

**ESTUDOS DE VIABILIDADE TÉCNICA, ECONÔMICO-FINANCEIRA E JURÍDICA
PARA A ESTRUTURAÇÃO DO PROJETO DE PARCERIA PÚBLICO-PRIVADA
PARA A OPERAÇÃO, MANUTENÇÃO, EXPANSÃO, OTIMIZAÇÃO E
MODERNIZAÇÃO DO SISTEMA DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA DO MUNICÍPIO
DE LEME (PPP)**

ESTUDO DE BENCHMARK

OBJETIVOS DO ESTUDO DE BENCHMARK – O Objetivo do Estudo de Benchmark é analisar referências de projetos similares a nível nacional e internacional, obter padrões a serem utilizados para o projeto de modernização, expansão, otimização, operação e manutenção da rede de Iluminação Pública (rede de IP), e pesquisar e apresentar tendências e projetos associados ao projeto, assim como problemáticas encontradas em outros projetos e as soluções às mesmas.

Benchmark Internacional e Nacional - A metodologia utilizada focou no levantamento de projetos de modernização da rede de Iluminação Pública terminados ou que estão em fase de implantação da modernização da mesma.

As principais premissas pesquisadas foram:

- Tecnologias existentes antes da modernização da Rede de Iluminação Pública
- Tecnologia escolhida para a modernização da Rede de Iluminação Pública
- Investimento estimado na modernização da Rede de Iluminação Pública
- Inclusão de sistemas de monitoramento remoto (telegestao) como parte do projeto.

Para todos os municípios pesquisados também foram levantados os principais benefícios alcançados com a modernização, especialmente os referentes a consumo de energia, eficiência na manutenção, redução estimada em gases de efeito estufa, e outros ganhos ou benefícios decorrentes da modernização devidos às tecnologias associadas inclusas na implantação.

A metodologia para realizar o Benchmark de cidades internacional e nacional levou à pesquisa de cidades que tenham começado ou finalizado o processo de modernização da rede de Iluminação Pública.

1. Identificação de cidades com projetos para modernização da rede de IP.

2. Identificar cidades com projetos finalizados e em andamento.

3. Avaliar as tecnologias e métodos de implantação usados, assim como investimentos realizados ou a ser realizados e os benefícios alcançados.

4. Avaliar as vantagens quantitativas e qualitativas alcançadas com os projetos de modernização da rede de Iluminação Pública, assim como problemas encontrados e as soluções propostas.



Projetos Finalizados

- Los Angeles, EUA
- Boston, EUA
- Birmingham, Reino Unido
- Jakarta, Indonésia
- Copenhagen, Dinamarca
- Sydney, Austrália

Projetos em andamento

- Chicago, EUA
- Buenos Aires, Argentina
- Guadalajara, México
- Belo Horizonte, Brasil
- Phoenix, EUA



**BENCHMARK INTERNACIONAL
PROJETOS FINALIZADOS**



• **Sídney, Australia**

INVESTIMENTO – USD 8.000.000

Investimento misto do município e das distribuidoras de energia.

Prazo: 2013-2016

STATUS PRE-MODERNIZAÇÃO

- Cidade com aproximadamente 127.000 luminárias, a maioria de vapor de mercúrio datando de década de 1970.
- Sem medição direta do consumo de energia (calculado aproximado por potência instalada e horas de uso)
- O custo da Iluminação Pública supõe 55% da fatura elétrica da cidade e 5% do orçamento total.
- Os postes e luminárias da rede de IP a ser modernizada são propriedade da Distribuidora.
- Conta de energia e o custo de manutenção são responsabilidade do município.

OBJETIVOS DE MODERNIZAÇÃO

- Instalação de 14.500 luminárias com tecnologia LED substituindo as luminárias de vapor de mercúrio.
- Redução das emissões de gases de efeito estufa em 7.000 toneladas CO₂/ano.
- Redução do consumo energético em 66%
- Reciclagem das luminárias de vapor de mercúrio (altamente poluente) para atender as normas meio ambientais.

Referencias

https://lgsw.org.au/files/imce-uploads/90/Light%20Years Ahead Various Councils_0.pdf
<http://lightyearsahead.com.au/lighting-roll-out/>

Substituição de 14.500 luminárias de vapor de mercúrio por luminárias LED

RESULTADOS

- Redução no consumo de energia de 4.400 MWh/ano
- Redução de emissão de GEE equivalente a 9.000 t/ano
- 83% da cidadania aprovou do projeto
- Reciclagem das luminárias de Vapor de Mercúrio serviu para poupar 5.000 toneladas de resíduos tóxicos de serem enviadas a aterros sanitários.
- Segunda fase do projeto foi aprovada para substituição de 30.000 luminárias com um investimento aproximado de USD 20 Milhões.

TECNOLOGIAS E PROJETOS ASSOCIADOS

- Reciclagem dos resíduos das luminárias de Mercúrio.

COMENTARIOS

- A inexistência de um acordo por nível de serviço com as Distribuidoras de Energia supus um grande desafio ao não existir poder de negociação por parte das prefeituras.
- A obrigatoriedade de instalar luminárias aprovadas unicamente pelas Distribuidoras de Energia levou a atrasos no projeto e possível perda de eficiência.

PROJETO INTERNACIONAL

Substituição de 54.500 luminárias, incluindo 14 de vapor de sódio (HPS) assim como 198 de outros tipos diferentes por luminárias LED



Birmingham, Reino Unido

STATUS PRE-MODERNIZAÇÃO

- Segunda maior cidade da Inglaterra, com aproximadamente 97.000 luminárias.
- Não existia padronização de luminárias no município.
- Sem medição direta do consumo de energia da rede de IP.
- Os postes e demais ativos da rede de Iluminação Pública eram propriedade do município.

INVESTIMENTO – USD 113.000.000

Parceria Público-Privada com duração de 25 anos de Concessão.

Primeira Parceria Publico Privada no setor da Iluminação Publica no mundo.

OBJETIVOS DE MODERNIZAÇÃO

- **2010-2015:** Instalação de 54.500 luminárias com tecnologia LED substituindo as luminárias existentes
- **2016- 2035:** Instalação dos aprox. 40.000 luminárias remanentes.
- Redução do consumo energético em 50%
- Uso de um sistema central de monitoramento de controle (CMS) permitirá ajuste da luminosidade de forma remota.
- Redução nos custos de manutenção
- Melhoria na aparência da cidade, via Iluminação Pública de qualidade.

Referencias

<http://documents.worldbank.org/curated/en/209571477927989749/pdf/109582-ESMAP-P152422-PUBLIC-FINAL-ESMAP-LED-PublicLighting-UK-CS4-KS026-16-opt.pdf>
<http://www.ferrovial.com/wp-content/uploads/2014/06/Birmingham-LED.pdf>

Substituição de 54.500 luminárias, incluindo 14 de vapor de sódio (HPS) assim como 198 de outros tipos diferentes por luminárias LED

RESULTADOS

- Redução do consumo de energia de 55%
- Redução de emissão de GEE equivalente a 17.000 t/ano
- Alta satisfação da cidadania
- Uso do sistema de controle e monitoramento remoto prevê a extensão da vida útil das luminárias LED até 100.000 horas de uso, usando o controle de entrada de corrente e dimerização.
- Redução dos custos de manutenção comparados com as luminárias de vapor de sódio estimado em 70%.
- A transferência da responsabilidade pelos serviços do Parceiro Público ao Parceiro Privado levou a uma criação neta de 300 empregos, sendo que muitos empregados do município foram absorvidos pela Concessionária.
- O uso de tecnologia LED para Iluminação de vias diminui a poluição luminosa noturna (skyglow)

TECNOLOGIAS E PROJETOS ASSOCIADOS

- Sistema de monitoramento e controle remoto das luminárias com capacidade para dimerização e controle de corrente de entrada.
- Incentivos dentro do contrato de PPP para evolução tecnológica ligada aos ativos de Iluminação Pública.

COMENTARIOS

- A transferência ao Parceiro Privado dos riscos técnicos ligados a adoção de novas tecnologias (LED) serviu para vencer as reticências iniciais do setor publico.
- O uso de um Acordo por Nível de Serviços (SLA) com indicadores de desempenho bem definidos, assim como a inclusão do um verificador independente permitem o seguimento continuo do projeto e o investimento racional de recursos públicos.

