



## **30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

### **CATEGORIA 2**

## **SUSTENTABILIDADE: ILUMINAÇÃO EFICIENTE - REDUZINDO O CONSUMO DE ENERGIA NAS ESTAÇÕES METROFERROVIÁRIA**

### **INTRODUÇÃO**

A sustentabilidade tem se tornado um tópico central nas discussões globais sobre desenvolvimento e preservação ambiental, especialmente no contexto urbano, onde o consumo de energia é elevado e os impactos ambientais são significativos. No setor de transporte público, especificamente nas estações metroferroviárias, a iluminação representa uma parte substancial do consumo energético total. Este trabalho tem como objetivo principal apresentar propostas para a redução do consumo de energia do sistema de iluminação nas estações metroferroviárias, por meio da implementação de práticas sustentáveis e conscientes, aproveitando a iluminação natural. Tais medidas visam não apenas aumentar a



## **30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA** **11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

eficiência energética, mas também contribuir para a preservação ambiental, promovendo um ambiente mais sustentável e saudável para as gerações presentes e futuras.

O crescente interesse pela sustentabilidade e eficiência energética enfatiza a relevância desta pesquisa. O consumo consciente de energia tornou-se um tema importante, especialmente no transporte público de massa. Nas estações de metrô, onde as necessidades de iluminação são constantes e enormes, a eficiência energética desempenha um papel vital na redução dos custos operacionais e na mitigação do impacto ambiental. Este artigo explorará a importância e a prática do consumo consciente de energia nos sistemas de iluminação, enfatizando sua relevância ambiental, econômica, sustentável e social.

No contexto ambiental, a iluminação é responsável por grande parte do consumo de energia nas estações de metrô. A redução deste consumo através de práticas sustentáveis pode reduzir a pegada de carbono e outros impactos ambientais associados à produção de energia. Este artigo discutirá algumas práticas como a adoção de tecnologias como luzes LED, sensores de movimento e uso de luz natural. Estas tecnologias não só reduzem o consumo de energia, mas também promovem a sustentabilidade, minimizando a necessidade de produção adicional de energia (frequentemente associada a emissões de gases com efeito de estufa).

Além dos benefícios ambientais, a redução do consumo de energia implica em vantagens econômicas significativas para as empresas operadoras do sistema metroferroviário. A economia de energia se traduz diretamente em redução de custos operacionais, o que pode resultar em economias substanciais a longo prazo. A implementação de práticas como a



## **30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

programação de horários de funcionamento das luzes de acordo com os horários de pico e a manutenção regular do sistema de iluminação são essenciais para maximizar essas economias. A eficiência energética, portanto, não apenas alivia os custos financeiros das operadoras, mas também pode ser reinvestida em melhorias adicionais para o serviço público. Finalmente, a promoção do consumo consciente de energia nas estações metroferroviárias tem um impacto significativo na conscientização social. Ao incentivar a conservação de recursos naturais entre passageiros e funcionários, essas práticas sustentáveis contribuem para uma cultura de responsabilidade ambiental. A educação e conscientização contínua sobre a importância do consumo consciente de energia são cruciais para assegurar a adesão e o sucesso dessas práticas. Através de campanhas educativas e ações de sensibilização, é possível cultivar uma mentalidade mais sustentável entre todos os usuários do sistema metroferroviário, reforçando o compromisso com a sustentabilidade para o futuro.

Em resumo, este artigo propõe estratégias para a redução do consumo de energia nas estações metroferroviárias, destacando os benefícios ambientais, econômicos, sustentáveis e sociais. Ao adotar práticas como a utilização de tecnologia LED, sensores de movimento, iluminação natural, programação de horários, manutenção regular e promoção da educação e conscientização, é possível alcançar uma significativa eficiência energética. Isso não só contribui para a preservação ambiental, mas também promove um ambiente mais sustentável e saudável para as gerações presentes e futuras.

### **DIAGNÓSTICO**



## **30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**

### **11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

O crescente foco na sustentabilidade e eficiência energética no contexto urbano tem impulsionado a busca por soluções inovadoras, especialmente no setor de transporte público. As estações metroferroviárias, devido à sua alta demanda por iluminação, são áreas estratégicas para a implementação de práticas sustentáveis. Este capítulo analisa detalhadamente as estratégias para reduzir o consumo de energia no sistema de iluminação dessas estações, explorando exemplos práticos, aplicações reais e incluindo imagens ilustrativas para proporcionar uma compreensão abrangente.

