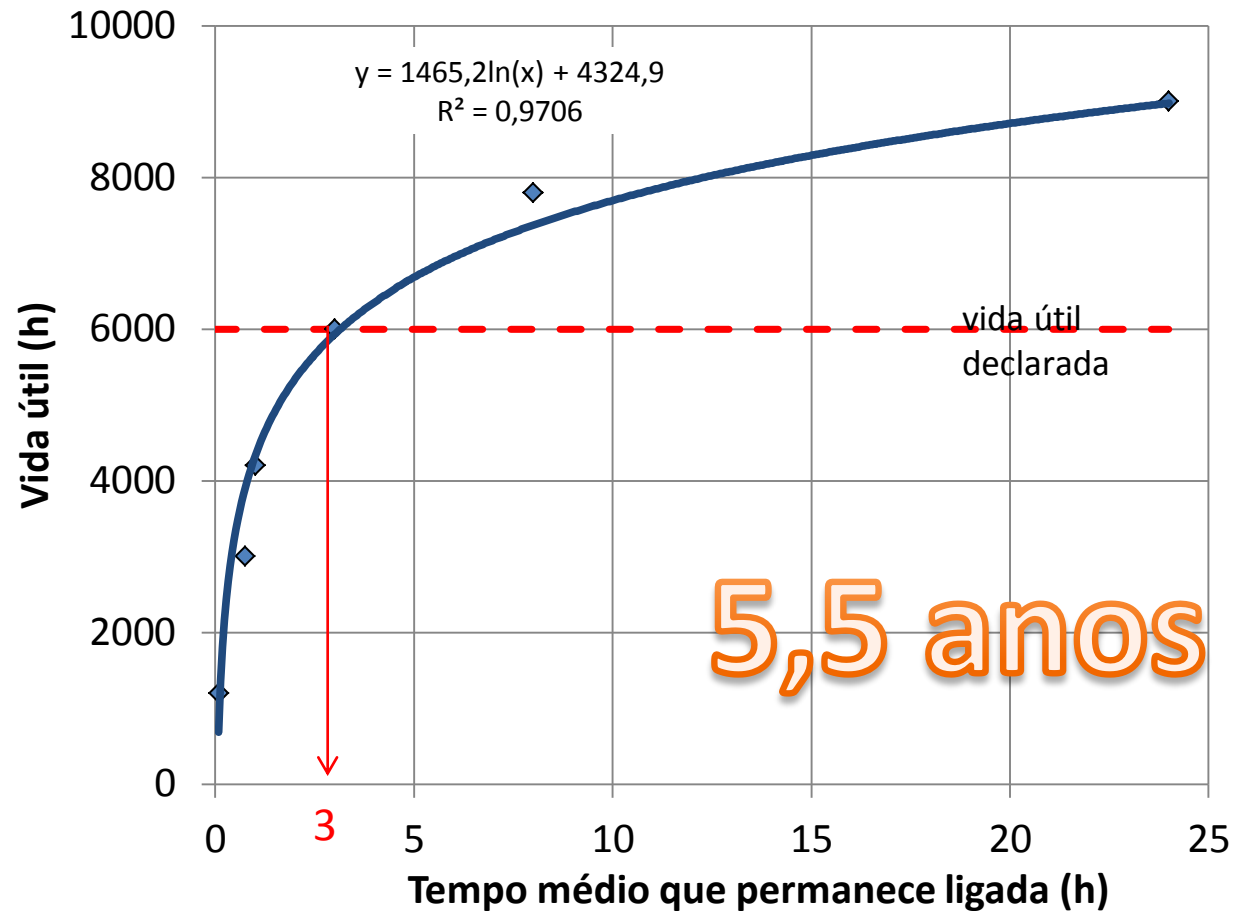
# A falta da manutenção



# Condições de uso



# Influência das condições de operação





# Materiais e vida útil

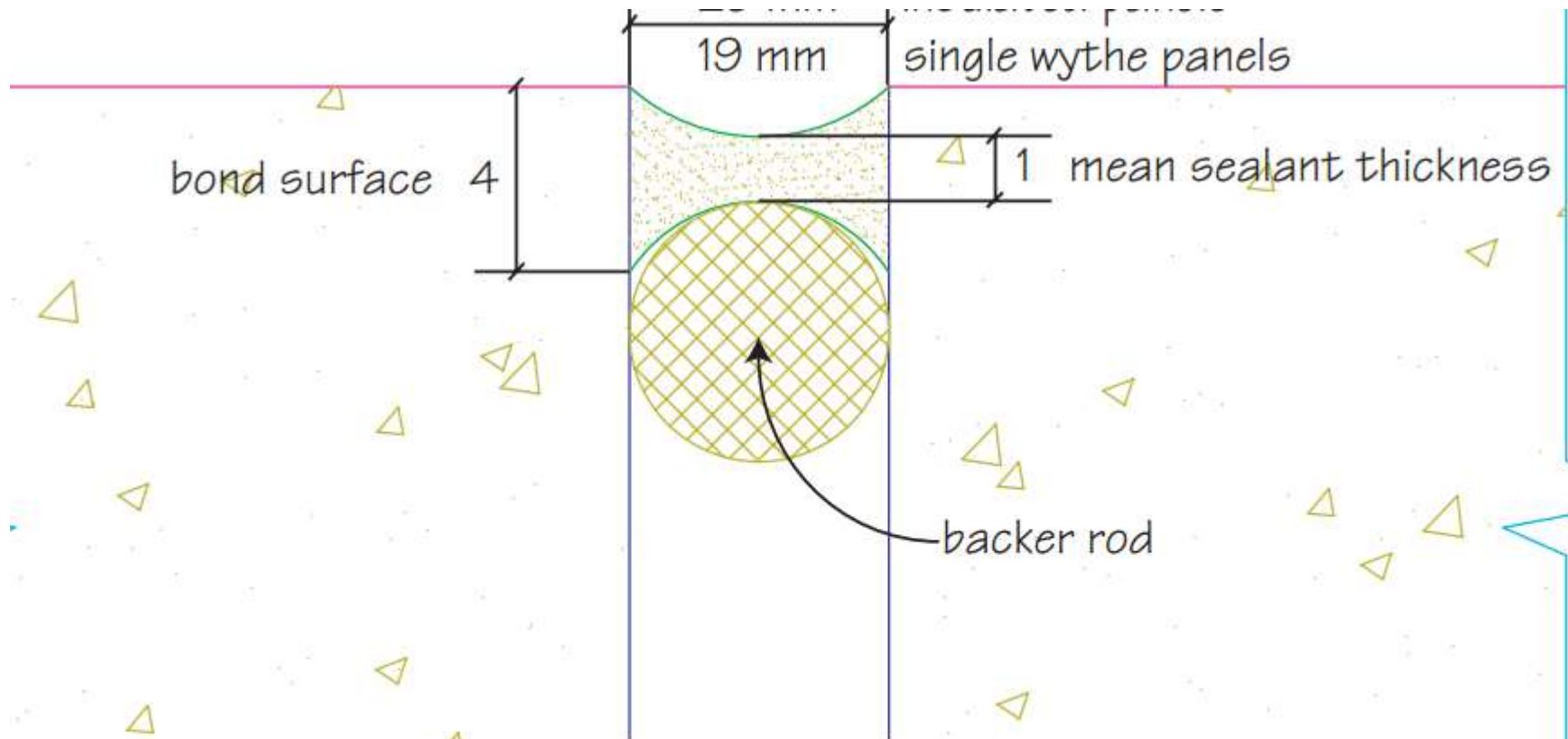


# **PROJETO & DURABILIDADE**

# Projeto e durabilidade

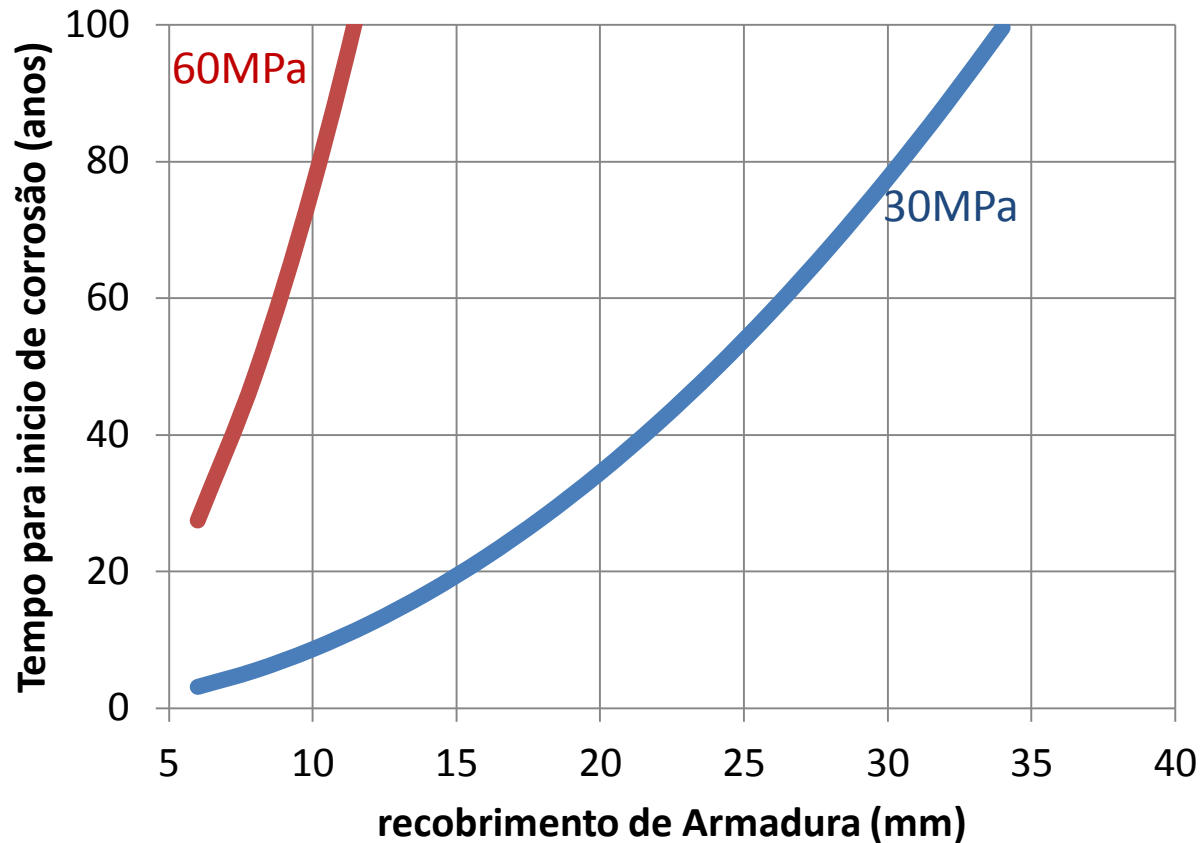
- **Seleção** de soluções duráveis nas condições de uso
- **Proteção** materiais dos agentes agressivos
  - Controle de tensões...
  - Barreiras de proteção
    - Selantes
    - Beirais
    - pinturas
- **Planejamento da manutenção**
  - Acessibilidade
  - Manutenibilidade
  - Custo

