

Elementos Utilidades: Smart Grid e Iluminação Pública



USP
UNIVERSIDADE DE
SÃO PAULO



EPUSP

PRO3480 Gestão Integrada de Cidades Inteligentes

Prof. Marcelo Schneck de Paula Pessoa
Monitora: Aline Menardi Culchesk

EPUSP-PRO 2019



Smart Grid



Introdução



Introdução

- O conceito de **Smart Grid**, em português “redes inteligentes”, é dar **mais autonomia e segurança para o consumidor**, com **menos interrupções** de fornecimento de energia elétrica
- O novo conceito inclui **garantia de fornecimento contínuo** de energia elétrica, **automatização da leitura de consumo** e medidores digitais interligados pela internet em tempo real
- Nessa nova configuração, o consumidor terá um papel mais ativo e poderá conferir seu consumo no momento que desejar



Conceitos

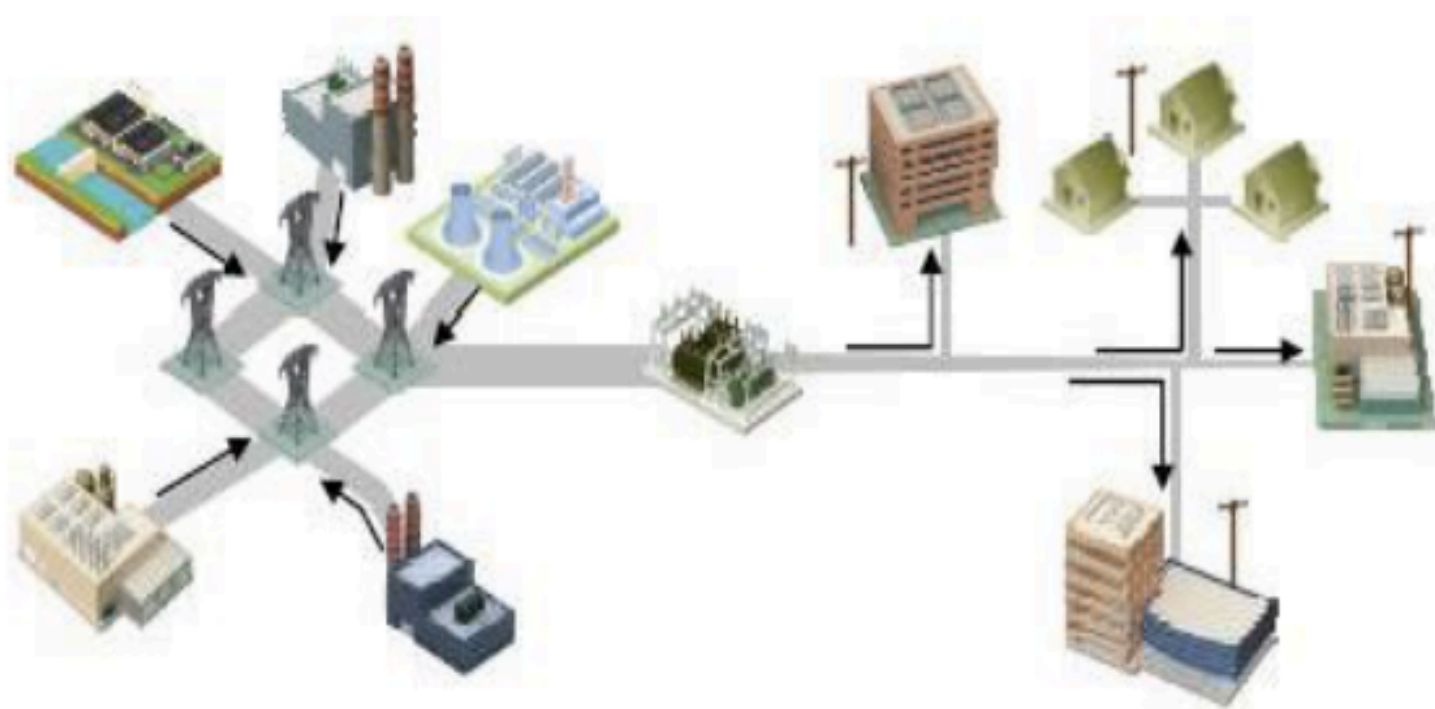
- Baseia-se na **utilização intensiva de tecnologia da informação, automação e comunicações** para monitoração e controle da rede elétrica
- Com um medidor mais informativo e redes de distribuição inteligentes, pode-se **economizar energia**
- Sensores, atuadores e controladores inteligentes distribuídos ao longo da rede que permitirão a **reconfiguração da mesma automaticamente em caso de falhas nos componentes**

<https://www.youtube.com/watch?v=JwRTpWZReJk>



Conceituação e Fundamentação

- Sistema Atual:





Conceituação e Fundamentação

- Sistema Futuro:



<https://www.youtube.com/watch?v=N8jqbKd8hVg>



Sistema Elétrico Brasileiro

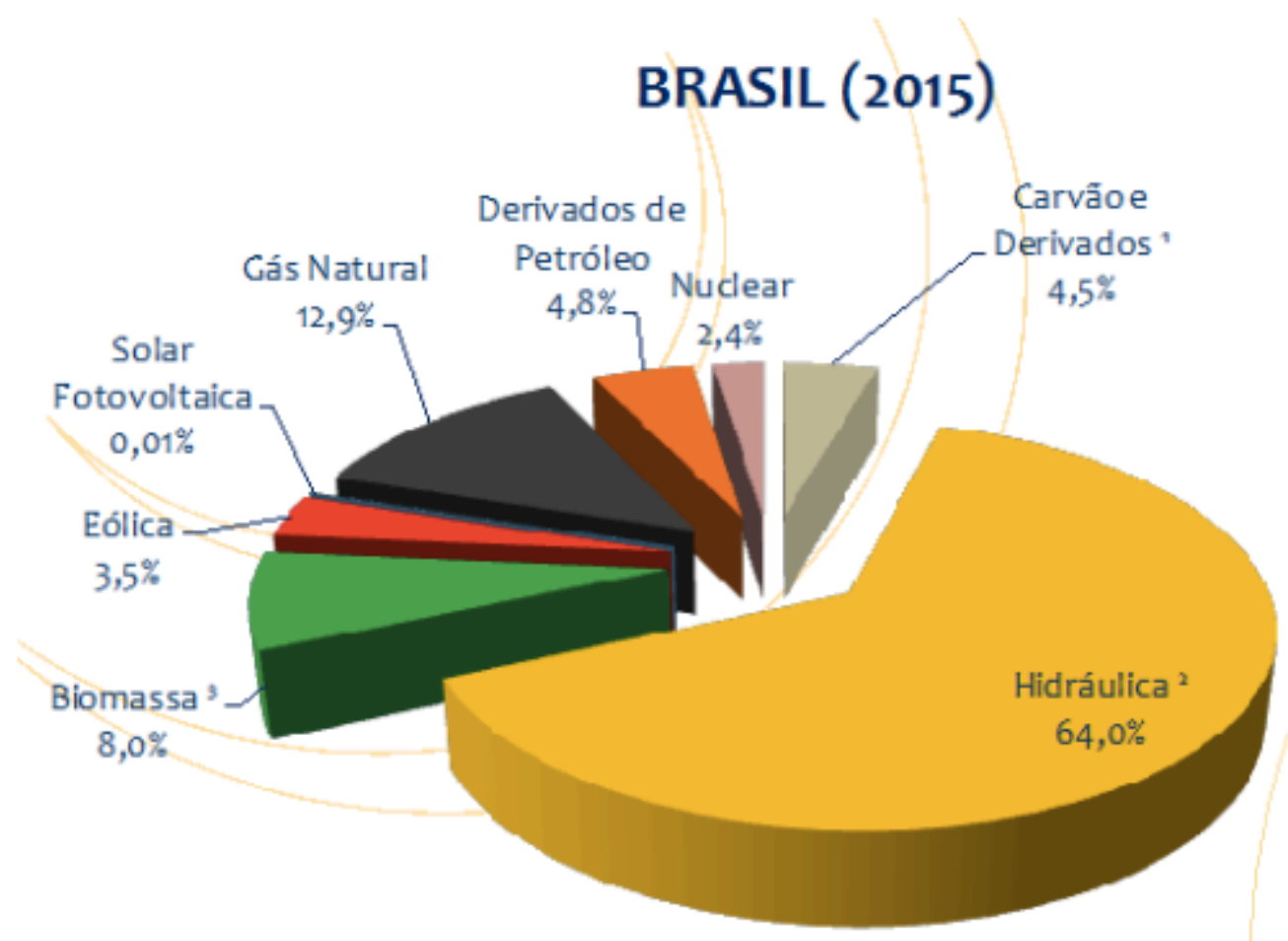


Estrutura de Governança



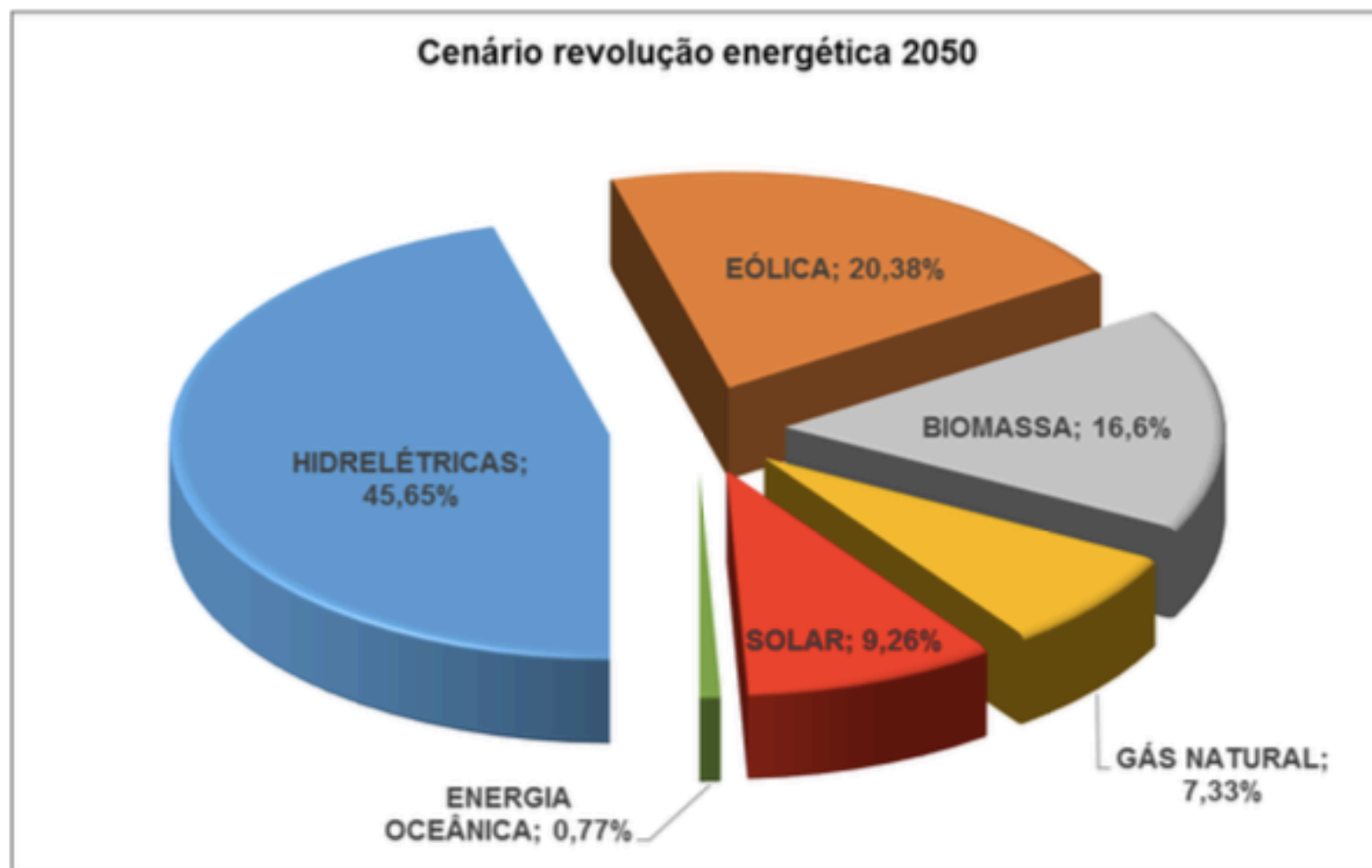


Matriz Energética



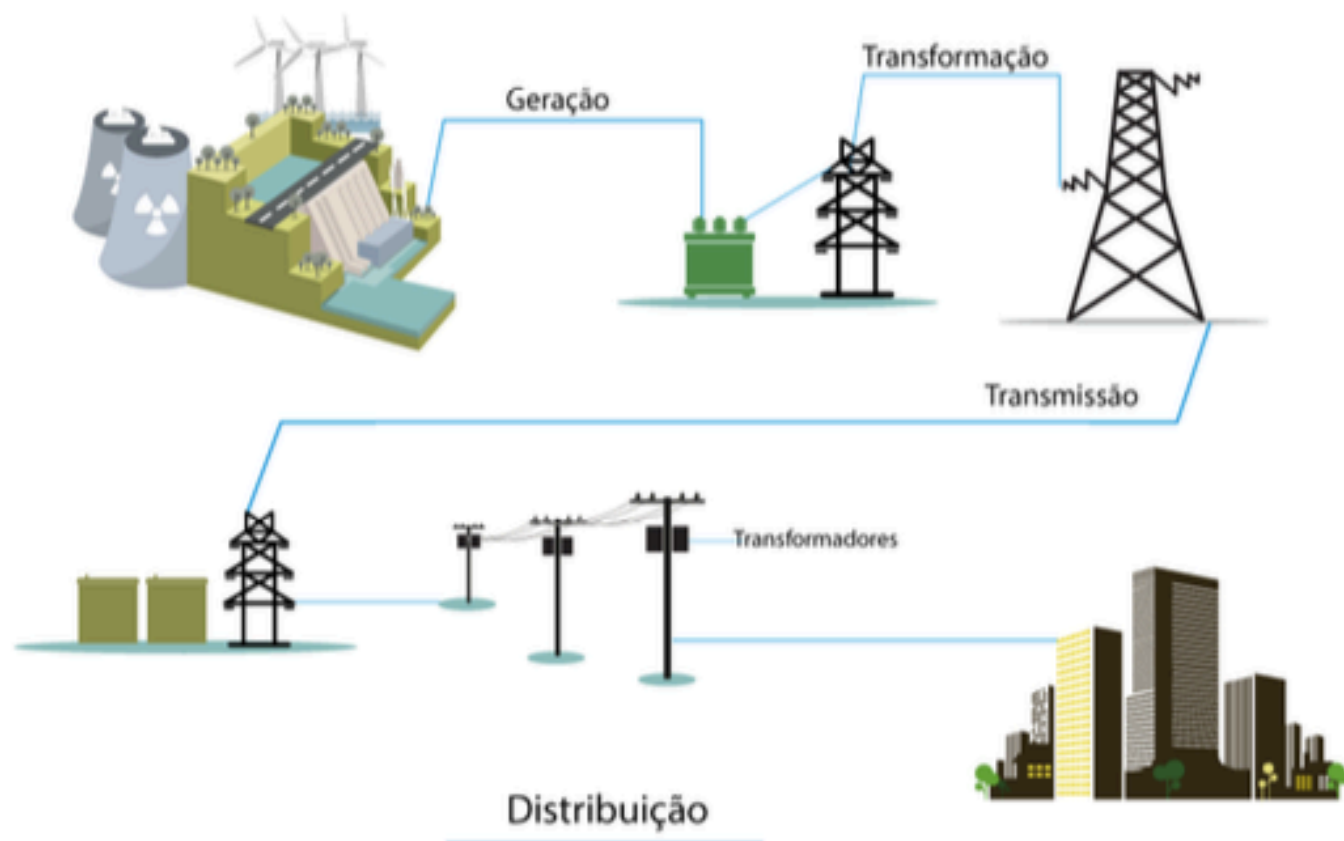


Matriz Energética



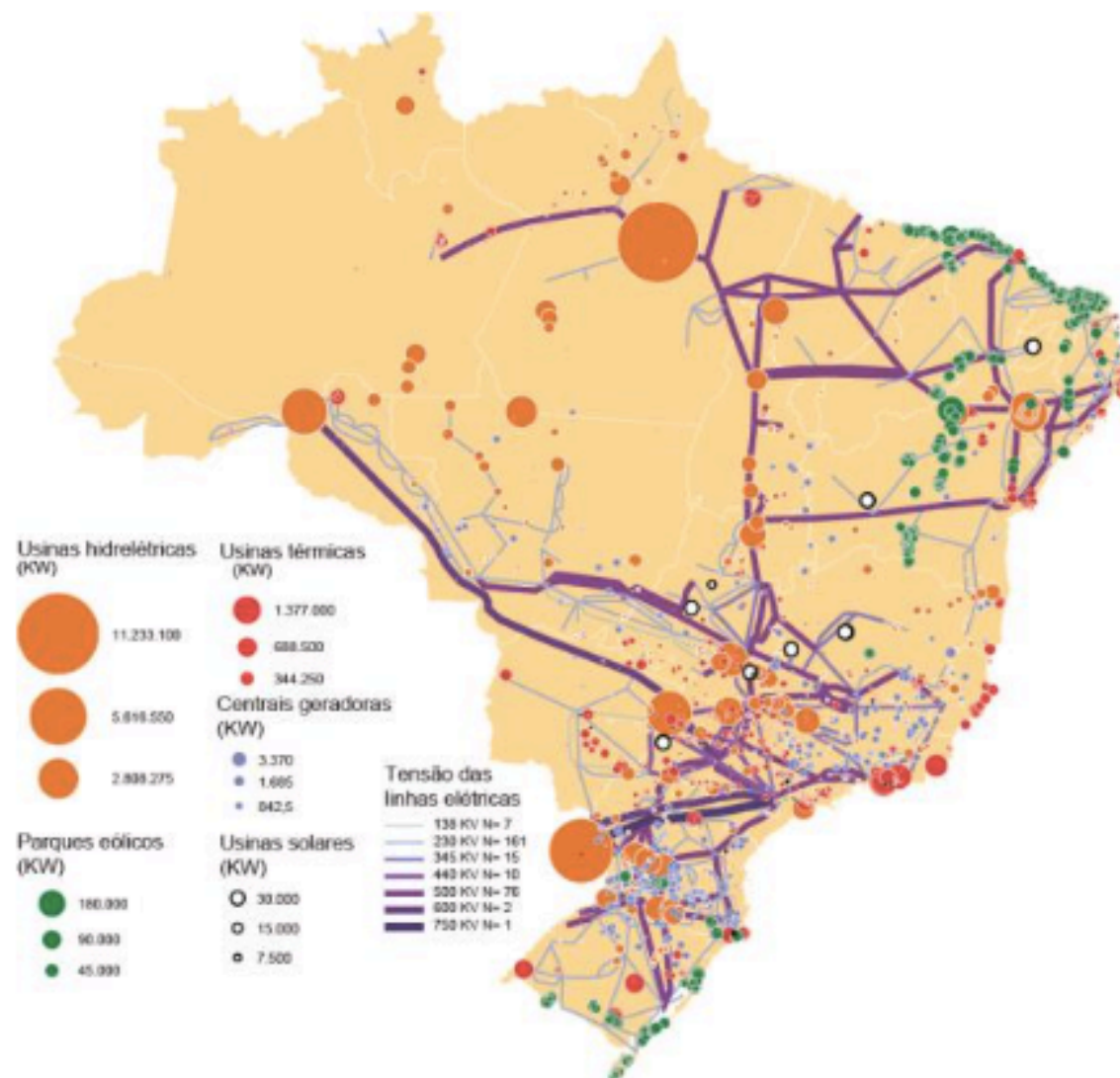


Sistema Elétrico Brasileiro





Sistema Elétrico Brasileiro



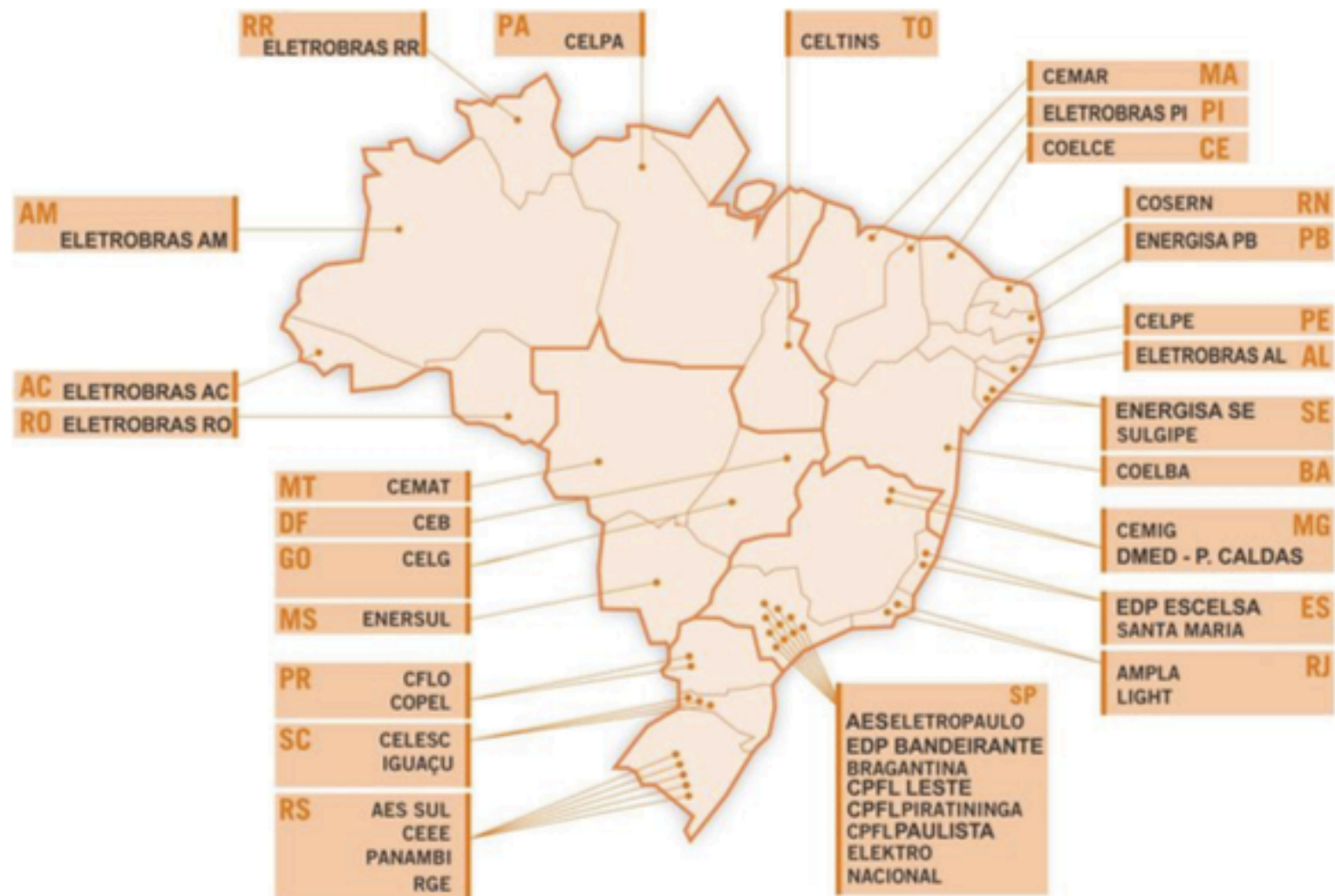


Usinas Hidrelétricas do Brasil

Nº	Nome	Rio	Estado	Capacidade
01	Usina Hidrelétrica de Itaipu Binacional	Rio Paraná	Paraná e Hernandarias (Paraguai)	12 000 MW
02	Usina Hidrelétrica de Belo Monte	Rio Xingú	Pará	11 233 MW
03	Usina Hidrelétrica de Tucuruí	Rio Tocantins	Pará	8 370 MW
04	Usina Hidrelétrica de Jirau	Rio Madeira	Rondônia	3 750 MW
05	Usina Hidrelétrica Santo Antônio	Rio Madeira	Rondônia	3 568 MW
06	Usina Hidrelétrica de Ilha Solteira	Rio Paraná	São Paulo e Mato Grosso do Sul	3 444 MW
07	Usina Hidrelétrica de Xingó	Rio São Francisco	Alagoas e Sergipe	3 162 MW
08	Usina Hidrelétrica de Paulo Afonso IV	Rio São Francisco	Bahia	2 850 MW
09	Usina Hidrelétrica de Itumbiara	Rio Paranaíba	Goiás e Minas Gerais	2 082 MW
10	Usina Hidrelétrica Teles Pires	Rio Teles Pires	Mato Grosso e Pará	1 820 MW



Concessionárias de Distribuição





Panorama do Setor de Distribuição de Energia Elétrica

Consumidores	67 milhões
Nº de novas ligações/ano	2,0 milhões
Empregados	160 mil
Receita Bruta	R\$ 118 bilhões
Encargos e Tributos *Somente na Distribuição	R\$ 44 bilhões
Mercado (livre + cativo)	375 mil GWh
Participação no PIB	2,2%
Investimentos Anuais	R\$ 8,0 bilhões
Índice de Satisfação	77,3 %
Taxa de Atendimento	99,2% dos domicílios



Motivadores para Melhorias na Rede



Funcionamento e Sustentabilidade

- O **surgimento da eletricidade** foi uma das maiores invenções do homem
- Com ela, foi possível **produzir mais, viver melhor e inventar mais coisas**
- A internet, por exemplo, tem tudo a ver com eletricidade, pois assim como a energia que recebemos em casa, ela também chega por meio de **redes de transmissão**





Funcionamento e Sustentabilidade

- Não é preciso pensar muito para saber que pode-se repetir o **caos energético**, como o que ocorreu em 2001 no Brasil
- Além disso, a necessidade de **diminuir ou consumir com mais inteligência os recursos do planeta** está causando movimentação em diversos países – inclusive nos EUA, um dos maiores consumidores de energia do mundo





Motivadores da Evolução Tecnológica

- **Crítérios de confiabilidade:** cada vez mais rigorosos
- **Mudança do clima:** eventos severos já se tornaram frequentes
- **Obsolescência dos sistemas de controle da distribuição:** fora de sintonia com as novas tecnologias digitais
- **Aumento da eficiência operacional:** gastos em T&D crescentes, no entanto as taxas de retorno devem refletir foco em um horizonte de longo prazo e maiores benefícios dos projetos
- **Geração centralizada:** tornando-se mais intensiva em capital, levando a um aumento de fontes de geração distribuída
- **Potencial de integração de sistemas de distribuição com tecnologias de telecomunicações:** alterações nas relações distribuidora/rede elétrica/consumidor