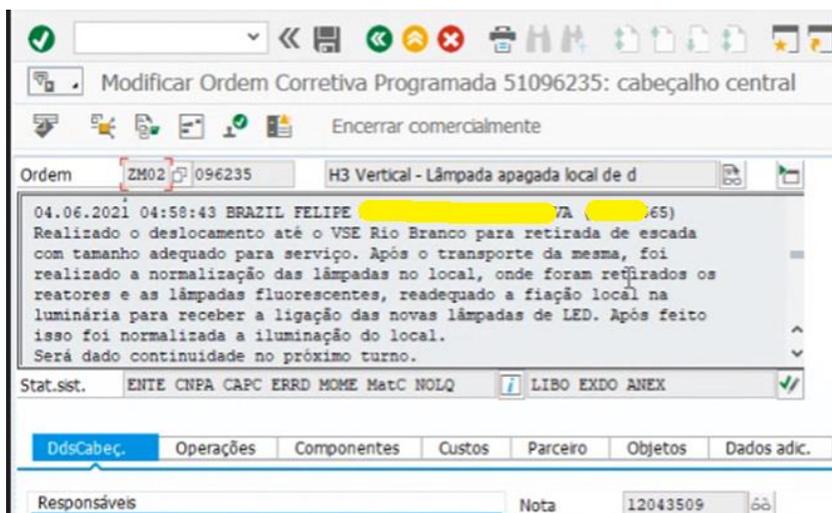
### **Tecnologias de Iluminação LED**

A substituição de lâmpadas convencionais por lâmpadas LED é uma das abordagens mais eficazes para reduzir o consumo de energia nas estações metroferroviárias. As lâmpadas LED são conhecidas por seu baixo consumo de energia, longa vida útil e qualidade de iluminação superior. Estas características não só reduzem o consumo de energia, mas também melhoram a experiência dos usuários das estações.

Exemplo: Implementação de LED na Estação da Linha 4 Amarela

A ViaQuatro, concessionária responsável pela operação e manutenção da linha 4 Amarela, iniciou um projeto de substituição de todas as lâmpadas convencionais por LEDs em suas estações de metrô. A expectativa era de uma redução de até 70% no consumo de energia para iluminação, resultando em economias significativas nos custos operacionais. Além disso, a manutenção necessária para as lâmpadas LED é menor devido à sua durabilidade.

## 30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



**Figura 1: Substituição de lâmpadas fluorescente por lâmpadas de LED na estação República da linha 4 Amarela**

### Sensores de Movimento

A instalação de sensores de movimento em áreas comuns das estações, como corredores e plataformas, é outra prática eficaz para a redução do consumo de energia. Esses sensores garantem que as luzes sejam ativadas apenas quando há presença de pessoas, evitando o desperdício de energia em áreas desocupadas.

Exemplo: Estações Beilen, Hoogeveen e Meppel na Holanda

A ProRail implementou iluminação adaptativa com sensores de movimento em várias áreas das estações. A iluminação ajusta-se automaticamente, diminuindo em horários de menor movimento e aumentando quando há presença detectada, melhorando a segurança e reduzindo o consumo de energia.

## 30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



**Figura 2: Plataforma da estação Beilen – Prorail Holanda**

**Fonte: <https://tvilight.com/case-study/train-stations-prorail/>, acessado em: 24/07/2024**

### **Aproveitamento da Iluminação Natural**

A integração de luz natural através de janelas e claraboias pode reduzir a necessidade de iluminação artificial durante o dia. Sistemas de controle de iluminação que ajustam automaticamente a intensidade das luzes com base na quantidade de luz natural disponível são fundamentais para otimizar essa prática.

Exemplo: Estações de Metrô da Linha 5 Lilás

A estação de metrô Brooklin é um exemplo notável de uso eficaz da iluminação natural. A estação foi projetada com amplas janelas e claraboia, que permitem a entrada de luz natural, reduzindo significativamente a necessidade de luz artificial durante o dia. Além disso, sensores de luz ajustam a iluminação artificial conforme necessário.