# Durabilidade é detalhe



**Correct Sealant Configuration**  
for best sealant performance  
(hour glass)

# Projeto estrutural, Concreto, Carbonatação e Corrosão



Baseado em  
Helene (1997)

Recobrimento min: f(durabilidade, ancoragem, resist. fogo)

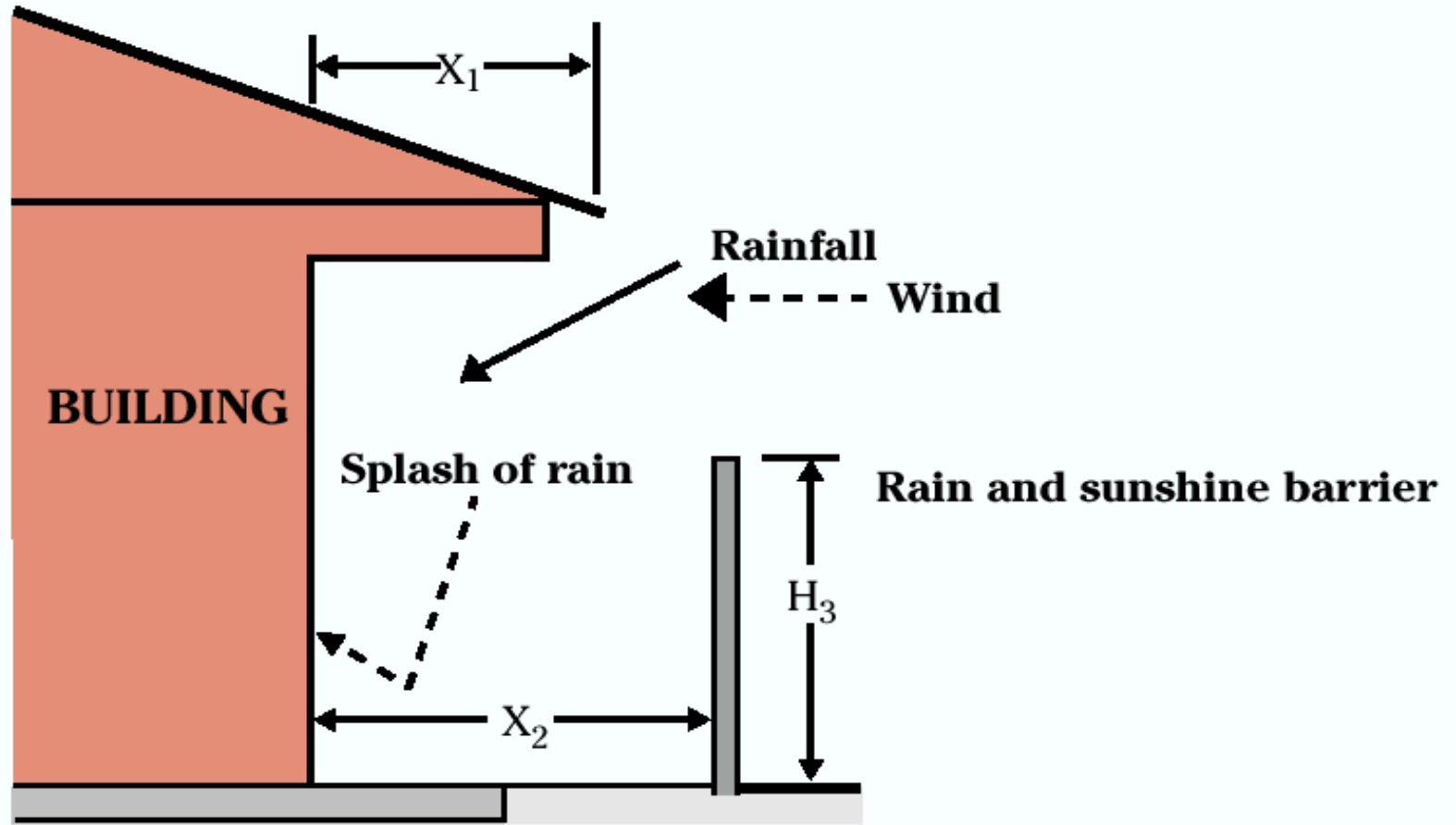