PROJETO INTERNACIONAL

Substituição de 140.000 luminárias de vapor de sódio (HPS) por luminárias LED.



Los Angeles, EUA

INVESTIMENTO – USD 57.000.000

Investimento Público com USD 40.000.000 de empréstimo.

STATUS PRE-MODERNIZAÇÃO

- Segunda maior rede de Iluminação Pública de EUA, com 215.000 luminárias de vapor de sódio
- Sem medição direta do consumo de energia.
- Consumo de energia IP de 190.000 MWh/ano
- Ativos de Iluminação Pública propriedade do município
- Custo de manutenção e energia responsabilidade do município

OBJETIVOS DE MODERNIZAÇÃO

- **2009-2013:** Instalação de 140.000 luminárias com tecnologia LED substituindo as luminárias existentes
- **2013 -:** instalação das 70.000 luminárias restantes
- Uso de um sistema central de monitoramento de controle (CMS) permitirá ajuste da luminosidade de forma remota para 54.000 luminárias (primeira fase)
- Redução de GEE: 40.500 t/ano
- Redução de 45% no consumo de energia com instalação de luminárias e 10%-15% adicional com sistema de controle remoto.

Referencias

https://photos.state.gov/libraries/finland/788/pdfs/LED_Presentation_Final_June_2013.pdf

<https://www.techrepublic.com/article/how-la-is-now-saving-9m-a-year-with-led-streetlights-and-converting-them-into-ev-charging-stations/>

Substituição de 140.000 luminárias de vapor de sódio (HPS) por luminárias LED.

RESULTADOS

- Redução do custo de energia de 64%,
- Redução de emissão de GEE de 47.500 t/ano
- Uso do sistema de controle e monitoramento remoto possibilita a extensão da vida das luminárias LED até mais de 100.000 horas.
- Diminuição no custo de manutenção e ocorrência de falhas de 40% de media.
- Medição do consumo e diagnostico da rede preciso com a instalação do sistema de controle remoto.
- Diminuição de 10,3% dos crimes em horários noturnos.

TECNOLOGIAS E PROJETOS ASSOCIADOS

- Sistema de monitoramento e controle remoto das luminárias com capacidade para dimerização.

COMENTARIOS

- A não standardização do sistema de controle remoto no começo do projeto levou a problemas de interferência e operacionais. Subsanado em uma segunda etapa com standardização do sistema inteiro.
- Existiram gargalos na 1ª fase de implantação pela não inclusão de tecnologia GPS/ativação remota das luminárias. Solucionado com inclusão de GPS e atualização remota em segunda fase.
- O sistema de controle e monitoramento remoto resultou na base da infraestrutura de Smart City de Los Angeles: muitos projetos associados usam a rede de IP para ser implementados.

Jakarta, Indonesia



INVESTIMENTO – USD 86.000.000

Investimento Público realizado conjuntamente por município e Distribuidora de Energia Estatal

STATUS PRE-MODERNIZAÇÃO

- Uma das maiores cidades do mundo com 9.000.000 de habitantes.
- A Rede de Iluminação Pública conta com 200.000 luminárias, muitas de elas convencionais.
- Sem medição direta do consumo de energia da rede de IP.
- Ativos de Iluminação Pública propriedade do município.

OBJETIVOS DE MODERNIZAÇÃO

- **2016** : Instalação de 90.000 luminárias com tecnologia LED substituindo as luminárias existentes.
- Redução do consumo energético em 50%
- Uso de um sistema central de monitoramento de controle (CMS) permitirá ajuste da luminosidade de forma remota.
- Redução nos custos de manutenção

Referencias

<https://smartcitiesworld.net/news/news/philips-to-deploy-90000-connected-street-lights-in-jakarta-1120>
http://www.ledinside.com/news/2015/12/jakarta_government_to_spend_rp_1_trillion_on_led_streetlight_upgrade
https://www.transparency-partnership.net/sites/default/files/ssli_nama_mrv.pdf

RESULTADOS

- Redução do custo de energia de 60%, equivalente a USD 30.000.000/ano.
- Redução de emissão de GEE de 40% uma vez modernizado.
- Uso do sistema de controle e monitoramento remoto possibilita uma redução adicional de 50% do consumo quando não existe trânsito pedestre ou veicular.
- O sistema de controle remoto permitiu a detecção de furtos de energias, comuns na cidade.

TECNOLOGIAS E PROJETOS ASSOCIADOS

- Sistema de monitoramento e controle remoto das luminárias com capacidade para dimerização e sensores de movimento.

COMENTARIOS

- O sistema de monitoramento permitiu a criação de uma rede inteligente que está se tornando a infraestrutura de base para uma cidade inteligente.
- A modernização permitiu o redirecionamento de recursos econômicos e funcionários públicos para outros serviços de primeira necessidade como saneamento, sanidade e educação.
- O projeto vai permitir a Jakarta cumprir com as metas de redução de GEE impostas pelo governo, de 23% com base no ano 2006.



PROJETO INTERNACIONAL

Substituição de 38.000 luminárias de vapor de sódio (HPS) e vapor de mercúrio por luminárias LED.



Boston, EUA

INVESTIMENTO – USD 18.800.000
Parceria Público-Privada

STATUS PRE-MODERNIZAÇÃO

- Rede de Iluminação Pública com 64.000 luminárias, sendo 42.000 de vapor de mercúrio e 22.000 de vapor de sódio.
- Rede de Iluminação Pública responsável por 18% das emissões de GEE da cidade.
- Os postes e demais ativos da rede de Iluminação Pública são propriedade do município
- Consumo de energia IP de 43.000 MWh/ano

OBJETIVOS DE MODERNIZAÇÃO

- **2010-2012:** Instalação de 38.000 luminárias com tecnologia LED substituindo as luminárias existentes
- **2012 -:** instalação das 24.000 luminárias restantes, a maioria decorativas.

Referencias

http://apps1.eere.energy.gov/buildings/publications/pdfs/ssl/nlc-streetlight2013_smallley.pdf
http://apps1.eere.energy.gov/buildings/publications/pdfs/ssl/massaro_msslc-boston2012.pdf
<https://spectrum.ieee.org/green-tech/conservation/led-streetlights-are-giving-neighborhoods-the-blues>

Substituição de 38.000 luminárias de vapor de sódio (HPS) e vapor de mercúrio por luminárias LED.

RESULTADOS

- Redução do custo de energia de 42%,
- Redução de emissão de GEE de 17.000.
- Estimativa de redução de custos de manutenção de 50%.

TECNOLOGIAS E PROJETOS ASSOCIADOS

COMENTARIOS

- Não foi planejada a necessidade de incluir células fotoelétricas com mesma vida útil que as luminárias LED, levando a custos de manutenção maiores.
- O uso de temperaturas de cor muito altas (>5000 K), devido a falta de experiência com tecnologia LED, em áreas residenciais levou a reclamações constantes do vizinhos.
- Problema resolvido adotando luminárias com menor temperatura de cor e distribuição de luz adequada. Ressalta a importância de um plano luminotecnico que leve em conta as necessidades específicas da cidade.

PROJETO INTERNACIONAL

Substituição de 7.000 luminárias de vapor de sódio (HPS) por luminárias LED.



Cambridge, EUA

INVESTIMENTO –

Primeira Fase - USD 3.000.000

Segunda Fase – N/A

STATUS PRE-MODERNIZAÇÃO

- Rede de Iluminação Pública com 7.000 luminárias de vapor de sódio.
- Rede de Iluminação Pública responsável por 18% das emissões de GEE da cidade.
- Os postes e demais ativos da rede de Iluminação Pública são propriedade do município
- Consumo de energia IP de 43.000 MWh/ano

OBJETIVOS DE MODERNIZAÇÃO

- **2014:** Instalação de 4.900 luminárias com tecnologia LED substituindo as luminárias existentes
- **2015-2016** -: instalação de 2.100 luminárias restantes, a maioria decorativas.
- Uso de um sistema de controle remoto centralizado com capacidade de adaptar as condições de iluminação e dimerização das luminárias.

Referencias

<https://www.echelon.com/assets/blt39b6475f3f7ac71/Cambridge%20Case%20Study.pdf>

<http://volt.org/cambridge-led-streetlight-retrofit-project/>

<https://www.cambridgema.gov/Departments/CityManagersOffice>

Substituição de 7.000 luminárias de vapor de sódio (HPS) e por luminárias LED.