## 30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

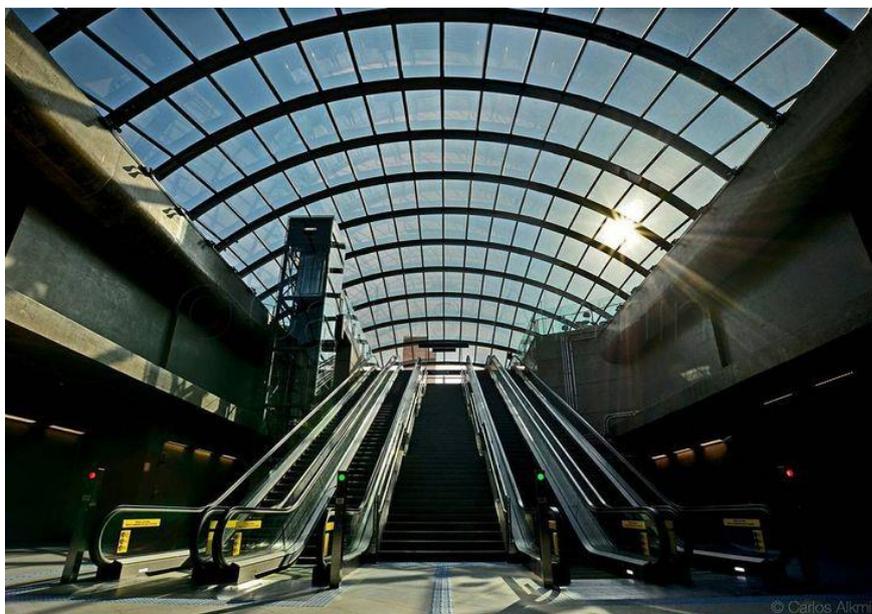


Figura 3: Claraboia na estação Brooklin

Fonte: <https://br.pinterest.com/pin/496873771391480927/>, acessado em: 25/07/2024

### Programação de Horários de Iluminação

A programação dos horários de funcionamento das luzes de acordo com os horários de pico e não pico de utilização das estações otimiza o consumo de energia. Durante os horários de menor movimento, as luzes podem ser reduzidas ou desligadas em áreas menos utilizadas.

Exemplo: Estações do Metrô Bahia

No metrô de Bahia, as luzes em algumas áreas das estações são controladas manualmente, conforme programação em procedimento, para redução da intensidade ou desligamento durante as horas de menor movimento, sem que isto prejudique a segurança e conforto dos



## 30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

passageiros. Essa prática, além de economizar energia, também ajuda a prolongar a vida útil das lâmpadas.

	RACIONALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NAS ESTAÇÕES E TERMINAIS	
	CÓDIGO: MB00-POP-EOP-9GER-0007 - V.0	FASE: Vigente

### 1 OBJETIVO

Racionalizar o consumo de energia das estações e terminais, seguindo os padrões de Iluminância média mínima estabelecidos na ABNT NBR - 14021 (Transporte – Acessibilidade no sistema de trem urbano ou metropolitano).

### 2. ABRANGÊNCIA

Estações e Terminais da Linha 1 e 2 do sistema metroviário da CCR Metrô Bahia.

**Figura 4: Procedimento para racionalização de energia elétrica nas estações do Metrô**

### Bahia

As luminárias das plataformas, mezaninos e acessos que possuem iluminação natural permanecem desligadas parcial ou totalmente durante o dia, respeitando os níveis estabelecidos pelas normas vigentes. A luz natural possibilita uma economia de até 50% no consumo total de energia. Quando escurece, e também em algumas estações subterrâneas, lâmpadas de LED garantem a iluminação plena com redução do consumo, representando em média, 50% de economia de eletricidade.

### Manutenção Regular

A manutenção regular do sistema de iluminação é crucial para garantir que todas as lâmpadas estejam funcionando corretamente e que não haja desperdício de energia. Além disso,



## 30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

promover ações de conscientização entre os funcionários e passageiros sobre a importância do consumo consciente de energia é essencial para o sucesso das práticas sustentáveis.

Exemplo 1: Plano de manutenção preventiva do sistema de iluminação da ViaMobilidade.

