

# Eficiência Energética em Iluminação Estudo de Caso na Empresa de Trens Urbanos de Porto Alegre

*Cleber Correa*

**21ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**

# AEAMESP



TRABALHO FINALISTA



PRÊMIO  
TECNOLOGIA &  
DESENVOLVIMENTO  
METROFERROVIÁRIOS  
2015



ESTE TRABALHO FOI SELECIONADO COMO FINALISTA NA EDIÇÃO DE 2015



# ***Introdução***

A Empresa de Trens Urbanos de Porto Alegre S.A. (Trensurb):

- Criada em 1980 - iniciou a operação comercial em 1985;
- Extensão de 43,4 quilômetros, no eixo norte da região metropolitana de Porto Alegre, com 22 estações e uma frota de 40 trens;
- 350 MWh/mês para alimentação das estações de passageiros;
- 220 MWh/mês para as cargas no pátio de manutenção;
- 4.200 MWh/mês para tração elétrica.



# *Justificativa*

- Produção nacional de energia elétrica, 15,4% são usados em edifícios comerciais e 8% em edifícios públicos;
- Os sistemas de iluminação artificial são responsáveis por 14% do consumo energético nacional;
- No setor comercial, por exemplo, a iluminação representa 22% do consumo;
- Sistemas de iluminação pouco eficientes, ainda amplamente utilizados, sugerindo um grande potencial em conservação de energia elétrica.