RESULTADOS

- Redução do custo de energia de 65%,
- Redução do emissões de GEE de 77%.
- Economia de USD 500.000/ano em energia.
- Capacidade de controle do nível de iluminação por tipo de via, bairro e dependendo do horário e o transito de pessoas e veículos e perfil socioeconômico.
- Padronização da Iluminação Pública para cumprir com os parâmetros e requerimentos de iluminação em função dos tipos de via, transito e horário (IES RP-8-14).

TECNOLOGIAS E PROJETOS ASSOCIADOS

- Sistema de controle remoto adaptativo.

COMENTARIOS

- Grande aceitação pela cidadania ao ter em conta as necessidades específicas de cada bairro em função do perfil econômico (comercial, residencial, etc) e social.
- Uso de temperaturas de cor diferentes dependendo do perfil de cada rua e o correto uso dos sistemas de dimerização e controle remoto supõe uma grande vantagem.
- O sistema de controle remoto levou a economias maiores das esperadas (80%) uma vez finalizada a modernização.

PROJETO INTERNACIONAL

Substituição de 20.000 luminárias de vapor de sódio (HPS) por luminárias LED.



Copenhague, Dinamarca

INVESTIMENTO – USD 80.000.000

Contrato DBFOT com financiamento privado e duração de 12 anos.

STATUS PRE-MODERNIZAÇÃO

- Rede de Iluminação Pública com 40.000 em total e postes e luminárias distintas da década de 1970.
- Consumo de energia da rede de IP era 55% do custo de energia do município.
- Sem medição direta do consumo de energia da rede de IP.
- Ativos de Iluminação Pública propriedade do município.

OBJETIVOS DE MODERNIZAÇÃO

- **2013-2016** : Instalação de 20.000 luminárias com tecnologia LED substituindo as luminárias existentes e substituição de 8.000 postes.
- Redução do consumo energético em 57%
- Uso de um sistema central de monitoramento de controle (CMS) permitirá ajuste da luminosidade de forma remota.
- Redução das emissões de GEE para cumprir com as metas de ser a primeira cidade no mundo com 0 emissões de GEE.

Referencias

<http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/copenhagen-street-lamps/>

https://www.edf.fr/sites/default/files/contrib/groupe-edf/premier-electricien-mondial/cop21/solutions/pdf/cop21-solutions_copenhague_va.pdf

<http://www.ledsmagazine.com/ugc/iif/2016/07/07/thorn-s-thor-led-luminaires-bring-wireless-controls-to-copenhagen-street-lighting-project.html>

<http://www.luciassociation.org/magazine/Cities-Lighting-005/>

Substituição de 20.000 luminárias de vapor de sódio (HPS) por luminárias LED.

RESULTADOS

- Redução do custo de energia de 55%,
- Redução de emissão de GEE de 57%.
- Sistema de controle remoto que ascende com detector de movimento e trânsito agradou os ciclistas da cidade. A bicicleta é o meio de transporte mais comum em Copenhague.
- Redução dos custos de manutenção (sem especificar). Vida útil das luminárias de 90.000 horas.
- As luminárias e postes típicos que foram removidos estão sendo leiloados.

TECNOLOGIAS E PROJETOS ASSOCIADOS

- Sistema de monitoramento e controle remoto das luminárias com capacidade para dimerização e sensores de trânsito e movimento.

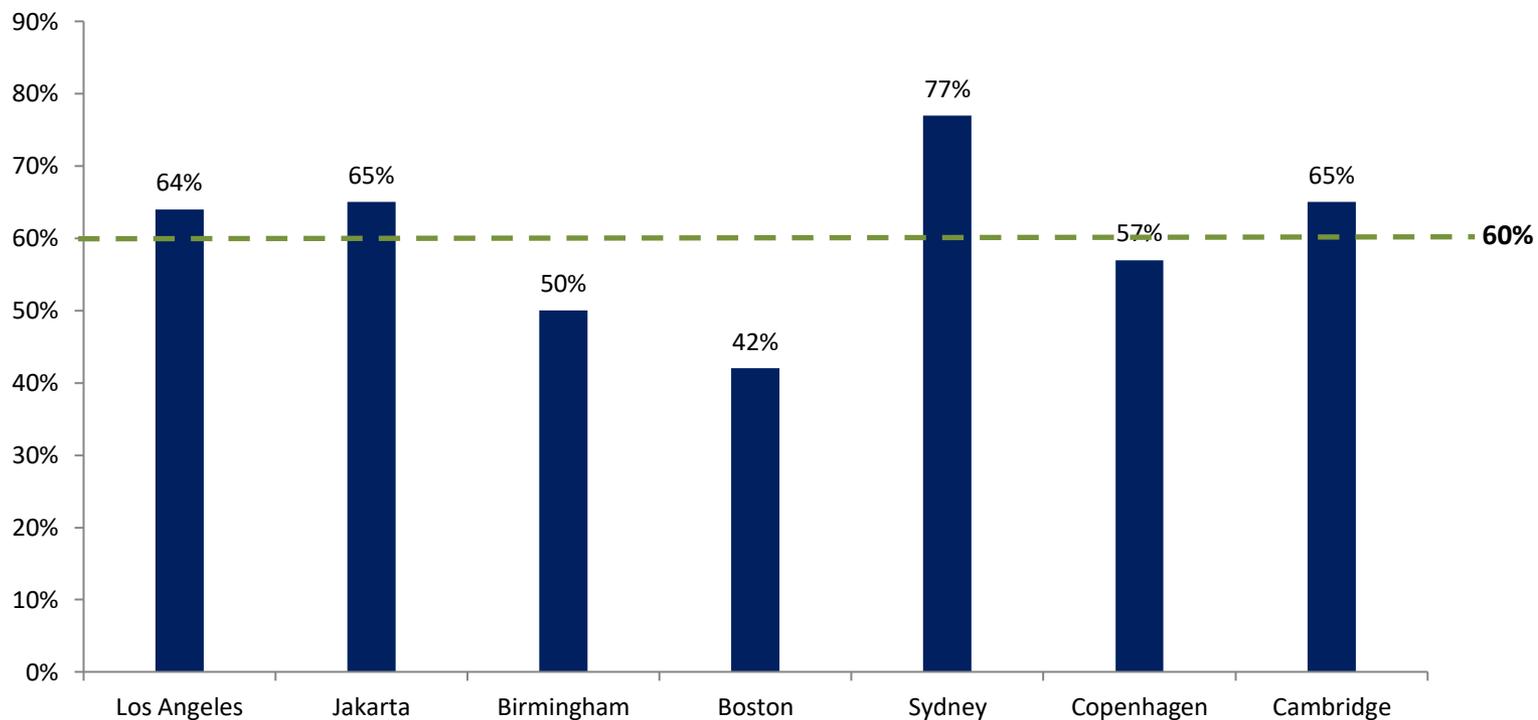
COMENTARIOS

- O projeto luminotécnico foi de suma importância, ao existir um grande apego pelos postes e luminárias típicos. O desenho das luminárias foi especificamente realizado para a cidade.
- O sistema de controle e monitoramento remoto está sendo integrado com os serviços de emergência.
- A nova iluminação LED ajudou na revitalização de parques e outras áreas urbanas degradadas.

RESUMO – BENCHMARK PROJETOS INTERNACIONAIS FINALIZADOS

Cidade	Pontos de IP	Tecnologia Utilizada	CAPEX	Iniciativa	Periodo	Economia Energia	Redução CO2 (t/ano)	Sistema de Monitoramento Remoto
Los Angeles	140.000	LED	57 M USD	Pública	2009-2013	64%	47.500	Sim
Jakarta	90.000	LED	86 M USD	Publica	2015-2016	65%	n/a	Sim
Birmingham	57.000	LED	113 M USD	Publico-Privada	2010-2015	50%	17.000	Sim
Boston	38.000	LED	19 M USD	Publico-Privada	2009-2014	42%	17.000	Nao
Sydney	14.500	LED	8 M USD	Publico-Privada	2015-2016	77%	9.000	Nao
Copenhagen	20.000	LED	80 M USD	Publico-Privada	2013-2016	57%	n/a	Sim
Cambridge	7.000	LED	3 M USD	Publica	2014-2016	80%	n/a	Sim

RESUMO – BENCHMARK PROJETOS INTERNACIONAIS FINALIZADOS, REDUÇÃO DE CONSUMO APÓS MODERNIZAÇÃO.