A ViaMobilidade realiza manutenções periódicas no sistema de iluminação das estações, esta prática contribui para minimizar impactos no sistema, garante o correto funcionamento e reduz os custos da operação, aumentando a eficiência energética.

 <b>ViaMobilidade</b> Linhas 5 e 17	<b>PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA / PREDITIVA</b>		CÓDIGO
			<b>PMP-2SIL-0003</b>
		FASE	REVISÃO
		<b>Vigente</b>	<b>4</b>

1.	<b>OBJETIVO</b>
	Fornecer as informações necessárias para a programação e execução das atividades das equipes de Manutenção de Equipamentos Fixos das Estações, para realização das manutenções do tipo preventiva no Sistema de Iluminação das Estações e das Subestações Primárias Guido Caloi e Bandeirantes da Linha 5 – Lilás.

**Figura 5: Plano de Manutenção Preventiva do Sistema de Iluminação das Estações e Subestações**

### **Análise Comparativa e Impacto econômico**

Estudos de caso comparando estações que adotaram tecnologias LED e sensores de movimento com aquelas que mantiveram iluminação convencional revelam diferenças substanciais no consumo de energia.



## **30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**

### **11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

As empresas operadoras do sistema metroferroviário podem reinvestir essas economias em melhorias adicionais, como a modernização de infraestrutura e a melhoria do serviço público.

Para melhor compreender o impacto dessas práticas, é útil comparar a eficiência energética e as reduções de custos operacionais antes e depois da implementação dessas estratégias em diferentes estações metroferroviárias.

Estudo de Caso: Iluminação pública com sensor de movimento nas estações ferroviárias holandesas - Tvilight

Após um estudo realizado pela empresa holandesa (Tvilight) para reduzir o uso de energia do sistema de iluminação das estações Beilen, Hoozevee e Meppel, a pedido da ProRail (responsável pela operação ferroviária) decidiu se aplicar a solução de iluminação pública adaptativa / com sensor de movimento da Tvilight (CitySense) em todas as áreas das estações, incluindo plataformas, estruturas aéreas, túneis e vagas de estacionamento ao ar livre. Com o sistema da Tvilight, as luzes diminuem automaticamente (até 40%) fora do horário de pico, quando não há ninguém por perto. Assim que qualquer presença é detectada, todas as luzes ao redor do ocupante brilham com brilho total. Isso garante que haja luz suficiente ao redor dos ocupantes o tempo todo, fazendo com que eles se sintam seguros e confortáveis. A solução também permite que o ProRail colete estatísticas úteis, incluindo atividade de passageiros e consumo/economia de energia. A solução já foi implementada em três estações (Beilen, Hoozevee e Meppel) e recebeu críticas positivas de passageiros e funcionários.



## 30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Provou ser eficiente em termos energéticos sem comprometer a sensação de segurança dos passageiros.

Exemplo: Redução de Custos no Metrô de São Paulo

No metrô de São Paulo, a substituição de lâmpadas convencionais por LEDs resultara em uma economia de R\$ 2 milhões por ano. Esses recursos foram utilizados para melhorar a infraestrutura das estações e aumentar a segurança dos passageiros.

Após implantar o projeto de substituição das lâmpadas convencionais por LEDs, se comparado as instalações anteriores, o Metrô pretende economizar 2 milhões de reais anuais. Esses deverão ser investidos na melhoria da infraestrutura das estações e no aumento da segurança dos passageiros.

### Metrô investe em modernização dos sistemas de operação e obtém melhor eficiência energética

Ações permitem a redução de custos na ordem de R\$ 35 milhões por ano na conta de energia elétrica

São Paulo, 28 de julho de 2022 - Assim como qualquer consumidor residencial, o Metrô de São Paulo também está de olho nos valores da conta mensal de energia elétrica, insumo básico da sua operação. O consumo de energia é acompanhado mês a mês, com a medição por linha, por quilometro e por passageiro, com a obtenção de resultados significativos, além de favorecer estudos para captação de recursos junto à companhia de energia Enel.

As atividades são realizadas por um Comitê de Energia, formado por funcionários de diferentes áreas da Companhia, que monitora o consumo de energia em determinadas áreas como subestações elétricas, tração de trens, sistemas de sinalização, de equipamentos auxiliares, entre outros, e propõe estratégias de contratação, estratégias operacionais e os requisitos de manutenção para o desempenho perfeito dos sistemas.

