



# **10 º SEMANA DE TECNOLOGIA METROVIÁRIA FÓRUM TÉCNICO**

**CONSERVAÇÃO DE ENERGIA  
UTILIZAÇÃO DE BENEFÍCIOS LEGAIS**

**COMPANHIA DO METROPOLITANO  
DE SÃO PAULO - METRÔ**

**APRESENTADORES:  
DAVID TURBUK  
MASSARU SAITO**

# REDE BÁSICA DO METRÔ DE SÃO PAULO



# CONSUMO E DEMANDA METRÔ -SP



- Transporte de passageiros: 2.500.000 pass./dia
- Consumo da Rede: 39.000 MWh/mês (c/ linha 5)
- Demanda da Rede: 90 MW/ponta (c/ Linha 5)
- Fator de Potência: 0,94
- Carga de Tração Elétrica: representa 75 %
- Carga de Auxiliares: iluminação, escadas rolantes, ventilação, bombas, sinalização e controle, etc., representa 25 %

# CARGA DE AUXILIARES



- **Carga de Auxiliares: 9.000 MWh/mês**
- **Iluminação: 20 a 25 % em torno de 2.000 MWh/mês**
- **Escadas Rolantes: 35 %**
- **Ventilação Principal dos túneis e estações: 35 %**
- **Outros: 5 %**

# HISTÓRICO DA CONSERVAÇÃO DE ENERGIA



- **Primeira Aplicação:** Com base no Decreto Estadual nº 39.995 de 15/03/1995 – Metrô participou no Programa Estadual de Racionalização do Uso de Energia e através do Conselho de Orientação –CORE apresentou o seu plano de ação.
- **Iniciou-se o Plano Piloto de Iluminação Eficiente em estações do Metrô** (modernização da iluminação das plataformas) que consistiu em substituir 2 (duas) lâmpadas de 110 W por uma de 110 W tipo “HO” em 2 estações VGO e ANR.
- **Foi elaborada licitação, através da Agência para Aplicação de Energia com recursos do Programa de Conservação de Eletricidade do governo federal - PROCEL a fundo perdido.**
- **Não houve continuidade por falta de patrocinadores.**

# HISTÓRICO DA CONSERVAÇÃO DE ENERGIA



- **Criação da ANEEL: LEI nº 9.427 26/12/1996**
- **Resolução nº 334 de 02/12/1999, autoriza concessionárias a desenvolverem projetos visando melhoria do fator de carga (desenvolvimento de novos produtos e serviços, participação da sociedade em projetos que visem à economia de energia na hora de pico e a obrigatoriedade da aplicação em contratos)**
- **Lei nº 9.991 de 24/07/2000, dispõe sobre realizações de investimento em pesquisa e desenvolvimento e em eficiência energética por parte das empresas concessionárias**

# HISTÓRICO DA CONSERVAÇÃO DE ENERGIA



- **Resolução nº 394 de 17/09/2001, estabelece - critérios para aplicação de recursos em projetos de combate ao desperdício, em conformidade ao PROCEL (gov. Federal)**
- **Resolução nº 492 de 03/09/2002, estabelece os critérios para aplicação de recursos em programas de eficiência energética, ou seja, obriga a concessionária a aplicar no mínimo 0,5 % de sua receita líquida, até 31/12/2005, em ações de eficiência energética. Depois dessa data o investimento passa para 0,25 % de sua receita líquida.  
Para cumprimento desta obrigação as concessionárias devem apresentar à ANEEL, Programa Anual de Combate ao Desperdício com metas físicas e financeiras.**

# CONVÊNIO

## METRÔ-SP X ELETROPAULO



**Convênio assinado em 12 maio de 2004 consiste em atuar em conjunto na implementação do projeto de eficiência energética:**

- **Modernizar as luminárias das plataformas de 20 estações da Linha 1 - Azul, num total de 2.300 unid.**
- **Desenvolver refletores de alto performance, reatores e lâmpadas eficientes**
- **Substituir 2 (duas) lâmpadas de 2x110 W por 1 (uma) de 1x110 W**