Motivadores no Mundo

- **Europa:** principal justificativa consiste no atingimento de metas ambientais estabelecidas pela União Europeia para os países, além desta, a questão da segurança da oferta também foi considerada importante
- **Estados Unidos:** a ênfase foi dada à adoção de programas de resposta de demanda e de eficiência energética como forma de reduzir o consumo (em particular em períodos de pico) e garantir a segurança da oferta (tecnologias de smart grid podem melhorar os resultados destes programas, potencialmente levando a melhores resultados em termos de resposta do consumidor)



Motivadores no Mundo



ESTADOS UNIDOS

Escassez de Recursos Naturais

Confiabilidade do Sistema

Envelhecimento dos Ativos

Prospecção de Novos Serviços



EUROPA

Questões Climáticas

Escassez de Recursos naturais

Envelhecimento dos Ativos

Confiabilidade do Sistema

Prospecção de Novos Serviços



JAPÃO

Escassez de Recursos Naturais

Questões Climáticas

Prospecção de Novos Serviços

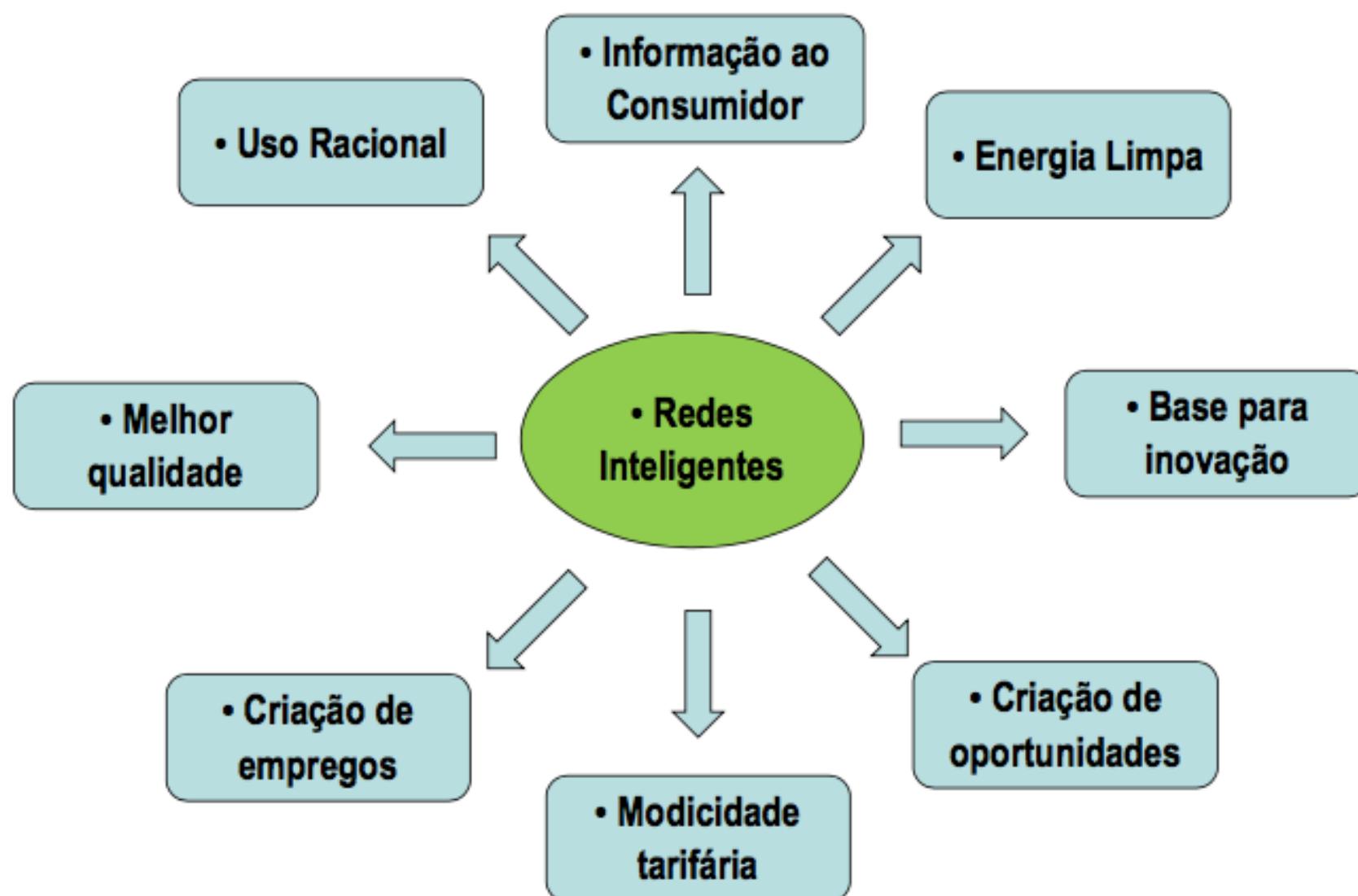


Motivadores Nacionais

- | | |
|-------------|---------------------------------|
| •Eficiência | •Redução Perdas |
| •Comercial | •Perfis de atendimento |
| •Energética | •Modelagem do perfil da demanda |
-
- | | |
|--------------|--|
| •Segurança | •Gestão de ativos |
| •Operacional | •Controle de acesso |
| | •Qualidade da energia |
| | •Microgrids – redução da vulnerabilidade |
| •Sistêmica | •Distribuição da geração |
| | •Controle automático de contingências |
| | •Sub-redes |
-
- | | |
|-------------------|----------------------------|
| •Sustentabilidade | •Diversificação do negócio |
| •Econômica | •Diversidade tarifária |
| •Ambiental | •Energias renováveis |
| | •Controle dos impactos |



Motivadores Nacionais





Motivadores Nacionais

mercado

Distribuidora de energia terá de oferecer opção de tarifa menor fora do horário de pico

DA REUTERS

06/09/2016 @ 11h16

A Aneel (Agência Nacional de Energia Elétrica) aprovou nesta terça-feira (6) regras para a aplicação da chamada "tarifa branca", que prevê a cobrança de preços diferenciados pela energia elétrica dependendo do horário do consumo, estabelecendo o prazo de 1º de janeiro de 2018 para que as distribuidoras ofereçam essa opção aos clientes.

<http://www1.folha.uol.com.br/mercado/2016/09/1810666-distribuidora-de-energia-tera-de-oferecer-opcao-de-tarifa-menor-fora-do-horario-de-pico.shtml>

O princípio dessa nova tarifa, cuja adesão será opcional, é o de cobrar menos para a energia consumida fora dos chamados horários de pico, como o fim de tarde e início da noite dos dias de semana, quando a demanda diária por eletricidade atinge seus maiores níveis.

"A tarifa branca é mais um instrumento que foi colocado à disposição do consumidor para gerir o seu consumo. Ele pode migrar para a tarifa branca e pode voltar para a tarifa convencional quando quiser", disse o diretor-geral da Aneel, Romeu Rufino.

Rufino explicou porém que, nas três horas do horário de pico, que varia de distribuidora para distribuidora (por exemplo, entre 19h e 21h), a cobrança para quem aderir à tarifa branca será até mais cara do que o preço convencional pago hoje em dia.



Motivadores Nacionais

Cenário Nacional

Redução de
Perdas
Comerciais

Redução de
Custos
Operacionais

Aumento da
Confiabilidade
do Sistema

Aproveitamento
da
Capilaridade
do Sistema
(Novos
Serviços)



Smart Grid

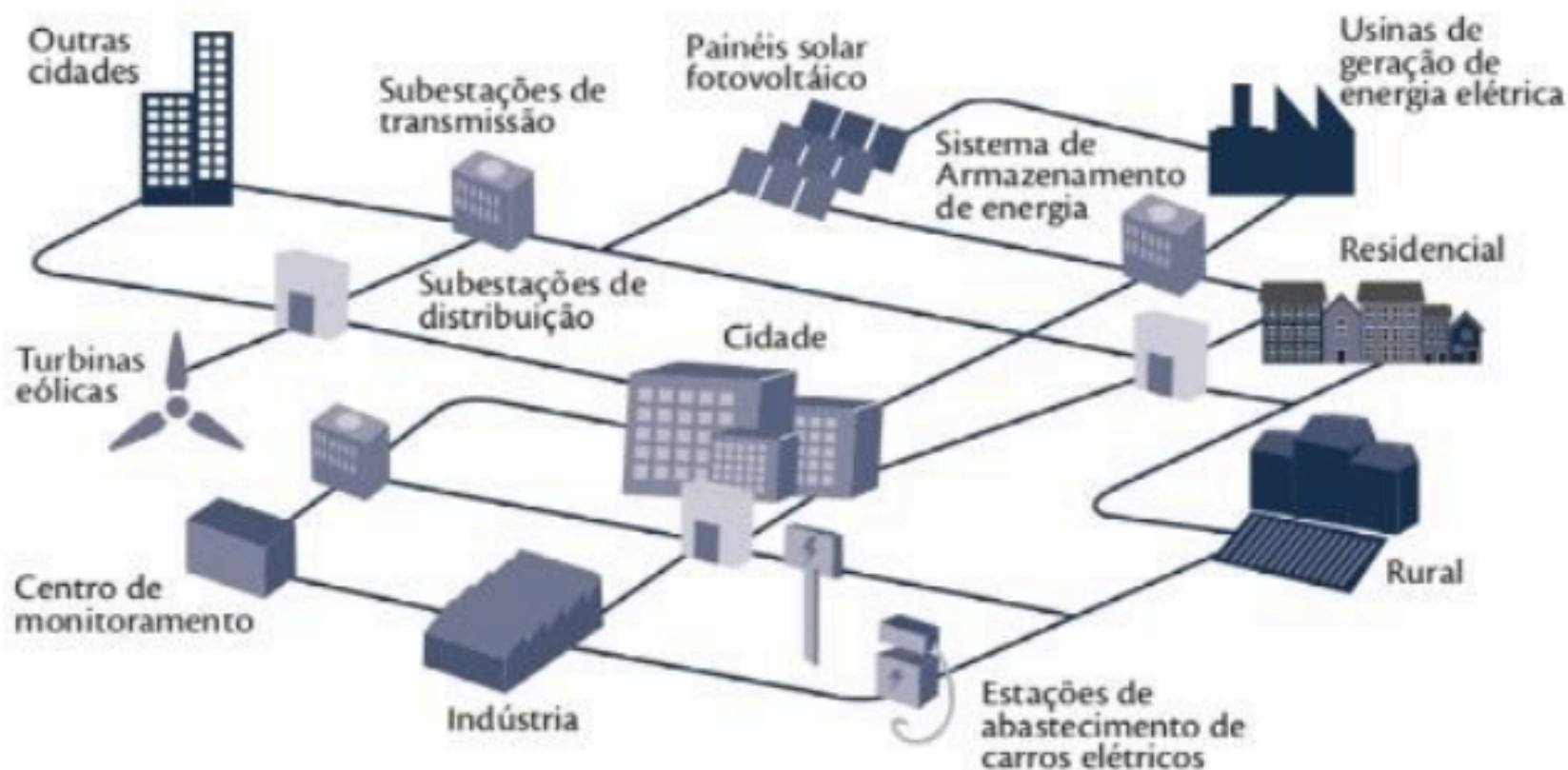


A Nova Rede Inteligente

- **A maneira como a distribuição de energia é feita é arcaica** na visão de muitos especialistas, dependemos muito de uma **única fonte geradora** e, caso ela falhe, toda **rede fica sem abastecimento**
- Além disso, o **formato de medição do consumo nem sempre é justo com o consumidor final**, já que com medidores defasados – analógicos – e um batalhão de pessoas passando de casa em casa para a coleta de dados, **a probabilidade de erros é grande**



A Nova Rede Inteligente





A Nova Rede Inteligente

- **A lógica da Smart Grid está em uma palavra: inteligência**
- Isso quer dizer que as novas **redes serão automatizadas** com medidores de qualidade e de consumo de energia em tempo real, ou seja, a sua casa vai conversar com a empresa geradora de energia e, em um futuro próximo, até fornecer eletricidade para ela
- A inteligência também será aplicada no **combate à ineficiência energética**, isto é, a perda de energia ao longo da transmissão



Inteligência na Rede

- De acordo com a IBM, **14,7% do total da energia produzida no Brasil é perdida** no processo de distribuição
- Além disso, **o furto de energia (famoso “gato”) deve ser diminuído**, mais precisão nas medições de consumo e funções adicionais como identificação de falhas à distância são algumas novidades desta nova rede