• Aplicação de um coeficiente redutor no caso de Sidney pela base instalada inicial (VM)

** Eficiência no consumo tem em conta o Sistema de Monitoramento Remoto nos projetos aonde está implantado.



**BENCHMARK INTERNACIONAL
PROJETOS EM ANDAMENTO**

PROJETO INTERNACIONAL

Substituição de 40.000 luminárias de vapor de mercúrio (HPS) por luminárias LED.



Guadalajara, México

INVESTIMENTO – USD 59.000.000

PPP: Contrato Lease-to-Own com financiamento privado e duração de 12 anos.

STATUS PRE-MODERNIZAÇÃO

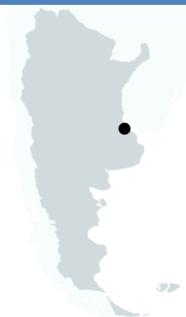
- Rede de Iluminação Pública com 90.000 em total. As luminárias datavam, de media, dos anos 1970.
- Equipes de manutenção não conseguiam atender as falhas e reclamações dos cidadãos. Custos de manutenção crescentes.
- A falta de Iluminação de qualidade resultava em aumento de crime e periculosidade.
- Custos de energia de IP totalizavam 18% dos custos com eletricidade do município e uma parte substancial do orçamento municipal.

Referencias

<http://documents.worldbank.org/curated/en/411211477929250839/pdf/109583-ESMAP-P152422-PUBLIC-FINAL-ESMAP-LED-PublicLighting-Mexico-CS5-KS026-16-opt.pdf>
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/199434/Informe_de_labores_Proj_Nal_de_EE_enAlumbrado_publico_municipal_2017_2_.pdf
<https://guadalajara.gob.mx/comunicados/guadalajara-ha-instalado-alrededor-80-mil-luminarias-led-ciudad>

OBJETIVOS DE MODERNIZAÇÃO

- **2015-2018** : Instalação de 81.000 luminárias LED
- Redução do consumo de energia de IP de 50%.
- Redução do consumo em 50%.
- Redução de emissões de GEE de 19.200 t/ano
- Redução dos custos de energia do município em 25%.
- Melhora dos indicadores de manutenção e diminuição das reclamações da cidadania.
- Melhora dos indicadores de crime



Buenos Aires, Argentina

INVESTIMENTO – USD 120.000.000
Licitação Pública

STATUS PRE-MODERNIZAÇÃO

- Rede de IP, composta por 126.000 luminárias.
- Rede de IP consumia aproximadamente 100.000 MWh/ano de energia.
- As emissões de GEE da rede de IP eram de 78.800 t/ano.

OBJETIVOS DE MODERNIZAÇÃO

- **2013-2019** : Instalação de 126.000 luminárias LED e ampliação da rede em 10.500 luminárias adicionais. 70% da modernização finalizada.
- Redução do consumo de energia de IP de 50%.
- Redução do consumo em 50.000 MWh/ano.
- Redução na emissão de GEE de 24.000 t/ano (30% de redução).
- Controle e monitoramento remoto individual da rede de IP.
- Controle e monitoramento remoto do sistema de trânsito (semáforos).

Referencias

<http://www.buenosaires.gob.ar/noticias/plan-de-reconversion-del-alumbrado-publico-luminarias-led>
<http://www.buenosaires.gob.ar/compromisos/iluminacion-led-en-todas-las-calles>

PROJETO INTERNACIONAL

Substituição de 270.000 de vapor de sódio (HPS) luminárias por luminárias LED.



Chicago, EUA

INVESTIMENTO – USD 160.000.000
Parceria Público-Privada

OBJETIVOS DE MODERNIZAÇÃO

- **2017-2021** : Instalação de 270.000 luminárias LED.
- Controle e monitoramento remoto individual da rede de IP.
- Redução no consumo de energia entre 50% e 75%.
- Diminuição do poluição luminosa (skyglow) com uso de luminárias com temperatura de cor de 3.000 K máximos.
- Integração para Controle e monitoramento remoto à central de emergências (polícia, bombeiros, saúde).
- Objetivo de reduzir a taxa de crimes, uma das maiores dos EUA com melhor iluminação e integração dos sistemas.

STATUS PRE-MODERNIZAÇÃO

- Maior rede de IP de EUA.
- Uma das maiores causas de ligações de reclamação dos cidadãos ao número de atendimento da cidade e falhas na Iluminação Pública.
- Alta criminalidade em parte devido a falta de Iluminação Pública em muitas regiões.

Referencias

<http://chicagosmartlighting-chicago.opendata.arcgis.com/pages/program-background-and-benefits#third>
http://chicagoinfrastructure.org/wp-content/uploads/2017/06/Ameresco_ChicagoSmartLighting_RFP..pdf



**PROJETO
INTERNACIONAL**

Substituição de 96.000 luminárias de vapor de sódio (HPS) por luminárias LED.



Phoenix, Arizona

INVESTIMENTO – USD 30.000.000
Licitação Pública

STATUS PRE-MODERNIZAÇÃO

- Rede de Iluminação com 96.000 luminárias.

OBJETIVOS DE MODERNIZAÇÃO

- **2017-2019** : Modernização da totalidade de luminárias do município.
- Redução do Consumo de Energia de IP de 60%.
- Redução nos custos de manutenção de 50%.
- Uso de temperaturas de cor menores para maior conforto nas áreas residenciais (2.700 K)

Referencias

https://www1.eere.energy.gov/buildings/publications/pdfs/ssl/silsby_msslc-phoenix2013.pdf

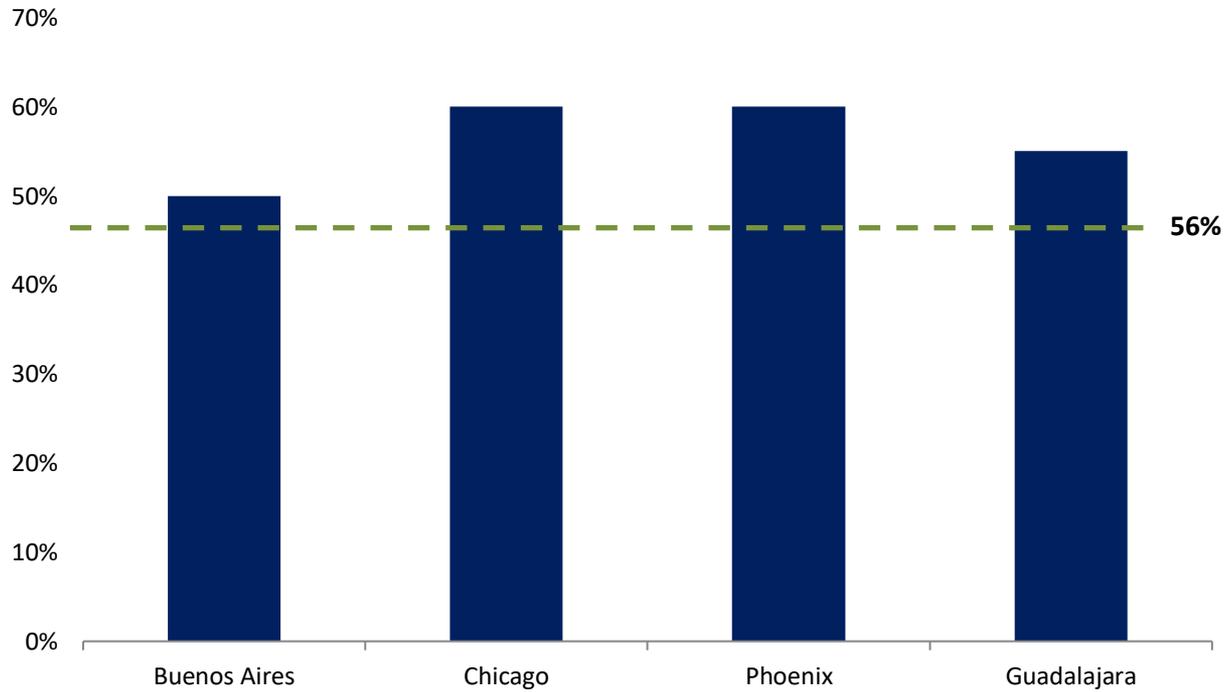
<https://www.phoenix.gov/led>

<https://www.phoenix.gov/led>

RESUMO – BENCHMARK PROJETOS INTERNACIONAIS EM ANDAMENTO

Cidade	Pontos de IP	Tecnologia Utilizada	CAPEX	Iniciativa	Periodo	Economia Energia	Redução CO2 (t/ano)	Sistema de Monitoramento Remoto
Buenos Aires	90.000	LED	60 M USD	Publico-Privada	2013-2019	50%	24.000	Sim
Chicago	260.000	LED	160 M USD	Publico-Privada	2017-2021	50-75%	n/a	Sim
Phoenix	90.000	LED	30 M USD	Publica	2017-2020	60%	n/a	Nao
Guadalajara	40.000	LED	59 M USD	Publico-Privada	2013-2016	55%	n/a	Sim

RESUMO – BENCHMARK PROJETOS INTERNACIONAIS EM ANDAMENTO, REDUÇÃO DE CONSUMO ESPERADO





**BENCHMARK NACIONAL
PROJETOS EM ANDAMENTO**

Substituição de 180.000 luminárias por luminárias LED.