# CONVÊNIO

## METRÔ-SP X ELETROPAULO

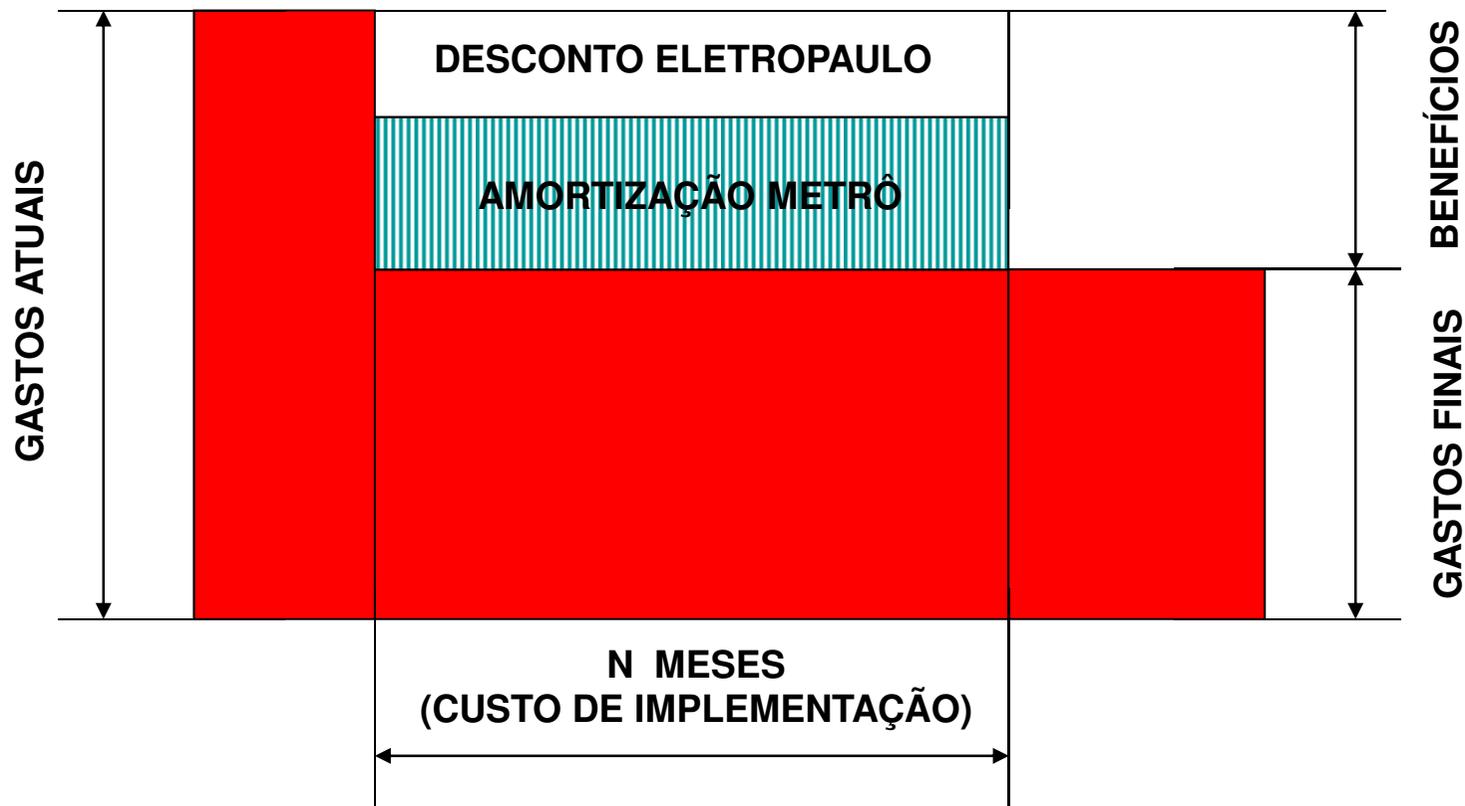


- **Estima-se uma redução de média mensal de 183.000 KWh ( consumo) e 285 kW (demanda) - representa economia mensal de R\$ 24.600,00 na conta de energia elétrica (tarifa 03/07/2003)**
- **Valor da implementação do projeto: R\$ 700.000,00  
Parte Metrô: 424.000,00**
- **A amortização será feita com pagamento mensal de R\$ 24.600,00 referente a economia mensal**
- **Em 17 meses, aproximadamente, serão quitados totalmente os investimentos**

# CONVÊNIO METRÔ-SP X ELETROPAULO



## FORMA DE AMORTIZAÇÃO DOS INVESTIMENTOS



# IMPLEMENTAÇÃO



## PARTE II

### DESENVOLVIMENTO E TESTE PROTÓTIPO

### IMPLEMENTAÇÃO E RESULTADOS

# DESENVOLVIMENTO



- Para desenvolvimento do projeto a Eletropaulo contratou a Consultoria Ecoluz e por sua vez a Itaim para desenvolver luminárias de alto rendimento.
- 
- Foi desenvolvido um protótipo de luminária com refletor especial, lâmpada de alto rendimento e reator eletromagnético, em conjunto, e testado exaustivamente em laboratório.