# Objetivos

- Mapear o atual sistema de iluminação da Oficina de Manutenção da Trensurb, propondo novos sistemas que visam à melhoria de sua eficiência energética;
- Levantar a demanda e o consumo de energia elétrica;
- Identificar as principais contribuições para o consumo de energia para fins de iluminação artificial;
- Propor tecnologias mais eficientes para iluminação;
- Proporcionar boas condições de trabalho, tornando a iluminação adequada a atividade exercida.



# ***Metodologia Proposta***

- Levantamento através de medições, do consumo energético para a iluminação e medições de iluminância nos diferentes ambientes;
- Análise de documentação (diagramas unifilares, histórico de consumo de energia elétrica);
- Medição de energia elétrica predial nos circuitos de iluminação;
- Medição da intensidade luminosa dos diferentes ambientes internos, em distintas condições de iluminação natural;
- Análise dos resultados;
- Proposição: substituição, nos casos de tecnologias pouco eficientes, dos sistemas de iluminação.



# Resultados

## *Análise do consumo e demanda*

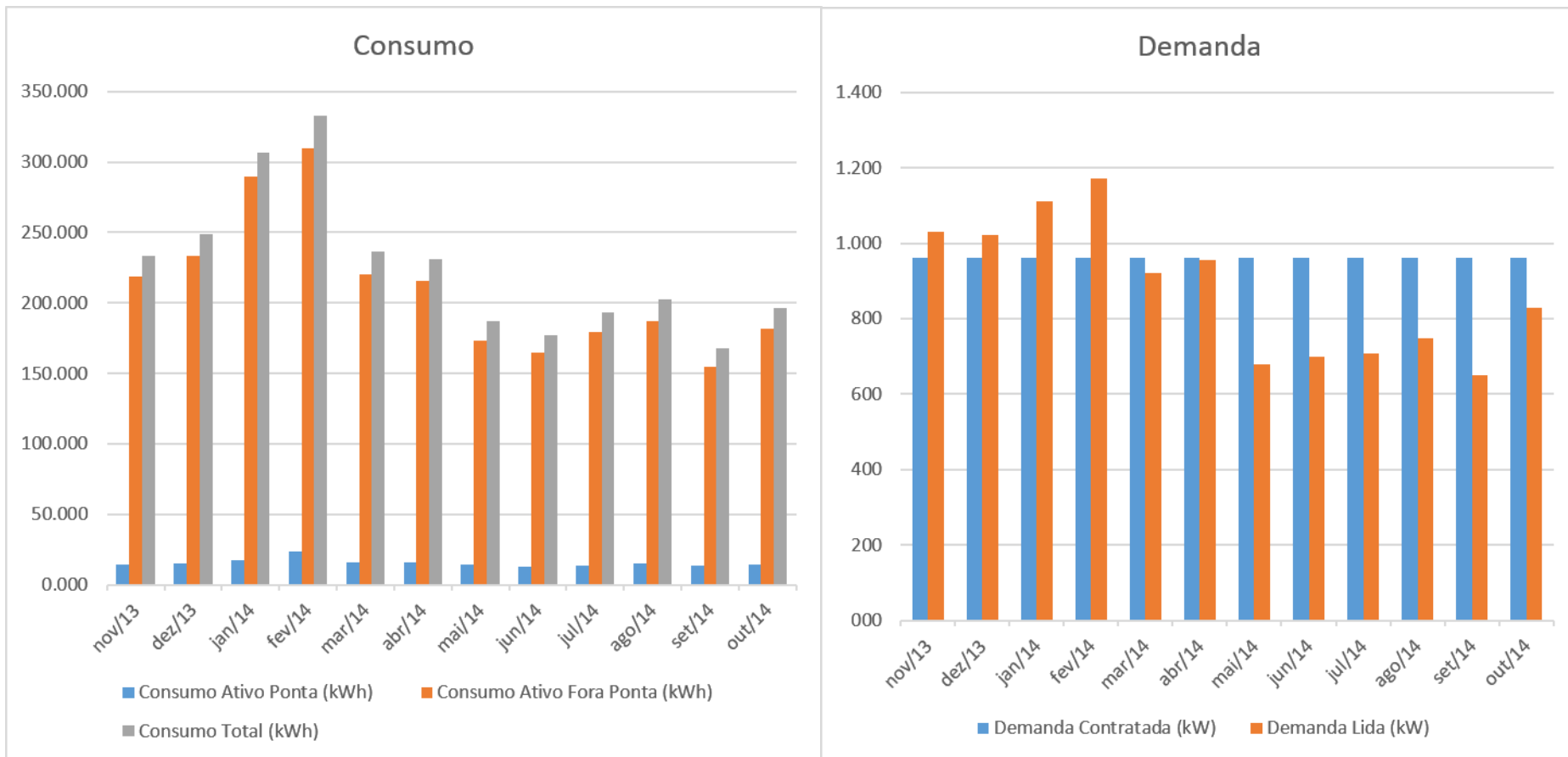
A unidade consumidora Pátio Manutenção:

Classificação Tarifária Horosazonal Verde, Subgrupo A4 (2,3 kV a 25 kV)



# Resultados

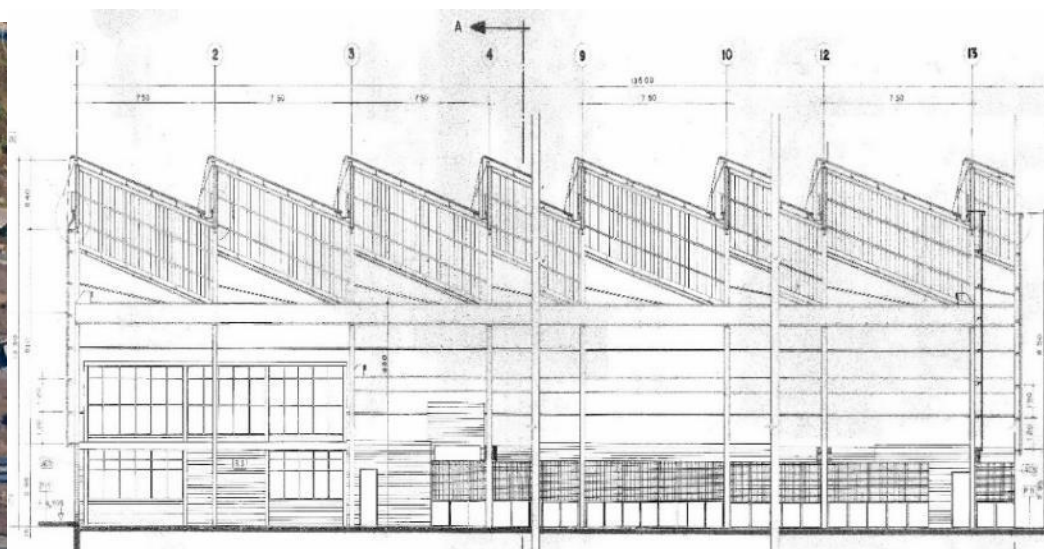
## Análise do consumo e demanda





# *Resultados*

## *Oficina de Manutenção*

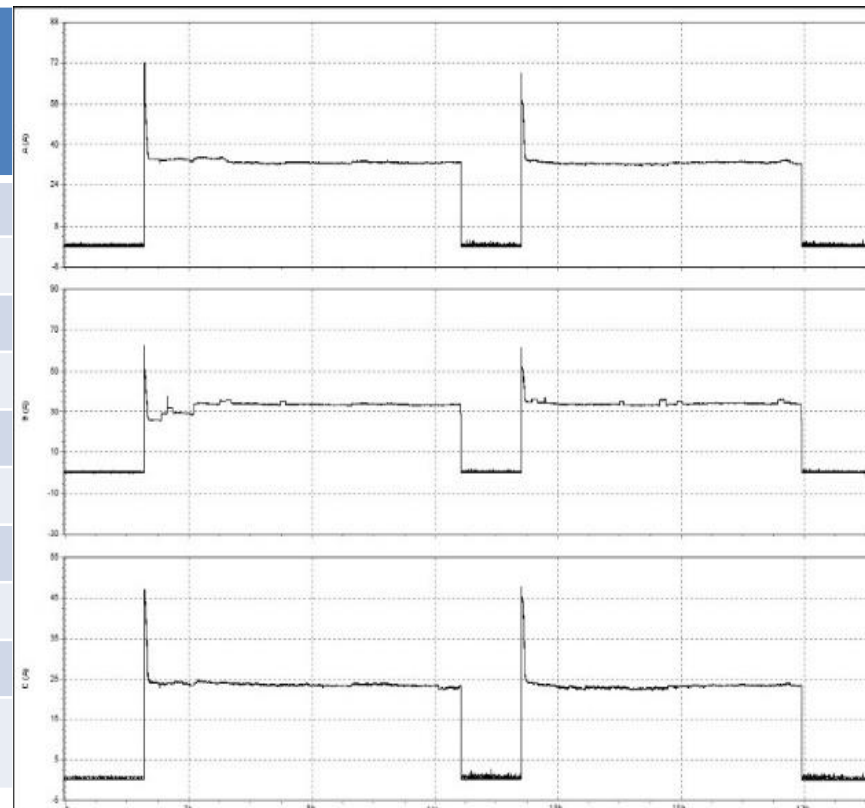


# Resultados

Características físicas do ambiente	
Local	Oficina de Manutenção Pesada - Trensurb
Finalidade	Manutenção de Trens
Área total	5.400 m <sup>2</sup>
Sistema de Iluminação	
Tensão de alimentação	220/380V
Lâmpadas	Lâmpada de mercúrio de Alta Pressão
Potência da lâmpada	400W
Tipo de reator:	Externo
Perda no reator	43W
Potencia nominal instalada - lâmpada e reator	56,70kW
Área iluminada	4655 m <sup>2</sup>
Número de luminárias	128
Fluxo luminoso em 25°C por lâmpada	22.000 lm
Eficiência luminosa nominal em 25°C	55 lm/W
Horário de operação	06h as 17h

# Resultados

Disjuntor	Fase	Corrente RMS(A)	Tensão RMS(V)	Potência (W)
1	r	31	226	7.006
	s	32		7.232
	t	32		7.232
2	r	33	224	7.392
	s	36		8.064
	t	37		8.288
3	r	37	225	8.325
	s	23		5.175
	t	35		7.875
			Total	66.589



