

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
MESTRADO EM ECOLOGIA E PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL

ANA CAROLINA DE FARIA

**ILUMINAÇÃO SUSTENTÁVEL: OS BENEFÍCIOS DO USO DA
TECNOLOGIA LED NOS PROJETOS DE ILUMINAÇÃO.**

GOIÂNIA

2014

ANA CAROLINA DE FARIA

**ILUMINAÇÃO SUSTENTÁVEL: OS BENEFÍCIOS DO USO DA
TECNOLOGIA LED NOS PROJETOS DE ILUMINAÇÃO.**

Dissertação apresentada a Pontifícia Universidade Católica de Goiás, para obtenção do título de Mestre junto ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ecologia e Produção Sustentável.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Antonio da Silva

GOIÂNIA

2014

Dados Internacionais de Catalogação da Publicação (CIP)
(Sistema de Bibliotecas PUC Goiás)

F224i Faria, Ana Carolina.
Iluminação sustentável [manuscrito] : os benefícios da tecnologia LED nos projetos de iluminação / Ana Carolina de Faria – 2014.
130 f. : il. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Programa de Mestrado em Ecologia e Produção Sustentável, 2014.

“Orientador: Prof. Dr. Marcos Antonio da Silva”.
Bibliografia.

1. Diodos emissores de luz. 2. Iluminação. 3. Sustentabilidade. I. Título.

CDU 628.9(043)

ANA CAROLINA DE FARIA

**ILUMINAÇÃO SUSTENTÁVEL: OS BENEFÍCIOS DO USO DA
TECNOLOGIA LED NOS PROJETOS DE ILUMINAÇÃO**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DEFENDIDA E APROVADA EM 10 DE DEZEMBRO DE 2014

BANCA EXAMINADORA



.....
Prof. Dr. Marcos Antonio da Silva / PUC Goiás
(presidente-orientador)



.....
Prof. Dr. José Paulo Pietrafesa / UFG
(avaliador externo)



.....
Prof. Dr. Pedro Araújo Pietrafesa / PUC Goiás
(avaliador interno)

DEDICATÓRIA

Primeiramente a Deus, por existir, ter saúde, oportunidade e sabedoria para buscar minhas conquistas. Especialmente aos meus pais e irmãos por todo amor, carinho, incentivo e paciência. Por estarem sempre presentes e confiantes para que eu conquistasse mais uma etapa tão importante da minha vida. Obrigada por serem tudo na minha realidade e realizarem meus sonhos. Aos familiares, amigos, colegas e alunos pelo apoio, confiança, motivação e por entenderem minha ausência em alguns momentos dedicados a este início.

AGRADECIMENTOS

Aos professores, coordenadores, colegas e funcionários do Mestrado em Ecologia e Produção Sustentável-MEPS, pelo tempo de aprendizado que passamos juntos. Aos professores Dr. José Paulo Pietrafesa e Dr. Pedro Araújo Pietrafesa que contribuíram muito com meu aprendizado em sala de aula e na banca de conclusão deste. Com muito carinho ao meu orientador Dr. Marcos Antônio da Silva pela dedicação, presteza e incentivo durante toda a realização deste resultado. Meu colega Bruno Camilo Frauzino, que além de parceiro de trabalhos e apresentações, se tornou um grande amigo. Enfim, a todos que contribuíram de alguma forma para que eu chegasse até aqui e pudesse dizer: muito obrigada!

EPÍGRAFE

*Sejais nobres como o Sol, que tem a
humildade de oferecer a sua luz para
que os outros possam brilhar também.*

Augusto Branco

RESUMO

A iluminação artificial é imprescindível na vida do homem moderno e tem sido um grande desafio para o século XXI. Diversos problemas já foram identificados, o que tem sido uma grande preocupação mundial, não apenas pela escassez dos recursos naturais utilizados para produzi-la, mas pela dimensão de consequências negativas provenientes do setor. Através da pesquisa exploratória, participativa, revisão teórica e documental, com ênfase nos princípios sustentáveis, identificou-se que os problemas causados pela iluminação artificial além do consumo de energia, incluem a saúde e o bem-estar do homem, alteração do ciclo natural de animais, plantas e insetos, emissão de gases de efeito-estufa, poluição e contaminação do ar, água e solo entre outros. Os Diodos Emissores de Luz (LED) tem sido apresentados no mercado como um produto eficiente e sustentável, para substituição das diversas lâmpadas existentes, prometendo revolucionar a iluminação de modo geral. O estudo teve como objetivo explorar alguns aspectos que envolvem o âmbito da iluminação artificial, identificar os problemas, apontar algumas soluções e investigar por que o LED é o mais indicado recurso disponível na atualidade. A pesquisa registra os diversos benefícios do LED enquanto solução para os diversos problemas apontados. É a tecnologia promissora que está disponível no mercado e provavelmente será uma importante alternativa para substituir as tecnologias convencionais e aumentar a eficiência energética dos sistemas de iluminação. O LED é um fator de grande contribuição para o âmbito da iluminação artificial, porém não é suficiente para que o setor se torne sustentável. Para chegar a resultados positivos que visam à sustentabilidade do segmento, os aspectos sociais, econômicos, políticos e ambientais devem ser inseridos neste contexto.

PALAVRAS-CHAVE LED, Iluminação, Iluminação pública, Sustentabilidade, Construção Sustentável.

ABSTRAT

Artificial lighting is essential to modern living and presents a major challenge for the twenty-first century. Many problems associated with it have become major global concerns, not only because of the scarcity of natural resources it requires, but also because of the extent of the negative consequences arising from the segment. By means of an exploratory, participatory research, and a theoretical and documentary review, with emphasis on sustainable principles, it was seen that the problems caused by artificial lighting, in addition to energy consumption, also include people's health and well-being, changes in the natural cycle of animals, plants and insects, emission of greenhouse gases, pollution and contamination of the air, water and soil. Light Emitting Diodes (LED) has been presented to the market as an efficient and sustainable product to replace the different existing lamps, while promising to revolutionize lighting in general. This study set out to explore certain aspects involving the sphere of artificial lighting, to identify problems, point to solutions and analyze why LED is the most appropriate resource available today. The survey records the many benefits of LED as a solution to the different problems identified. It is a promising, commercially available technology which is likely to be a serious alternative to conventional technologies and will increase the energy efficiency of lighting systems. LED makes a major contribution to the artificial lighting sphere, but is not sufficient to make the segment sustainable. To become sustainable, social, economic, political and environmental aspects must be addressed.

KEYWORDS LED, Lighting, Public Lighting, Sustainability, Sustainable Construction

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	13
1 DA CHAMA AO LED: TUDO SE RESUME EM LUZ.	15
2 ASPECTOS GERAIS DA DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA DO SÉCULO XXI.	22
3 ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL NAS PRÁTICAS ARQUITETÔNICAS.	31
4 INDICATIVOS PARA O USO DO LED NOS PROJETOS DE ILUMINAÇÃO SUSTENTÁVEL	40
5 A ILUMINAÇÃO PÚBLICA DO SÉCULO XXI E SUSTENTABILIDADE	61
6 ANÁLISE DA ATUAL SITUAÇÃO DA ILUMINAÇÃO PÚBLICA DE GOIÂNIA E AS CONTRIBUIÇÕES DO LED PARA O MUNICÍPIO.	87
CONCLUSÃO.....	107
REFERÊNCIAS.....	113

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: A <i>smart grid</i> : Comunicação inteligente entre todos os usuários da cadeia de conversão de energia	27
Figura 2: Medidores eletrônicos	29
Figura 3: Poupança de energia versus consumo de energia	47
Figura 4: Sistema de lâmpadas inteligentes.....	49
Figura 5: Festival de Luz, 2014-Amsterdã, Holanda.	50
Figura 6: Torre Eiffel - Paris, França.	52
Figura 7: Estação de Metrô – Paris, França.....	53
Figura 8: Sala São Paulo, o Palácio Guanabara e Ponte de Manaus.	54
Figura 9: Estádio Mané Garrincha.....	55
Figura 10: Comparativo antes e depois do uso do LED na iluminação pública (6th Street Bridge Over the Los Angeles River).....	66
Figura 11: Comparativo antes e depois do uso do LED na iluminação pública (Rua do Arouche, no centro da cidade de São Paulo).	66
Figura 12: Comparativo antes e depois do uso do LED na iluminação pública (Ocean Front Walk – Venice).	67
Figura 13: Brilho no céu noturno no Mundo	68
Figura 14: Tipos de luminárias externas.....	70
Figura 15: Tipos corretos de Projetores externos.....	71
Figura 16: Tipos corretos de Luminárias externas.	72
Figura 17: Poluição Luminosa	73
Figura 18: Espalhamento de luz entre LED e lâmpada vapor de sódio.....	73
Figura 19: Palacio de Justicia de la Nación - Buenos Aires, Argentina	83
Figura 20: Teatro Colón- Buenos Aires, Argentina.....	84
Figura 21: Gradens by the Bay- Singapura.	85
Figura 22: Desenvolvimento Sustentável - Goiânia, Goiás.	88
Figura 23: Busto de Pedro Ludovico Teixeira- Goiânia, Goiás.....	97
Figura 24: Iluminação de monumentos – Goiânia, Goiás.....	98
Figura 25: Palácio das Esmeraldas - Goiânia, Goiás.	99
Figura 26: Luminárias externas do Palácio das Esmeraldas - Goiânia, Goiás.....	100
Figura 27: Monumento de Resgate à Memória – Goiânia, Goiás.....	102
Figura 28: LED instalado em Caldas Novas, Goiás.....	103
Figura 29: Figura: Eixo Monumental iluminado com LED, Brasília, Distrito Federal.	104

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1: Tipos de lâmpadas, característica e usabilidade.	18
Quadro 2: Benefícios do Projeto Sustentável e seus envolvidos.	36
Quadro 3: Evolução do LED de 1907 a 2014.	42
Tabela 1: Brasil e Regiões. Número de habitantes por domicílio (mil), 2010-2020..	34
Tabela 2: Comparativo entre LED, Fluorescente e Incandescente.	47
Tabela 3: Comparativo de economia e consumo entre as lâmpadas incandescentes, fluorescente e LED.	47
Tabela 4: Tipos e Quantidades de Lâmpadas Instaladas no Brasil.....	63
Tabela 5: Lâmpadas utilizadas na iluminação pública no Brasil 1995-2008.....	64
Tabela 6: Quantitativos de Lâmpadas no Sistema de Iluminação Pública de Goiânia.....	89

INTRODUÇÃO

A iluminação artificial revolucionou o estilo de vida e trouxe grandes benefícios para a humanidade, porém, o avanço responde por danos aos ambientes que devem ser preservados para que as próximas gerações usufruam do planeta de forma saudável. Diante disso, estudo em questão foi motivado pela sustentabilidade com o intuito de levantar dados sobre o contexto que envolve a iluminação, e sua influência na vida do homem e no meio ambiente. Tendo como objetivo investigar os benefícios e os problemas originados do setor, as soluções e tecnologias existentes que vem sendo praticadas para contribuir com a redução dos impactos gerados e analisar como a tecnologia *Light Emitting Diode* (LED) ou Diodo Emissor de Luz (na língua portuguesa) pode atuar nos projetos de iluminação e contribuir de forma sustentável para a sociedade e meio ambiente.