# TESTE DE PROTÓTIPO - VGO



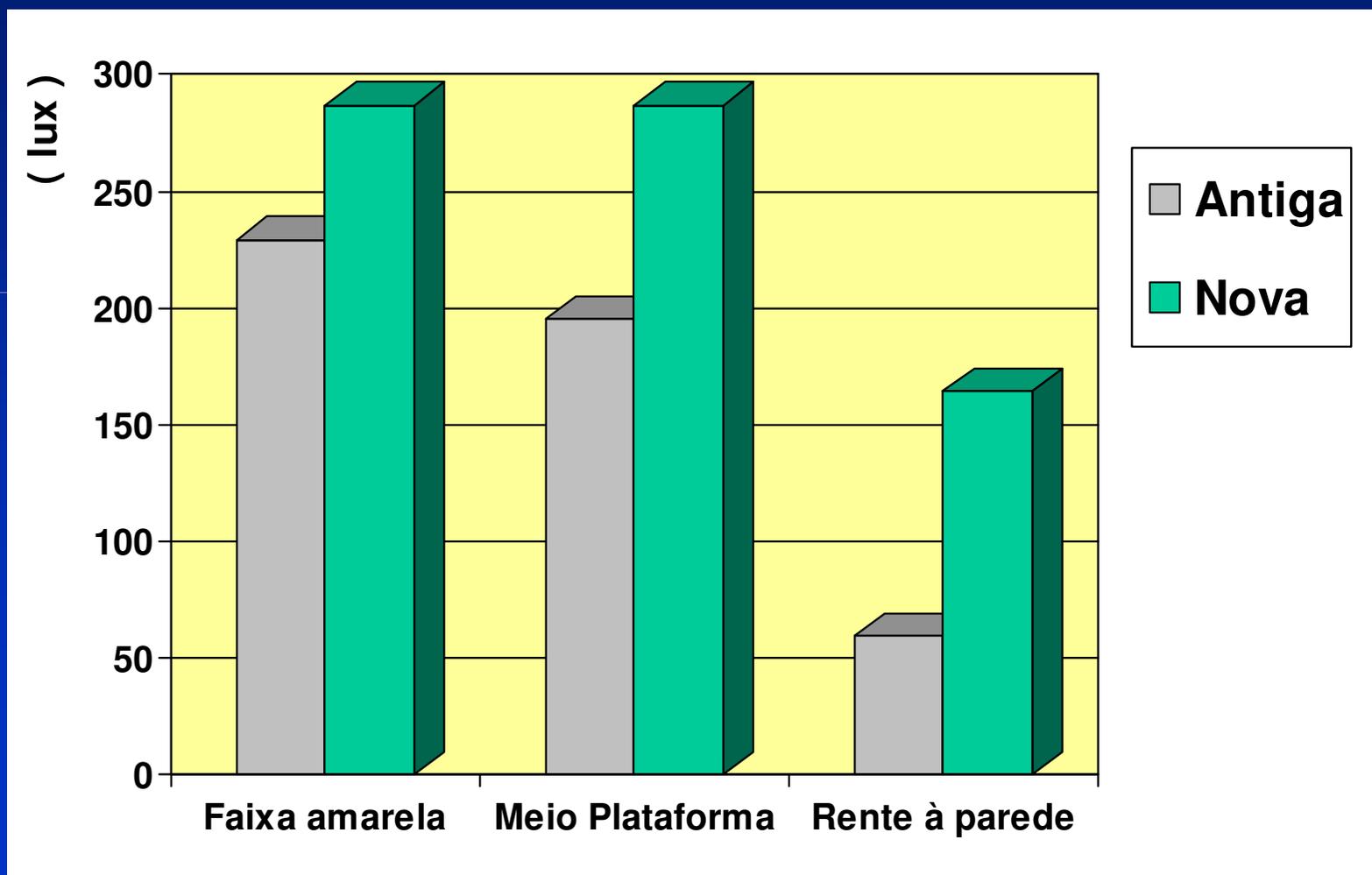
**a – Medições com o refletor atual, reator duplo e a lâmpada comum existente (1x110W) em lux, realizadas em 13/06/03.**

Pontos de Medição	1	2	3
Faixa Amarela	243	260	185
Meio Plataforma	200	218	168
Rente a Parede	58	63	57

**b – Medições com o novo refletor, reator simples novo e a lâmpada nova trifósforo super 85 (1x110W) em lux, realizadas em 25/06/03**

Pontos de Medição	1	2	3
Faixa Amarela	261	305	296
Meio Plataforma	269	305	286
Rente a Parede	160	177	155