Potência Nominal Instalada = 56,70kW

Potência Nominal Medida = 66,59kW

17% Maior

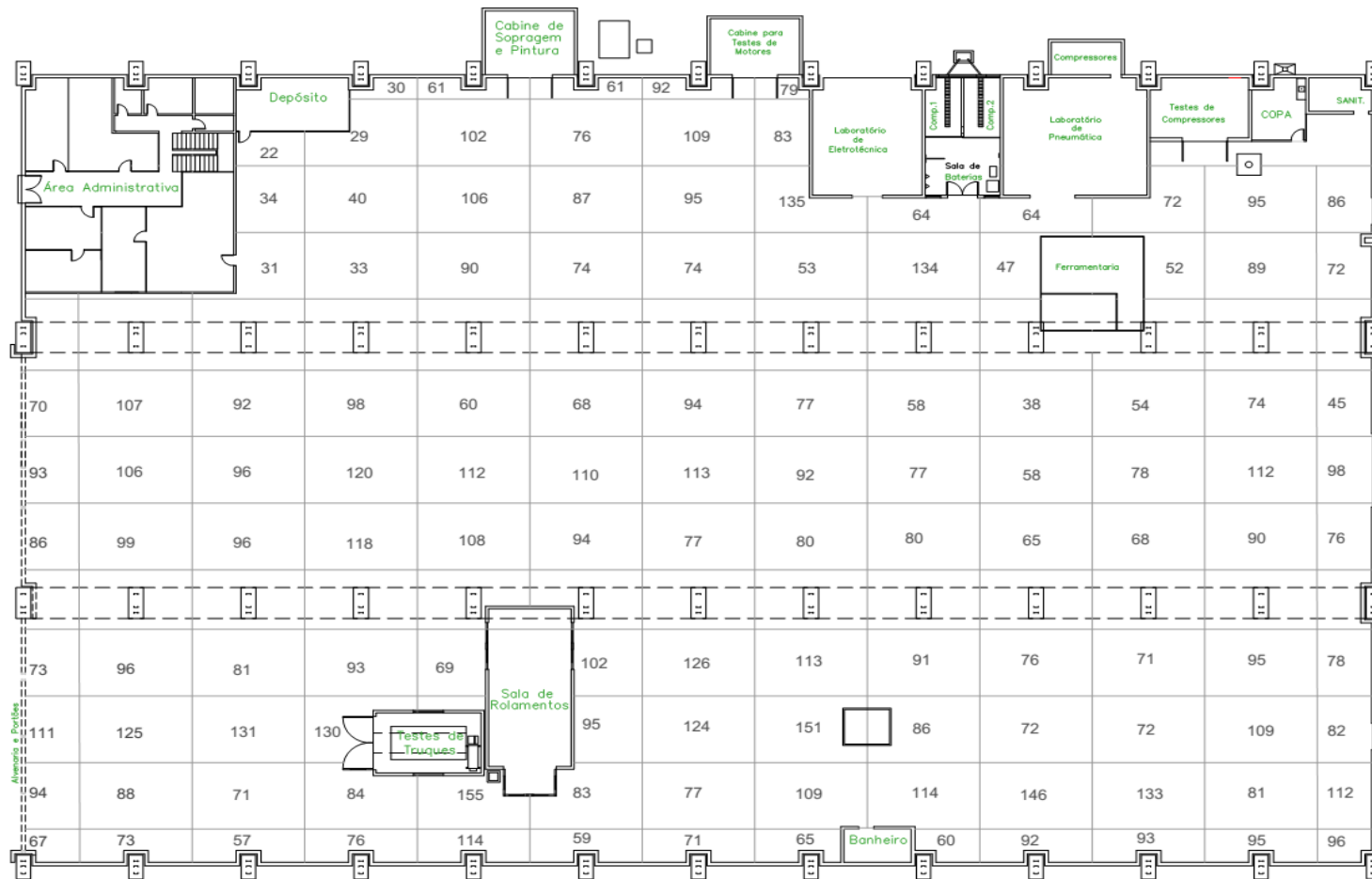
# Resultados

## Malha de pontos medidos com luxímetro - diurno



# Resultados

## Malha de pontos medidos com luxímetro - noturno



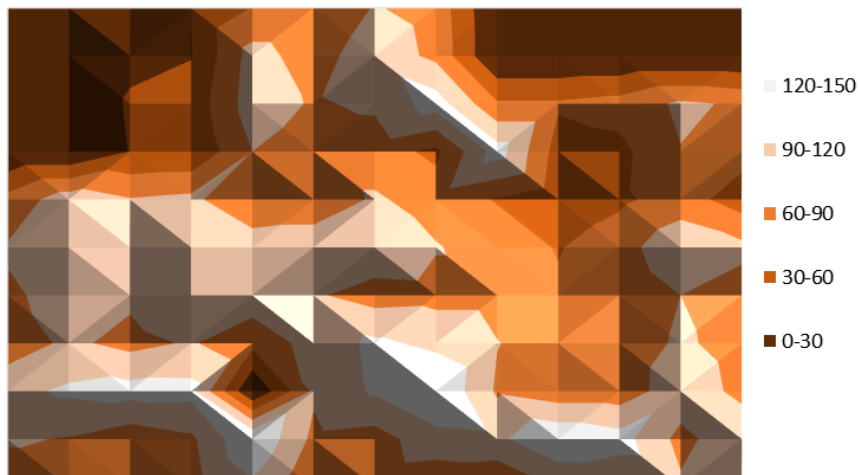