• Belo Horizonte, MG

INVESTIMENTO ESTIMADO – R\$ 494.000.000

PPP em modalidade de Concessão Administrativa . Prazo de Concessão de 20 anos

STATUS PRE-MODERNIZAÇÃO

- Rede de Iluminação Pública com 180.000 luminárias.
- Grande porcentagem não atendiam as normas NBR-5101 e NR-10.
- Sem medição direta do consumo de energia da rede de IP.

OBJETIVOS DE MODERNIZAÇÃO

- **2017-2022:** Instalação de 180.000 luminárias com tecnologia LED substituindo as luminárias existentes e substituição de 8.000 postes.
- Redução do consumo energético em 50%
- Uso de um sistema central de monitoramento de controle (CMS) permitirá ajuste da luminosidade de forma remota.
- O CMS permitirá a introdução de novas tecnologias e soluções ligadas a infraestrutura de IP.

Referencias

<https://www.radarppp.com/resumo-de-contratos/iluminacao-publica-belo-horizonte/>

<http://www.pppbrasil.com.br/portal/content/belo-horizonte-assina-sua-quinta-ppp>

<http://portalpbh.pbh.gov.br/pbh/ecp/comunidade.do?app=pbh&idConteudo=223352>

PRINCIPAIS CONCLUSOES DO ESTUDO DE BENCHMARK – PROJETOS

- Os dados levantados dos municípios pesquisados apontam a ganhos na eficiência de consumo de energia médios de 55%, assim como ganhos médios no custo de manutenção de 35% uma vez encerrado o período de modernização.
- Todos os projetos de modernização de Iluminação Pública pesquisados escolheram tecnologia LED para realizar a modernização e obter os benefícios apresentados.
- A inclusão de um sistema de monitoramento e controle remoto aumenta o ganho de eficiência media da rede de IP em um 10% a 25%, acima do ganho dado pela tecnologia LED.
- A modernização do sistema de Iluminação Pública reduz a emissão de GEE (Gases de Efeito Estufa) na cidade de forma considerável. É um dos projetos possíveis que maior impacto gera a hora de cumprir metas de redução no nível municipal. O potencial para redução de GEE pode gerar a 60% das emissões da cidade, dependendo do cenário base.
- O uso de tecnologia LED melhora a sensação de segurança, bem-estar e a visibilidade nos locais aonde é implantada a tecnologia. Aumenta o “sentimento de orgulho” da comunidade e o controle social informal.
- O uso de tecnologias para monitoramento e controle remoto dos ativos da Rede de IP comporta outros benefícios e vantagens, incluindo uma maior vida útil das luminárias, uma maior redução no custo de gestão e manutenção, redução indireta da emissão de CO2 através da diminuição dos deslocamentos das equipes de manutenção, assim como benefícios adicionais para os municípios.
- Ao implantar sistemas com tecnologia LED e monitoramento remoto, se cria a possibilidade de medir e faturar o consumo em base ao uso real da cada ponto de Iluminação Pública. Com as tecnologias existentes antes de uma modernização, o consumo e faturamento é estimado em base à potencia instalada e um numero de horas predefinido. O sistema de monitoramento remoto permite uma maior eficiência na programação de atividades de manutenção da rede de IP.
- A maioria das cidades aonde foi implantada uma rede de monitoramento remoto para a infraestrutura de IP fizeram uso da mesma para a implantação de outras aplicações e serviços, com base na rede de IP.

PRINCIPAIS CONCLUSOES DO ESTUDO DE BENCHMARK – PROJETOS

- Os projetos pesquisados também levaram a outras considerações à hora de estruturar o projeto:

- Importância da reciclagem de luminárias descartadas com conteúdo de mercúrio (Vapor de Sódio, Vapor Metálico, Vapor de Mercúrio).
- A inclusão de acordos por nível de serviços e indicadores de desempenho objetivos supõe uma ferramenta importante para poupar recursos do Poder Público e assegurar o correto andamento do Projeto.
- Incentivar o desenvolvimento de projetos associados e implantação de tecnologias leva a ganhos consideráveis não só no marco da Iluminação Pública, mais também no desenvolvimento de uma Cidade Inteligente e ganhos consideráveis ligados a benefícios sociais, ambientais e econômicos na âmbito municipal
- As Parcerias Público-Privadas são um modelo viável e provado com casos de êxito contrastados. O financiamento privado e transferência de riscos ao parceiro privado permite maior flexibilidade ao município e viabiliza projetos nos quais é necessário um capital alto nos primeiros anos, como é o caso na Iluminação Pública.



BENCHMARK TECNICO

TECNOLOGIAS DE FONTE DE LUZ

TECNOLOGIAS DE MONITORAMENTO REMOTO

BENCHMARK TECNICO FONTES DE LUZ - METODOLOGIA

1. Identificação das principais tecnologias para Iluminação Pública disponíveis.

LED



Vapor de Sódio



Vapor Metálico



2. Identificação e descrição dos parâmetros técnicos decisivos para a qualidade de serviço e desempenho da Iluminação Pública.

- Potencia (W)
- Eficiência Luminosa (lm/W)
- Ciclo de vida (vida útil)
- Depreciação da eficiência luminosa/vida útil (%/horas)
- Sensibilidade ao Calor
- Presencia de Mercúrio
- Índice de Reprodução de Cor (IRC)
- Sensibilidade a Vibração
- Custo Médio de Aquisição
- Atendimento a Norma NBR 5101
- Distribuição de Luz
- Temperatura de Cor
- Poluição Luminosa

3. Definição dos parâmetros de desempenho para cada tecnologia levantada.

4. Avaliação comparativa qualitativa e quantitativa das informações.

AVALIAÇÃO COMPARATIVA – FONTES DE LUZ

COMPARATIVO ENTRE TECNOLOGIAS DE FONTE DE LUZ PARA A ILUMINAÇÃO PÚBLICA

PARÂMETROS	LÂMPADA DE VAPOR DE SÓDIO	LÂMPADA DE MULTIVAPORES METÁLICOS	DIODO EMISOR DE LUZ - LED	
TECNOLOGIA	Utiliza um tubo de descarga contendo um plasma de vapor de sódio, inserido no interior de um bulbo de vidro transparente, em geral com formato cilíndrico ou ovoide. Necessita de equipamento auxiliar	Utiliza um tubo de descarga contendo um plasma de vários tipos de gases inclusive o vapor de mercúrio, inserido no interior de um bulbo de vidro transparente, em geral com formato cilíndrico. Necessita de equipamento auxiliar	Dispositivo eletrônico semicondutor, que emite luz quando há circulação de corrente elétrica	
	Consolidada, sem perspectiva de evolução desde a década de 1980	Consolidada, sem perspectiva de evolução desde a década de 1990	Consolidada, em constante processo de evolução	
	Dimerização Parcial	Dimerização Parcial	Dimerização Total	
DESEMPENHO	Eficiência luminosa (Lm/w)	150 (max.)	105 (max.)	140 (em franca ascensão)
	Índice de Reprodução da Cor %	20 a 25	80 a 85	70 a 80
	Vida Útil (mil horas)	32.000 (max.)	16.000 (max.)	60.000 (em ascensão)
	Distribuição da Luz	Limitado ao Refletor	Limitado ao Refletor	Lentes com diversas configurações
	Temperatura de Cor	2000 K (amarelada)	4.000-4.500 K (branca neutra)	2.500-6-000 K (amarelada a branca azulada)
	Resistência Mecânica	Sensível a impactos e Vibrações	Sensível a impactos e Vibrações	Resistente a impactos e Vibrações
	Aquecimento	Resistente	Resistente	Sensível