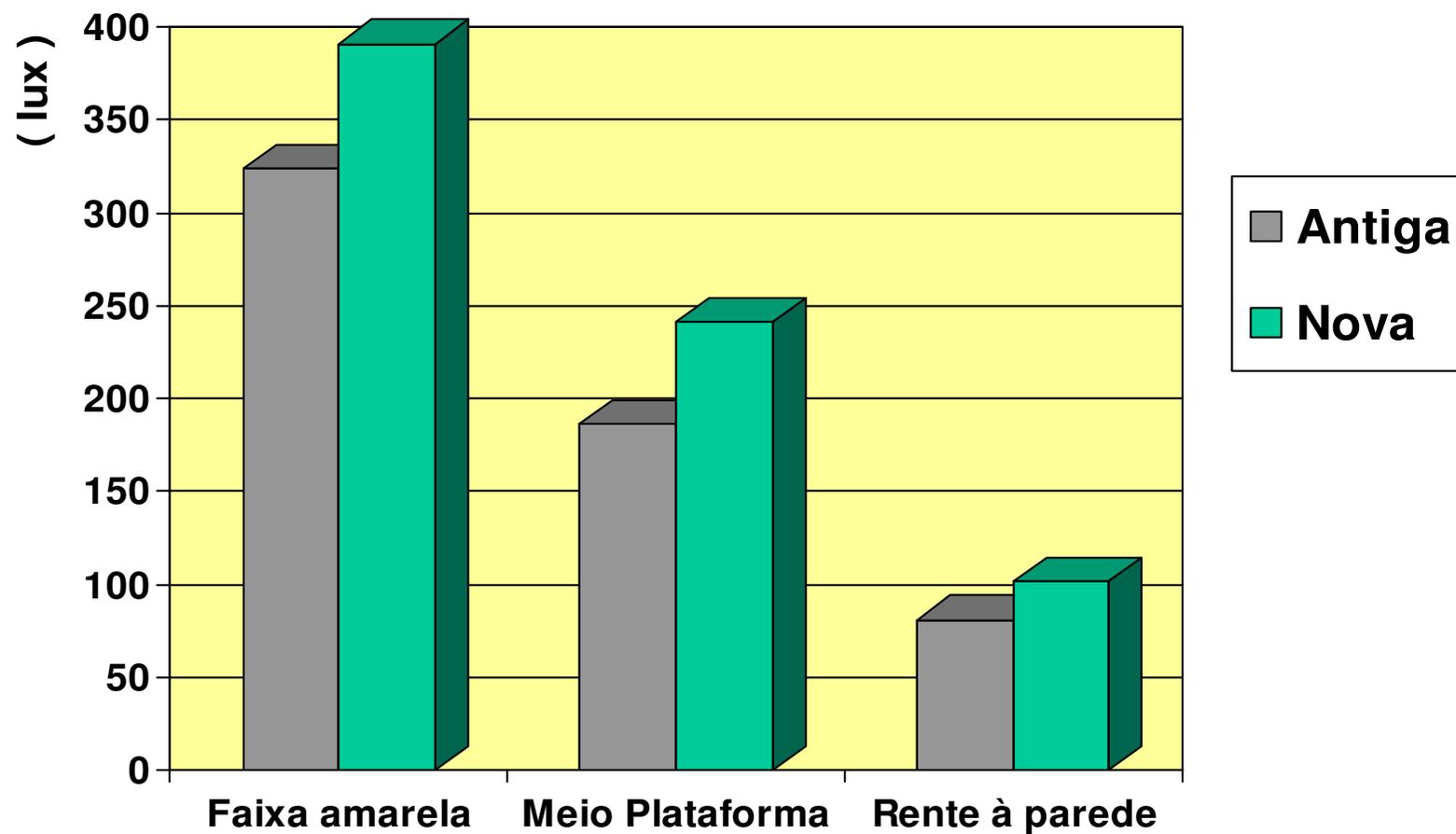
# TESTE DE PROTÓTIPO - VGO



# TESTE DE PROTÓTIPO - PSE



# TESTE DE PROTÓTIPO - PSE

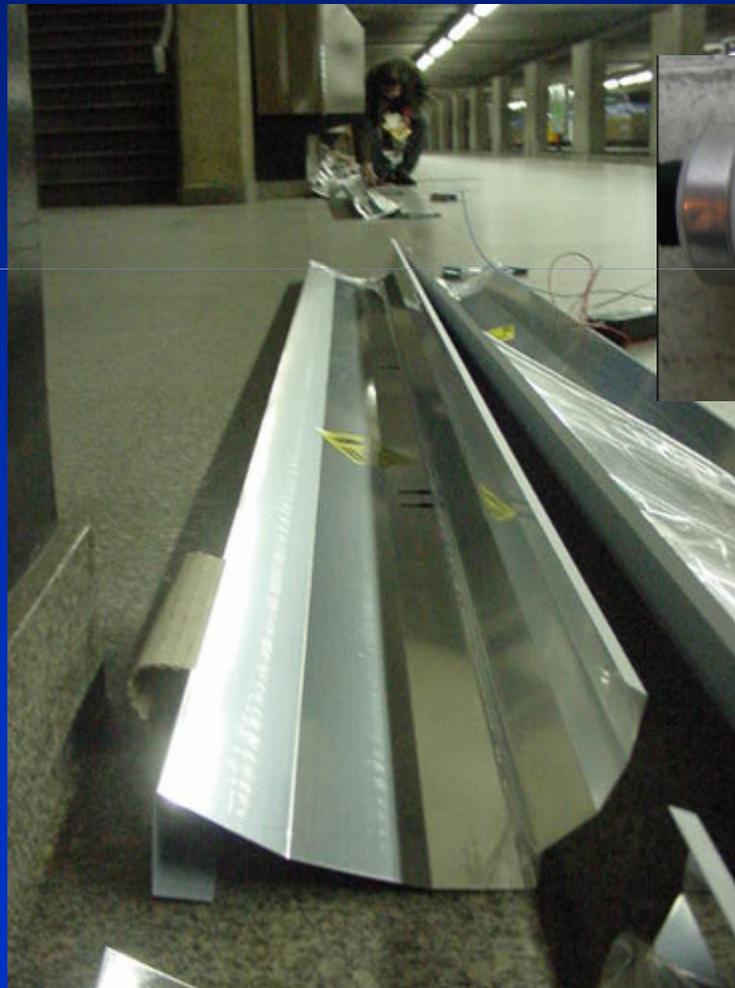


# IMPLEMENTAÇÃO



**Trabalhos realizados fora  
de operação comercial**

# MATERIAIS SUBSTITUÍDOS

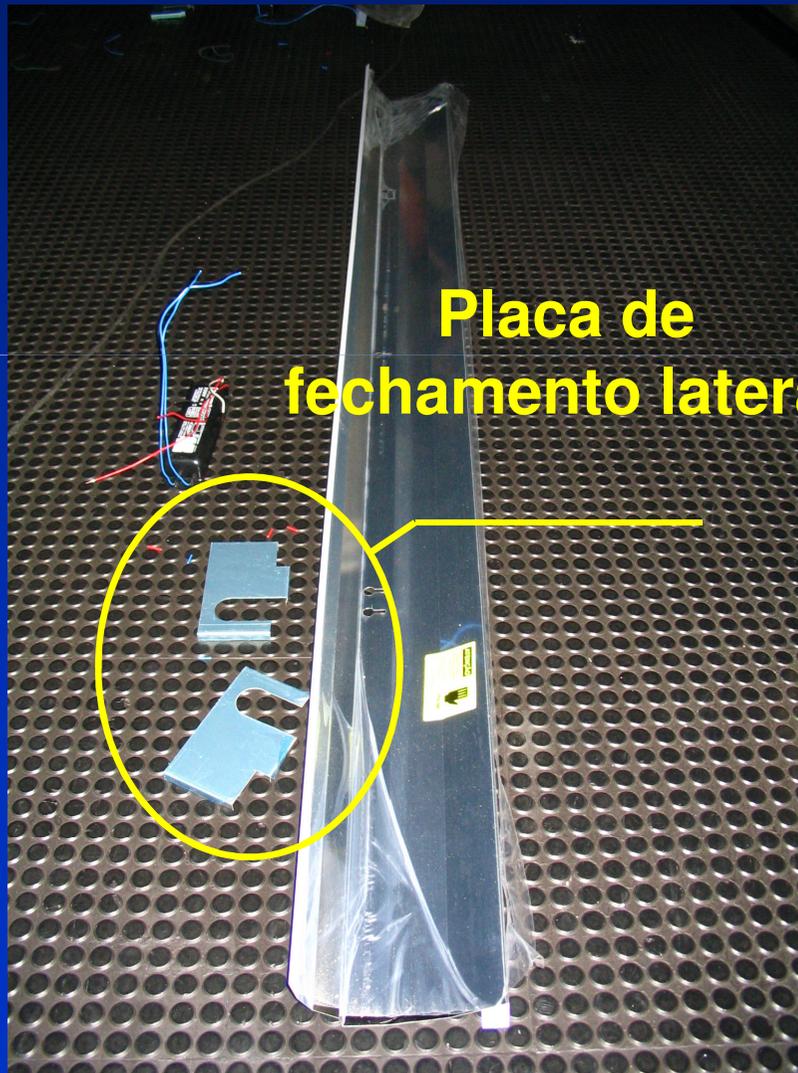


foro



Reator  $FP = 0,95$   
Eletromagnético

# MATERIAIS SUBSTITUÍDOS

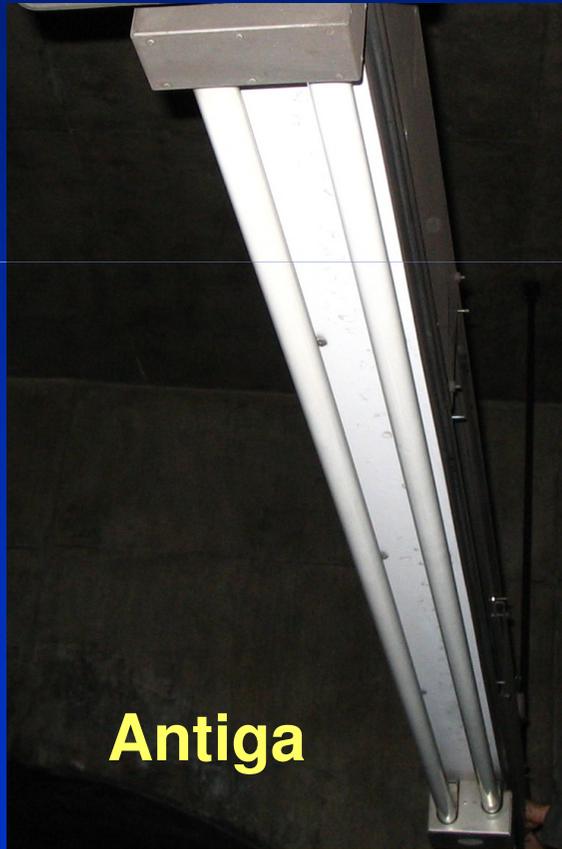