Portanto, intentou-se averiguar os principais aspectos que diferem positivamente os Diodos Emissores de Luz das outras lâmpadas existentes, mais utilizadas na iluminação em geral para comparar e compreender os reais motivos que tendem a substituição. Os LEDs têm sido apresentados no mercado como produto sustentável e seu uso está sendo cada vez mais reconhecido. Esta percepção instigou o melhor conhecimento em relação à tecnologia, como aplicabilidade, resultados obtidos com o uso, vantagens, desvantagens e os projetos executados ou em andamento a fim de desvendar a dimensão alcançada pelo LED atualmente. Há anos, o mundo vem sofrendo consequências com o uso de energia, emissões de carbono, contaminações por metais pesados entre outros provenientes das lâmpadas que colocam em risco a vida e o bem-estar do homem e todas as espécies.

A luz artificial está presente na trajetória humana, desde a pré-história, e a exemplo de outras tantas realizações, com o passar do tempo novas ferramentas e descobertas surgiram para iluminar e dar conforto ao homem, como por exemplo, as lâmpadas. No entanto estas emitem calor, e contribuem junto a outros elementos, para o aquecimento global que tem aumentado a cada ano sendo, portanto, uma ameaça para as futuras gerações e espécies, e isto exige providências urgentes para garantir a qualidade de vida daqui a alguns anos.

Boa parte dos edifícios no mundo foi e ainda é diagnosticada com problemas relacionados à iluminação, ocasionando diversos sintomas nos usuários. A falta de luz ou iluminação inadequada afeta a saúde, podendo gerar quadros clínicos como mal estar, estresse, distúrbio do sono entre outros. A iluminação pública não é diferente, tem causado muitos problemas ao meio ambiente detectados por astrofísicos, ambientalistas e população devido à poluição luminosa resultante do excesso ou uso incorreto da luz.

Os céus de várias cidades estão comprometidos com a dificuldade de visualizar as estrelas no local. A poluição luminosa pode ocasionar mudanças no ecossistema e causar um desequilíbrio ambiental, pois, altera o ciclo natural de alguns animais, insetos e aves. E mais, diversos países, incluindo o Brasil enfrentam problemas com a destinação das lâmpadas usadas, porque são geralmente manipuladas, armazenadas e descartadas de forma incorreta, podendo contaminar o solo e água colocando em risco a saúde do homem, dos animais e todas as espécies.

Para chegar aos resultados obtidos, o estudo em questão foi desenvolvido através da pesquisa exploratória e participativa, revisão teórica e documental a partir de livros, periódicos e outras bases com o propósito de coletar dados especialmente relacionados à construção sustentável, eficiência energética, meio ambiente, iluminação e LEDs. Os procedimentos adotados em relação aos resultados foram à seleção e organização das informações, com a elaboração de quadros, tabelas e ilustrações que possibilitaram a análise do conteúdo.

O trabalho de campo ocorreu através de visitas às cidades de Amsterdam (Holanda), Buenos Aires (Argentina), Paris (França) e São Paulo (Brasil), que já utilizam da tecnologia e possuem grandes projetos executados ou em andamento. Nesta etapa do projeto foi possível identificar, visualizar e presenciar as conjeturas levantadas durante o trabalho teórico através observação, o que permitiu a melhor percepção e entendimento do problema.

As etapas da concepção possibilitaram a análise da cidade de Goiânia, Goiás, em que foi possível levantar dados e conhecer a situação real da iluminação pública da cidade, onde se identificou diversas fragilidades do setor neste município. Dessa forma, o estudo mostrou e despertou diversos problemas ainda encontrados no setor da iluminação em geral e confirmou as contribuições positivas do LED para o bem-estar do Planeta e de todos que nele habitam.

1 DA CHAMA AO LED: TUDO SE RESUME EM LUZ.

Várias são as teorias que explicam e justificam a origem da luz, dependendo do ponto de vista físico, histórico, cultural ou religioso, diversos conceitos podem ser discutidos, porém entende-se que a luz é imprescindível para dar vida aos seres humanos, construído por um habitat totalmente dependente dela para o desenvolvimento e conservação das espécies.

A Teoria do Big Bang, por exemplo, explica que a origem do universo foi a partir uma enorme explosão de energia, sendo que parte dessa energia concentrou-se no Sol, permitindo então o surgimento da vida na Terra. A vida depende de água, carbono e luz do Sol que viaja cem milhões de quilômetros para chegar ao planeta Terra e garantir a sobrevivência das espécies (HAWKING, 1988). Sendo a luz essencial à vida, Salvete (2008, p.9) entende que luz é a “[...] radiação eletromagnética capaz de provocar sensação visual num observador normal; claridade emitida pelos corpos celestes; brilho fulgor; cintilação; aquilo ou aquele que esclarece; faculdade de percepção; evidência, certeza, verdade...”

A luz causou fascínio ao homem e já era produzido por seres vivos através da bioluminescência que se transforma em luz por meio de transformações de energia, como os vagalumes, algumas algas marinhas, peixe lanterna entre outros.

A descoberta do fogo foi uma revolução histórica por ser a primeira fonte de claridade controlada pelo homem, trouxe luz, calor e proteção às civilizações. Estudos mostram que há cerca de 500.000 a.C., na Era do Paleolítico Posterior e do Neolítico, o fogo já era utilizado na Europa e na Ásia. A conquista pelo fogo através de hastes de madeira foi levada pelos primitivos às suas habitações ajudando na execução de diversas tarefas como cozinhar, aquecer, comunicar e proteger de animais selvagens. Acerca de 15.000 a.C., o homem pré-histórico utilizava lamparinas feitas de rochas, conchas e chifres, preenchidas com gorduras vegetais, animais e pavio de fibra para iluminar suas cavernas. O fogo também foi utilizado para produzir cerâmica e bronze (c. 3000 a.C.) e tempos mais tarde, o ferro (c. 1000 a.C). Tempos depois, centenas dessas lamparinas foram encontradas nas cavernas de Lascaux na França (SALVETE, 2008).

Relatos mostram o uso de tochas na Síria no século VI a.C, que eram utilizadas em castelos, feitas com madeira e fibra de algodão ou linho banhadas

com gordura vegetal ou animal como combustível. No século X a.C apareceram nas comunidades egípcias, lâmpadas a óleo feitas de pedras e rochas furadas, preenchidas com gordura animal, no início século IV começaram a ser usadas nas comunidades chinesas. Logo, registros sugerem que os antigos romanos, desenvolveram as velas de cera e sebo, também há proeminências que muitas civilizações antigas utilizavam as velas para iluminar suas residências, viagens e cerimônias religiosas (NATIONAL CANDLE ASSOCIATION, 2014; KORADECKA, 2010).

Anos mais tarde, por volta de 1700 começou a “modernização” da indústria, o inglês Thomas Newcomen introduziu em 1712 a energia a vapor para bombear água de minas de carvão, essa inovação impulsionou a Revolução Industrial, em que essa forma de energia possibilitou a invenção de novas máquinas e meios de transporte causando uma mudança significativa na vida das pessoas. Em 1780, Aime Argant, introduziu melhorias nas lâmpadas a óleo convencional. Logo em seguida, em 1800, foi criada a primeira pilha pelo italiano Alessandro Volta, em sua homenagem a unidade de medida da tensão elétrica foi agraciada por volt (V). O contexto necessário para a chegada da lâmpada elétrica estava pronto, no início do século XIX, meados de 1800 o químico inglês Humphry Davy, colocou em funcionamento a primeira lâmpada elétrica, a lâmpada de arco voltaico que funcionava através de um circuito elétrico gerado por baterias potentes (AYRTON, 2012).

A indústria estava aquecendo em 1831, e Michael Faraday inventou o primeiro gerador. A invenção da parafina em 1860 ajudou Ignacy Lukasiewicz a desenvolver a lâmpada de querosene em 1853, o invento era barato e produzia mais luz, foi usado para iluminar áreas públicas, ferrovias e minas de extração, porém não muito utilizado em residências. As lâmpadas de gás surgiram no mesmo período que as de querosene, sendo rapidamente substituídas pelas lâmpadas elétricas (KORADECKA, 2010; RUTTER; KEIRSTEAD, 2012; FUNKE, 2013).

Em 1879 foi à vez de Thomas Edison revolucionar a iluminação artificial melhorando e pondo em prática as lâmpadas elétricas incandescentes. Estudos indicaram que Edison não foi o inventor da lâmpada (KORADECKA, 2010). Autores complementaram o contexto e mostraram que outros atores também fizeram parte dessa história. Brandão (1974, apud MOURA e CANALLE, 2001, p. 248) explicou que:

Edison não inventou a luz (elétrica). Apesar de ser reconhecido popularmente por ela, através dos tempos, o que na verdade ele fez foi dar o toque de gênio: aperfeiçoá-la. O problema da lâmpada elétrica era bastante complexo. Sua realização tinha sido tentada por umas dez pessoas. Ao menos, sabe-se que dez chegaram a um resultado mais satisfatório, conseguindo elaborar uma lâmpada que se acendia por alguns momentos. Em 1820, na França, De La Rive apresentou uma lâmpada incandescente. Houve depois as experiências de De Moylens, em 1841, J. W. Starr, em 1845, Joseph Swan, um inglês, que produziu lâmpadas incandescentes usando carvão ou platina como condutores, a partir de 1848. Os russos Kohn e Lodyguine chegaram muito perto. Outro russo, Jablochhoff iluminou a avenida da ópera com 64 lâmpadas, durante a Exposição Internacional de Paris. Nos Estados Unidos, Moses Farmar já tinha iluminado a sala de sua casa com pequenas lâmpadas construídas com fios de platina e irídio. E Sawyer tinha conseguido uma patente protegendo uma lâmpada cujos fios eram de platina.

Todos que contribuíram de alguma forma para a evolução da luz através da lâmpada elétrica e seu contexto fizeram parte de um avanço significativo e honroso para a humanidade.

As lâmpadas incandescentes utilizadas temporariamente até os dias de hoje marcou a história e impulsionou a indústria da iluminação. São lâmpadas que imitam o Sol produzindo calor, através de dispositivos elétricos que possuem filamentos e transformam eletricidade em calor e luz, portanto com baixo rendimento energético, onde apenas 5% da energia utilizada é transformada em luz e o restante é dissipado em forma de calor, o que contribuiu ainda mais com o aquecimento global (MACISAAC; KANNER; ANDERSON, 1999; SILVA, 2009).

No ano de 1924 a indústria foi vítima da obsolescência programada, porém seu conceito só foi aparecer em 1932 por Bernard London. O investidor imobiliário americano apresentou a teoria da obsolescência planejada como a intensão de interromper o quanto antes de forma intencional o uso do produto ou torná-los obsoletos de alguma forma, seja através de tecnologias, estética ou valores. London acreditava que o ciclo deveria ser rápido para fazer os consumidores gastarem cada vez mais fazendo aquecer a economia, gerando mais empregos e acabando com a crise. A proposta veio para solucionar a crise de 1929 que atingiu os Estados Unidos e várias partes do mundo, gerando um alto índice de desemprego (CONCEIÇÃO, CONCEIÇÃO, ARAÚJO, 2014).

Ainda conforme os autores, no mesmo período em 1924, a invenção de Edison também foi vítima da obsolescência programada, as lâmpadas incandescentes foram controladas pelo Cartel de *Phobeus*, onde fabricantes de

lâmpadas europeus e americanos criaram o Cartel, sendo que grupos como as empresas Osram e Philips se reuniam para determinar a longevidade dos produtos. As lâmpadas já estavam evoluindo e possuíam vida útil de 3.000 horas, quando o cartel determinou apenas 1.000 horas a todos os fabricantes, colocando todo o trabalho dos engenheiros em declínio, sendo passíveis de multas a quem não seguisse a determinação. Ao perceber que as lâmpadas durando mais as indústrias venderiam menos, o Cartel de *Phobeus* fez com que as indústrias trabalhassem diminuindo a vida útil das lâmpadas para gerar a rotatividade e mais vendas.