Uma das mudanças propostas pelo Comitê foi a troca das lâmpadas fluorescentes por lâmpadas de LED, medida que vem sendo adotada em diversos lugares, inclusive em nossas residências. O Metrô iniciou essa substituição em 2017, devendo atingir um parque instalado de 150.000 lâmpadas e com uma economia de R\$ 2 milhões por ano só com a iluminação.

#### Pesquisa

#### Arquivos

Figura 6: Economia de energia no metrô de São Paulo



## 30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Fonte: <https://www.metro.sp.gov.br/2022/10/31/metro-investe-em-modernizacao-dos-sistemas-de-operacao-e-obtem-melhor-eficiencia-energetica/>, acessado em: 25/07/2024

### Conscientização Social

A promoção do consumo consciente de energia nas estações metroferroviárias não só beneficia o meio ambiente e as empresas, mas também aumenta a conscientização dos passageiros e funcionários sobre a importância da conservação de recursos naturais. A educação contínua é fundamental para garantir a adesão e o sucesso dessas práticas.

Exemplo: Campanha de Conscientização no Metrô de Paris

A RATP, operadora do metrô de Paris, lançou uma campanha educativa para aumentar a conscientização sobre o consumo de energia entre seus funcionários e passageiros. A campanha inclui cartazes, folhetos e anúncios em vídeo, incentivando práticas como apagar as luzes quando não estiverem em uso e reportar problemas de iluminação para manutenção.

	<a href="#">Soluções e experiência</a>	<a href="#">Compromissos e inovações</a>	<a href="#">Recrutamento</a>	<a href="#">Mídia e publicação</a>	<a href="#">Grupo RATP</a>
--	--	--	------------------------------	------------------------------------	----------------------------

<p><b>Etapa 8: mobilizar todos os funcionários</b></p> <p>Todos os colaboradores do Grupo foram sensibilizados para os desafios envolvidos na garantia da eficiência energética. Os esforços de conscientização incluem a promoção de hábitos ecológicos, campanhas para aumentar o compromisso com o plano de eficiência energética, oficinas <i>climáticas</i> (<i>Fresques du climat</i>) e webinars sobre questões de transição ecológica.</p> <p>Além disso, em breve, os funcionários serão treinados nas melhores práticas em relação aos hábitos digitais ecologicamente responsáveis. Uma cápsula de e-learning sobre o tema está sendo desenvolvida.</p>
--

Figura 7: Oitava etapa do plano para aumentar a eficiência energética



## **30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

Fonte: <https://ratpgroup.com/en/commitments-and-innovations/energy-and-environmental-/energy-efficiency/>, acessado em: 24/07/2024

### **Futuras Inovações e Tendências**

Com o avanço tecnológico, novas soluções para a eficiência energética nas estações metroferroviárias continuam a emergir. Entre as tendências futuras, destacam-se o uso de inteligência artificial para otimizar o consumo de energia e o desenvolvimento de materiais de construção mais sustentáveis que melhoram a eficiência energética.

Exemplo: Uso de Inteligência Artificial no Metrô de Singapura

O metrô de Singapura está explorando o uso de inteligência artificial para monitorar e otimizar o consumo de energia em tempo real. Sistemas inteligentes ajustam automaticamente a iluminação com base no número de passageiros e nas condições de luz natural, resultando em uma eficiência energética ainda maior.

Tecnologias de IA, como por exemplo a plataforma Tondo, pode ser uma ferramenta poderosa para otimizar sistemas de iluminação em estações metroferroviárias.

## 30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



Figura 8: Plataforma tondo

Fonte: <https://tondo-iot.com/smart-transportation-railway-lighting/>, acessado em:

26/07/2024

### ANÁLISE DOS RESULTADOS

O diagnóstico apresentado delinea diversas estratégias implementadas para reduzir o consumo de energia nas estações metroferroviárias, focando em tecnologias como iluminação LED, sensores de movimento, aproveitamento da luz natural, programação de horários de iluminação, e campanhas de conscientização. Esta análise examina os resultados dessas estratégias, destacando os benefícios em termos de eficiência energética, impacto econômico, conscientização social e tendências futuras.