**Reatores:**

**os antigos e o novo**



# NOVA LUMINÁRIA



**Antiga**



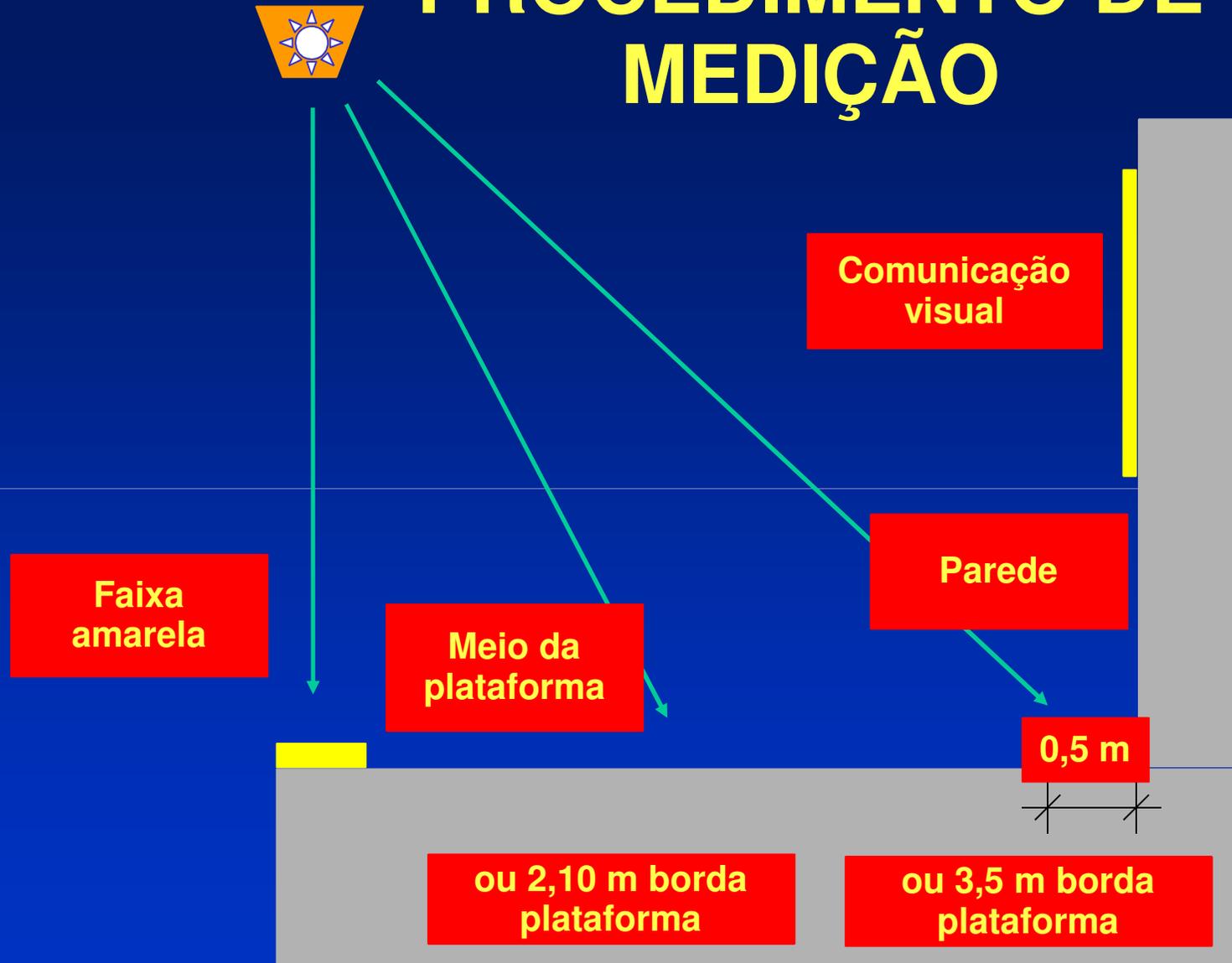
# ESTAÇÃO SÉ



**Com e  
sem trem**



# PROCEDIMENTO DE MEDIÇÃO



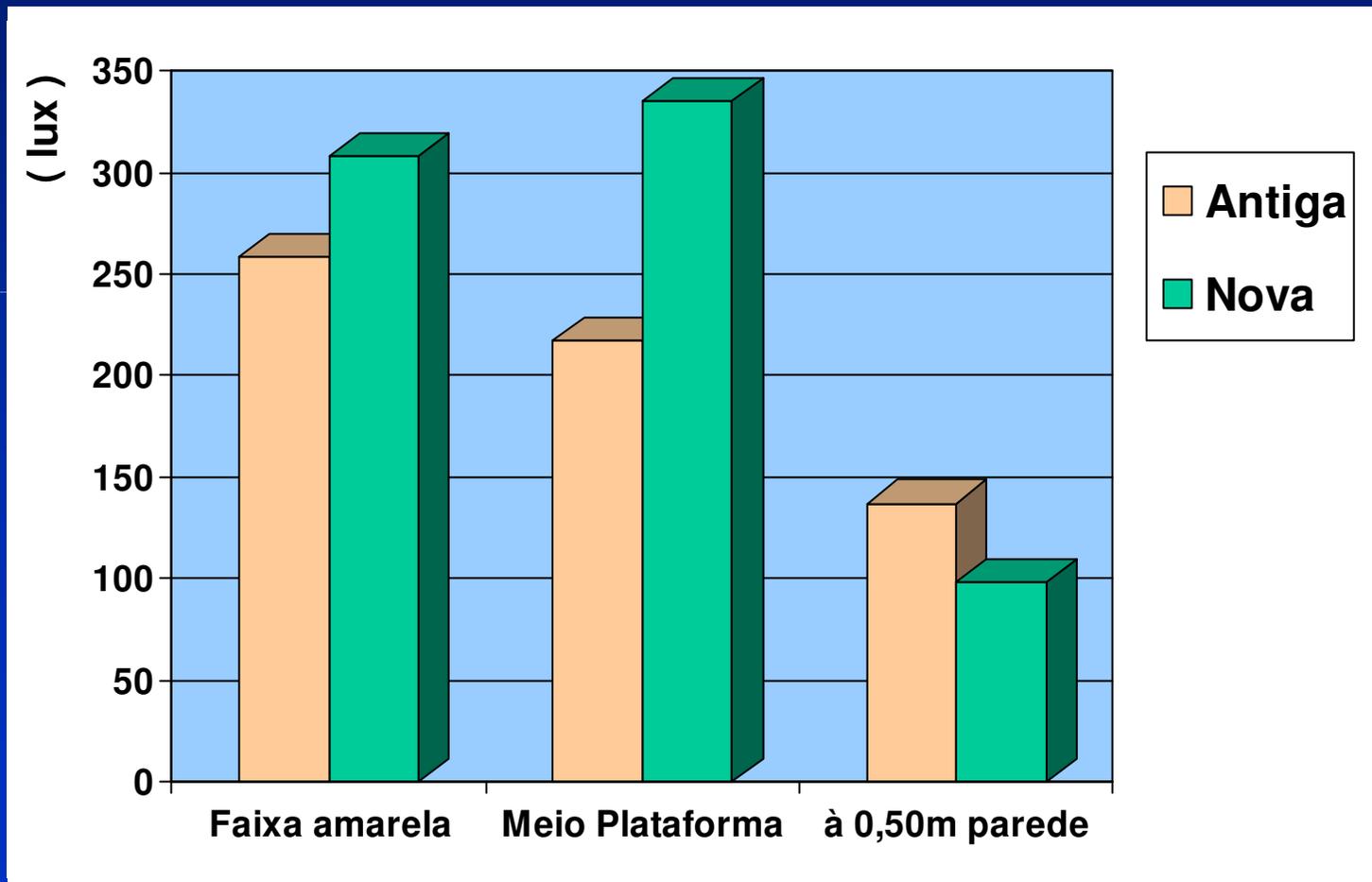
# MEDIÇÃO NA FAIXA AMARELA



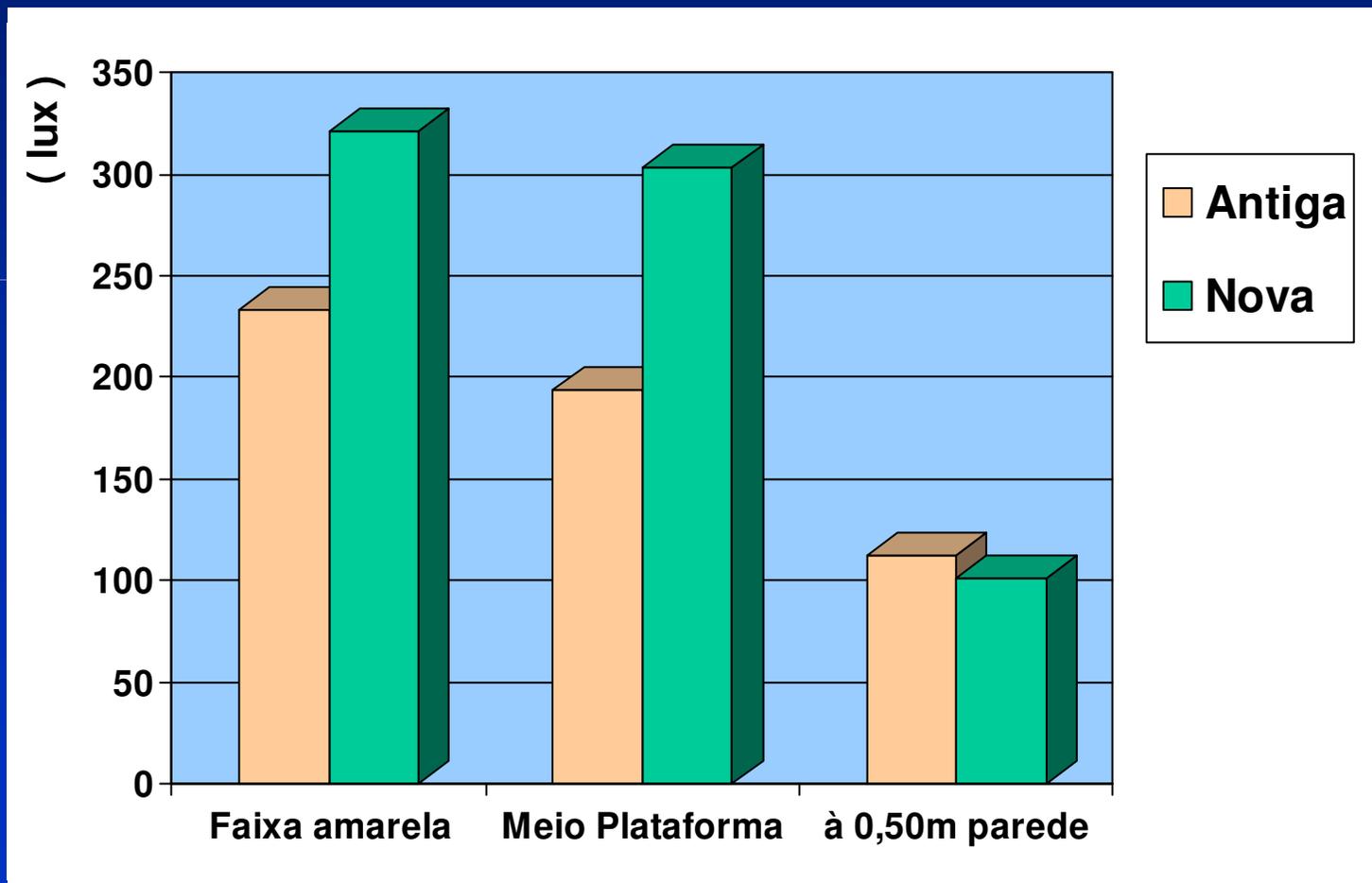
# MEDIÇÃO NA PLATAFORMA



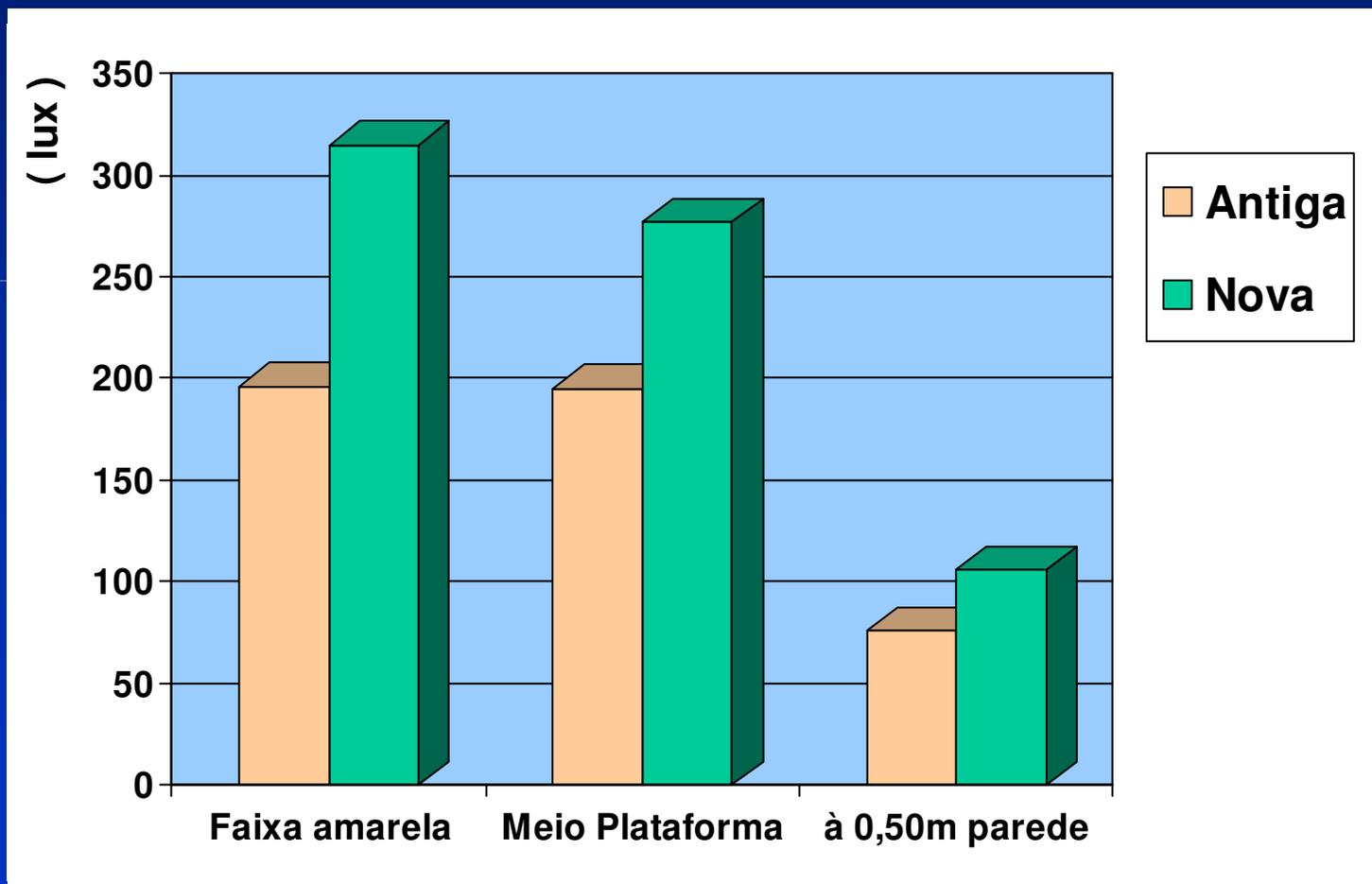
# JABAQUARA PLATAFORMA 1



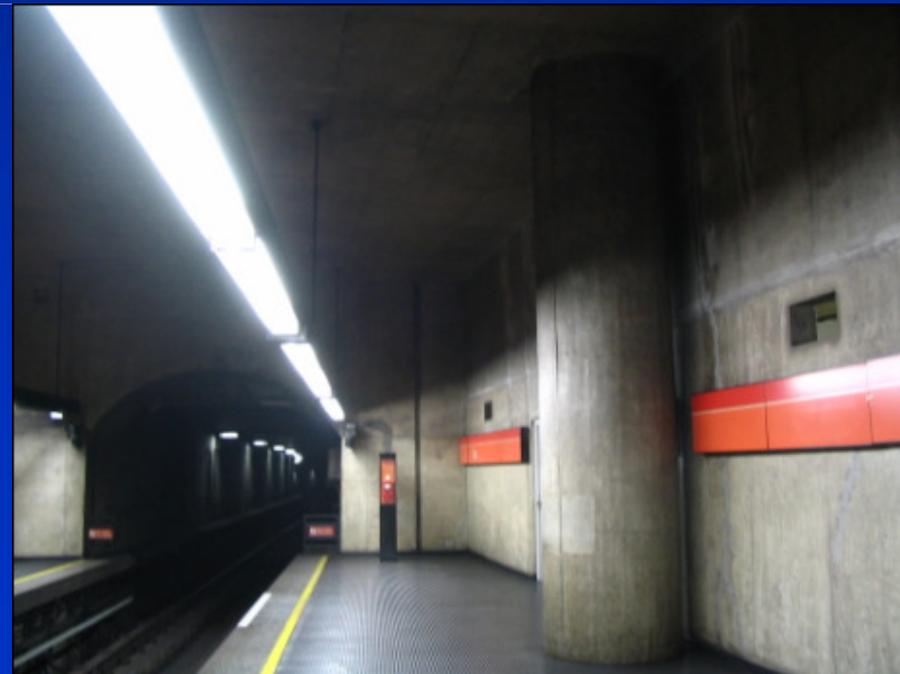