# ***Resultados***

## ***Contribuição da iluminação natural***



# Resultados

*Gráfico de superfície: iluminação artificial.*

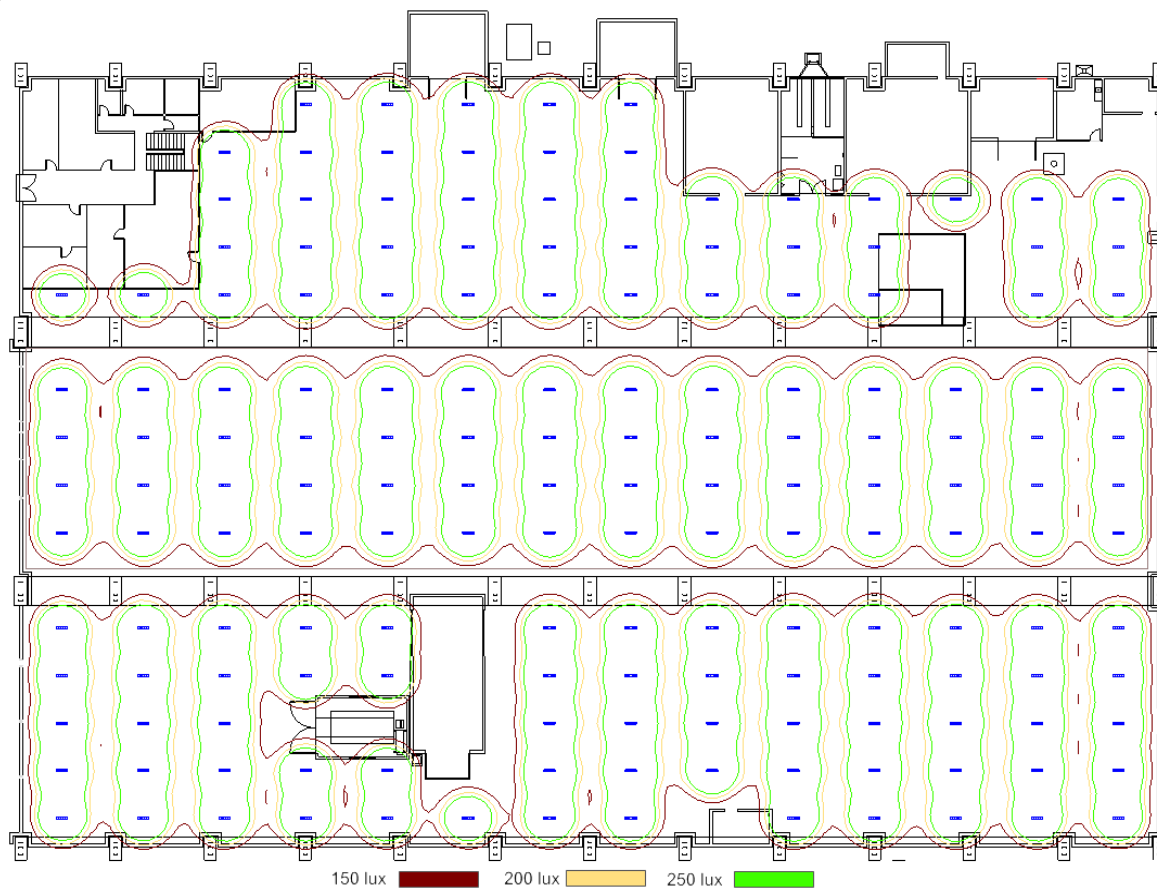


*Gráfico de superfície: iluminação artificial + iluminação natural*



# Resultados

*Distribuição de luminárias e os índices de iluminação simulados com o software Dialux –  
Luminárias LED*