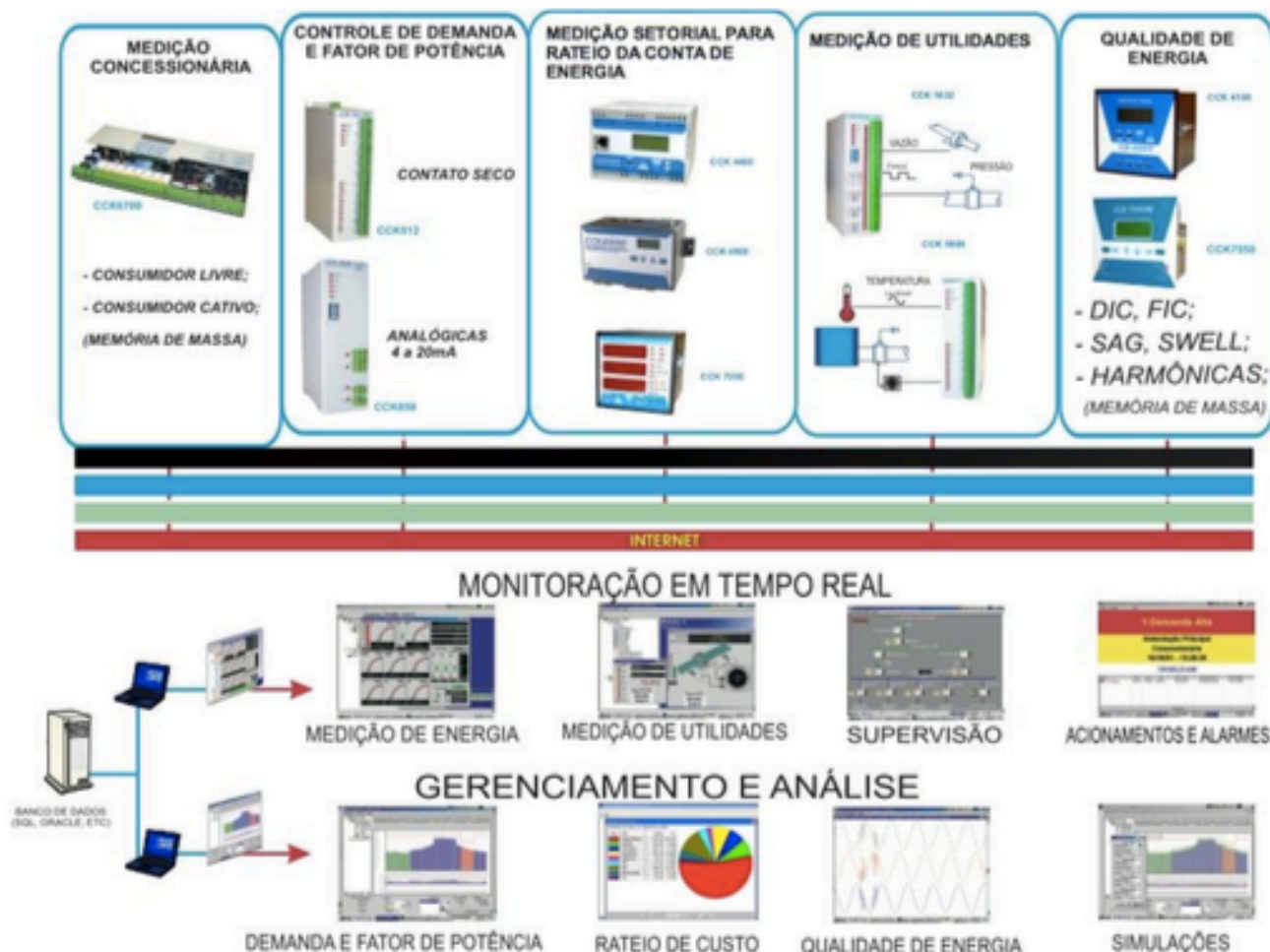


Inteligência na Rede

- O termo Smart Grid foi usado pela primeira vez em 2005 em um artigo escrito por S. Massoud Amin e Bruce F. Wollenberg, publicado na revista IEEE P&E, com o título de "Toward A Smart Grid"
- Existem várias definições para o conceito de redes inteligentes, mas todas convergem para o **uso de elementos digitais e de comunicações nas redes que transportam a energia**
- Esses elementos possibilitam o envio de uma gama de **dados e informação** para os centros de controle, onde eles são tratados, auxiliando na **operação e controle do sistema** como um todo



Inteligência na Rede





Inteligência na Rede

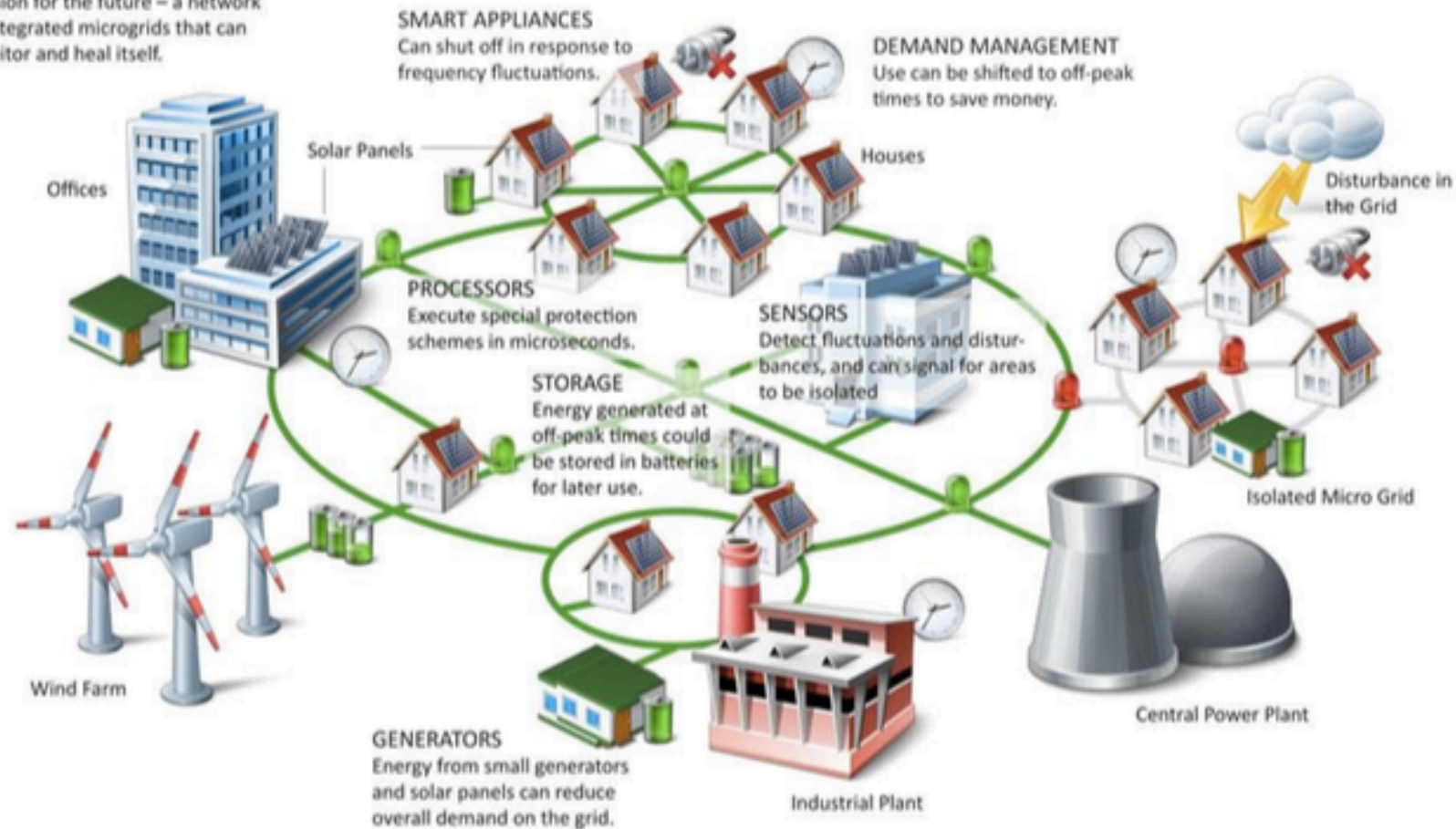
- O **modelo de distribuição é defasado**, se a luz cair na sua casa é preciso ligar para a empresa de energia e pedir que eles venham até você para reparar a falha
- Como a **Smart Grid é uma rede inteligente**, assim que a pane ocorrer, a empresa geradora sabe onde aconteceu a queda de energia e em poucos minutos pode **mobilizar funcionários** para realizarem o conserto
- A **comunicação de mão dupla** entre sua casa e a operadora, **sensores** ao longo de toda a rede, **controle e automatização** do consumo residencial são algumas das mudanças que ocorrerão



Inteligência na Rede

SMART GRID

A vision for the future – a network of integrated microgrids that can monitor and heal itself.





Caso InovCity

- O projeto **InovCity**, lançado em outubro de 2011 pela empresa **EDP Bandeirante**, está fazendo de **Aparecida** a primeira cidade dotada de uma rede inteligente de energia (smart grid) no Estado de São Paulo

<https://www.youtube.com/watch?v=9Yko8KlqwaQ>



Porque Implantar Smart Grid



Porque Implantar Smart Grid?

- **Concessionárias**

- Melhoria da qualidade do serviço prestado
- Aumento da eficiência sistêmica
- Redução das perdas comerciais e técnicas
- Redução de custos operacionais
- Otimização do uso de ativos
- Maior controle sobre a demanda de energia
- Manutenção do fluxo seguro de informação
- Criação de modelos de negócios/Aumento da receita

- **Consumidores**

- Melhor controle sobre o consumo de energia
- Aumento das opções de tarifação: energia pré-paga, tarifação horária
- Possibilidade de diminuição de seus gastos com energia
- Oferta de novos serviços

- **Meio Ambiente**

- Aumento do Uso de fontes renováveis de energia através da Geração Distribuída
- Redução da necessidade de construir novas usinas
- Redução da emissão de CO2



Barreiras a Serem Vencidas

- Setor extremamente regulado dificulta evolução mais drástica
- Modelo não verticalizado limita apropriação dos ganhos
- Necessidade de financiamento público
- Abertura para apropriação de novas receitas



Trabalhos em Andamento

- EUA
 - US Department of Energy
 - Office of Electricity Delivery and Energy Reliability
 - <https://www.smartgrid.gov/>
- Europa
 - Joint Research Centre
 - Smart Electricity Systems and Interoperability
 - <http://ses.jrc.ec.europa.eu/smart-grids-observatory>
 - <http://ses.jrc.ec.europa.eu/smart-grid-interactive-tool>



Trabalhos em Andamento

- Brasil
 - Desenvolvimento de um projeto de P&D Estratégico ANEEL sobre o tema
 - O Projeto envolve 37 empresas (33 distribuidoras e 4 geradoras) e tem um orçamento de cerca de R\$ 8,5 milhões
 - Primeira fase:
2011 a 2020 – Política Pública para Redes Elétricas Inteligentes - Desenvolvimento e avaliação de projetos Piloto e de Demonstração.
 - Segunda fase:
2015 a 2030 – Implantação efetiva das redes inteligentes – Diferentes cenários e diferentes ritmos de implantação
 - <http://www.aneel.gov.br/programa-de-p-d>



Iluminação Pública



Introdução



Introdução

- A iluminação é um dos fatores de maior relevância no que tange ao consumo de energia elétrica
- Chegando a ser responsável por aproximadamente **20%** de toda energia consumida no país e por mais de **40%** da energia consumida pelo setor de **comércio e serviços**
- Como a **energia elétrica** é a maior despesa da iluminação, a chave da redução dos custos de iluminação é diminuir a quantidade de eletricidade para determinado nível de iluminamento



Introdução

- Assim, o que se paga por energia elétrica para sistemas de iluminação está diretamente relacionado com a **eficiência luminosa da lâmpada utilizada**
- Reduzir o consumo não significa necessariamente diminuir a iluminação
- É suficiente que se utilize **equipamentos mais adequados e bem planejados**, proporcionando conforto visual, despertando a atenção e estimulando a eficiência energética



Luminotécnica



Conceito de Eficiência Energética

- **A Eficiência Energética é definida como a busca de redução do consumo de energia elétrica, sem prejuízo à atividade de uso desta**

PERDAS $\Leftrightarrow$ EQUIPAMENTOS E / OU PROCESSOS



EFICIÊNCIA ENERGÉTICA



Conceito de Eficiência Energética

- O combate ao desperdício de energia elétrica, apoia-se em três pilares:
 - **Pessoas**
 - **Informação**
 - **Tecnologia**



Unidades Fotométricas

- **Fluxo Iluminoso ou Potência Luminosa:** É a energia radiante que afeta o olho nu durante 1 segundo.





Unidades Fotométricas

- **Fluxo Iluminoso ou Potência Luminosa:** É uma das unidades fundamentais em engenharia de iluminação, dada como a quantidade total de luz emitida por uma fonte, em sua tensão nominal de funcionamento

Símbolo = L

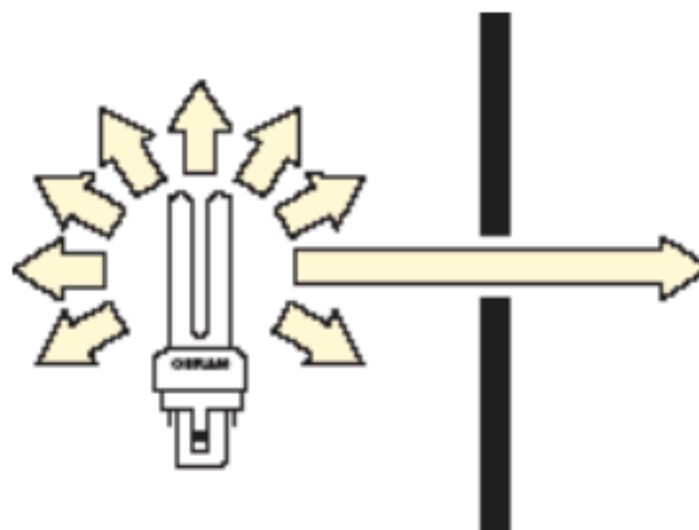
Unidade = Lumens

Lúmen (ϕ) = 1/ 680 W



Unidades Fotométricas

- **Intensidade Luminosa:** É a quantidade de luz que uma fonte emite por unidade de ângulo sólido (lúmen / esfero radiano) projetado em uma determinada direção.





Unidades Fotométricas

- **Intensidade Luminosa:** O valor está diretamente ligado à direção desta fonte de luz. A **intensidade luminosa** é expressa em candelas (cd) e, em algumas situações, em candela /1000 lumens.