Mesmo que o Cartel tenha se dissolvido, ainda ficam dúvidas se as empresas de lâmpadas ainda controlam o número de horas de seus produtos. De acordo com pesquisas feitas nos sites das empresas Osram e Philips as duas citadas por comandar o Cartel na época, percebeu-se que o número de horas das lâmpadas incandescentes remanescentes ainda é em torno de 750 a 2000 horas, dependendo do modelo (OSRAM, 2014?; OSRAM, 2014; PHILIPS, 2014a; PHILIPS, 2009). Entende-se que nada mudou ou evoluiu em relação à vida útil dessas lâmpadas desde então.

Diversas pesquisas, estudos e desenvolvimento foram avançando em relação às fontes de luz, em 1910 apareceram às lâmpadas de descarga, seguido das de vapor de sódio em 1935, em 1938 as fluorescentes já estavam disponíveis no mercado. No meio do século XX já eram vistas no mercado lâmpadas como halógenas, fluorescente compactas, LEDs entre outras (KORADECKA, 2010).

Com o passar do tempo, a tecnologia foi se aprimorando, e diversas lâmpadas foram sendo desenvolvidas para diversas funções e uso. O quadro 1 mostra os tipos de lâmpadas encontradas no mercado desde as revolucionárias incandescentes até o inovador *Organic Light Emitting Diode* (OLED) ou Diodo Emissor de Luz Orgânico na língua portuguesa, que oferecem grandes expectativas para o setor da iluminação.

Quadro 1: Tipos de lâmpadas, característica e usabilidade.

Tipo de lâmpada	Características	Usabilidade
Incandescente	Possui luz amarelada e aconchegante, com ótima reprodução de cores, porém emitem muito calor.	Iluminação geral residencial e comercial, de uso comum, decorativo ou efeito. Também usadas no interior de geladeiras e fogões.
Halógenas	Diversificação de cores, luz amarelada, ótima reprodução de cores, emitem calor.	Iluminação de destaque de uma determinada área comercial ou residencial.
Fluorescente	Diversificação de cores, não emite calor, reprodução de cores em torno de 85%, consideradas eficientes e econômicas.	Substitutas da incandescente são usadas na iluminação geral residencial e comercial, de uso comum, decorativo ou efeito.
-Lâmpadas de Descarga: -Vapor de mercúrio -Luz Mista -Vapor de Sódio -Multivapores Metálicos	Possui baixo consumo de energia, luz brilhante e tamanho compacto. Diferentes níveis de reprodução de cor.	Iluminação pública, interior e exterior de lojas, galpões, fábricas e espaços com grandes áreas.
Neon	Diversificação de cores, ruído causado pelo gerador.	Residencial e comercial em ambientes interiores e exteriores como luz de efeito e decorativos.
Fibra ótica	Diversificação de cores, espessura reduzida, não transmite calor, não faz ruído.	Residencial e comercial em ambientes de interiores e exteriores como luz de efeito e decorativos. Muito usada em jardim e piscina.
LED	Diversificação de cores, extremamente econômico, não emite calor, vida útil prolongada, tecnologias agregadas, resistente à água e impactos. Operam em baixa voltagem.	Residencial, comercial e industrial em ambientes de interiores, exteriores e público. Usadas como luz de destaque, decorativas e fachadas. Também empregadas em brinquedos, eletrônicos, eletrodomésticos, carros e souvenirs.
OLED	Flexível, leve, espessura e tamanho reduzidos, tecnológico, diversificação de cores.	Aparelhos eletrônicos, efeitos decorativos e destaque de interiores e exteriores, com promessas futuras para iluminação.

Fonte: Adaptado pelo autora (SILVA, 2009; KAMTEKAR; MONKMAN; BRYCE, 2011; WEICHSEL, C. et.al., 2012; OSRAM, 2014, PHILIPS, 2014)

As lâmpadas são utilizadas para diversos fins, entretanto a fluorescente, empregada para uso comum tanto residencial quanto comercial foram às sucessoras das lâmpadas de Thomas Edison, devido ao quesito energético. No Brasil ganharam destaque durante o racionamento de energia em 2001, o chamado

apagão (PINTO et al. 2008). As lâmpadas fluorescentes apesar do baixo consumo energético geram preocupações ambientais em relação a seus componentes altamente poluidores como o mercúrio, por exemplo, onde seu maior grau de poluição é devido ao descarte, políticas empregadas para tal finalidade entre outros fatores discutidos no capítulo 5.

A lâmpada incandescente fez a sua história no mundo, no Brasil dados de 2013 indicaram que 70% das residências ainda utilizavam esta fonte de iluminação venderam cerca de 300 milhões de unidades por ano, porém teve sua vida interrompida em prol da sustentabilidade (INMETRO, 2013). Mudanças foram ocorrendo, preocupações ambientais, normas e leis foram surgindo e as lâmpadas incandescente que encantaram e serviram o mundo por anos foram vítimas de mais um fato:

O Regulamento CE Nº 244/2009 de 18 de março de 2009 que efetivou à Diretiva 2005/32/CE do Parlamento Europeu da União Europeia (UE) proibiu a comercialização das lâmpadas incandescentes desde o dia 1 de setembro de 2009, prevendo sua substituição gradativa por modelos mais ecológicos, acreditando em economia de energia, redução das contas e das emissões dos gases de efeito estufa (FRONDEL; LOHMANN, 2011; OETTINGER, 2008?).

Diversos países aderiram ao sistema, no Brasil, foi pelo Plano de Metas estabelecido na Portaria interministerial nº 1007/2010. Desde janeiro de 2007 as lâmpadas compactas e em fevereiro de 2009 as incandescentes, foram proibidas de serem importadas, comercializadas e fabricadas no país sem atender aos requisitos das Portarias do Inmetro. Tipos de lâmpadas incandescentes com alguns tipos de potência devem se adequar e cumprir os prazos que vão de 2013 a 2016, onde logo após a data final estabelecida, haverá fiscalizações e os que não respeitarem as normas exigidas poderão sofrer multas e punições (INMETRO, 2013).

Da mesma forma em que apareceram as lâmpadas fluorescentes prometendo melhor eficiência e economia de energia, os LEDs chegaram ao setor da iluminação com fortes características positivas de forma econômica, ecológica e eficiente para substituir diversos tipos de iluminação existentes. A tecnologia vem sendo desenvolvida com atrativos que superam qualquer fonte luminosa já vista e

comercializáveis até hoje (VALENTIM, FERREIRA e COLETTI 2010; INMETRO, 2013).

O OLED é uma das tecnologias mais modernas existentes em iluminação, utilizada atualmente em eletrônicos, porém ainda em estudo, pesquisa e desenvolvimento, entretanto com muitos atrativos como flexibilidade, espessura e peso, promete revolucionar a indústria da iluminação, porém em longo prazo (KAMTEKAR; MONKMAN; BRYCE, 2011, WEICHSEL, C. et.al., 2012).

Desde o surgimento da luz através do Sol e da necessidade da luz para a vida, a descoberta do fogo protegeu, aqueceu, alimentou, iluminou e revolucionou as civilizações. A luz e o fogo foram importantes na evolução da espécie humana, avanços foram acontecendo gradativamente, onde vários acontecimentos foram necessários para chegarmos às tecnologias atuais. O homem cada vez mais dependente da luz foi buscando alternativas para gera-la, diversos fatos contribuíram e vem contribuindo com a história da iluminação artificial que avança e surpreende a cada dia.

Ao contrário da preocupação inicial de apenas gerar luz, hoje a realidade é outra, deixou de ser apenas uma fonte de luminosidade passando a ser fruto de preocupações ambientais e do bem-estar do homem.

As lâmpadas na sua maioria utilizam energia elétrica para funcionar e são responsáveis por boa parte deste consumo a nível mundial. O uso de energia está cada vez maior e a produção e distribuição estão cada vez mais comprometidas, principalmente diante de fatores ambientais, políticos, sociais e econômicos. Sendo que o acesso à energia elétrica segura é um direito e uma necessidade básica para todos os cidadãos, e fator totalmente pertinente aos quesitos do desenvolvimento sustentável, como discutido no capítulo 2.

2 ASPECTOS GERAIS DA DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA DO SÉCULO XXI.

A energia é um bem do qual o homem depende para sua evolução e sobrevivência, entretanto a geração de energia tem causado preocupações aos ambientalistas e a sociedade em geral. Os problemas ambientais não é um fato novo, isolado e nem desconhecido, diversos são os fatores que contribuem para os impactos causados ao planeta ao longo dos anos devido ao crescimento populacional e a ação do homem. Esse impacto tem gerado desconforto através de fatos, dados estatísticos e conhecimentos científicos, e providencias a nível mundial tem crescido cada vez mais visando à redução e controle do problema.

Conforme Bueno e Rossignolo (2003), a questão ambiental não começou recentemente, foi de fato uma preocupação mundial na década de 1970 durante a crise do petróleo, na década de 1990 conferências como a ECO-92 incorporaram a preocupação com as transformações ambientais através da Agenda 21, que estabelece um programa estratégico e universal para o desenvolvimento sustentável.

A preocupação com a sustentabilidade foi exaltada e massificada a partir do Relatório de Brundtland, elaborado pela Comissão Mundial do Meio Ambiente e Desenvolvimento, em 1987, popularizando o conceito de desenvolvimento sustentável e a ideia de sustentabilidade. Definindo na época o desenvolvimento sustentável como *“desenvolvimento que atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das futuras gerações atenderem às suas próprias necessidades”* (GOMES, 2004; KATES, PARRIS, LEISEROWITZ, 2005).

As alternativas de produção com base ecológica é a opção adequada para a redução dos impactos causados pelo homem, como agricultura, pecuária e indústria, porém para que sejam consideradas sustentáveis todas as atividades envolvidas no sistema devem ter o mínimo de impacto no ambiente. Não se trata apenas de reduzir a entropia relacionada à energia e materiais, sendo necessário produzir bens e serviços visando não apenas o sentido econômico deve-se considerar os benefícios gerados no sentido social, sendo imprescindível aplicar a educação ambiental e desenvolver iniciativas regionais de acordo com as pessoas e necessidades do local, para a geração de empregos, desenvolvimento da

economia e da região assim como delegam as premissas do desenvolvimento sustentável (ABRAMOVAY, 2012).

O aquecimento global é uma ameaça à vida das futuras gerações e espécies, se providências urgentes não forem tomadas o futuro na terra pode ser considerado incerto. Estudos das camadas de gelo na Antártida mostram os compostos do ar de cada era, com amostras dos últimos 650 mil anos as quais possibilitaram reconstituir as alterações ocorridas ao longo de anos na atmosfera. Estes resultaram que houve momentos de resfriamentos e aquecimentos acompanhados pelo aumento de gás carbônico (CO₂) e que este nível não ultrapassava os 300 partes por milhão (ppm) e também acompanhado pelo aumento de temperatura de 0,6° graus Celsius (°C) mais quente do que antes da revolução industrial (CHIARAVALLI e PÁDUA, 2011). Os níveis de CO₂ mantinham-se entre 180 a 280 ppm (BARBAULT, 2011; KING, 2007).