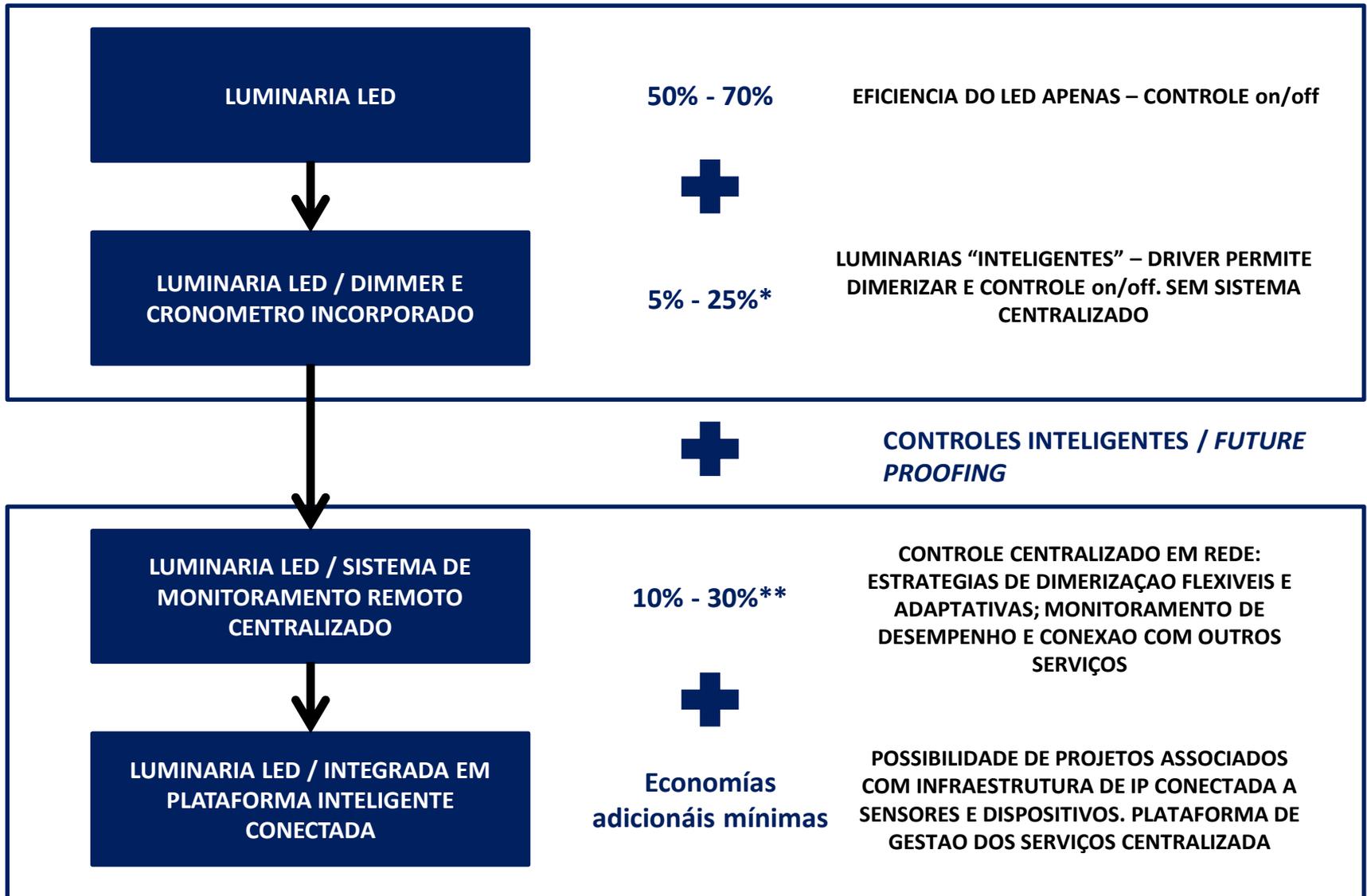
AVALIAÇÃO COMPARATIVA – FONTES DE LUZ

COMPARATIVO ENTRE TECNOLOGIAS DE FONTE DE LUZ PARA A ILUMINAÇÃO PÚBLICA				
Conforto Visual		Luz para ambientes aconchegantes	Luz que estimula a realização de atividades e a percepção de objetos	Luz que estimula a realização de atividades e a percepção de objetos
Implicações Ambientais		Contêm Mercúrio, poluente de elevado risco para a saúde	Contêm Mercúrio, poluente de elevado risco para a saúde	Não apresenta riscos ao meio ambiente e nem ao operador
		Índice elevado de Poluição Luminosa	Índice elevado de Poluição Luminosa	Reduzido índice de Poluição Luminosa
		Emite Raios Infravermelho e Ultravioleta	Emite Raios Infravermelho e Ultravioleta	Não emite Raios Infravermelho e Ultravioleta
Segurança		Difícil percepção de cores e de fisionomias	Boa percepção de cores e de fisionomias	Boa percepção de cores e de fisionomias
		Modo de falha com desligamento total	Modo de falha com desligamento total	Modo de falha com desligamento parcial
		Não possui religamento a quente necessitando de mínimo 10 minutos para religar	Não possui religamento a quente necessitando de mínimo 10 minutos para religar	Religa instantaneamente mesmo quando quente
CUSTOS	Custo medio da luminaria	R\$ 300,00 (estável)	R\$ 300,00 (estável)	R\$ 1.350,00 (em declínio)
	Consumo de Energia (base Vapor Multi Metálico)	67% (estável)	100% (estável)	40% (em declínio)

BENCHMARK TECNICO - SISTEMA DE MONITORAMENTO REMOTO

ECONOMIA ESTIMADA

ECONOMIA DE ENERGIA BASE



*Sobre a economia de base da Luminária LED

** Sobre a economia com dimmer incorporado

BENCHMARK TECNICO - SISTEMA DE MONITORAMENTO REMOTO

Operação Tradicional IP

Inspeção Física de Falhas/Falha é detectada quando já ocorreu

Times de fiscalização trabalham de noite para identificar falhas. Cidadania reclama quando a falha já aconteceu.

Arquivos e Mapeamento mantidos e atualizados manualmente

Manutenção do cadastro, estoque, mapeamento e situação do parque feito manualmente, existindo defasagem e falta de confiabilidade. Planejamento feito em base a estas informações.

Nível de Luminosidade não diferenciado

As luminárias usam a mesma energia e iluminam no mesmo nível toda a noite.

Medição do consumo estimada

Consumo de energia estimado em base a potencia instalada do parque (não confiável em muitos casos) e a um período de funcionamento definido.

Operação com Monitoramento Remoto

Monitoramento Remoto de falhas e incidências.

As falhas são reportadas automaticamente pelo sistema. O sistema avisa automaticamente quando pontos estiverem próximos à falha. Reduz custos e tempo de reparo.

Gestão inteligente dos ativos de IP

Sistema de gestão atualizado automática e digitalmente. Planejamento feito pelo sistema reduz custos e tempos, incrementa a disponibilidade do serviço.

Dimerização Inteligente e adaptativa

A potencia da luminária é rebaixada durante horários sem transito. A potencia pode ser adaptada em base a parâmetros socioeconômicos ou de segurança dos locais.

Medição e faturamento inteligente

Medidor incorporado à luminária mede o consumo real de cada ponto individualmente e o sistema gera um relatório de consumo em tempo real.



CONCLUSOES – BENCHMARK TECNICO

- Segurança viária e zonal:

- **Diminuição de acidentes** nas vias bem iluminadas. A modernização da rede de Iluminação Pública melhora as condições de visibilidade nas vias e diminui a taxa de acidentes durante o horário noturno consideravelmente, em até 35%.