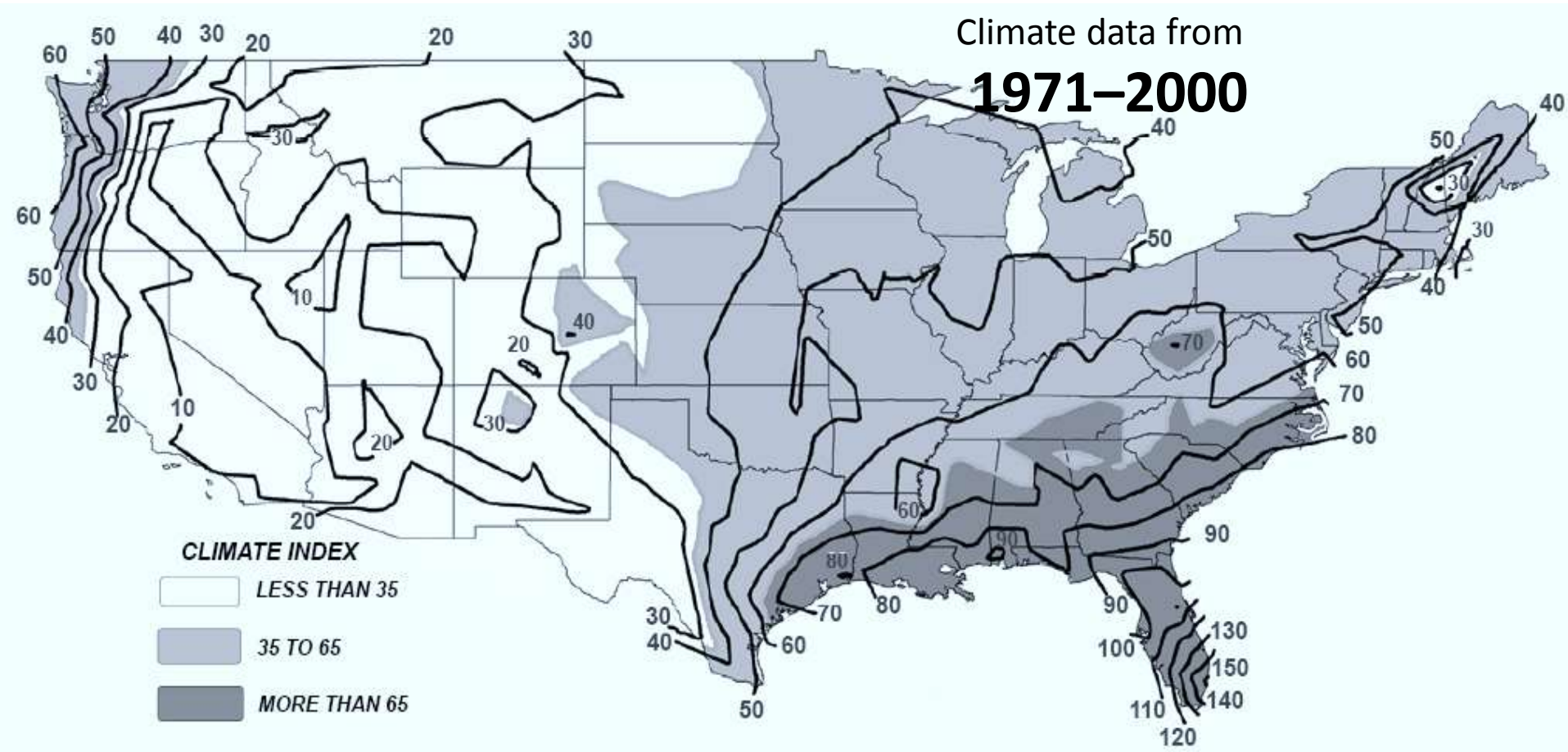




# Projeto para proteção – Madeira



# Especificação de proteção à madeira (Scheffe Model)



*vida útil*  
e **projeto**

**CONSTRUÇÃO & VIDA ÚTIL**

# Degradação por fadiga mecânica

Placa cerâmica: 500+ anos.