Com a crescente utilização dos combustíveis fósseis, as emissões de CO₂ aumentaram consideravelmente após 1850, sendo que em 1996 foi registrado um nível de 360ppm de carbono (BARBAULT, 2011). Atualmente esse índice gira em torno de 383 ppm e este nível sobe 2ppm por ano(KING, 2007), e poderá aumentar de 1,4 a 3.0 °C até 2050, podendo causar consequências irreversíveis (ROWLANDS et al., 2012 apud SOMMERS; LOEHMAN; HARDY, 2014).

No Brasil, a hidroeletricidade é a principal fonte de geração de energia do país representando em 2010 por 81% do total produzido. Possui forte participação das fontes renováveis de energia como hidráulica, eólica, etanol, biomassa, entre outras. Sendo assim aumenta a possibilidade de evitar em 2020, a necessidade de 440 mil barris de petróleo utilizados por dia e 7 % dessa economia partem das indústrias Estima-se que nos próximos dez anos deverão ter um aumento de 5,3% ao ano da demanda total de energia do país sendo que a indústria e transportes continuarão a serem os maiores consumidores (TOLMASQUIM, 2012).

A água é um bem necessário e finito pelo qual o homem depende em vários aspectos como consumo próprio, higiene, alimento, fontes de energia e eletricidade, processos produtivos, extração de matérias-primas, refrigeração, calefação entre outros. De acordo com a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), no Relatório Mundial das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos (WWDR4) a água abastece diversas atividades como industriais, comerciais, municipais, agropecuária

e agrícola, sendo que esta última consome cerca de 70% da quantidade total de água do conjunto. O crescimento do setor está aumentando desenfreadamente o consumo de água e ainda estima-se um crescimento de 70% até 2050 na demanda mundial de alimentos.

O relatório WWDR4 enfatiza que: “As crises financeiras, climáticas, alimentares e de combustíveis são problemas graves, se considerados separadamente, mas sua combinação pode ter efeitos catastróficos para a sustentabilidade mundial”. A fonte cita que entre 2009 e 2050 a população urbana mundial deve aumentar de 3,4 bilhões para 6,3, sendo um dado catastrófico tendo em vista que em 2010 ainda havia 2,6 bilhões de pessoas sem saneamento de qualidade. O relatório ainda alerta que “Na medida em que cresce a demanda de recursos hídricos no mundo diminui a probabilidade do fornecimento de água doce em muitas regiões, como consequência da mudança climática”.

Na era da sustentabilidade, muito se fala em eficiência energética, porém pode-se observar que nos últimos anos, enquanto uns lutam por estes objetivos, outros buscam unicamente pelo benefício do acesso aos serviços de energia elétrica que para muitos ainda é estimativa de progresso. Um crescimento desigual, conforme Scott (2012) ainda há 1,4 bilhão de pessoas no mundo sem acesso à eletricidade e que se não houver mudanças políticas, em 2030 ainda haverá 1 bilhão dessas pessoas na mesma situação.

Segundo o relatório da WWDR4 o consumo mundial de energia deve aumentar em torno de 50% até o ano de 2035, com base no crescimento da população, desenvolvimento e economia. Para o desenvolvimento de um país a distribuição de energia elétrica de qualidade é uma necessidade básica para todos os cidadãos (ARRUDA e OLIVEIRA, 2013).

O *World Bank Group* (WBG) ou Grupo Banco Mundial (2009) reforça que: “A energia é fundamental para o desenvolvimento econômico e a redução da pobreza. A prestação do serviço de energia, especialmente para os pobres, contribui para o alcance das Metas de Desenvolvimento do Milênio.” O relatório WWDR4 acrescenta que desde que foram estabelecidos os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio, atualmente, o número de núcleos urbanos desatendidos com abastecimento de água e saneamento cresceu cerca de 20%, sendo considerável.

Os pesquisadores entendem que as atividades industriais, comerciais, agrícolas e meios de transportes, dependem da energia e sem ela a economia não cresce. Outro fator crucial é a saúde, pois ainda centenas de milhões de residências ainda não usufruem o benefício, fazendo com que as pessoas ainda façam uso primitivo dos combustíveis sólidos para atividades diárias como cozinhar e calefação, ficando expostas as elevados níveis de fumaça.

A civilização depende exclusivamente de energias não renováveis, como os combustíveis fósseis, mas que são considerados perigosos por causa dos gases de efeito estufa e sua finitude, desse modo, obriga a buscar energias renováveis e ambientalmente sustentáveis, com um aumento plausível na eficiência energética dos fluxos existentes (MAKARIEVA, GORSHKOV e LI, 2008).

Scott (2012) cita que em 2010 houve uma expansão do uso de energia renovável em alguns países, mesmo que dois terços das emissões globais de gases de efeito estufa (GEE) são feitas através de combustíveis fósseis representados por seu impacto comprometendo o progresso dos países em desenvolvimento. Cada vez mais, mesmo em condições de mercado existentes, a energia renovável está começando a competir com combustíveis fósseis que ainda representam forte fonte energética em diversos países.

O Produto Interno Bruto (PIB) global teve um enorme crescimento nas duas últimas décadas, mais de 100% entre 1990 e 2010, conseqüentemente elevando em 23% a nível global o consumo de energia entre 1990 e 2005 e aumentando em 25% as emissões de GEE. Entre 1990 e 2008, cerca de dois bilhões de pessoas tiveram acesso à eletricidade e o aumento do consumo de energia tem sido vinculado ao aumento da renda per capita, em especial nos países em desenvolvimento (SCOTT, 2012).

Riviera, Sposito e Teixeira (2013) destacam que no Brasil cerca de 90% da energia gerada são a partir de fontes renováveis e com as tarifas entre as mais caras do mundo. Em sua maioria possuem mais de um século e funcionam até hoje a partir de modelo tecnológico eletromecânico, com poucas mudanças. O país possui baixo consumo de energia, cerca de 2.200 kWh/habitante, se comparado ao dos Estados Unidos, por exemplo, com consumo de 12.884 kWh/habitante com base o ano de 2009 da *International Energy Agency* (IEA).

Para o WBG (2009), um fornecimento inadequado e ineficiente de energia afeta os países em desenvolvimento, com baixa produtividade, competitividade,

baixa oferta de empregos entre outros que retardam o crescimento econômico. Diante disso Pacala e Socolow (2004) relatam que já existem tecnologias disponíveis para os próximos 50 anos para resolver problemas como o carbono, eficiência energética e limite de CO₂ atmosférico, sendo esta última para impedir as mudanças climáticas. A proposta é limitar a concentração de GEE e o objetivo pode ser alcançado através da descarbonização do fornecimento de eletricidade e combustíveis, de forma biológica através de florestas e solos agrícolas, aceitação do público e reduções de custos.

Scott (2012) menciona que as inúmeras ações globais foram surgindo durante os últimos anos como, por exemplo, o Horário de Verão, que apareceu pela primeira vez nos Estados Unidos, tendo como finalidade o melhor aproveitamento da luz natural ao entardecer. Diversos países como União Européia, Canadá e Rússia também aderiram ao sistema.

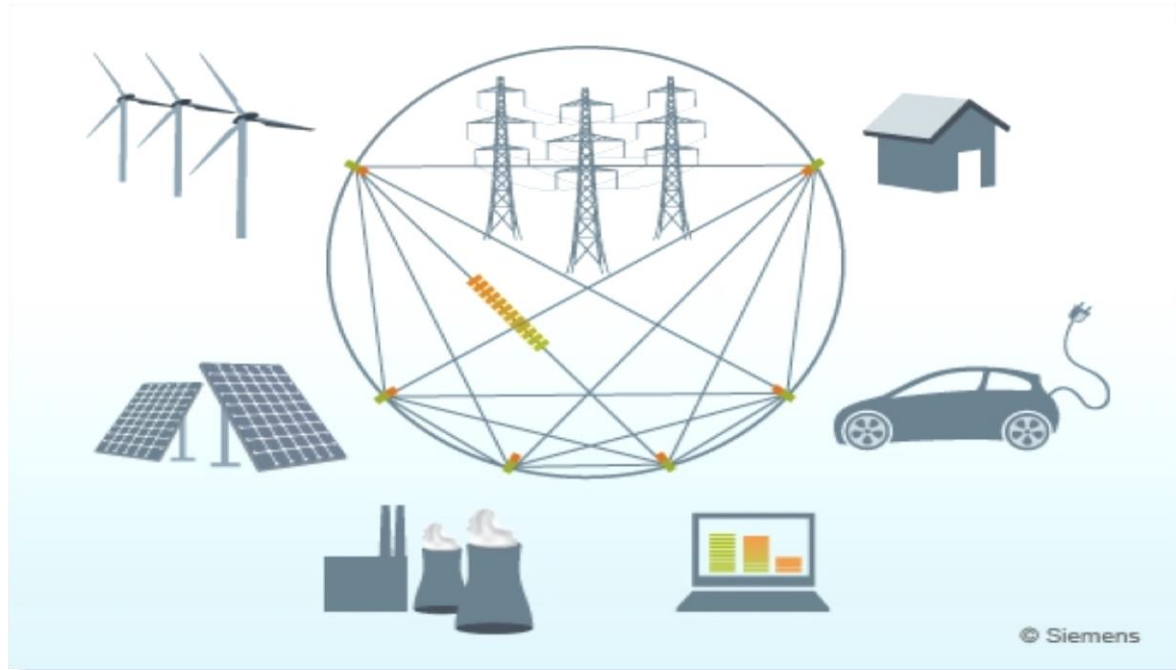
Conforme a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2008-2014), o Brasil aderiu ao horário de verão em 1931/1932 de forma aleatória, no verão de 1985/86, ações do governo fizeram que o horário entrasse em vigor devido aos problemas de racionamento por falta d'água nas hidrelétricas. E em 13 de maio de 1942, foi implantado o Decreto-Lei nº 4.295 pelo Presidente da República. O Horário de Verão reduz o pico de consumo, de 4% a 5% causados pela sobrecarga na rede devido ao uso excessivo de equipamentos de ventilação e refrigeração e ao calor da estação. A medida evita o funcionamento desnecessário das usinas com energia gasta na iluminação ao entardecer, principalmente nos grandes centros comerciais do país. Os benefícios se estendem a sociedade em geral, a ANEEL acredita que com a queda da demanda nestes períodos, a água pode ser conservada e há queima reduzida do uso do óleo diesel, combustível e carvão mineral pelas hidrelétricas evitando assim ajustes tarifários neste período.

O PROCEL RELUZ, é um incentivo a eficiência energética, instituído no ano de 2000 pela Eletrobrás com objetivo da valorização noturna e sinalizações semafóricas dos espaços públicos urbanos, contribuindo com a segurança e qualidade através de sistemas eficientes, visando baixo consumo de energia elétrica. Os Municípios, Governos Estaduais e Distritos podem ser habilitados ao programa através das concessionárias de energia elétrica. Os tipos de projetos realizados pelo projeto são: Melhoria dos Sistemas de Iluminação Pública Existentes; Expansão dos Sistemas de Iluminação Pública; Remodelagem dos

Sistemas de Iluminação Pública; Melhoria dos Sistemas de Sinalização Semafórica; Iluminação Especial (Destaque de praças, monumentos, fachadas, etc); Iluminação de Espaços Públicos Esportivos; Inovação Tecnológica na Iluminação Pública (PROCEL, 2013).