- **Diminuição da criminalidade.** Varias pesquisas demonstraram que logradouros e vias com iluminação de qualidade diminuem a taxa de criminalidade em até 20%. Somando capacidades tecnológicas ligadas ao sistema de monitoramento remoto, a taxa de criminalidade e resolução de crimes cai ainda mais.

- Saúde e Meio ambiente:

- **Diminuição de skyglow.** Varias pesquisas e modelos, assim como dados de projetos em funcionamento, mostram que o uso de luminárias públicas com tecnologia LED melhora a poluição luminosa (skyglow em inglês) quando corretamente instalada.

- **Ecossistemas Saudáveis.** Ao reduzir a poluição luminosa se diminui o impacto em ecossistemas e processos ecológicos, melhorando a saúde dos mesmos.

- **Poluentes** – Ao não conterem mercúrio ou outros metais tóxicos, o manejo, uso e descarte de luminárias LED tem um impacto ambiental muito menor que outras tecnologias ao longo do ciclo de vida.

- Comportamento do Público:

- Uma cidade bem iluminada é uma cidade atraente. Uma Iluminação adaptada aos requerimentos do local (residencial, comercial, negócios, etc) melhora o sentimento de pertença e orgulho da comunidade e permite o desenvolvimento de atividades em horários noturnos.

- Ao poder direcionar a adaptar a cor da iluminação, se criam novas “atmosferas” para a cidadania.

- Economia:

- A correta iluminação dos espaços aumento a atividade socioeconômica dos locais.

- A Rede de Iluminação Conectada senta as bases do desenvolvimento de uma Cidade Inteligente.



BENCHMARK PROJETOS ASSOCIADOS

ANALISE DE RECEITAS ACESSORIAS e PROJETOS ASSOCIADOS – Foram levantados diversos projetos associados à Infraestrutura de Iluminação Pública em cidades com redes modernizadas. A principal conclusão é que um sistema de monitoramento e controle remoto inteligente ligado à rede de IP é uma das melhores opções para criar uma plataforma para uma cidade inteligente e conectada.

CIDADE INTELIGENTE – Permite a coleta de dados em todo o entorno do município, apresenta-los de uma forma significativa, aumentar as receitas publicas e oferecer novos serviços aos cidadãos.

Uma **CIDADE INTELIGENTE** usa tecnologias digitais e de telecomunicação -conectadas através de uma rede inteligente- para resolver os desafios encontrados por comunidades, verticais industriais e governo dentro de uma cidade.

A continuação seguem vários casos de uso da rede de Iluminação Pública para a implantação de diversas aplicações no âmbito municipal.

1. Levantamento e descrição de aplicações e projetos possíveis com base na infraestrutura de IP

2. Levantamento de cidades aonde a rede de Iluminação Pública modernizada está sendo usada como base para a implantação destas aplicações e as aplicações sendo implantadas em cada uma.

3. Levantamento de tecnologias de conectividade existentes para criação da rede de comunicação da infraestrutura de IP e aplicações associadas. Características básicas das tecnologias de conectividade.

4. Avaliação das necessidades de conectividade para cada tecnologia levantada.

1. Levantamento e descrição de aplicações e projetos possíveis com base na infraestrutura de IP

MONITORAMENTO CLIMÁTICO



Permite integrar com a rede de IP sensores de qualidade do ar e outros fatores (poluição; pó, etc) que podem ser rápida e efetivamente implantados em locais específicos ou para proporcionar monitoramento em tempo real de toda a cidade.

MONITORAMENTO DE TRANS



Sensores de transito conectados à infraestrutura de Iluminação Pública habilitam um monitoramento preciso e flexível das condições de transito e congestionamento na cidade para informar as decisões dos gestores públicos. Os mesmos sensores, quando conectados a veículos, proporcionam a capacidade de monitoramento de frotas e do Transporte Público.

ESTACIONAMENTO INTELIGENTE



A infraestrutura de Iluminação Pública Inteligente proporciona a rede remota necessária para sensores dedicados ao monitoramento de espaços livres de estacionamento ou ser usada para conectar câmeras que usem software de detecção de veículos para prover informação sobre a ocupação dos espaços

MEDIÇÃO REMOTA DE CONTADORES DE CONSUMO



Cada vez mais empresas de serviços de utilidade pública como elétricas, água e gás estão instalando medidores digitais para controlar o consumo nos locais. Ao compartilhar a rede de Iluminação Pública Inteligente, os medidores e sensores podem transmitir os dados sobre consumo, fugas, etc, ao centro de controle das empresas. Isto permite maior eficiência e controle sobre o consumo e maior eficiência e custos reduzidos para manutenção.

INTEGRAÇÃO COM SERVIÇOS EMERGENCIA



Adiciona uma serie de características para gerenciar situações de segurança publica ou emergenciais. Exemplos:

- (1) Piscar as luminárias em frente de uma residência que os serviços de emergência estão procurando.
- (2) Aumentar a luminosidade na cena de um acidente ou crime
- (3) sinalizar áreas escolares em período de entrada ou saída dos estudantes

1. Levantamento e descrição de aplicações e projetos possíveis com base na infraestrutura de IP

COLETA DE LIXO



Sensores em lixeiras e depósitos de lixo usam ultra-som para detectar o nível de enchimento dos contenedores e, através da Plataforma de Iluminação Pública Inteligente informar das melhores rotas às equipes de colheita em função da necessidade. A plataforma está conectada com os aterros, centros de reciclagem e o próprio município, levando a grandes eficiências na cadeia de operação.

DETECCAO E LOCALIZACAO DE TIROS E SONS



Sistemas de detecção de tiros podem ser habilitados na infraestrutura de Iluminação Pública e usar a rede de Iluminação Pública Inteligente para a transmissão a informação dos eventos detectados. Sistemas avançados desta tecnologia permitem o envio de informação precisa sobre o incidente incluindo a localização do atirador e integração de monitoramento via vídeo. Os mesmos sistemas podem ser usados para outros tipos de incidências, tais que controle de incidências em aglomerações de pessoas ou eventos.

CAMERAS IP DE SEGURANÇA



O usa de câmeras de alta definição está sendo cada vez mais adotado em cidades para melhorar os serviços como a segurança pública e monitoramento de transito e acidentes. A infraestrutura de Iluminação Pública é uma candidata perfeita para a instalação deste tipo de equipamentos, além de poder se compartilhar a rede inteligente para a transmissão dos dados.

CONTROLE SEMAFORICO



A rede de Iluminação Pública e os sensores conectados coletam os dados do nível de congestionamento, condições climatológicas, acidentes e outros eventos que permitem o controle adaptativo dos semáforos em base as condições existentes em tempo real.

ESTAÇÕES DE CARREGAMEN VEICULOS ELETRICOS E HIBRIDOS



A transição a uma frota de veículos elétricos trará a necessidade de acesso a estações de carregamento ubíquas e conectadas à rede elétrica. A infraestrutura de Iluminação Pública Inteligente (que já terá capacidade de medição do consumo) tem o potencial de se tornar uma perfeita opção para a instalação destes sistemas.

2. Levantamento de cidades aonde a rede de Iluminação Pública modernizada está sendo usada como base para a implantação destas aplicações e as aplicações sendo implantadas em cada uma.