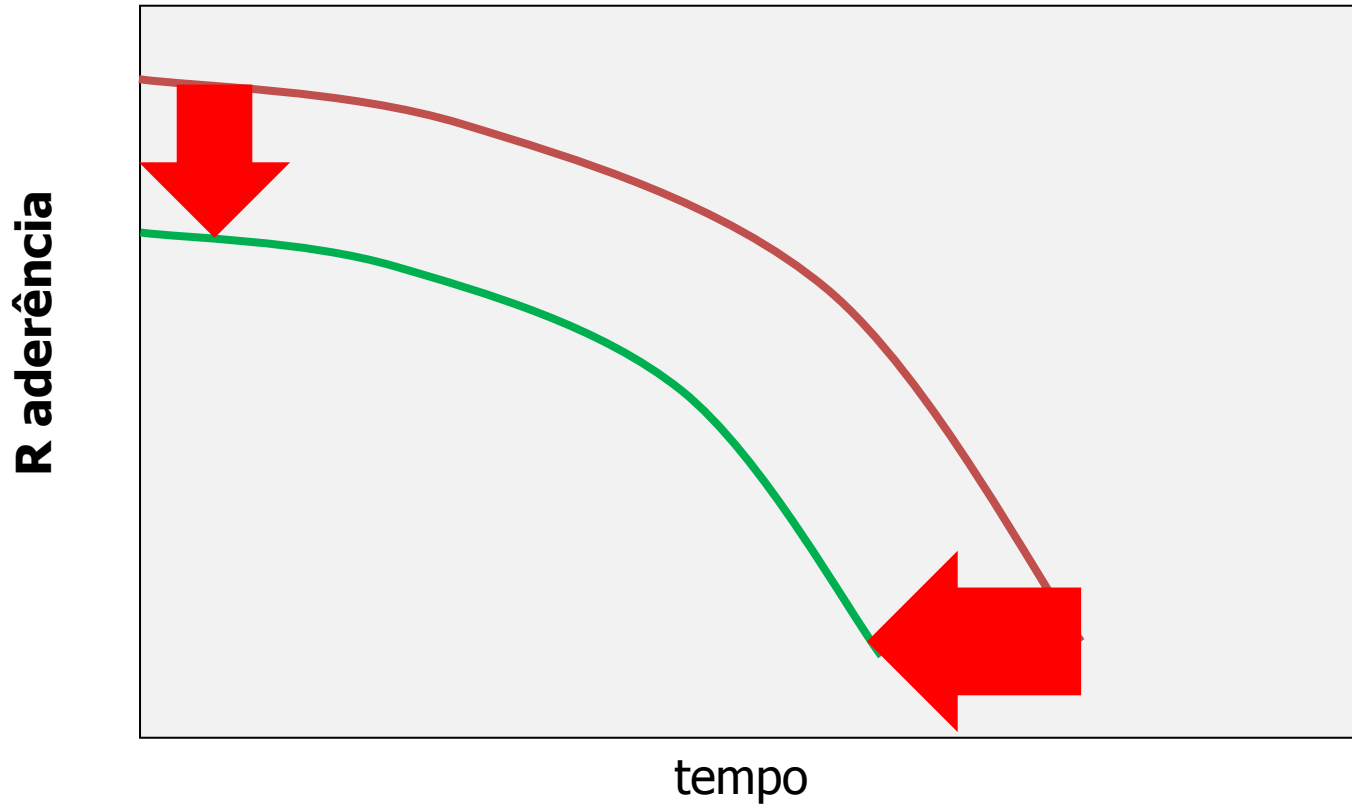
Argamassa: >50 anos

Conjunto: < 10 anos

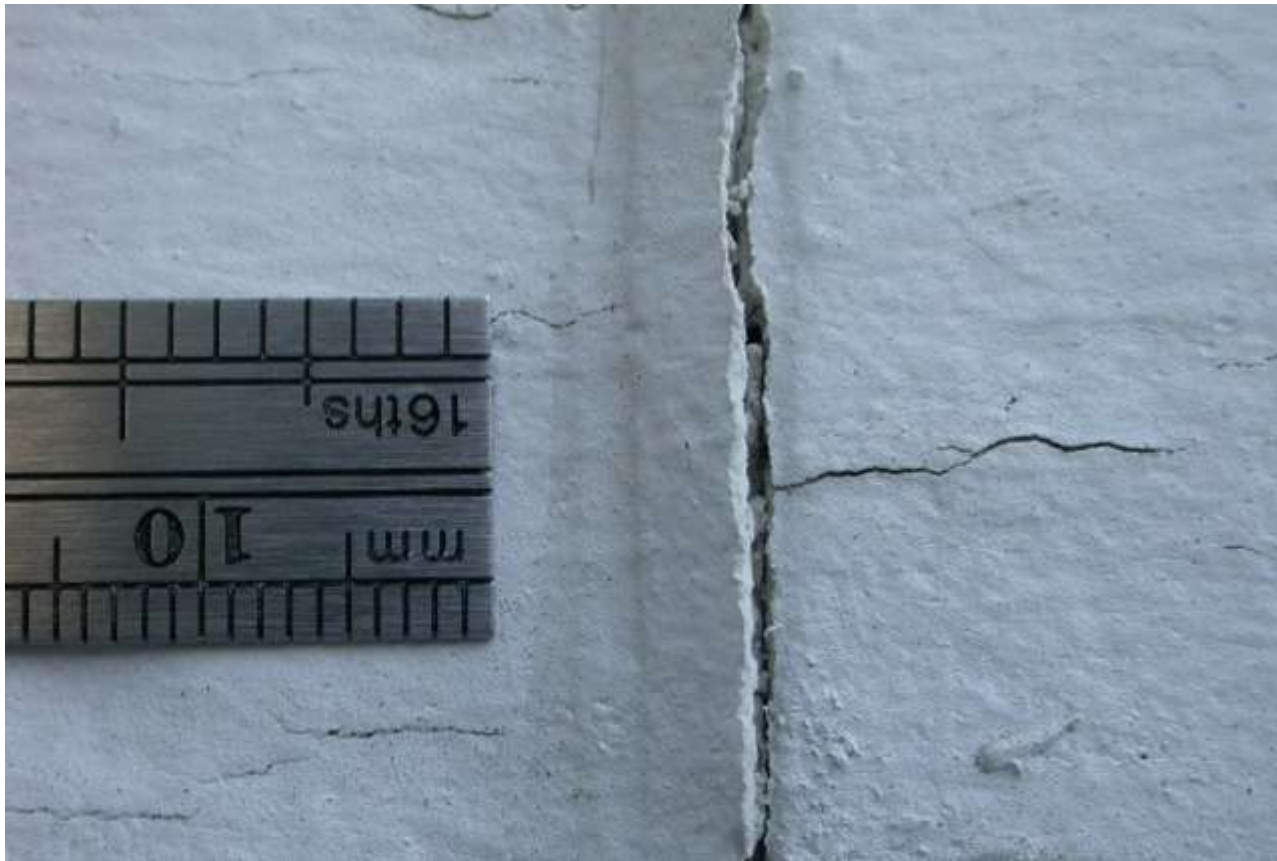


Retração e expansão diferencial entre base e revestimento

# Aderência Inicial x Vida Útil de revestimentos aderidos



# Juntas



Vida útil sistema <<VU Selante







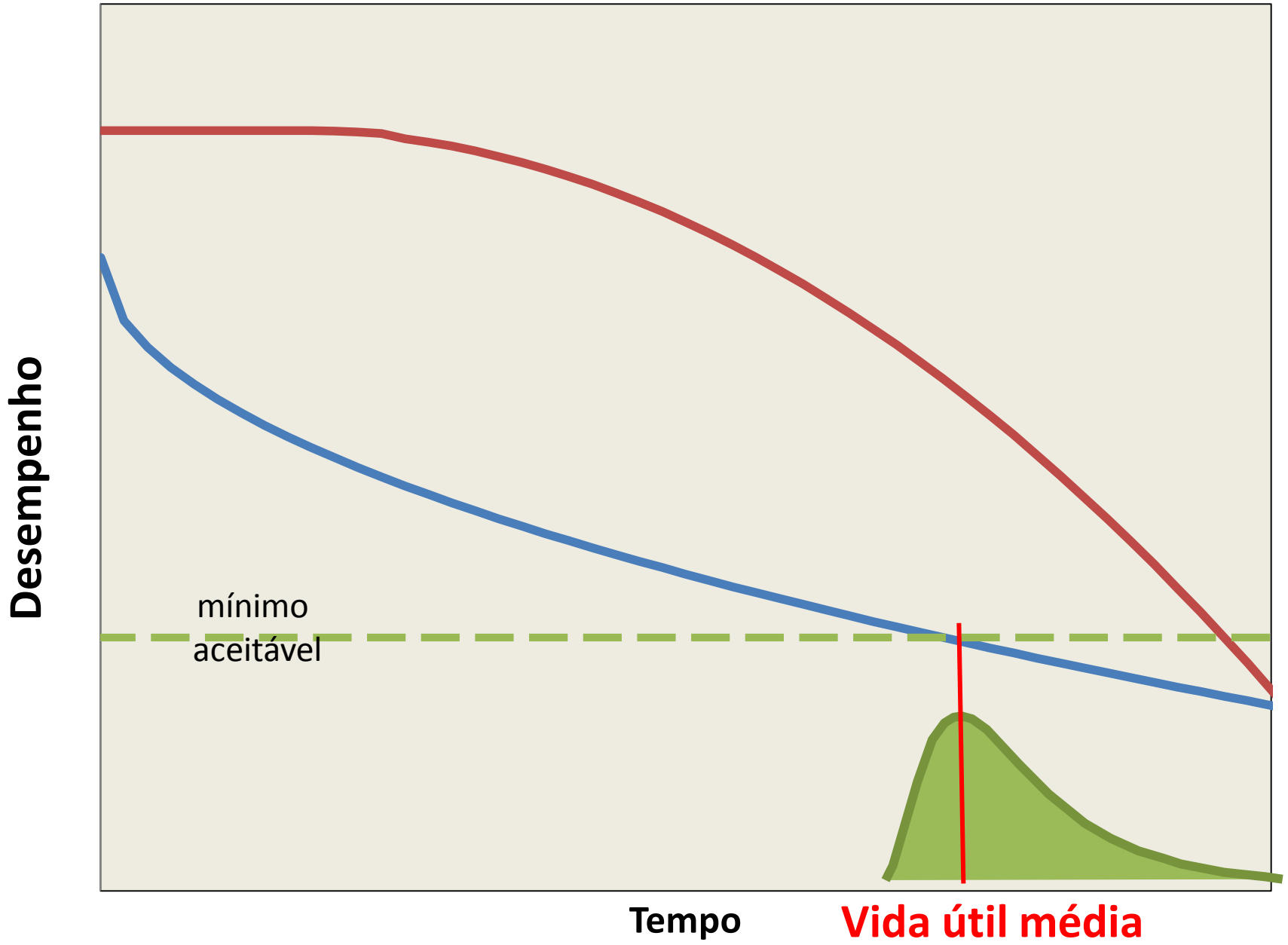






# Vida útil e Construção

- Execução do projetado
- Controle de aspectos críticos



Desempenho

mínimo  
aceitável

Tempo

Vida útil média

**VIDA ÚTIL & SUSTENTABILIDADE**

# **Sustentabilidade Ambiental**

estimativa da vida útil é condição para  
**avaliação do ciclo de vida**  
**(ACV)**

e declaração ambiental de produto





<< Retour

### UMICORE FRANCE SAS

Couverture à joint debout VMZINC

Informations Générales Indicateurs Environnementaux Santé Confort Documentation

Unité Fonctionnelle:	Assurer la fonction de couverture sur 1 m <sup>2</sup> pendant une annuité.
Flux de référence de l'Unité Fonctionnelle:	- Couverture en zinc prépatiné: 0.0543 kg (Produit principal)- Pattes de fixations coulissantes: 1.1316 g (matériaux de mise en oeuvre )- Pattes de fixations fixes: 0.0537 g (matériaux de mise en oeuvre )- Pointes annelées: 0.3262 g (matériaux de mise en oeuvre )- Palette bois: 0.025 kg (Emballage)- Carton: 0.00246 kg (Emballage)- Film plastique: 0.0005 kg (Emballage)
DVT (Années):	100
Taux de chute lors de la mise en oeuvre (%):	5
Fréquence d'entretien exprimée en année :	0
Déclaration de contenu:	Ne contient aucune substance dangereuse au sens de la directive européenne (Directive

# Sustentabilidade Ambiental

- Aumento da vida útil
  - Reduz demanda de materiais para reposição
  - Reduz geração de resíduos
  - **Reduz impacto ambiental total**  
**(De Simone &Popoff )**