## **30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**

### **11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

#### **EFICIÊNCIA ENERGÉTICA**

##### **Tecnologias de Iluminação LED**

A substituição de lâmpadas convencionais por LEDs nas estações metroferroviárias da Linha 4 Amarela, revelou uma redução significativa no consumo de energia. Com uma diminuição de até 70% no uso de eletricidade para iluminação, os LEDs demonstraram ser altamente eficazes. Além disso, a maior durabilidade das lâmpadas LED resultou em menores necessidades de manutenção.

##### **Análise Quantitativa**

**Redução no Consumo de Energia:** As lâmpadas LED consomem aproximadamente 70% menos energia do que as lâmpadas incandescentes e fluorescentes convencionais.

**Vida Útil:** O tempo de vida útil de uma lâmpada de LED é de aproximadamente 50000 horas, enquanto a fluorescente compacta é de 8000 horas e a incandescente é de 1000 horas (LIU et al., 2010).

##### **Sensores de Movimento**

A implementação de sensores de movimento nas estações ferroviárias da ProRail na Holanda resultou em uma redução de até 40% no consumo de energia. Estes sensores garantem que as luzes permaneçam acesas apenas quando há presença de pessoas, evitando o desperdício de energia.



## **30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

### **Análise Quantitativa**

Redução no Tempo de Iluminação: Os sensores de movimento reduziram o tempo de funcionamento das luzes.

Consumo de Energia: A energia economizada varia conforme o fluxo de passageiros, mas pode ser significativa em áreas de baixo movimento.

### **IMPACTO ECONÔMICO**

#### **Programação de Horários de Iluminação**

A prática de programar os horários de funcionamento das luzes de acordo com os horários de pico e não pico mostrou-se eficaz no metrô de Metro Bahia. Essa estratégia não apenas economiza energia, mas também prolonga a vida útil das lâmpadas, resultando em economia de custos operacionais.

#### **Substituição de lâmpadas no Metrô de São Paulo**

A substituição de lâmpadas convencionais por LEDs no metrô de São Paulo resulta em uma economia de R\$ 2 milhões por ano, este valor é convertido em melhoraria da infraestrutura das estações e aumento da segurança dos passageiros.

### **CONSCIENTIZAÇÃO SOCIAL**

#### **Campanha de Conscientização**



## **30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**

### **11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

A RATP, operadora do metrô de Paris, implementou campanhas educativas para aumentar a conscientização sobre o consumo de energia. Estas campanhas envolveram cartazes, folhetos e anúncios em vídeo, incentivando práticas sustentáveis entre funcionários e passageiros.

#### **Análise Qualitativa**

Adesão às Práticas Sustentáveis: A conscientização aumentou significativamente, resultando em maior adesão às práticas de economia de energia.

Feedback dos Passageiros: Pesquisas de satisfação indicaram que os passageiros apoiam as iniciativas sustentáveis e reconhecem a importância da conservação de energia.

#### **TENDÊNCIAS FUTURAS E INOVAÇÕES**

##### **Uso de Inteligência Artificial**

A aplicação de inteligência artificial (IA) para otimizar o consumo de energia está ganhando destaque. No metrô de Singapura, sistemas de IA monitoram e ajustam a iluminação em tempo real com base no número de passageiros e nas condições de luz natural.

##### **Análise de Impacto**

Otimização em Tempo Real: A IA permite ajustes dinâmicos na iluminação, garantindo eficiência máxima sem comprometer a segurança.

Redução Adicional de Consumo: Estudos preliminares sugerem que a IA pode reduzir o consumo de energia em até 15% adicional, comparado a sistemas não automatizados.



## **30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

### **CONCLUSÕES**

A análise apresentada neste artigo demonstrou que a implementação de práticas sustentáveis e conscientes no sistema de iluminação das estações metroferroviárias gera significativas reduções no consumo de energia, trazendo benefícios ambientais, econômicos, sociais e sustentáveis.