# SANTA CRUZ PLATAFORMA 1



# VERGUEIRO PLATAFORMA 1



# ILUMINAÇÃO PLATAFORMA PSE



# CONCLUSÃO



- **Resultados significativos na iluminação da faixa amarela e no meio da plataforma**
- **Rendimento melhor do que a luminária anterior com duas lâmpadas**
- **Redução de aproximadamente 50 % no consumo de energia e também na redução da demanda**
- **Sem investimento imediato, amortização efetuada com parcelas mensais resultante dessa economia**

# CONSIDERAÇÃO COMPLEMENTAR

- Essa aplicabilidade, baseando-se nas resoluções da ANEEL, está sendo viabilizada para modernização de escadas rolantes e futuramente em outros sistemas como ventilação, etc.
- A lei nº 9.991 prevê, também, a possibilidade de realizar investimentos em pesquisa e desenvolvimento de até 0,75 % da receita da Concessionária, executados por instituições de pesquisa e desenvolvimento e de ensino superior (Universidades).

# APLICAÇÃO FUTURA EM ESCADAS ROLANTES



**Escada Rolante convencional**

**Desnível : 10,56 metros**

**Potência: 40 cv**

**Localização: Consolação**

# APLICAÇÃO FUTURA EM ESCADAS ROLANTES



**Conjunto motor-freio-redutor atual**

# APLICAÇÃO FUTURA EM ESCADAS ROLANTES







***FIM***

***MUITO OBRIGADO***