Dentre os demais incentivos, ações e tecnologias, o novo artifício que pretende revolucionar a distribuição de energia é o sistema *Smart Grid* (SG), a tecnologia mais moderna em questão de energia. Riviera, Sposito e Teixeira (2013) relatam que o sistema SG, também conhecido como redes elétricas inteligentes (REIs) traz uma mudança significativa no quesito energia, através da otimização da produção, distribuição e consumo por meio de uma rede elétrica caracterizada pelo uso de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC). Funciona através de medidores inteligentes (figura 1) tornando o sistema de energia mais interativo, onde é possível acessar o consumo e informações em tempo real, levando em conta as necessidades cada vez maiores do uso de fontes de energia na rede, como descentralizadas, renováveis e intermitentes ao crescimento de novos mercados como, por exemplo, os carros elétricos.

Figura 1: A *smart grid*: Comunicação inteligente entre todos os usuários da cadeia de conversão de energia



Fonte: SIEMENS (2014).

Conforme Gungoret al. (2011) o SG é uma infraestrutura de rede de energia elétrica moderna com tecnologias de comunicação através da automação para integração de fontes de energia renováveis e alternativas para reduzir o consumo de combustível e gases de efeito estufa. São diferentes tecnologias de comunicação apoiado por transmissão com e sem fio para a transmissão de dados entre os medidores inteligentes como ZigBee, 6LoWPAN, Z-wave, entre outros. Onde são necessários dois tipos de infraestrutura de informações em um sistema de rede inteligente: o fluxo a partir de sensores e eletrodomésticos adaptados para medidores inteligentes e o segundo fluxo com tecnologias disponíveis na internet e ou celulares.

A inovação está avançando, de acordo com Riviera, Sposito e Teixeira (2013) a previsão é que os investimentos devem dobrar entre 2011 e 2015 com média de duzentos bilhões de dólares em 2015, segundo dados do boletim de 2011 da *IC Insights*, considerando que cada país possui direcionadores diferentes para a implantação das REIs. No Brasil demandará altos investimentos que poderão viabilizar o desenvolvimento e avanços de tecnologias de forma significativas. Conforme Gungor et al. (2011) os EUA, Canadá, China, Coreia do Sul, Austrália e Europa, já começaram no desenvolvimento, utilização e pesquisas com sistema SG, sendo que os EUA foi o que anunciou o maior investimento no setor, de três bilhões e quatrocentos mil dólares. Ainda de acordo com os autores, a implantação das REIs no Brasil seguiria os seguintes motivadores: a busca das eficiências comercial e energética, o aumento da confiabilidade do sistema elétrico, a segurança operacional e sistêmica, sustentabilidade econômica e ambiental. O Plano Nacional de Energia (PNE) prevê a redução de 10% do consumo final de energia elétrica em 2030, através da eficiência energética, no entanto dados apontam que o país é líder mundial em perdas não técnicas como furtos, fraude, erro na medição, gerando um prejuízo de cinco bilhões de dólares ao ano.

O Brasil ainda não possui um sistema SG, porém conforme Arruda e Oliveira (2013) várias companhias de energia possuem projetos pilotos sendo desenvolvidos atualmente, com características diferentes, uns focados na instalação de medidores eletrônicos (figura 2) e outros na quantidade de áreas atendidas. Alguns dos principais projetos são: Cidades do Futuro (Projeto da Cemig), Smart Grid em São Paulo (Projeto da AES Eletropaulo), Cidade Inteligente

Búzios (Grupo Enel em parceria com a Ampla), InovCity Aparecida (Ecil Energia e EDP Bandeirante).

Figura 2: Medidores eletrônicos



Fonte: ANEEL (2012).

Nesta direção, considera-se que atualmente, os profissionais da Arquitetura, Design e Engenharias devem estar cientes que o desenvolvimento de produtos sustentáveis está ligado a dois conceitos que são ponto chave da sustentabilidade: a energia e meio ambiente, em que os projetos de qualquer natureza devem considerar os princípios econômicos, sociais e ambientais em todo ciclo de vida.

Acredita-se na necessidade de um avanço significativo na produção e distribuição de novas tecnologias de fontes energéticas no mundo todo, principalmente no Brasil, que atenda a população de forma eficiente e econômica sem causar efeito avassalador no ecossistema, em que a descentralização no uso de matéria-prima e energia possibilite que qualquer usuário comum, residência, comércio ou indústria possa fornecer energia segura através do Sistema *Smart Grid*.

Há recursos e tecnologias para o desenvolvimento e manutenção dos projetos que contribuem com a eficiência energética no Brasil e no mundo, porém o

processo não é simples, tendo em vista que dependem de investimentos, ações políticas, incentivos, educação e contribuição da população para que o progresso avance conforme algumas estimativas das estatísticas apresentadas neste estudo e as demais existentes a nível global.

Diante dos problemas identificados neste tópico, o capítulo 3 mostra que as habitações são grandes responsáveis pelo consumo de lâmpadas, energia, degradação e poluição do meio ambiente. O estudo seguinte enfoca como a iluminação nesses ambientes influencia na vida do homem e de várias espécies animal e vegetal. A saúde e o bem-estar do usuário são fundamentais para o estilo de vida atual, e o desenvolvimento de projetos devem levar em conta estes fatores para que possam atender aos princípios sustentáveis e dar mais qualidade ao Planeta e todos que nele habitam.

3 ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL NAS PRÁTICAS ARQUITETÔNICAS.

A iluminação é fundamental na vida da espécie humana, seja através da luz natural ou artificial. Por essa necessidade, a tecnologia que engloba a iluminação de modo geral tem avançado cada vez mais na busca do conforto e bem estar e, recentemente, ressalta-se à preocupação com o meio ambiente. A evolução tecnológica, social e econômica trouxe grandes problemas ambientais enfrentados pela sociedade moderna. A população mundial vem aumentando de forma significativa e conseqüentemente este fato contribui para aumentar o número de edificações (SCALCO et al., 2012; MOHAMMAD, 2013).

Diante disso, coloca-se o pensamento do filósofo e poeta cultural do século XIX, o alemão Friedrich Wilhelm Nietzsche: “Não querendo cansar a vista e o senso, Persiga o Sol pela sombra!” (NIETZSCHE, 2012, p.23). Esta colocação pode ser mais bem visualizada quando se percebe os fatores que envolvem a luz e a iluminação de um modo geral na vida dos seres humanos através do ciclo circadiano (24 horas) responsável em alertar o organismo para as atividades habituais e rotineiras como dormir, acordar, comer, também regula a produção de hormônios, causa relaxamento e influência nos estados de humor (FORCOLINI, 2011).

A luz natural é importante à saúde física e psicológica do ser humano, ajudam a prevenir, reduzir e eliminar danos à saúde. Em contrapartida a exposição prolongada à luz do sol pode provocar várias enfermidades como câncer de pele e a falta da luz natural característica típica de países em altas latitudes, em especial no inverno, apresentam quadros clínicos frequentes como *Seasonal Affective Disorder* (SAD) ou Transtorno Afetivo Sazonal. Outra incidência é conhecida como *Sick Building Syndrome* ou Síndrome do Edifício Doente, comum em pessoas que passam grande parte do dia em ambientes com pouca ou nenhuma luz natural. Estudos indicam que em 1998, cerca de 30% dos edifícios novos e renovados no mundo todo possuem problemas relacionados à iluminação adequada, apresentando esses sintomas nos usuários (OLIVEIRA; PEREIRA, 2013).

De forma geral a falta da luz natural e artificial ou iluminação feita de forma adequada nas edificações afetam a saúde dos usuários que muitas vezes apresentam quadros, como mal-estar, indisposição, estresse, raquitismo,

desconforto visual, as atividades diárias e o ritmo de sono entre outros. Essas características foram percebidas durante a revolução industrial, quando o homem diminuiu drasticamente o tempo à exposição solar e passou a trabalhar por muitas horas em locais fechados e mal iluminados. Conhecendo esses diagnósticos, causas e consequências devido aos problemas de iluminação, se fazem necessário maior atenção e foco no setor, através de um profissional da área, que pode integrar as necessidades do usuário as necessidades do ambiente, contribuindo para a saúde e bem estar. Uma vez que a iluminação adequada permite que as tarefas possam ser realizadas com mais facilidade, principalmente onde há permanência prolongada do indivíduo. Altos níveis de contrastes e ofuscamentos podem gerar perda de produtividade e problemas relacionados a sintomas que costumam ser tratados com terapias através de alguns minutos de exposição à luz natural, ou artificial de grande intensidade entre 2.500 lux¹ e 10.000 lux (KOVALECHEN, 2012; OLIVEIRA; PEREIRA, 2013).

Ecologicamente e economicamente falando, a iluminação natural é a forma ideal para a redução do consumo de energia e controle de perdas e ganhos térmicos no interior da habitação, evitando gastos excessivos com aparelhos como ar condicionado e aquecedor. A iluminação eficiente deve ser associada à eficiência, atende a iluminação tanto diurna quanto noturna, considerando as tarefas do usuário. Na iluminação natural e artificial é possível reduzir custos e impactos ambientais com produtos e equipamentos eficientes como, por exemplo, na seleção de lâmpadas e luminárias corretas para a finalidade pelo qual se destina (KEELER; BUKER, 2010).

De forma prática e aplicada a arquitetura é uma forma de expressar símbolos culturais, filosofias de vida, religiões, provocar reações emotivas em algumas pessoas e grupos através de elementos alvo de incursões de um conjunto de percepções proporcionados por ela (OLIVEIRA, 2013). Acredita-se a partir desse contexto que características proclamadas pela arquitetura devem ser preservadas na sua história, porém evoluída no seu tempo, atendendo as necessidades reais dos usuários, cultura e desenvolvimento do local.

Contudo, percebe-se que a proposta sustentável tem conquistado cada vez mais o governo, sociedade, empresas e indústrias, pela sua crescente expansão e

¹ Lux é a unidade de intensidade de iluminação ou iluminância no Sistema Internacional de Unidades.

evidência no mercado atual. Keeler e Buker (2010) mostraram que para ser sustentável o projeto deve atender diversos requisitos como os aspectos sociais e humanos, gerenciamento do solo e paisagem, esgotamento dos recursos naturais, emissões de carbono, eficiência energética, entre outros.

Segundo os autores, a proposta sustentável ou integrada são diferentes do projeto convencional, pois estabelece um equilíbrio de exigências, que não funcionam isoladamente, pois o sucesso do resultado depende da concepção como um todo. O conceito sustentável cria novas dimensões entre edificação e a comunidade, pois a educação dos usuários sobre práticas específicas, manutenção e conservação como exemplo, são partes agregadas ao projeto. A proposta promove e utiliza de sistemas de pegadas ecológicas nulas ou mínimas integrado aos princípios econômicos, sociais e ecológicos como essencial às exigências da sustentabilidade.

No entanto, para Buarque (2002, p. 58) “O desenvolvimento sustentável se difunde como uma proposta de desenvolvimento diferenciada e, ao mesmo tempo, torna-se uma alternativa viável e não mais apenas uma utopia ou fantasia organizadora da sociedade [...]”.

Indicativos, teorias, conceitos e práticas mostraram a real necessidade da aplicabilidade dos projetos eficientes, de forma a contribuir com o desenvolvimento proposto beneficiando o meio ambiente e o ser humano significativamente.

A alvitrada construção sustentável surgiu nos anos de 1990 a fim de adaptar o setor ao processo de desenvolvimento sustentável o conceito foi definido como: criação e gestão de um ambiente construído com os princípios ecológicos e utilização eficiente dos recursos (DING, 2008).