**Benefícios Ambientais:** A substituição de lâmpadas convencionais por LEDs, a instalação de sensores de movimento e o aproveitamento da iluminação natural foram destacadas como estratégias eficazes para reduzir a pegada de carbono e os impactos ambientais. Estas tecnologias não apenas diminuem o consumo de energia, mas também contribuem para a sustentabilidade ao reduzir a necessidade de geração de energia adicional e, conseqüentemente, a emissão de gases de efeito estufa.

**Benefícios Econômicos:** A redução do consumo de energia implica em economias substanciais nos custos operacionais das empresas operadoras de sistemas metroferroviários. A economia gerada pela implementação de tecnologias eficientes e práticas sustentáveis pode ser reinvestida em melhorias na infraestrutura e na qualidade do serviço público. Exemplo como o do metrô de São Paulo, que economiza R\$ 2 milhões anuais com a substituição de lâmpadas, ilustra o potencial econômico dessa medida.

**Conscientização Social:** A promoção do consumo consciente de energia nas estações metroferroviárias não só beneficia o meio ambiente e as finanças das operadoras, mas



## **30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**

### **11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

também eleva a conscientização entre passageiros e funcionários sobre a importância da conservação de recursos naturais. Campanhas educativas, como as realizadas pela RATP no metrô de Paris, têm mostrado sucesso em incentivar práticas sustentáveis e reforçar uma cultura de responsabilidade ambiental.

Tendências Futuras: O uso de tecnologias emergentes, como a inteligência artificial, promete otimizar ainda mais o consumo de energia nas estações metroferroviárias. Sistemas inteligentes capazes de ajustar a iluminação em tempo real, baseados no número de passageiros e nas condições de luz natural, representam uma tendência promissora para a eficiência energética.

Análise Comparativa: Os estudos de caso comparativos evidenciaram que estações que adotaram tecnologias sustentáveis e eficientes experimentaram reduções substanciais no consumo de energia em comparação com aquelas que mantiveram práticas convencionais. Essa análise reforça a importância e a eficácia das estratégias discutidas.

Em suma, a implementação de práticas sustentáveis no sistema de iluminação das estações metroferroviárias é uma abordagem viável e benéfica para alcançar eficiência energética. A adoção de tecnologias como LEDs, sensores de movimento, aproveitamento da iluminação natural, programação de horários e manutenção regular, combinada com campanhas de educação e conscientização, pode proporcionar um ambiente mais sustentável e saudável para as gerações presentes e futuras. A continuidade e expansão dessas práticas são



## **30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

essenciais para promover um desenvolvimento urbano mais sustentável, alinhado com os objetivos globais de preservação ambiental e eficiência energética.

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Hammond, Barbara (2010) - "Sustainable Urban Energy Policy: Heat and the City" – Routledge.

Littlewood. John R, Howlett. Robert J, Lakhmi. C. Jain (2019) – “Energy Efficient Buildings: Principles and Case Studies” – Springer.

LIU, W.; WANG, Z.; CHEN, Y. (2010) Effects of monochromatic light on develop mental changes in satellite cell population of pectoral muscle in broilers during early post hatch period. Anatomical Record (Hoboken). v. 293, n. 8, p.1315-24.

OLIVEIRA, L. Cláudio (2018) – “Iluminação Sustentável: Práticas e Tecnologias para a Eficiência Energética” – Blucher.

Metropolitan Transportation Authority (MTA). (2016). MTA’s Sustainability Program.

Transport for London (TfL). (2020). Energy Efficiency Initiatives.

SL (Stockholms Lokaltrafik). (2018). Sustainable Metro Projects.

RATP (Régie Autonome des Transports Parisiens). (2019). Energy Awareness Campaigns.

Companhia do Metropolitano de São Paulo. (2020). Relatório de Sustentabilidade.

Land Transport Authority (LTA) Singapore. (2021). Smart Mobility Initiatives.



**30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**  
**11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

Case Study for ProRail – Disponível em: [https://tvilight.com/wp-content/uploads/2021/04/Smart\\_Motion\\_Sensor\\_Street\\_Lighting\\_Train\\_Stations-Prorail-Tvilight-Case\\_Study-%E2%80%93-EN.pdf](https://tvilight.com/wp-content/uploads/2021/04/Smart_Motion_Sensor_Street_Lighting_Train_Stations-Prorail-Tvilight-Case_Study-%E2%80%93-EN.pdf), Acesso em: 25 jul. 2024a.