Símbolo = I

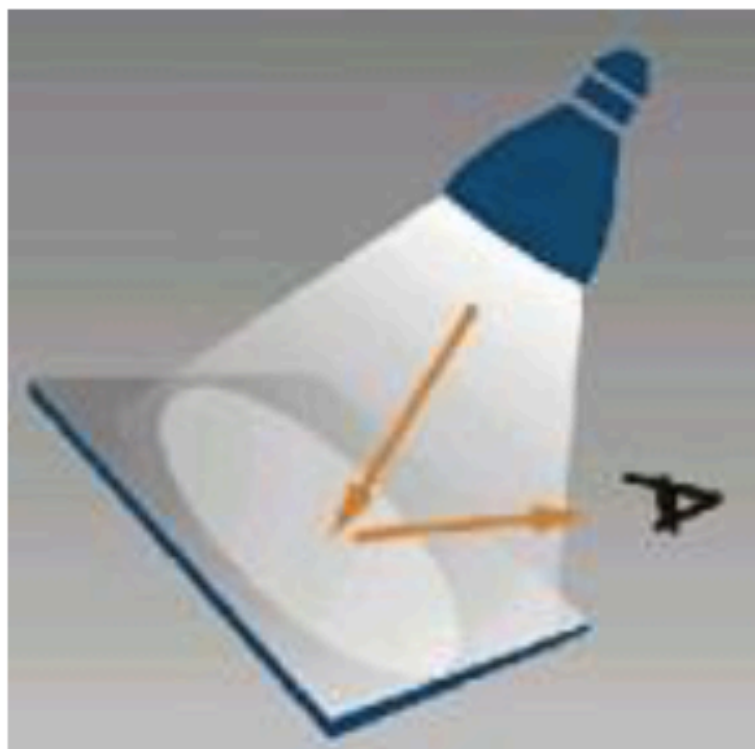
Unidade = Candela

Candela (I) = ϕ/w



Unidades Fotométricas

- **Luminância:** É a intensidade luminosa de uma fonte de luz produzida ou refletida por uma superfície iluminada. Esta relação é dada entre candelas e metro quadrado da área aparente (cd/m^2)



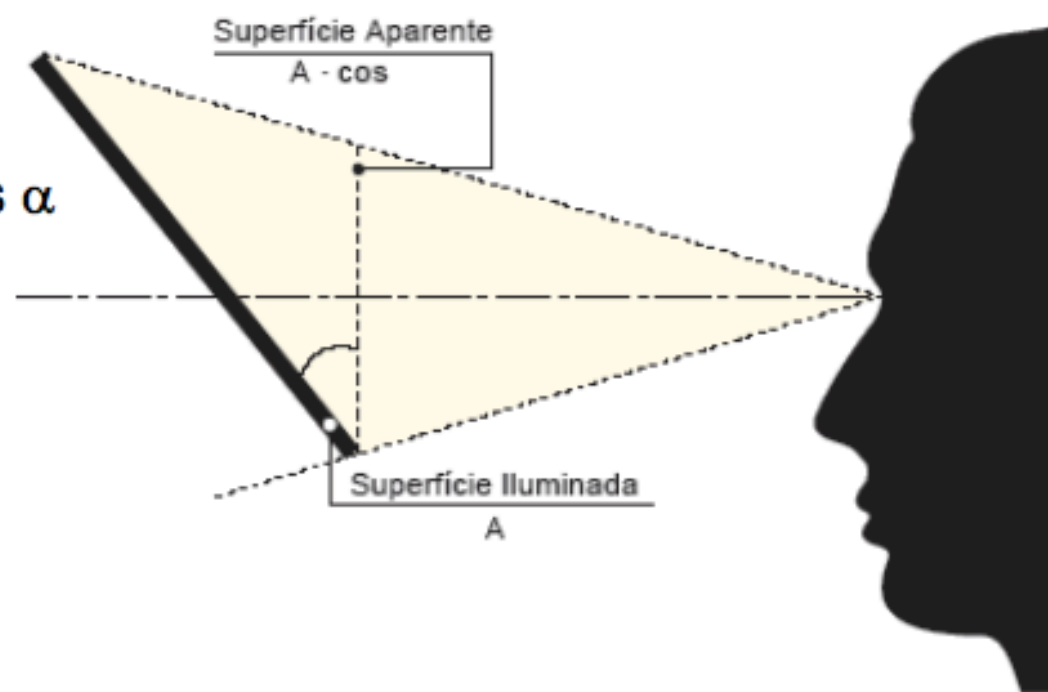
Unidades Fotométricas

- **Luminância:** A luminância depende tanto do nível de iluminação ou iluminância, quanto das características de reflexão das superfícies.

Símbolo = L

Unidade = cd / m^2

$\text{Candela/m}^2 (L) = I/S \times \cos \alpha$





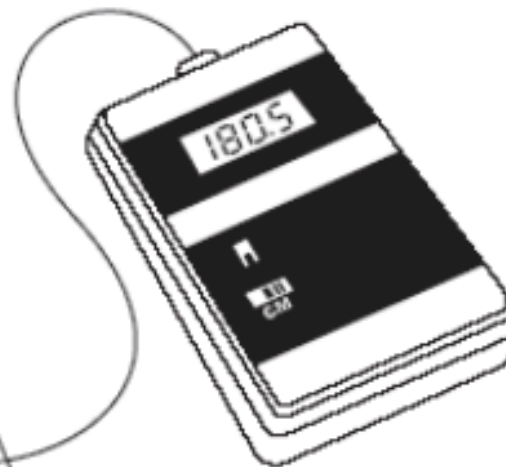
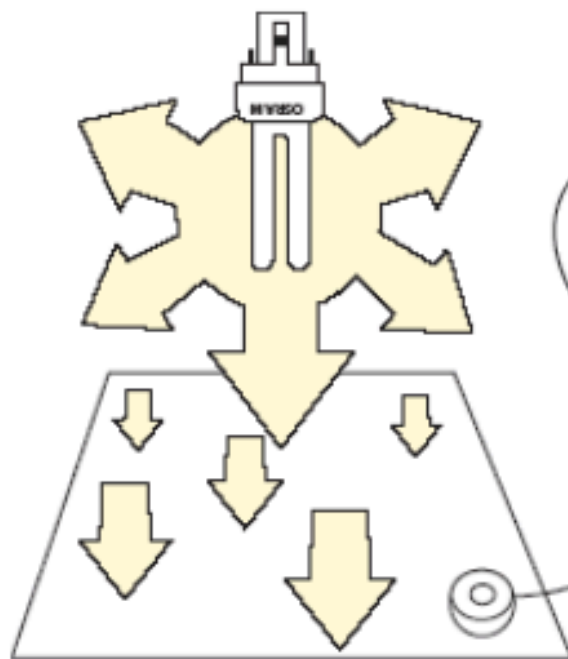
Unidades Fotométricas

- **Iluminância ou Iluminamento**
- É o fluxo luminoso que incide sobre uma superfície situada a uma certa distância da fonte, ou seja, é a quantidade de luz que está chegando em um ponto. Esta relação é dada entre a intensidade luminosa e o quadrado da distância (I/d^2).
- A iluminância pode ser medida através de um luxímetro, porém, não pode ser vista. O que é visível são as diferenças na reflexão da luz. A iluminância é também conhecida como níveis de iluminação



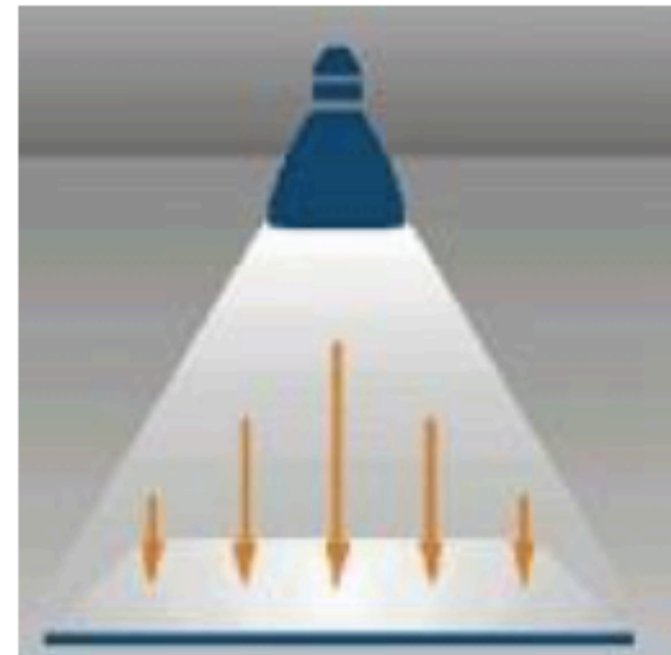
Unidades Fotométricas

- Iluminância ou Iluminamento**



Símbolo = E

Unidade = lux (lx)





Unidades Fotométricas

Cômodo	Índice de <u>iluminância</u> (em lux)		
	Mínimo (1)	Médio (2)	Máximo (3)
Salas de estar			
Geral	100	150	200
Local (leitura, escrita, <u>etc</u>)	300	500	750
Cozinha			
Geral	100	150	200
Local (fogão, pia, mesa)	200	300	500
Quarto de dormir			
Geral	100	150	200
Local (espelho, cama, <u>etc</u>)	200	300	500
Hall, escadas, despensas, garagens			
Geral	75	100	150
Local	200	300	500
Banheiro			
Geral	100	150	200
Local (espelhos)	200	300	500

Fonte: NBR 5413:1992



Unidades Fotométricas

Tipo de Atividade	E (min)	E (méd)	E (máx)
Trabalho não contínuo ou de transição, como: circulação, sanitário, dormitório, depósito, saguão, sala de espera, etc	100	150	200
Trabalho simplificado com requisitos visuais limitados, como: sala de controle, sala de aula, arquivo, indústria, etc.	200	300	500
Tarefa realizada continuamente, com requisitos visuais normais, como: escritórios, bancos, bibliotecas, lojas, etc.	300	500	750
Situações onde se exige visualização de detalhes, como em exposição em vitrine ou display, desenho, etc.	750	1000	1500



Lâmpadas



Lâmpadas

- **Índice de Reprodução de Cor:** É o valor que representa a capacidade que tem as lâmpadas de apresentarem um **espectro de luz** que melhor determine a cor de certo corpo ou seja, um espectro que melhor se aproxime do **espectro da luz solar**



IRC 97



IRC 90



IRC 80



IRC 70

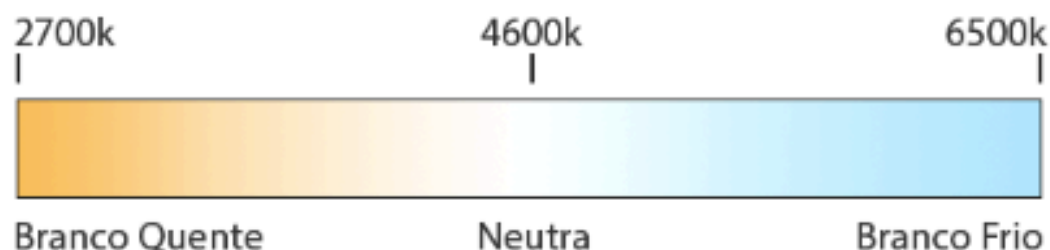


Lâmpadas

- **Temperatura de Cor:** É a temperatura na qual um corpo negro emite luz na cor idêntica a emitida pela lâmpada a ser comparada, indica a aparência de cor de luz, ou a sensação de Tonalidade de cor de diversas lâmpadas.

Símbolo = K

Unidade = Kelvin





Lâmpadas

Temperatura de cor

Fonte de luz

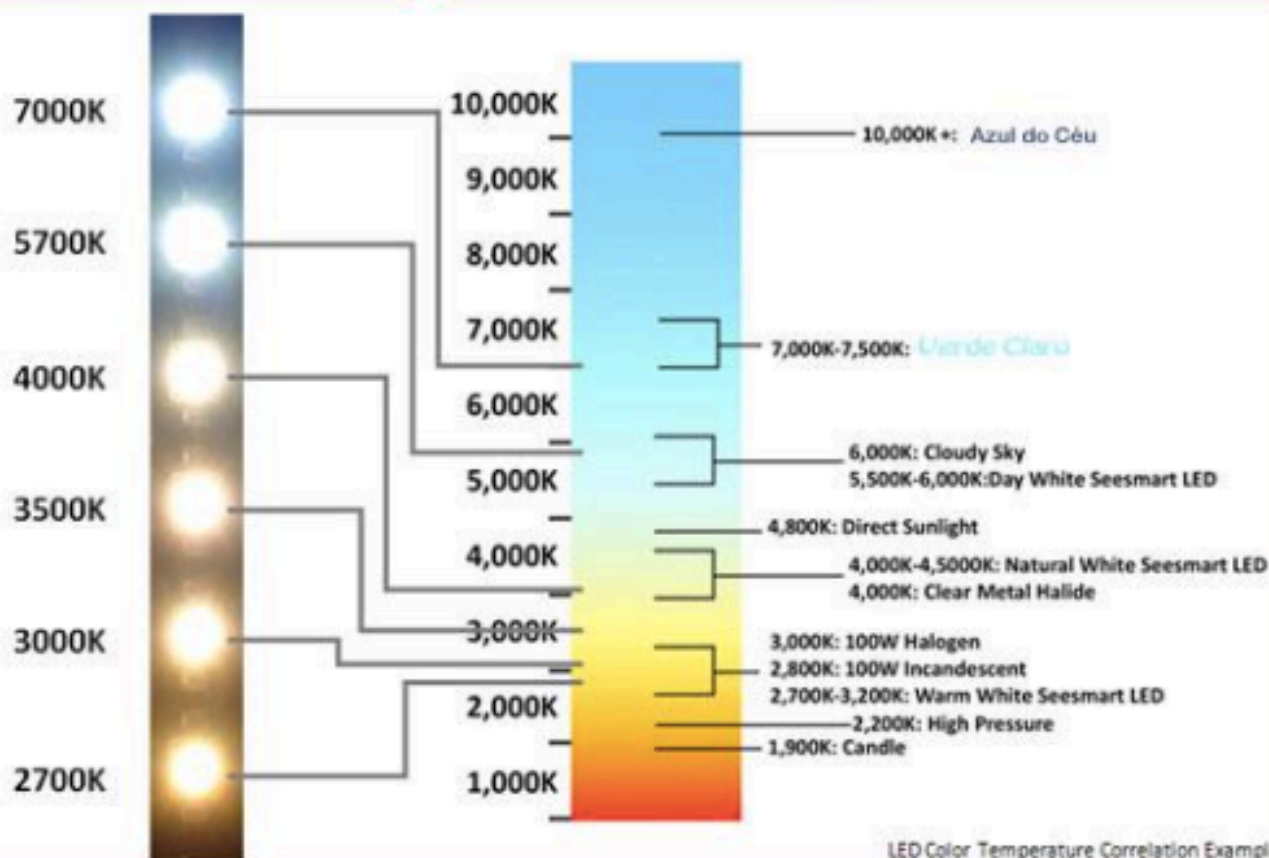
	1000 - 2000 K	Luz de velas
	2500 - 3500 K	Lâmpadas de tungstênio (incandescente)
	3000 - 4000 K	Nascer/Pôr-do-sol (céu limpo)
	4000 - 5000 K	Lâmpadas fluorescentes
	5000 - 5500 K	Flash
	5000 - 6500 K	Luz do dia com céu claro (ao meio dia)
	6500 - 8000 K	Céu levemente nublado
	9000 - 10000 K	Sombra ou céu muito nublado



Lâmpadas

Exemplo básico de referência com LED

Gráfico de escala de temperatura de cor - Kelvin.