Entretanto, o mercado da construção sustentável ganhou força em 2006, momento em que, investidores como *Tishman Speyer*, *Beacon Capitol*, *AMB* e *Shorenstein*, receberam incentivos fiscais oferecidos pelo Estado de Nova Iorque e *San Francisco's Priority Gold Permitting Process* começaram a proposta de novas edificações nas costas Oeste e Leste dos Estados Unidos. Com isso, desde 2008, grandes usuários vêm fazendo exigências em relação às certificações habitacionais do país (KEELER; BUKER, 2010). Os incentivos não foram em vão, se espalharam pelo mundo e conquistaram uma fatia do mercado ecológico despertando interesse nos usuários que abraçaram a causa de proteger e assim contribuir com o futuro do planeta.

Em contrapartida, mesmo com incontáveis incentivos e inovações tecnológicas voltadas a economia de energia, materiais e redução de gases efeito estufa, o crescimento da população previsto para um acréscimo de três bilhões de pessoas no mundo nos próximos cem anos, em conjunto com o ritmo acelerado das tecnologias modernas e o consumo, geram uma pressão negativa no ecossistema. O crescimento econômico sem dúvida é a forma para construir infraestruturas e oferecer bens e serviços, entretanto a produção destes não significa o caminho para o bem-estar. O desenvolvimento sustentável através de propostas ambientais se espalhou pelo mundo, mas o verdadeiro desafio da nova economia é a relação entre o homem, natureza e empresa com produção e distribuição de bens e serviços que reduzam ou não causem os impactos nos ecossistemas e real impacto na redução da pobreza e bem-estar das pessoas (ABRAMOVAY, 2012).

Dessa forma entende-se que o desenvolvimento sustentável não acontece de forma isolada, assim como os projetos de construção sustentáveis, que formam um conjunto de fatores que se não funcionarem de forma harmônica não gerarão os resultados almejados independente da tecnologia e aplicabilidade do sistema.

Yeang (1995) e Moxon (2012) mostraram que a prática arquitetônica sustentável vem sendo bastante utilizada, nesse quesito destaca-se a eficiência energética do edifício, a utilização correta dos materiais, proteção e planejamento territorial e da paisagem, entre outros. Bueno e Rossignolo (2003) ressaltaram que essas avaliações de desempenho demonstram se os edifícios são eficientes ou não, mas tudo depende de condições delimitadas como as climáticas, sociais ou edifícios de uso específico. Os autores verificaram, portanto, que um edifício eficiente deve atender as características climáticas, para maior aproveitamento energético. Devem utilizar elementos adequados que separam o ambiente interior, do exterior, adaptando o comportamento térmico dos edifícios, resultando no conforto interior e conseqüentemente evitando oscilações de gastos e consumos no inverno e no verão com sistemas de arrefecimento, aquecimento e iluminação. A eficiência energética e a Utilização Racional de Energia (URE) é um dos fatores que ajudam contra o consumo excessivo de eletricidade.

Um projeto de construção eficiente pode gerar uma economia de 30%, 50% ou mais em energia em relação a um edifício convencional. Porém a percepção e uso por parte do usuário é extremamente importante para bom desempenho do

projeto (KEELER; BUKER, 2010; ZAINORDINA; ABDULLAH; BAHARUM, 2012). Diversos benefícios são propostos e sua contemplação ideal está ligada a educação e a informação para os usuários que se tornam atores imprescindíveis para o sucesso do empreendimento, pois o desempenho do projeto está ligado diretamente ao uso, e não atender aos requisitos de uso e de funcionamento seria como dar uma caneta a quem não sabe escrever.

As alterações climáticas são um dos maiores desafios para o progresso da eficiência energética, em que se devem criar condições de vida adequada e confortável aos usuários sem degradar o meio ambiente através da otimização de recursos naturais, por meio de princípios como: ideia integradora e completa de sustentabilidade, correta integração no ambiente físico, gestão eficiente de água, energia, resíduos e materiais, e condições de conforto e saúde. Sendo a energia um dos principais fatores a serem controlados, tendo em vista que, as pessoas permanecem maior parte do tempo dentro de edifícios, sendo constante o consumo de energia (SCALCO et al., 2012; MOHAMMAD, 2013).

Zainordina; Abdullah e Baharum (2012) relataram que os edifícios eram responsáveis por cerca de um terço da energia mundial, e com previsão de aumento de 45% entre 2002 a 2025. Acredita-se que esta a previsão é consequência do aumento da população previsto para os próximos anos. A Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2011) mostrou que apenas no Brasil o número de habitantes por domicílio deve aumentar como representado na tabela 1.

Tabela 1: Brasil e Regiões. Número de habitantes por domicílio (mil), 2010-2020.

Ano	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro-Oeste	Brasil
2010	4.259	15.295	27.152	9.591	4.547	60.844
2015	4.841	17.002	30.330	10.769	5.145	68.118
2020	5.421	18.734	33.574	11.965	5.783	75.477
Variação (% ao ano)						
2010-2015	2,59	2,14	2,24	2,34	2,62	2,28
2015-2020	2,29	1,96	2,05	2,13	2,25	2,07
2010-2020	2,44	2,05	2,15	2,24	2,43	2,18
Estrutura de Participação						
2010	7,0	25,1	44,6	15,8	7,5	100,0
2015	7,1	25,0	44,5	15,8	7,6	100,0
2020	7,2	24,8	44,5	15,9	7,7	100,0

Fonte: EPE (p.17, 2011).

O aumento da população previsto entre 2010 e 2020 conseqüentemente faz com que seja necessário novos espaços e construções.

Os problemas causados pelos edifícios atingem rápido crescimento urbanístico, causando perda da vegetação e consumo energético durante a construção, na habitação e na desconstrução. As edificações são as maiores causadoras pelas emissões de gases de efeito estufa, sendo a construção tradicional inimiga do meio ambiente, pois não leva em consideração a vida dos ocupantes, porque altera o uso do solo, utiliza de recursos naturais, e gera resíduos impactantes ao meio ambiente (ZAINORDINA; ABDULLAH e BAHARUM, 2012).

Há quase duas décadas estudos e dados já indicavam que a iluminação e arquitetura do futuro estariam ligadas as sociedades mais sustentáveis onde a prioridade seria a economia de energia (WINES, 1998; CASTELNOU, 2003). Segundo a ONU (2012) a prática arquitetônica e urbanística deve avançar em direção a uma arquitetura ecológica para diminuição do desperdício energético, conforme as premissas adotadas na Rio+20 que assumiram compromissos que incluem 50 bilhões de dólares para dar acesso a energia sustentável a um bilhão de pessoas.

É fato que o avanço tem aquecido o mercado, a economia e a sociedade, como possível de ser percebido nas inovações que surgem diariamente e na exigência do consumidor que está cada vez mais informado e educado em relação à proposta sustentável. Acredita-se que na atualidade os projetos de arquitetura e design para espaços interiores e exteriores podem contar com recursos tecnológicos e modernos que permitem efeitos esperados na iluminação, sendo possível aliar a funcionalidade dos projetos com os sistemas de gerenciamento impulsionando cada vez mais a tendência. Sistemas estes que permitem a criação de uma gama infinita de cores, automação, programação de cenas entre outros possibilitando a criação de projetos versáteis, inovadores e funcionais com efeitos desejados.

Nesse sentido a proposta sustentável também utiliza do reaproveitamento de edifícios antigos e históricos. Sendo assim, as intervenções para reabilitação e ou adequação eficiente dos edifícios promovem a valorização e preservação do patrimônio, melhoram o conforto e desempenho energético contribuindo de forma social, cultural, econômica e ambiental (YUNG e CHAN, 2012).

Tendências do sistema sustentável são percebidas em que alguns dos seus aspectos mais característicos são o de fortalecer e manter pessoas saudáveis, desenvolver redes, economizar energia e produzir com resíduo zero. Os profissionais envolvidos são responsáveis pela adequação habitacional, um espaço ou um projeto qualquer. Os arquitetos, engenheiros, e os designers não se limitam em elaborar, desenvolver e especificar um produto, sendo que uma das finalidades é a perspectiva que une os projetos com as práticas sustentáveis, nos aspectos ambientais, sociais, políticos, culturais e econômicos (MANZINI, 2008; KEELER e BUKER, 2010).

Keeler e Buker (2010) mostraram que os benefícios gerados são de forma generalizada, abrangente e integrada, o quadro 2, mostra como as construções sustentáveis podem se incluir com o resultado tríplice que relaciona as sustentabilidades econômicas, ambientais e sociais.

Quadro 2: Benefícios do Projeto Sustentável e seus envolvidos.

Pessoas Envolvidas	Benefícios do Projeto Sustentável
Proprietário e Construtor	Reduz custos com inatividade de capital, rápido retorno através de aluguel ou venda.
Gerente de Instalação ou Síndico	Uso de produtos duradouros gera menos gasto com manutenção
Funcionário	Possibilidade de trabalhar em ambiente confortável
Proprietário	Residência saudável, materiais e sistemas duráveis, menos gasto de energia e manutenção.

Fonte: Adaptado de Keeler e Buker (2010).

A tendência mostrou e proporcionou um novo conceito, pois a preocupação com meio ambiente fez surgir à avaliação de desempenho ambiental dos edifícios, com medidas para redução de impactos ambientais gerados pelas edificações.

Neste sentido, a indústria da construção civil tem gerado grandes problemas ambientais, contribuindo de forma significativa para a diminuição dos recursos naturais e a escassez de água causada pela atuação humana, devendo ser reavaliado pelos profissionais do setor, diante de tantos problemas causados pelas edificações (MOXON, 2012).

Bueno e Rossignolo (2003) relataram que as certificações estavam ocorrendo no mundo todo, para avaliar e certificar edifícios. Nas grandes cidades do Brasil, por exemplo, certificações como *Building Research Establishment Environmental Assessment Method* (Breeam), *Green Building* (GBTool) e o

Leadership in Energy and Environmental Design (LEED), eram as mais usadas. Conforme os autores, os critérios de avaliação relacionados com os parâmetros avaliativos às vezes eram considerados inadequados, tendo em vista que essas certificações eram constituídas em países que possuem características diferentes das praticadas no Brasil, com relevância internacional, utilizando de ferramentas de avaliação como o *Nabers*, *Bequeste Green Globes*. No entanto, a certificação LEED era o mais utilizado na Brasil.

Dentre várias certificações existentes como nos exemplos citados, Pinheiro (2006), cita que a Alta Qualidade Ambiental (AQUA) é certificação brasileira pela Fundação Carlos Alberto Vanzolini, sendo considerado um grande avanço, pois define a qualidade ambiental, e as problemáticas mais adequadas aos padrões brasileiros. É um conjunto de operação, construção ou adaptação, que conferem aptidão de dar resposta aos impactos ambientais sobre o ambiente exterior e interior de forma confortável.

A empresa Philips umas das pioneiras em iluminação, no Relatório de Sustentabilidade Brasil 2011-2012 destacou que as empresas estão cada vez mais em busca da certificação LEED com o consumo racional de água e energia. Sendo que a iluminação tem uma pontuação considerável nessa certificação visando não à redução de energia, como na qualidade de vida, responsabilidade ambiental, imagem corporativa da empresa entre outros (RELATÓRIO, 2012).

O Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL) desenvolveu o programa PROCEL Edifica, instituído em 2003 pela ELETROBRAS/PROCEL e atua de forma conjunta com o Ministérios de Minas e Energia, que é o sistema de etiquetagem de edificações no Brasil, emitida pela Fundação Centros de Referência em Tecnologias Inovadoras (CERTI), órgão acreditado pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO). Esta ocorre na fase da construção e depois da obra concluída com inspeção *in loco*. Cada setor tem critérios diferentes de avaliação, nos edifícios comerciais, de serviços e públicos avalia-se envoltória, iluminação e condicionamento de ar. Já nos residenciais, considera-se a envoltória, o sistema de aquecimento de água, iluminação entre outros (SCALCO et al. 2012).

Assim como as certificações já referidas e demais existentes no Brasil, produtos e instalações elétricas também seguem normas e padrões de acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Conforme a ABNT (2013),

uma lista para o setor da iluminação se aplica a uma série de normas e especificações para diversas áreas. Por exemplo:

ABNT NBR ISSO/CIE 8995-1:2013 - é a norma em vigor para a Iluminação de ambientes de trabalho.

ABNT NBR IEC 62031:2013 - Módulos de LED para iluminação em geral- Especificações de segurança.

ABNT NBR 15129:2012 - Luminárias para iluminação pública.

ABNT NBR 5181:2013 - Sistemas de iluminação de túneis.

De acordo com a Philips (2012) recentemente o consumo de energia se mostrou crescente no Brasil, devido às mudanças no estilo de vida da população, e aquecimento das atividades como construção civil e infraestrutura comercial e urbana. Pois, a iluminação estava sendo responsável por cerca de 20% do consumo mundial de eletricidade e por 6% das emissões de gases de efeito estufa. Dessa forma, percebe-se que as construções e edificações degradam o meio ambiente e são grandes consumidoras de energia e lâmpadas.

Contudo, os problemas enfrentados pela iluminação artificial vão além do consumo de energia, as lâmpadas de modo geral são grandes causadoras de problemas de diversos níveis. O capítulo 4 enfoca o uso do LED como melhor opção de iluminação nos dias de hoje e mostra que projetos mal elaborados, falta de infraestrutura e cuidado por parte do usuário entre outros, contribuem com alto consumo, escassez da matéria-prima, emissão de gases de efeito estufa, poluições e contaminações causando diversos danos ao homem e ao meio ambiente.

Para Melo (2012) o LED é a tecnologia que irá substituir as tecnologias convencionais, que apesar de estar em fase de desenvolvimento, nos próximos 10 a 15 anos estará bem consolidada e contribuirá para uma iluminação sustentável, de boa qualidade, baixo consumo de energia e impactos ambientais entre outros benefícios.

Acredita-se, portanto, que toda mudança provocada em relação ao desenvolvimento sustentável, levou a uma evolução sem volta. As práticas sustentáveis que envolvem as edificações agem no objetivo da redução dos impactos ambientais. Entretanto, envolvem práticas de planejamento e gestão, favorecendo custo e benefício da obra, tornando-as mais produtivas, rentáveis e com valor agregado, tendo em vista que os produtos sustentáveis têm sido cada vez mais valorizados em todos os aspectos.

4 INDICATIVOS PARA O USO DO LED NOS PROJETOS DE ILUMINAÇÃO SUSTENTÁVEL.

A preocupação ambiental é um fenômeno mundial conforme assinalada nos capítulos anteriores, os quais mostram diversas medidas adotadas para atender as recomendações do fator sustentabilidade, que se apresenta como um contraponto às inconstantes degradações a que o Planeta foi (e continua sendo) submetido por séculos. As usinas estão trabalhando em cargas máximas e a perspectiva do aumento da população está gerando novas construções e impactando ainda mais o meio ambiente causando inquietação às sociedades ambientalistas.

A angústia frente à degradação do meio ambiente tornou obrigatório o desenvolvimento de tecnologias eficientes e sustentáveis nas últimas décadas, exigindo medidas para redução de impactos ambientais gerados pelas edificações. Dentre estas possibilidades, Bueno e Rossignolo (2003) e Uddin, Shareef e Mohamed (2013) citaram que o sistema de iluminação com uso de LED tem sido muito utilizado e defendido por projetos sustentáveis no mundo todo, tendo em vista que 20% da energia elétrica mundial é gasto por iluminação. Normas, incentivos, soluções e tecnologias criam vertentes para minimizar o impacto ambiental e a escolha de produtos ecológicos são as alternativas mais plausíveis para contribuir com o Planeta.

A busca por produtos ecologicamente correto, impulsionou as empresas e indústrias a utilizarem o termo “sustentável” para promover a marca e os serviços (SLIMANE, 2012). Este *slogan* promovido pelo mercado, não deixa claro o que torna um produto de fato sustentável. Muitas vezes o conceito da sustentabilidade é confundido com economia de recursos naturais e financeiros.

Diante das evidências dos problemas ambientais existentes e a importância da luz artificial na vida do homem, no capítulo 4, buscou-se investigar alguns princípios que respaldam a sustentabilidade do setor, e como o LED pode contribuir para que a iluminação seja considerada sustentável.

Diversos autores relatam e conceituam a sustentabilidade de diversas formas e diferentes níveis, porém todos possuem o mesmo objetivo: preservar o Planeta. Chichilnisky (1996) defendeu que cada área de atuação tem um olhar

voltado a uma ciência específica, por isso o conceito se confunde ao ser interpretado em diversos campos de atuação.

Sartori, Latrônico, Campos (2014) relataram que há diferentes opiniões em relação à sustentabilidade, para alguns é considerada um princípio, uma meta ou um processo de adaptações em busca de um resultado, para outros, é um resultado de ações. Elkington (1994) e criador do *Triple Bottom Line* ou Tripé da Sustentabilidade apontou que a base do conceito é composta pelos aspectos sociais, econômicos e ambientais. Independente se é ponto de partida, ações ou resultados, a sustentabilidade está ligada ao crescimento econômico, igualdade social e preservação dos recursos naturais (LOZANO, 2012, ABRAMOVAY, 2012).

Entende-se que, sustentabilidade é um ciclo, está presente do início ao fim, em todo o processo de transformação para a proposta. Começa com um conjunto de ações com princípios sustentáveis necessários para que haja o desenvolvimento sustentável e a sustentabilidade é o resultado positivo do processo.

A sustentabilidade requer o desenvolvimento sustentável, que é conceituado com princípios sustentáveis (GOMES, 2004, KATES, PARRIS, LEISEROWITZ, 2005; MOLDAN et al., 2012). Ignacy Sachs (2002, apud SARTORI, LATRÔNICO, CAMPOS, 2014, p. 4) citou “ [...] oito tipos de sustentabilidade (social, econômica, ecológica, espacial, territorial, cultural, política nacional e política internacional) para apresentar as dimensões do que denomina ecodesenvolvimento [...]”. O desenvolvimento sustentável é a integração de normas e medidas proativas e adequadas para a transformação sistêmica de produção, uso e preservação dos recursos naturais, que buscam o desenvolvimento econômico junto à preservação do meio ambiente e bem-estar do homem de forma justa (GOMES, 2004, KATES, PARRIS, LEISEROWITZ, 2005; ABRAMOVAY, 2012; MOLDAN et al., 2012, SARTORI, LATRÔNICO, CAMPOS, 2014,).

Para um produto, serviço ou segmento ser considerado sustentável, deve atender aos requisitos da sustentabilidade essenciais para o desenvolvimento sustentável local, regional ou de um país. Para Sartori, Latrônico, Campos (2014, p.10)

Caracteriza-se a sustentabilidade como um princípio aplicável à sistemas. Sistemas abertos, para interagir com a sociedade-natureza, envolvendo sistemas industriais (transporte, produção, energia, etc.), os sistemas sociais (urbanização,

mobilidade, comunicação, etc.) e sistemas naturais (solo, atmosfera, sistemas aquáticos e bióticos, etc.), incluindo os fluxos de informações, bens, materiais, resíduos. Isto é, a sustentabilidade envolve uma interação com sistemas dinâmicos que estão em constante mudança e necessitam de medidas pró-ativas.

A iluminação artificial é um setor que depende de produtos e serviços. O LED tem sido considerado um produto eficiente e amigo do meio ambiente, tem se destacado das demais lâmpadas por inúmeras características positivas e há várias indicações para o uso em projetos sustentáveis.

OLED é um dispositivo que quando energizado emite luz visível através da combinação de elétrons e lacunas em um material sólido, através da junção PN e semicondutores como arsenieto de gálio (GaAs), fosfeto de arsenieto de gálio (GaAsP), gálio fosforeto (BPA), índio, de nitreto de gálio (InGaN) tendo como princípio de funcionamento a eletroluminescência (UDDIN, SHAREEF e MOHAMED, 2013; WAN-KUEN JO et al, 2014). Fornece luz monocromática, não possuem filamentos metálicos, gases, radiação ultravioleta, infravermelho entre outros como as lâmpadas convencionais, que causam mal ao meio ambiente. As características tornam-se atrativas nos projetos de iluminação pela diversidade de cores disponíveis como azul, verde, vermelho e branco e nas combinações do vermelho (Red), Verde (Green), azul (blue), conhecida como (RGB) que possibilita uma gama de cores diversas. (VALENTIM; FERREIRA; COLETTI, 2010; LENK; LENK, 2011; SILVA, 2011).

A tecnologia veio para mostrar e conquistar um espaço de maneira sustentável que atende as características inovadoras, práticas e funcionais. Permite o desenvolvimento de projetos que agregue estética, eficiência e contribui com a redução dos impactos ambientais, conforto e bem estar do homem. Porém, o LED não é uma tecnologia recente, vem sendo desenvolvido há anos, com vários atores que contribuíram e vem contribuindo cada vez mais com a evolução dessa demanda. O quadro 3 mostra a evolução da tecnologia LED de 1907 a 2014.

Quadro 3: Evolução do LED de 1907 a 2014.