# **Sustentabilidade Econômica**

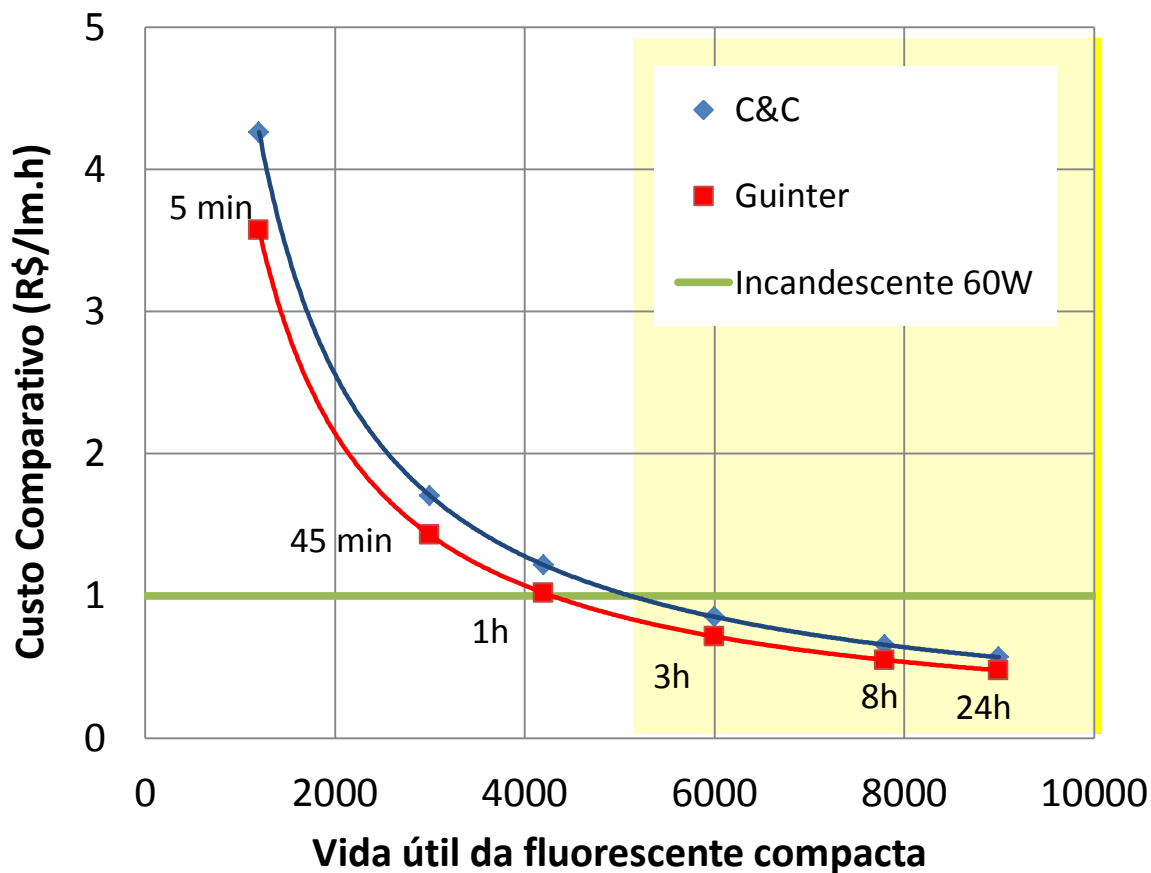
condição para análise da  
**viabilidade econômica**

# Sustentabilidade Econômica

Vida útil de partes substituíveis define custos de manutenção.

# Econômica: Políticas Públicas

## Fluorescente Compacta: Custo Global



# Econômica

- **Custo global anualizado**
  - $(C_{\text{inicial}} + C_{\text{manutenção}} + C_{\text{desmobilização}})/V_{\text{util}}$
  - Valor presente
- **Obras públicas: Custo país**

# Sustentabilidade Social

Custos de manutenção influencia renda líquida.

Vida útil >> financiamento é  
condição para saída da pobreza.

# Vida útil e inovação

- Solução tradicional: vida útil adequada.
- Solução inovadora: vida útil desconhecida.





**VIDA ÚTIL MÍNIMA?**

# Vida útil mínima x Social

Proteção de consumidores.

Economia

Vida

Leigo não consegue avaliar vida útil esperada.

# Enterrado menino atingido por queda de reboco em creche no ABC

Vítima foi sepultada em cemitério em São Bernardo do Campo nesta quinta. Polícia aguarda laudo que apontará causa do desabamento.

Do G1 SP

24 comentários

Tweetar 16

Recomendar 66



# Vida útil mínima x Economia

V útil mínima > Prazo de financiamento

## Solidez do sistema bancário

# Vida útil mínima e inovação

Referência para garantir

**isonomia competitiva.**



**Vida útil mínima é garantia?**

**não**

usuário

ambiente

# **REGULATION (EU) No 305/2011**

- **Construction works as a whole and in their separate parts must be fit for their intended use, taking into account in particular the health and safety of persons involved throughout the life cycle of the works. Subject to normal maintenance, construction works must satisfy these basic requirements for construction works for an economically reasonable working life.**

# EU – Vida útil assumida

Assumed working life of works (years)		Working life of construction products to be assumed in ETAGs, ETAs and hENs (years)		
Category	Years	Category		
		Repairable or easily replaceable	Repairable or replaceable with some more efforts	Lifelong <sup>2</sup>
Short	10	10 <sup>1</sup>	10	10
Medium	25	10 <sup>1</sup>	25	25
Normal	50	10 <sup>1</sup>	25	50
Long	100	10 <sup>1</sup>	25	100

<sup>1</sup> In exceptional and justified cases, e.g. for certain repair products, a working life of 3 to 6 years may be envisaged (when agreed by EOTA TB or CEN respectively).

<sup>2</sup> When not repairable or replaceable “easily” or “with some more efforts”.

# ETAG 004 – External Thermal Insulation Composites Systems

## d) Working life (durability) and serviceability

The provisions, test and assessment methods in this guideline or referred to, have been written, based upon the assumed intended working life of the ETICS for the intended use of at least 25 years, provided that the ETICS is subject to appropriate use and maintenance (cf. chapter 7). These provisions are based upon the current state of art and the available knowledge and experience.