LED Color Temperature Correlation Example



Lâmpadas

- **Temperatura de Cor:** Quando dizemos que um sistema de iluminação apresenta luz “quente” não significa que a luz apresenta uma maior temperatura de cor, mas sim que a luz apresenta uma tonalidade mais amarelada





Lâmpadas

INCANDESCENTE
"comum"



FLUORESCENTE
compacta



HALÓGENA
dicróica



LED
dicróica



LED





Lâmpadas

EFICIÊNCIA		Menos		Mais					
TIPO									
	COMUM		HALÓGENA		CFL		LED		
CONSUMO	40 W		28 W		8 W		4 W		
	60 W		42 W		12 W		6 W		
	75 W		53 W		15 W		8 W		
	100 W		70 W		20 W		10 W		
DURABILIDADE		1 ano		1-3 anos		6-10 anos		15-25 anos	
ECONOMIA		✕		até 30%		até 80%		até 95%	



Lâmpadas

Emissão de Luz			
320 Lumens	30w	9w	4w
470 Lumens	45w	14w	6w
810 Lumens	65w	23w	10w
1100 Lumens	75w	28w	12w
1500 Lumens	100w	34w	15w
1700 Lumens	120w	46w	20w
2200 Lumens	150w	69w	30w
3000 Lumens	190w	92w	40w
Vida útil	1 Ano	6-10 Anos	15-20 Anos



LED

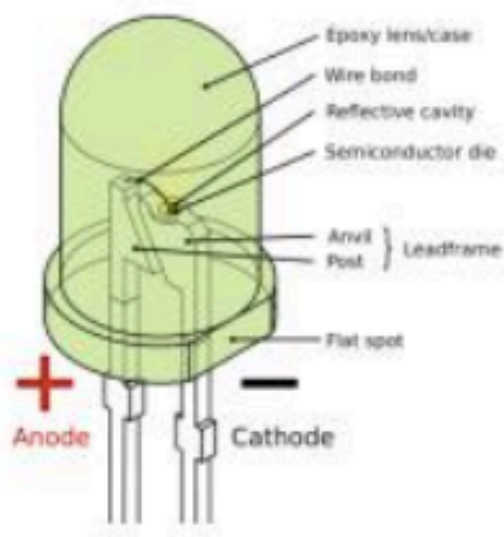


LED

- LED é a sigla de **Light Emitting Diode** que em português significa **diodo emissor de luz**
- São componentes eletrônicos que emitem luz através de **eletroluminescência**, transformando energia elétrica em radiação visível (luz)
- O LED existe desde 1962 e era apenas utilizado para **sinalização** devido ao seu baixo fluxo luminoso (emissão de luz), restrita gama de cores e baixa potência
- Foi em meados da década de 1990, após muitas pesquisas e investimentos, que o Dr. Shuji Nakamura da Nichia Chemical Corporation inventou o **LED azul com alto fluxo luminoso que, juntamente com uma camada de fósforo, gera luz branca**
- Com isso possibilitou-se a utilização do LED na **iluminação**