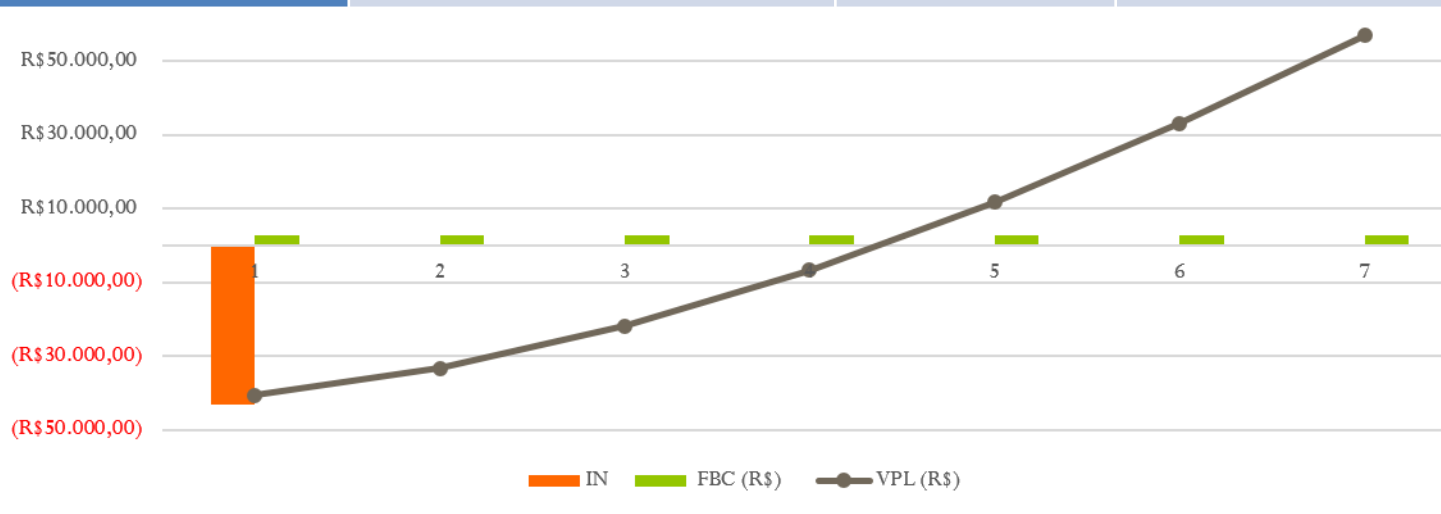
# Resultados

Características da Instalação	Sistema de Iluminação	
	Atual	Proposto
Tensão de alimentação	220/380V	220/380V
Lâmpadas	Mercúrio	LED
Vida útil - horas	9.000	50.000
Potência da lâmpada	400W	70W
Tipo de Reator:	Externo	Interno
Perda do Reator	43W	--
Potência Total	66,59kW	11,62kW
Área iluminada	4.655 m <sup>2</sup>	4.655 m <sup>2</sup>
Número de luminárias	128	166
Fluxo luminoso por lâmpada	22.000 lm	4.970 lm
Eficiência luminosa nominal	55 lm/W	70 lm/W

# Resultados

## Viabilidade econômica - VPL

Investimento	R\$ 43.160,00		
Inicial (R\$)			
Tempo (anos)	FVP (i = 8%)	FBC (R\$)	VPL (R\$)
1	0,92593	R\$ 2.748,50	-40.615,09
3	2,5771	R\$ 2.748,50	-21.910,55
4	3,31213	R\$ 2.748,50	-6.746,48
5	3,99271	R\$ 2.748,50	11.709,82
7	2,20637	R\$ 2.748,50	57.007,96
20	9,81815	R\$ 2.748,50	496.543,56



# *Considerações Finais*

- O consumo em iluminação - 6% de todos os gastos de energia da unidade Consumidora Pátio Manutenção.
- Os índices da iluminação medidos - baixos níveis de iluminância quando da ausência da iluminação artificial.
- Foi proposto um novo sistema utilizando luminárias com tecnologia LED. Além da eficiência destes dispositivos, a vida útil é um fator decisivo para a escolha deste modelo de iluminação.
- O estudo da viabilidade econômica demonstrou que, embora o custo inicial seja elevado em relação a outras tecnologias de iluminação, o sistema recupera o investimento inicial a partir do quinto ano de implantação, tendo uma expectativa de vida útil de aproximadamente 20 anos.



# ***Bibliografia***

- ANEEL. **Manual para Elaboração do Programa de Eficiência Energética**. 2008, 63p. Disponível em: <[www.aneel.gov.br](http://www.aneel.gov.br)>. Acesso em: 4 de nov. 2014.
- ASCURRA, Rodrigo Esteves. **Eficiência Elétrica em Iluminação Pública Utilizando Tecnologia LED: um estudo de caso**. Orientador Bismarck Castilho Carvalho. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Mato Grosso. Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Edificações e Ambiental, Cuiabá, 2013. 157 f
- GHISI, Eneidir. **Desenvolvimento de uma Metodologia para Retrofit em Sistemas de Iluminação: estudo de caso na Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1997**. 246 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina.
- LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando. 3 ed. **Eficiência Energética na Arquitetura**. Brasília, DF: Ministério de Minas e Energia, 2013.
- ROLIM, Otávio Alves. **Eficientização de Estações Ferroviárias: estudo de caso**. 2002. 109 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2002.



# Eficiência Energética em Iluminação Estudo de Caso na Empresa de Trens Urbanos de Porto Alegre

*Cleber Correa*

*cleber.correa@trensurb.gov.br*

# Obrigado



TRABALHO FINALISTA