# Assoc. Bras. Tubos Polioléfinicos e Sistemas

- ... segurança de produtos que garantam **vida útil de 50 anos** com índices de vazamento praticamente nulos.
- <http://www.abpebrasil.com.br/>

# Manual de automóvel

- Garantia: 1 ano ou 50 mil km
- Troca de amortecedores: 60 mil km



# **PLANEJAMENTO DA VIDA ÚTIL (ISO 15686)**

# ISO 15686

## Planejamento da Vida Útil na Construção

- Part 1: General principles
- Part 2 - Service life prediction procedures
- Part 3 - Performance audits and reviews
- Part 4 - Data dictionary (Technical Report)
- Part 5 - Whole life cycle costing
- Part 6 - Procedures for considering environmental impacts

# ISO 15686

## Planejamento da Vida Útil na Construção

- Part 7 - Performance evaluation for feedback of service life data from practise
- Part 8 - Reference service life
- Part 9 - Guide on service life declarations for building products
- Part 10 - Serviceability
- Part 11 - Terminology

# Metodologia

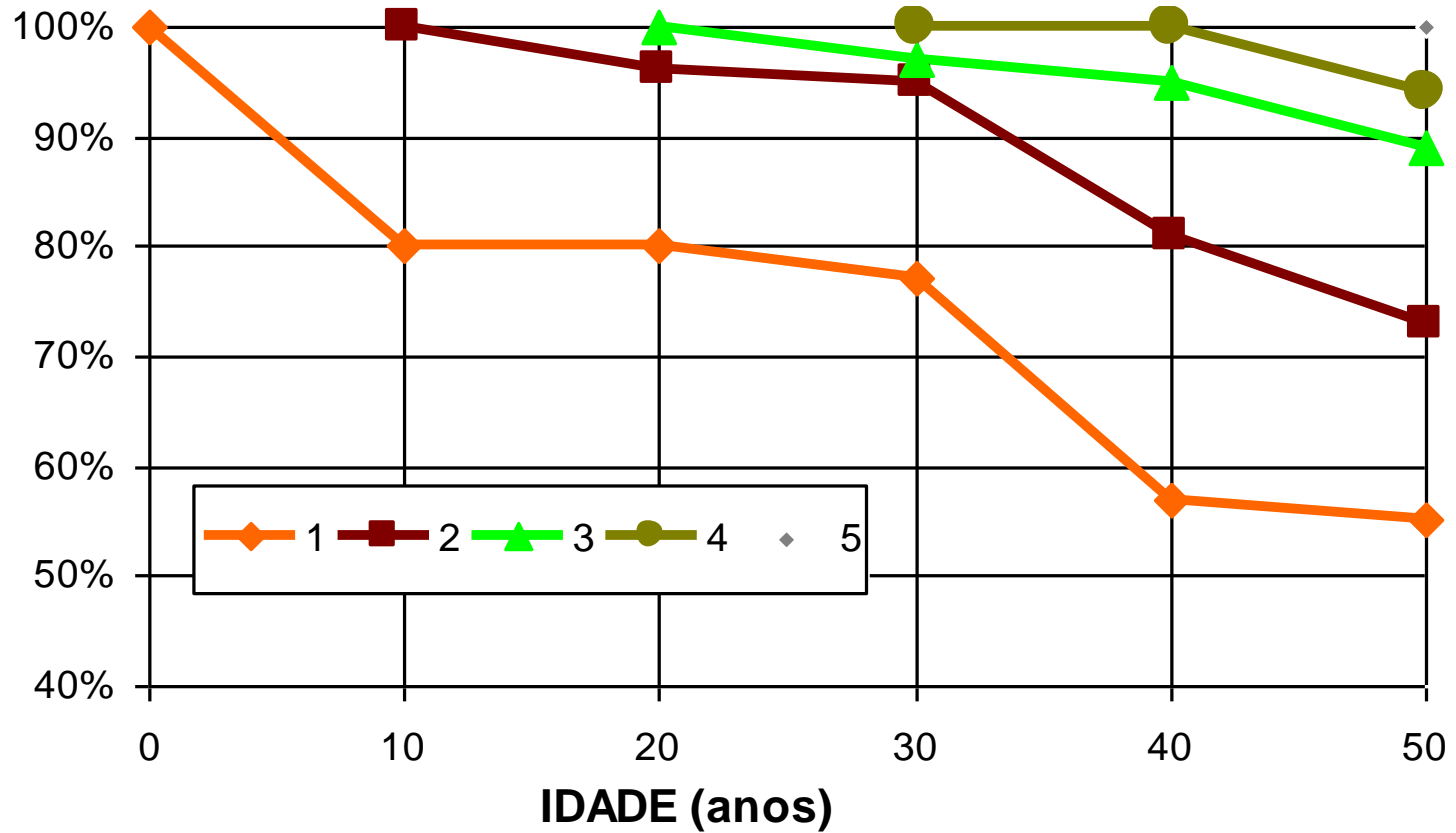
- Fabricante fornece **vida útil de referência (Vur)**
  - Inspeções de produtos em uso
  - Bases de dados de manutenção (Secovi)
  - Envelhecimento natural
  - Modelos teóricos/experimentais
  - Pesquisa a especialistas

# Envelhecimento Natural

## Estação de Rio Grande



# Inspeção de campo: Postes de Concreto





# Metodologia

- Projetos estabelecem **vida útil de projeto (Vp)** e elaboram **manual uso e manutenção**
  - a) Ambiente
  - b) Montagem
  - c) Manutenção
  - d) Interfaces
  - e) Detalhamento de projeto
  - f) Qualidade do processo

# Metodologia

- Usuário opera e mantém de acordo com o especificado.

# Conclusão

- Vida útil é essencial para a sustentabilidade
  - Econômica
  - Social
  - Ambiental
- É responsabilidade coletiva
  - Fabricantes
  - Projetistas
  - construtores
  - usuários

# Conclusão

- Existe enorme conhecimento disponível
  - Mercado
  - Academia
  - Literatura Nacional e Internacional
- Metodologias estão disponíveis.
- **Tarefa: criar a infra-estrutura.**

**GRATO PELA ATENÇÃO!**

[john@poli.usp.br](mailto:john@poli.usp.br)