CIDADE	PARIS	SEOUL	COPENHAGE	LOS ANGELES	BARCELONA	BUENOS AIRES
CONTROLE DA ILUMINAÇÃO PUBLICA						
SMART PARKING						
ESTAÇÕES DE CARREGAMENTO EV						
WIFI PUBLICO						
INTEGRAÇÃO COM SERVIÇOS DE EMERGENCIA						
MONITORAMENTO DE TRANSITO (Veiculo+Pedestre)						
MEDIDORES E SENSORES DE CONSUMO						
CAMERAS IP DE SEGURANÇA						
DETECÇÃO & LOCALIZAÇÃO DE TIROS, SONS						
MONITORAMENTO CLIMATICO (POLUIÇÃO, CHUVA, NEVE)						

CIDADE	LONDRES	MONTREAL	SAN DIEGO	ATLANTA	SAN FRANCISCO	AMSTERDAM
CONTROLE DA ILUMINAÇÃO PUBLICA						
SMART PARKING						
ESTAÇÕES DE CARREGAMENTO EV						
WIFI PUBLICO						
INTEGRAÇÃO COM SERVIÇOS DE EMERGENCIA						
MONITORAMENTO DE TRANSITO (Veiculo/Pedestre)						
MEDIDORES E SENSORES DE CONSUMO						
CAMERAS IP DE SEGURANÇA						
DETECÇÃO & LOCALIZAÇÃO DE TIROS, SONS						
MONITORAMENTO CLIMATICO (POLUIÇÃO, CHUVA, NEVE)						

<https://amsterdamsmartcity.com/projects/smart-light>

<http://english.seoul.go.kr/smg-operate-smart-led-street-lighting-control-system/>

<https://cityos.io/Worlds-Best-City-Projects-for-Smart-Street-Lights>

<https://www.techrepublic.com/article/how-la-is-now-saving-9m-a-year-with-led-streetlights-and-converting-them-into-ev-charging-stations/>

<http://www.ledsmagazine.com/ugc/iif/2016/07/07/thorn-s-thor-led-luminaires-bring-wireless-controls-to-copenhagen-street-lighting-project.html>

<https://smartcitiesworld.net/news/smart-lighting-and-snow-sensors-for-montreal-868>

<http://www.independent.co.uk/environment/london-street-lamps-electric-car-charging-points-ubitricity-tech-firm-hounslow-council-richmond-a7809126.html>

<http://datasmart.ash.harvard.edu/news/article/how-smart-city-barcelona-brought-the-internet-of-things-to-life-789>

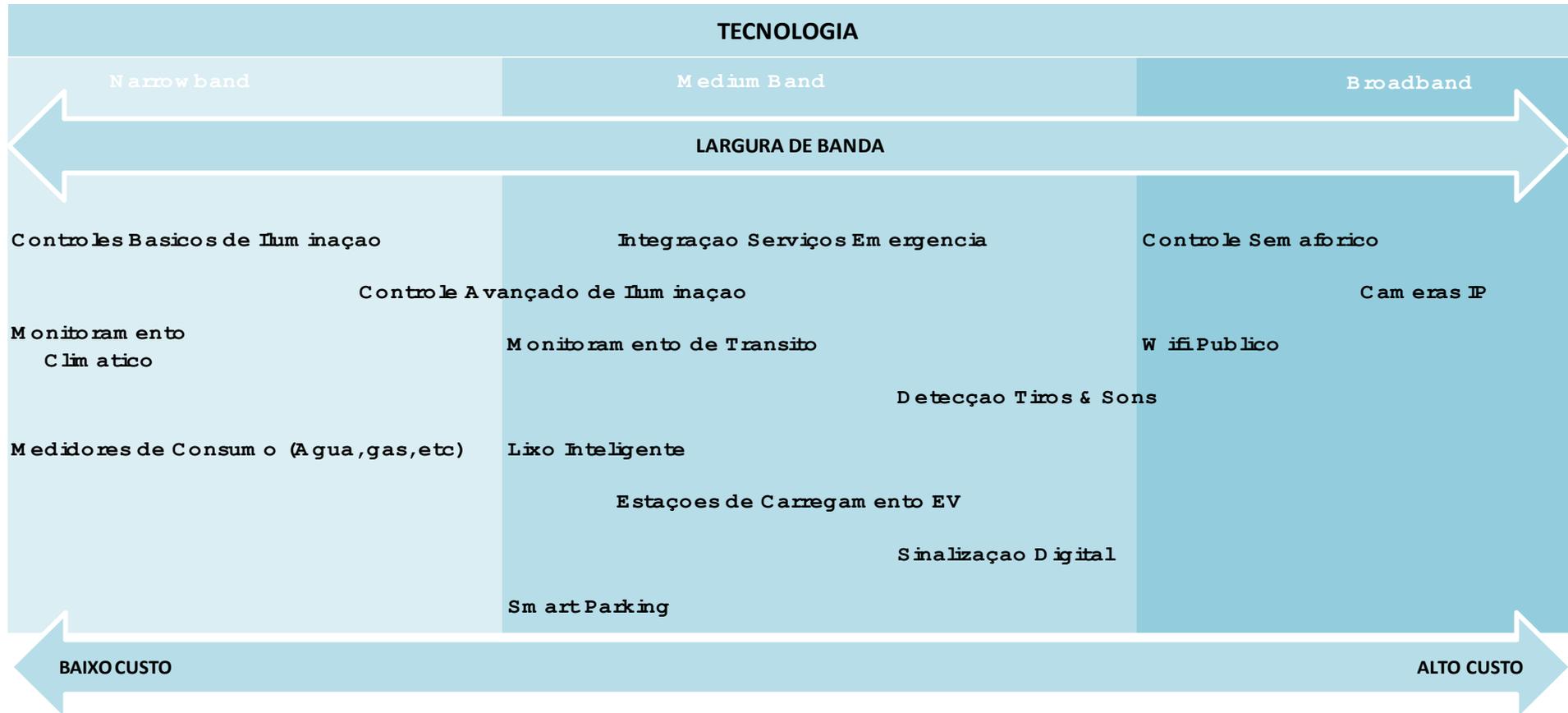
<https://www.engerati.com/article/paris-streetlights-start-smart-city-network>

<https://blog.econom.com/en/blog/the-city-of-lights-becomes-the-city-of-smart-lights/>

3. Levantamento de tecnologias de conectividade existentes para criação da rede de comunicação da infraestrutura de IP e aplicações associadas. Características básicas das tecnologias de conectividade.

	Tecnologia	Custos de Aquisição	Custos de Operação	Confiabilidade	Segurança	Requerimento Energia	Latencia	Largura de Banda	Maturidade (Brasil)
Narrowband	SigFox	Muito Baixos	Muito Baixos	Media-Alta	Media	Muita Baixa	Muita Alta	Muita Baixa	Em Implantação
	LoRa	Baixos	Baixos	Media-Alta	Media	Muita Baixa	Alta	Baixa	Em Implantação
	NB-IoT	Muito Baixos	Medios-Baixos	Alta	Alta	Muita Baixa	Media-Alta	Baixa	Lançamento 2018
	RPMA	Baixos	Baixos	Media-Alta	Media	Muita Baixa	Media-Alta	Baixa	Em Implantação
	WiFi HaLow	Medio-Baixos	Muito Baixos	Media	Media	Media	Media-Baixa	Baixa	Em Implantação
	LTE-Cat-M1	Muito Baixos	Medios-Baixos	Alta	Alta	Muita Baixa	Media	Baixa	Lançamento 2018
Medium Band	RF Mesh	Medios-Baixos	Baixos	Alta	Media-Alta	Baixa	Media	Media	Implantada
	Hibrido PLC/RF	Medios-Baixos	Baixos	Alta	Media-Alta	Baixa	Media	Media	Implantada
	LTE-Cat-1	Baixos	Medios	Alta	Alta	Media	Media-Baixa	Media Alta	Implantada
Broad Band	3G/4G Celular	Baixos	Medios-Altos	Alta	Alta	Alta	Baixa	Alta	Implantada
	Wi-Fi	Medios-Altos	Muito Baixos	Media	Media-Baixa	Media-Alta	Baixa	Alta	Implantada
	Pt2Mpt	Medios-Altos	Muito Baixos	Alta	Media-Alta	Media	Baixa	Alta	Implantada

4. Avaliação das necessidades de conectividade para cada tecnologia levantada.



OUTRAS REFERENCIAS

<https://www.theclimategroup.org/sites/default/files/archive/files/Brazil-10-Sep-SLIDES-part-2---English.pdf>

<https://www.theclimategroup.org/news/new-un-report-confirms-urgency-led-lighting-adoption-globally>

<http://media.tvilight.com/from-intelligent-street-lights-to-powerful-data-collecting-networks/>

<http://www.metropolismag.com/cities/will-lights-one-day-drive-smart-cities/>

http://www.ledinside.com/news/2017/7/smart_led_lighting_and_city_data_could_help_cities_reduce_co2_emissions_by_over_60_to_achieve_un_sustainable_development_goals

<https://ppp.worldbank.org/public-private-partnership/energy-efficient-street-lighting-ppps>

<http://blogs.worldbank.org/ppps/investing-brighter-future-ppp-street-lighting-projects>

<http://blogs.worldbank.org/energy/led-street-lighting-unburdening-our-cities>

<https://industrial-iot.com/2016/12/intelligent-led-streetlighting-iiot-change-agent-smart-cities/>