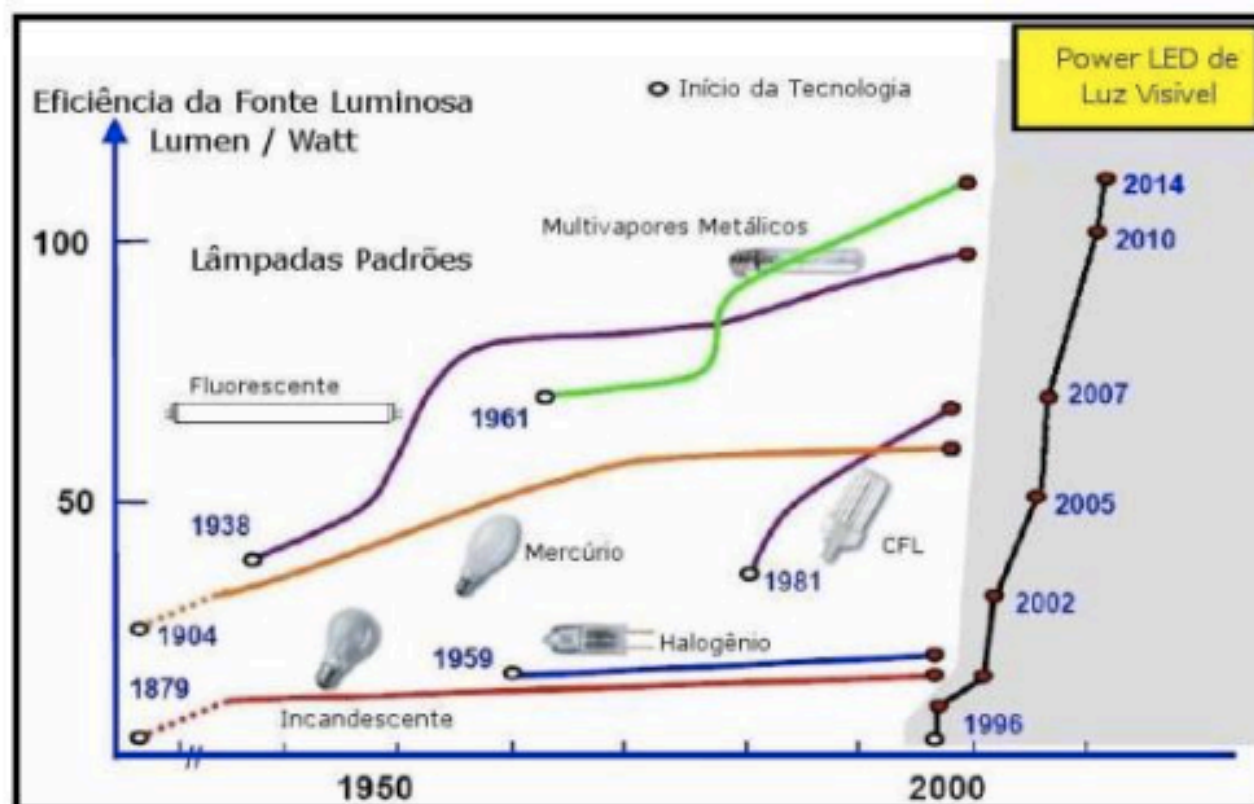


LED



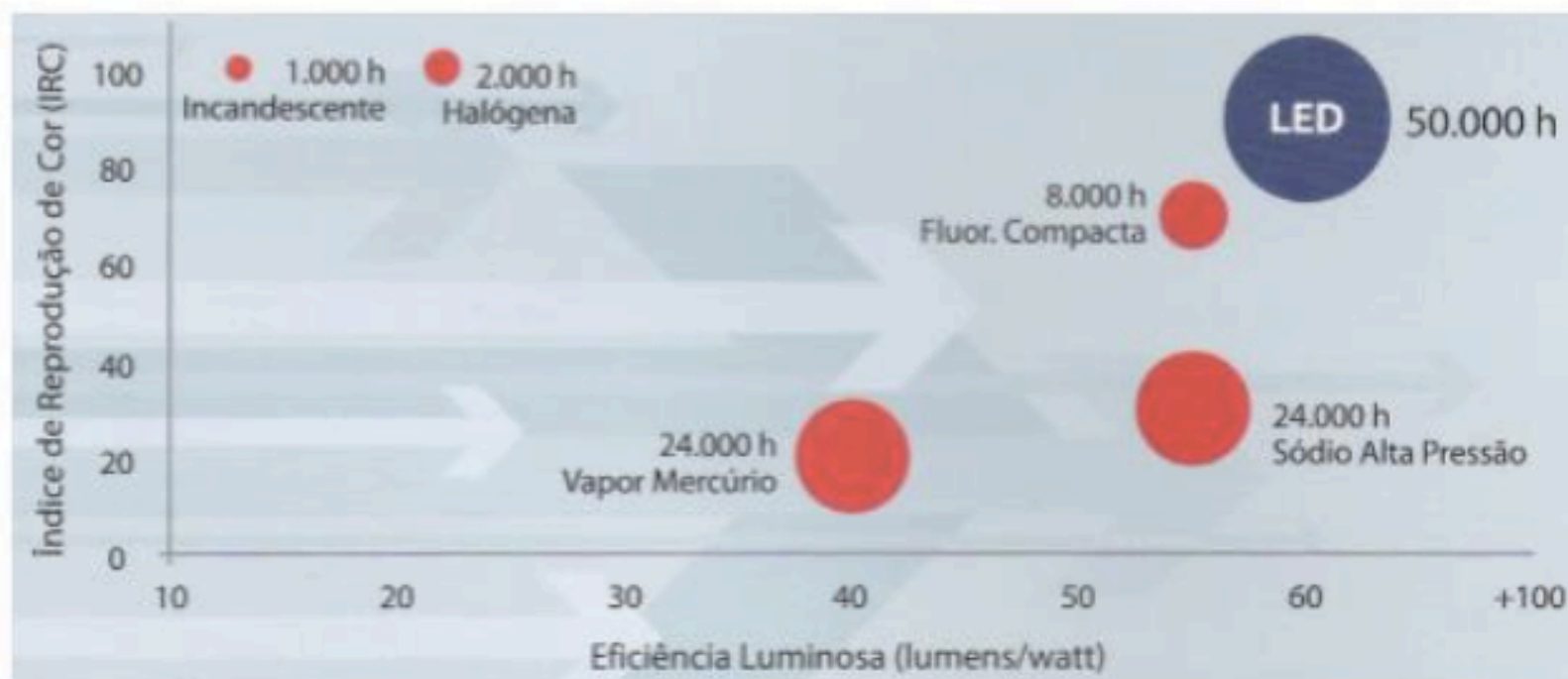


LED



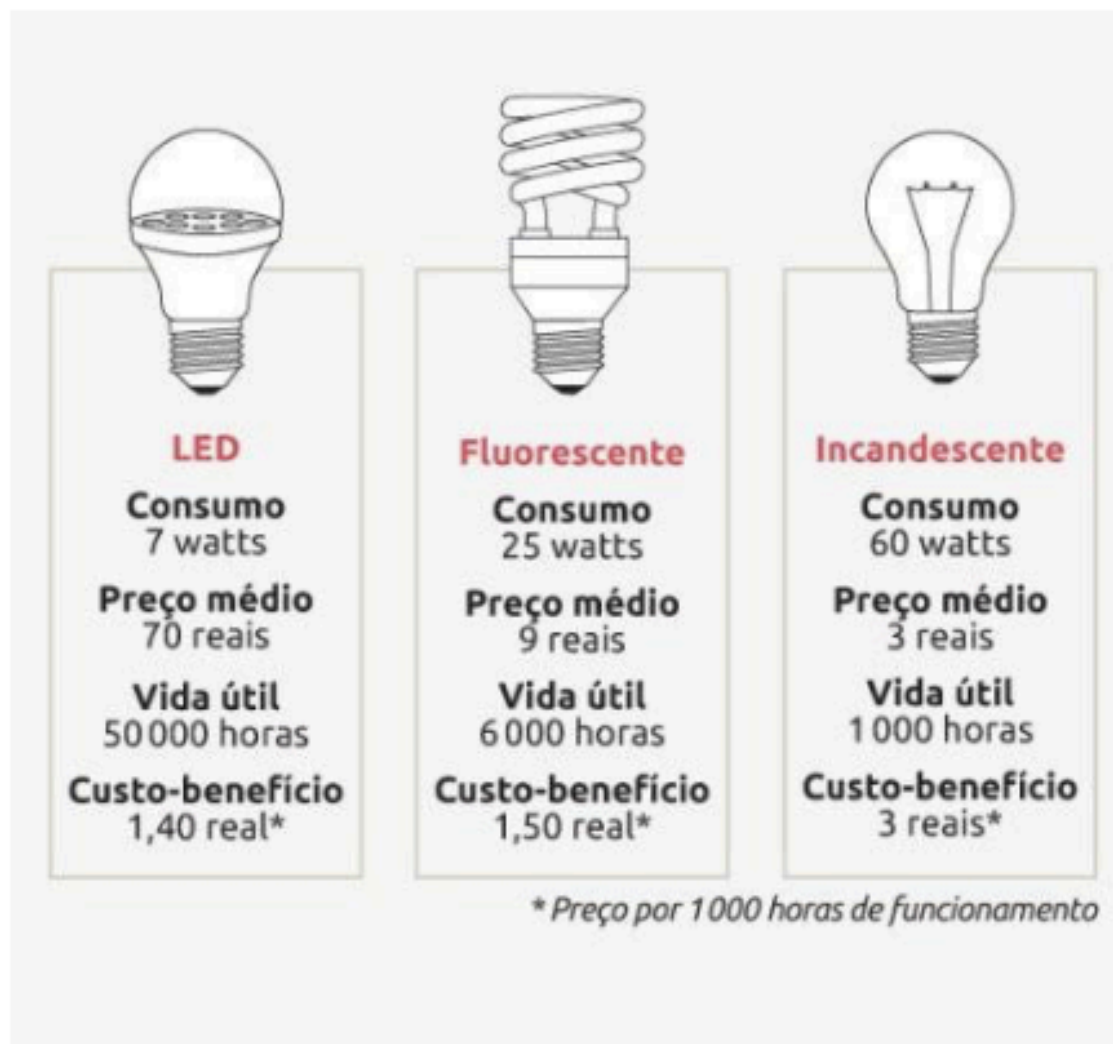


LED





LED





Iluminação Pública



Iluminação Pública

- **Resolução Normativa 414 de 09 de setembro de 2010**, da Agência Nacional de Energia Elétrica (“ANEEL”)
- Por meio dessa Resolução a ANEEL determinou que as **distribuidoras de energia elétrica** **devessem transferir os sistemas de iluminação pública**, por elas geridos, **aos Municípios** até a data de 31 de dezembro de 2014
- Apesar de a competência material para a prestação dos serviços seja dos Municípios, na prática, na maioria dos casos, a sua prestação efetiva ainda é realizada pelas distribuidoras de energia elétrica



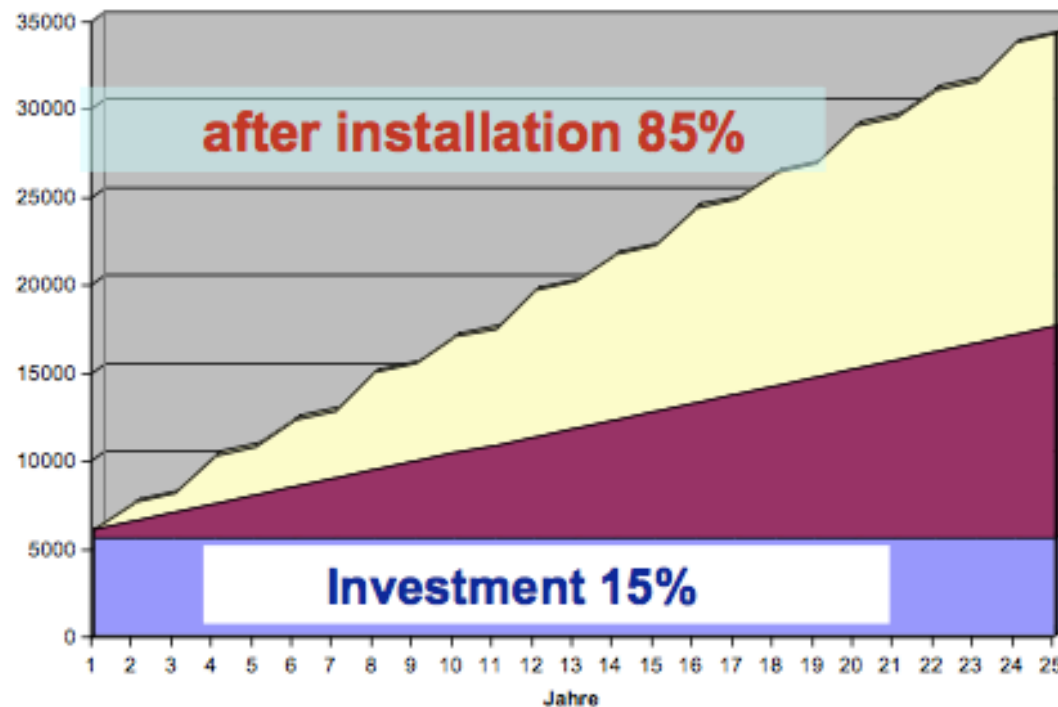
Iluminação Pública

- Historicamente, essas atividades estiveram atribuídas às concessionárias de distribuição de energia elétrica, tendo em vista, sobretudo, a proximidade das infraestruturas físicas necessárias para o desempenho de ambas
- Ao mesmo tempo, o setor de iluminação pública está passando por uma grande transformação tecnológica e, assim, os municípios tem que **não somente manter e ampliar a infraestrutura de iluminação, mas substituí-la completamente**, como exemplo, prevendo a utilização de LEDs e implantação de conexão em rede, entre outras alternativas



Iluminação Pública

Total cost of a typical installation, 25 years



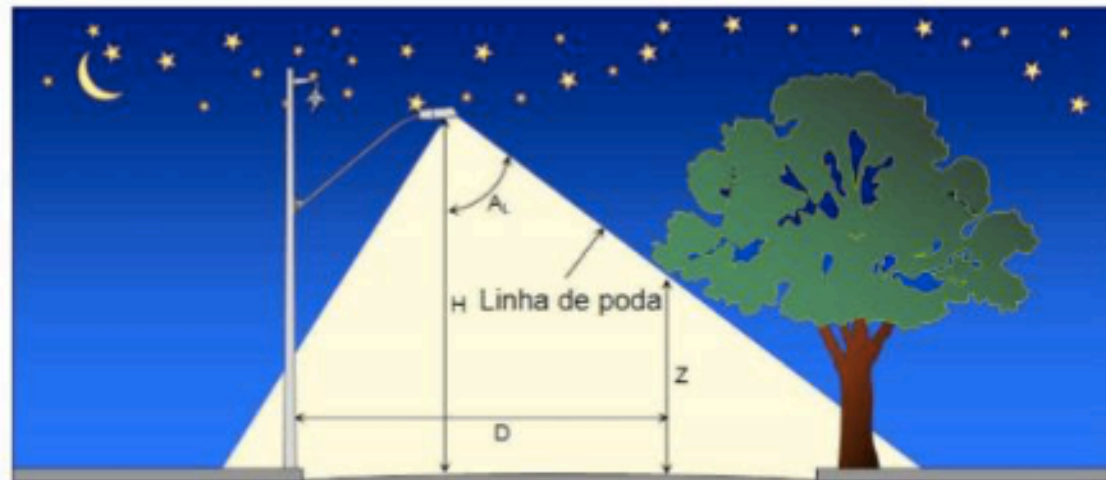
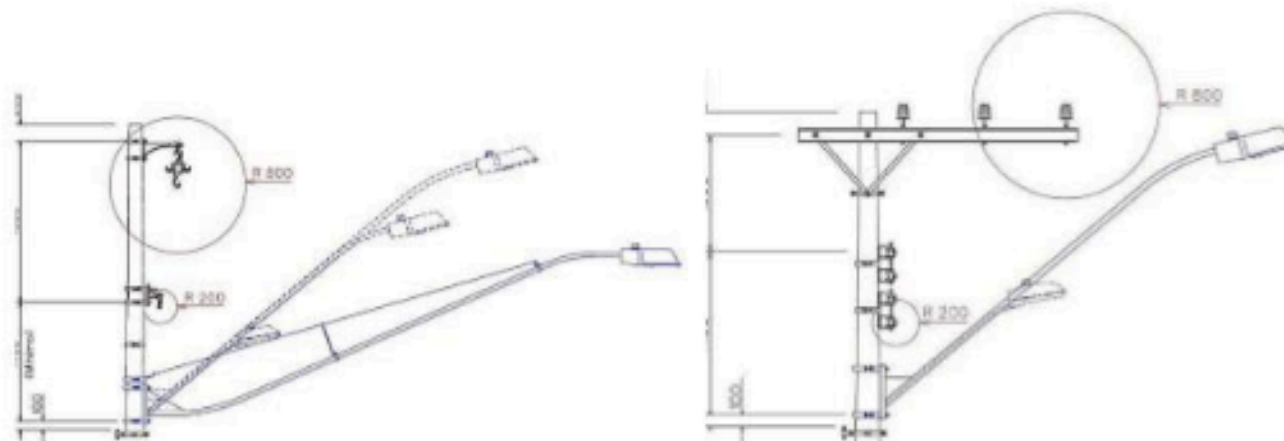
maintenance

energy

investment

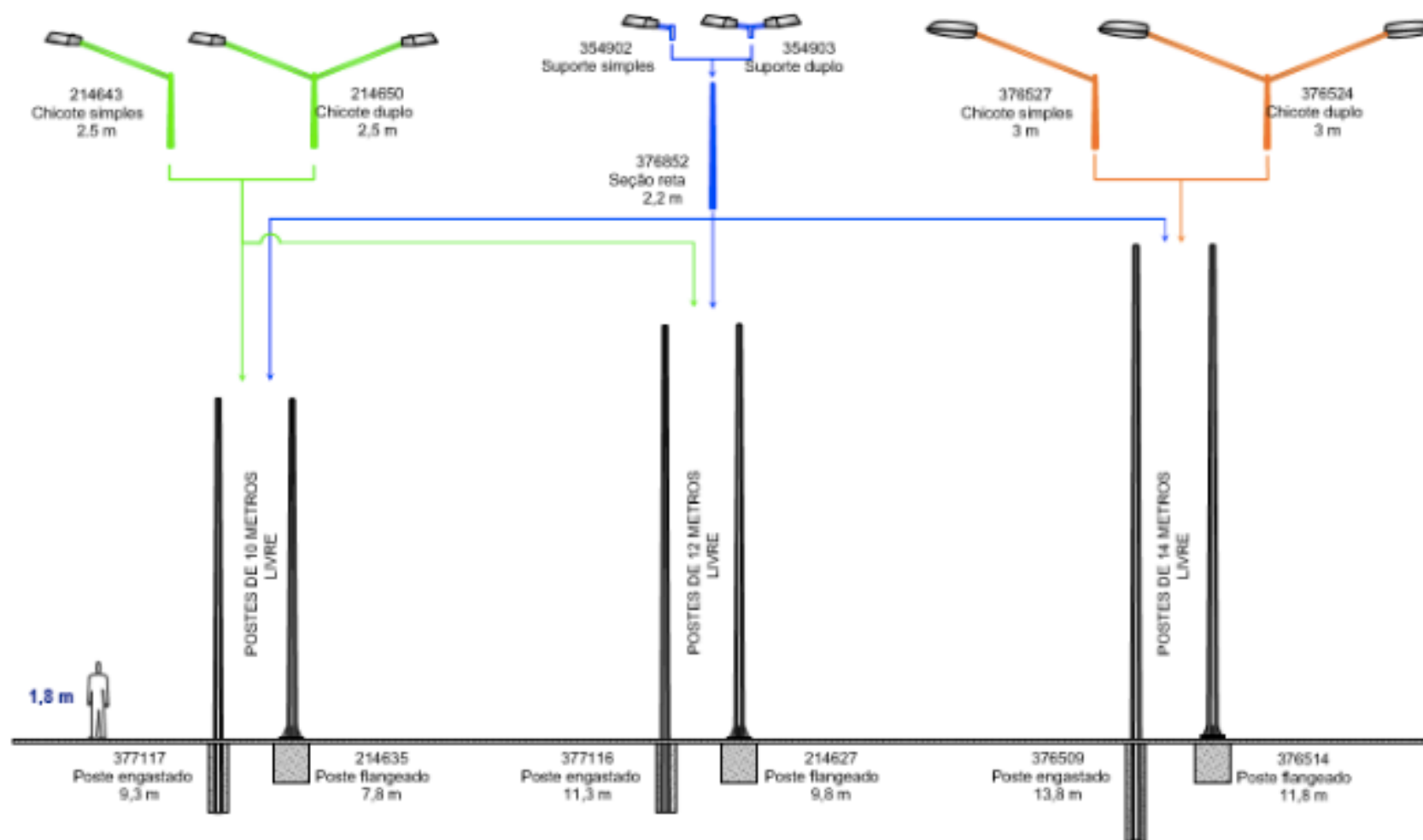


Iluminação Pública



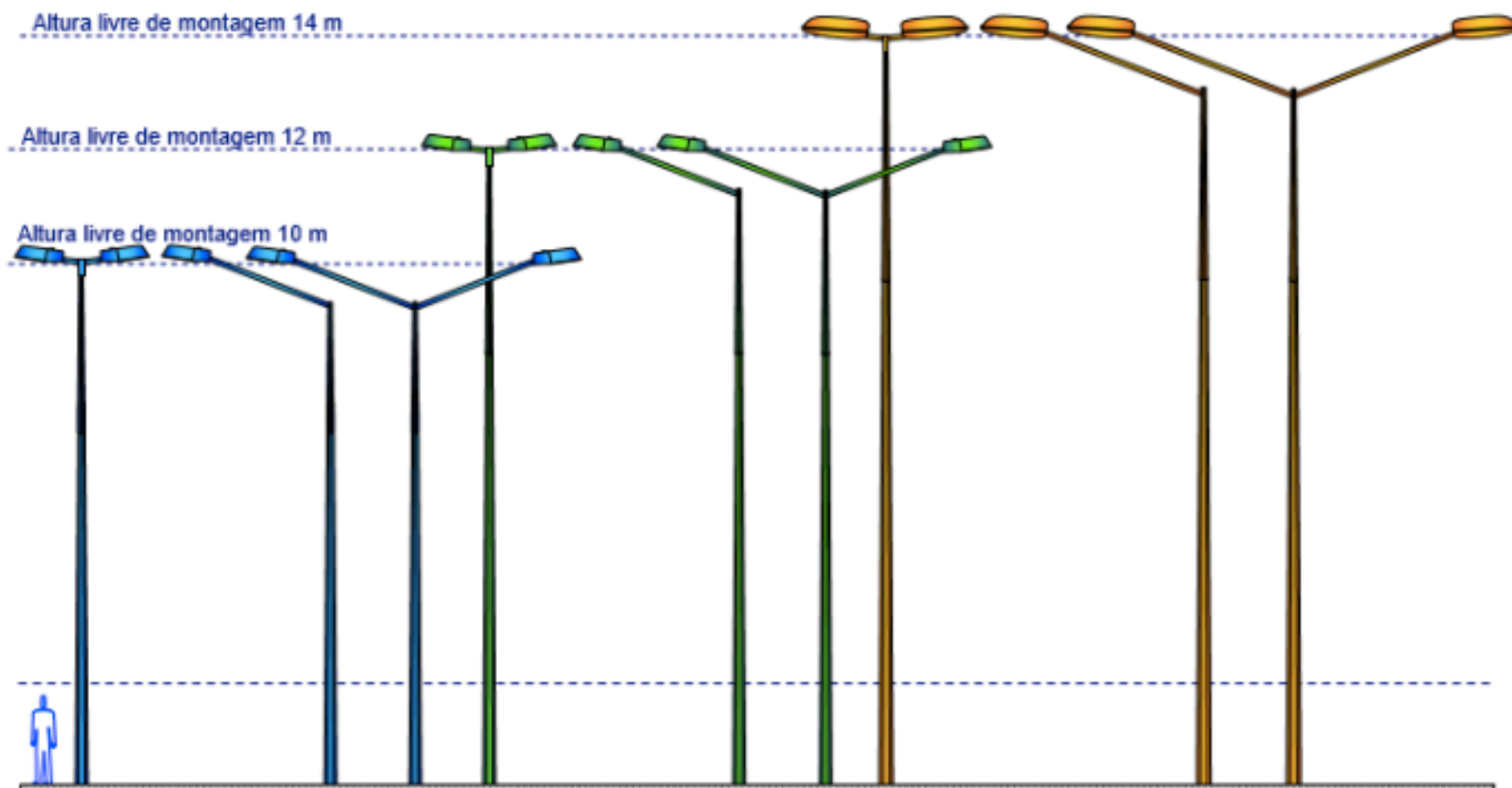


Iluminação Pública





Iluminação Pública



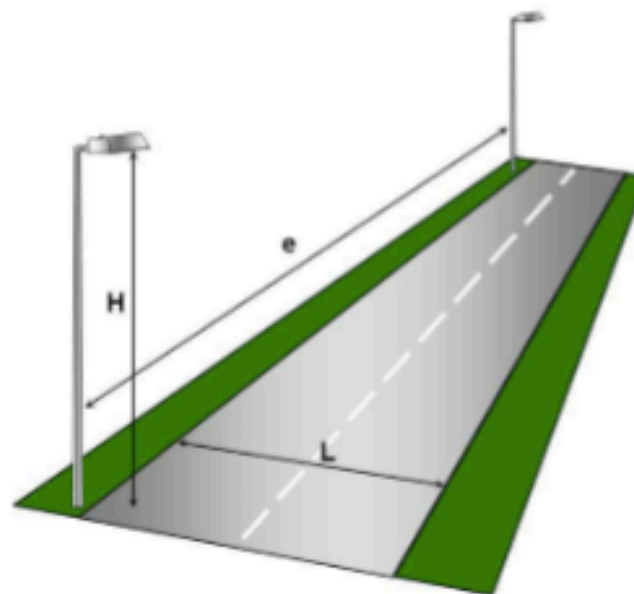


Iluminação Pública

Os projetos especiais devem atender a classificação viária e seguir os seguintes critérios para os cálculos fotométricos, apresentados Figura 4-

$$H \geq L \quad e \quad e \geq 3,5 H \text{ (mínimo)}$$

sendo: L = largura da pista de rolamento (mais acostamento quando houver);
 H = altura de montagem da luminária;
 e = espaçamento entre postes.



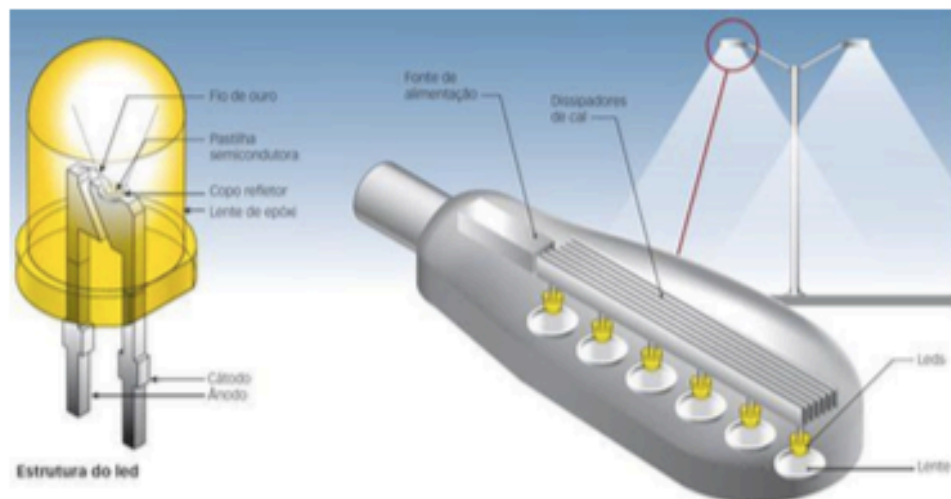


Iluminação Pública



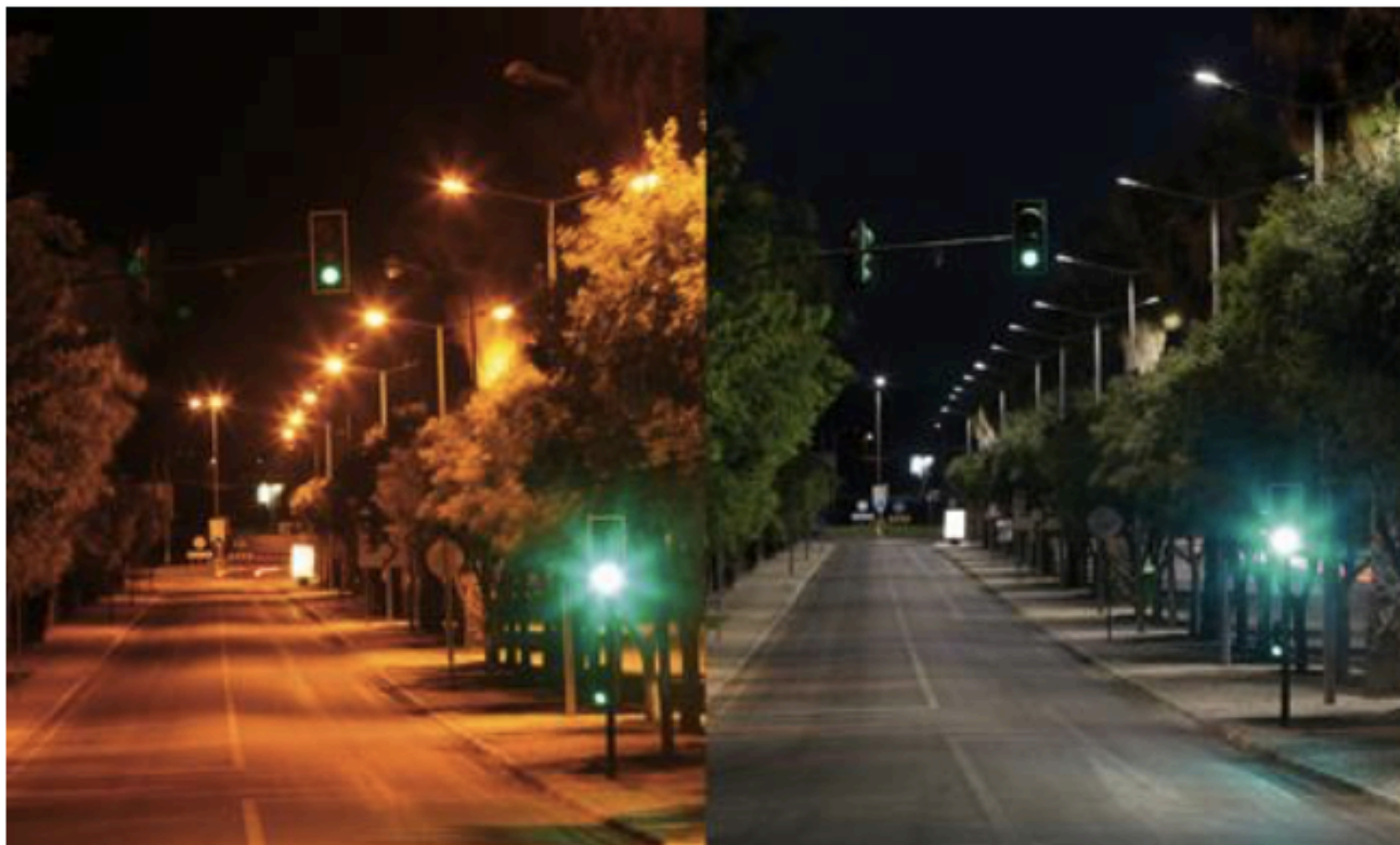


Iluminação Pública



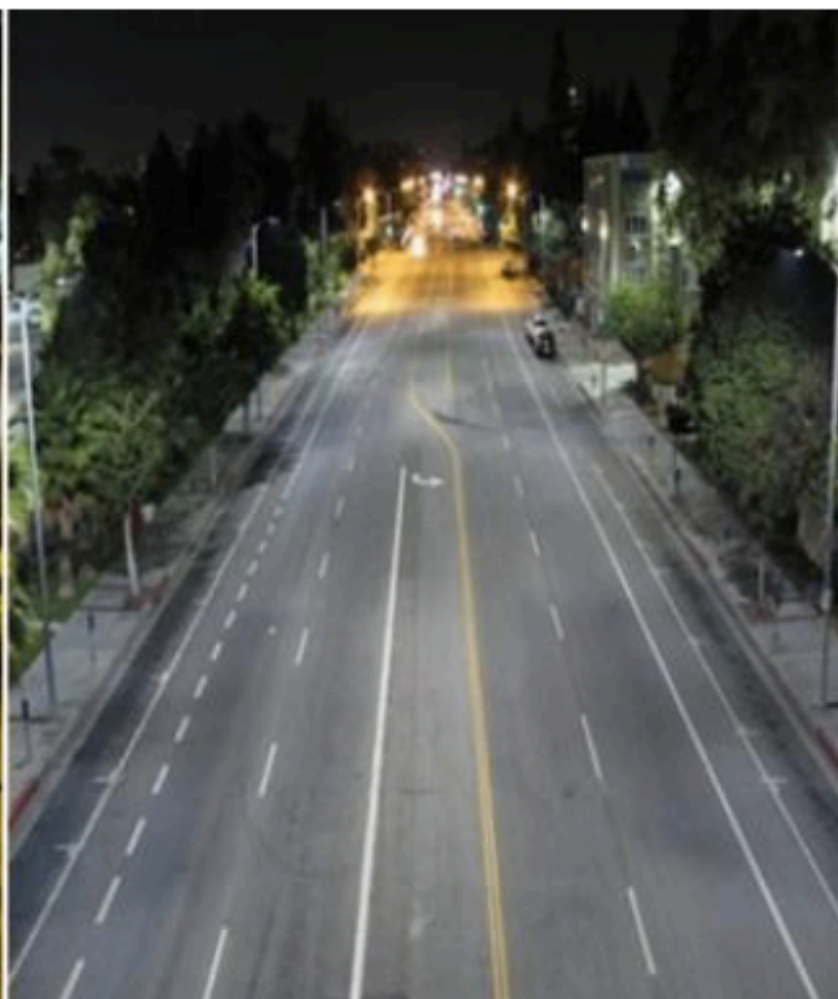


Iluminação Pública





Iluminação Pública





Iluminação Pública





Iluminação Pública





Iluminação Pública





Exercício



Exercício em Grupo – Caso Smart Grid

- Leiam o caso “Smart Grid, Smart City Technical Case Studies Technology Integration vs. BAU” do Australian Government Department of Industry sobre um trial feito para Smart Grid na região de Nelson Bay na Australia
- Respondam às seguintes perguntas:
 - 1) Em que consistiu o trial realizado?
 - 2) Qual foi o principal objetivo do trial?
 - 3) Quais os principais benefícios do uso de tecnologias integradas de redes inteligentes?
 - 4) Quais as lições aprendidas com o trial?



Referências Bibliográficas



Referências Bibliográficas

- EAESP-FGV. *Smart Cities Transformação Digital de Cidades*. São Paulo: FGV, 2016.
- LEITE, C. *Cidades Sustentáveis, Cidades Inteligentes*. São Paulo: Bookman, 2012.
- PANHAN, A. M.; MENDES, L. S.; BREDA, G. D. *Construindo Cidades Inteligentes*. Curitiba: Appris, 2016.