Ano	Responsável	Evolução
1907	Henry Joseph Round	-Descobriu os efeitos físicos da eletroluminescência, através da aplicação do cristal de SiC (carborundum) a uma pequena tensão elétrica, resultando em luz amarela.
1955	Rubin Branstein	-Realizou experiências com emissão infravermelha com semicondutores GaAs (gálio e arsênio)
1961	Robert Biard e Gary Pittman	-Patentaram o LED ao descobrirem o primeiro infravermelho.
1962	Nick Holonyak Jr. (General Electric)	-Conseguiu tornar a luz visível (vermelho) a partir de um LED
1960-1970	Indústrias Mercado em geral Pesquisas	-Começaram a crescer a utilização do LED, empresas de eletrônicos começaram a utilizar como indicadores liga/desliga nos aparelhos. -Surgem no mercado o LED nas cores verde, laranja e amarelo.
1975	SIEMENS	- Lança o primeiro LED radial
1987	Ching W. Tang and Steven Van Slyke (Eastman Kodak)	- Foi descoberto o LED Orgânico (OLED).
1990	Indústrias Mercado em geral Pesquisas	-As indústrias automobilísticas começaram a utilizar o LED. -Começaram a intensificar as pesquisas utilizando o LED, em diversas áreas como na medicina, agricultura e agropecuária.
1993	Dr. Isamu Akasaki, Dr. Hiroshi Amano e Dr. Shuji Nakamura,	-Foi lançado o diodo de Nitreto de Gálio e Índio, o LED que emitia de maneira eficiente espectros de luz nas cores azul e verde. Sendo a cor azul, a base para o LED branco.
1997	Mercado em geral	-Foram apresentadas em feiras especializadas nos EUA e Europa, luminárias utilizando LED para uso arquitetônico como balizadores de piso e luz de emergência.
2000	Indústrias Mercado em geral Pesquisas	-Melhora na tecnologia elevando a 25 lumens em um único emissor. - Empresas adotaram o sistema e surgiram os drivers, controles e softwares que permitiram maior utilização na iluminação em geral.
2003	Indústrias Mercado em geral Pesquisas	- Lançado o LED com emissão de até 80 lumens (lm). - Foi lançada a cor branca com temperatura de cor reduzida de 5000K para 3.200K e índice de reprodução de cor (IRC) de 90. - Pesquisas mostram que o uso do LED está

		sendo usado em diversas áreas.
2008	Indústrias Mercado em geral Pesquisas	-Surge no mercado, o LED de Potência com eficiência de 120lm/w até 150 lm/w. -Empresas começaram a investir mais no desenvolvimento da tecnologia LED, prevendo um futuro promissor para o produto. -Começa ser notável a quantidade de indústrias investindo em luminárias com LED.
2010	ANSES	-Agência Francesa de Alimentos, Ambiental, Saúde e Segurança Ocupacional (ANSES) realizou uma avaliação de risco à saúde com a utilização dos LEDs e apresentou resultados que indicam que diferentes tipos de LEDs brancos no mercado francês, pertenciam ao grupo de risco 1 ou 2.
2014	Indústrias Mercado em geral Pesquisas *Dr. Isamu Akasaki, Dr. Hiroshi Amano e Dr. Shuji Nakamura.	-Empresas têm investido muito no desenvolvimento de novos produtos mais eficientes. -Estudos ainda mostram preocupações como as possíveis mudanças na produção de melatonina, interrupção do ciclo do sono humano e o risco de dano para as células da retina com o uso contínuo dos LEDs brancos com fonte de exposição à luz azul. -Pesquisas mostram que está cada vez mais frequente o uso do LED em diversas áreas e aplicabilidade. -*Inventores do LED branco recebem Prêmio Nobel de Física.

Fonte: Adaptado pela autora (HOFSTEN VON, RONNQVIST, 1993; SPAGNUOLO, ANNUNZIATA, RENGO, 2004; SILVA, 2011; BEHAR-COHEN et al., 2011; ASAGAI, YAMAMOTO, OHSHIRO, OHSHIRO, 2012; GONZALEZ et al., 2012; WALSH, PRENDERGAST, SHERIDAN, MURPHY, 2012; PUROHIT;BANU; DAIYA, 2012; SABZALIAN et al., 2014; MALUTA et al., 2013; LEAL-JUNIOR et al, 2013; OLLE, VIRŠILE, 2013; LOUGHEED, 2014; WAN-KUEN JO et al, 2014; THEJOKALYANIA, DHOBLE, 2014; NOBELPRIZE, 2014).

Tudo começou em 1907 quando Henry Joseph Round, descobriu os efeitos da eletroluminescência, em que sua pesquisa adormeceu até 1921, por não ser o foco do seu estudo. Entretanto em 1962, Nick Holonyak Jr. (General Electric) foi quem que tornou a luz visível e introduziu o primeiro diodo vermelho no mercado com a tecnologia de Fosfeto de Arseneto de Gálio. No entanto, Robert Biard e Gary Pittman patearam o LED. A partir daí diversos pesquisadores contribuíram e contribuem até hoje de alguma forma para o desenvolvimento do LED (SILVA, 2011).

A tecnologia não para, a cada dia vem se desenvolvendo mais e atendendo diversos tipos de mercado e uso dessa demanda, empresas tem investido em

estudos e pesquisas, adaptando conceitos inovadores e versáteis com princípios sustentáveis conquistando cada vez mais os usuários.

No ano de 2014, Isamu Akasaki, Hiroshi Amano e Shuji Nakamura receberam por mérito o Prêmio Nobel de Física, pelo invento do LED azul (NOBELPRIZE, 2014). O avanço da tecnologia e os benefícios gerados por eles são indiscutíveis, no entanto, questiona-se por que outros importantes atores e pioneiros que contribuíram para o progresso da tecnologia ainda não foram homenageados pelo prêmio como Nick Holonyak Jr. considerado o “pai do diodo emissor de luz”.

A teoria e a prática em relação aos LEDs têm mostrado o quanto à tecnologia têm se destacado por suas enormes benfeitorias no âmbito geral que a envolve, diferenciando-a positivamente em relação as demais lâmpadas existentes hoje. Por ser uma tecnologia relativamente nova no setor da iluminação, alguns ajustes podem ser necessários para a instalação, não sendo nada incomum quando se trata de adaptações com tecnologias de ponta.

A instalação de uma luminária nova pode ser necessária, tendo em vista que algumas luminárias antigas tem pouca ventilação, o que poderá aumentar um pouco o custo inicial da instalação (VALENTIM, FERREIRA e COLETTI, 2010).

O custo inicial é o preço pago pelo futuro, que em longo prazo será revertido em benefícios particulares, econômicos, sociais e ambientais o que significará a possibilidade que outras gerações usufruam dos recursos naturais de forma saudável. Os usuários primeiramente devem compreender os benefícios gerados pelos LEDs, e perceber o real custo e benefício da instalação e utilização do produto, que promete contribuir com meio ambiente e o bem estar da sociedade em diversos aspectos.

Os LEDs são uma das possibilidades para se obter economia de energia através da iluminação, devido ao menor consumo e maior fator de potência se comparados as lâmpadas fluorescentes compactas comuns. A vida útil de um LED é de até 100.000 horas em contrapartida com uma lâmpada fluorescente comum com duração de até 40.000 horas, porém a especificação de cada uma depende da marca e modelo. Porém o preço elevado acaba se tornando uma barreira para este consumo, mas considera-se que o retorno financeiro é rápido e vantajoso, pois operam com menor custo, consumo e vida útil prolongada evitando a substituição

frequente das lâmpadas (VALENTIM, FERREIRA e COLETTI, 2010; U.S DEPARTMENT OF ENERGY, 2012).

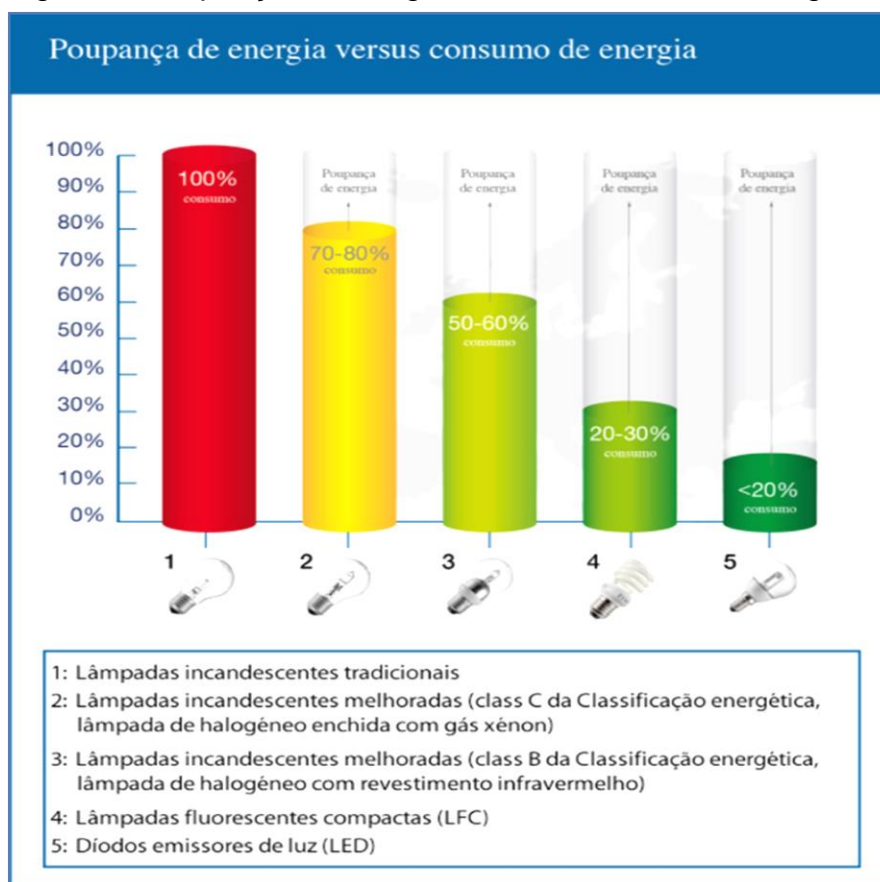
Mascaró (2005) já acreditava que seria necessário incorporar a iluminação com a atividade arquitetônica com uso dessas novas tecnologias, pois traria um conteúdo cultural e significativo para o quesito sustentabilidade, com a satisfação de produção, uso e custo dessa demanda.

Dados de 2012 indicaram que o LED era uma das tecnologias de rápido desenvolvimento em eficiência energética, podendo mudar, por exemplo, o futuro da iluminação e da economia nos Estados Unidos. Com o uso abrangente dos LEDs poderia se obter uma economia em torno de 348 Terawatt-hora (TWh) de energia elétrica em comparação com dados sem nenhum uso do LED e chegar a uma economia de mais de US\$ 30 bilhões considerando os preços da eletricidade do mesmo ano (U.S DEPARTMENT OF ENERGY, 2012). Analisando o grande consumo de energia gerado pela iluminação, a utilização de produtos e normas eficientes pode ser um forte fator no desenvolvimento sustentável, podendo reduzir significativamente o uso de eletricidade, diminuindo custos, uso dos combustíveis fósseis e a emissão de gases de efeito estufa.

Conseguindo diminuir essa demanda no consumo de energia, será possível economizar com construções de usinas, haverá redução de emissões de poluentes locais, melhoria da eficiência energética e possibilidade de oferecer o serviço com menor custo, sendo estas, algumas das premissas básicas, tanto para países industrializados quanto para os em desenvolvimento (DUTT; MILLS, 1994).

Estudos mostraram que a tecnologia LED tem sido indicada como a mais econômica e amiga do ambiente do que as antecessoras como mostra a figura 3:

Figura 3: Poupança de energia versus consumo de energia.



Fonte: Comissão Europeia (2009).

O exemplo dos Estados Unidos, entre os demais existentes, mostram claramente os benefícios gerados pela tecnologia LED em relação ao consumo de energia, podendo servir de referencial para solucionar problemas relacionados ao setor. Como se pode observar, na figura 3, os LEDs poupam até 80% de energia em relação às incandescentes tradicionais e até 10% que as fluorescentes.

No exemplo da tabela 2, foram utilizados três tipos de lâmpadas (LED, fluorescente e incandescente) para comparação cujo marca e modelo não foram identificados. Percebeu-se que o número de horas de vida útil do LED é maior que as das lâmpadas comparadas, pois, consomem menos energia e emitem menos CO₂.

Tabela 2: Comparativo entre LED, Fluorescente e Incandescente.

	LED	FLUORESCENTE	INCANDESCENTE
Vida Útil	25,000 + horas	8,000 horas	1,200 horas
Watts consumidos	8-12 watts	13-15 watts	60 watts
Quilowatts consumidos	44 KWh/ano	55 KWh/ano	219 KWh/ano
Emissão de CO2	45 <i>pounds</i> (20.412 quilos) /ano	56 <i>pounds</i> (25.401 quilos) /ano	225 <i>pounds</i> (102.06 quilos) /ano

* Por lâmpada, baseado em 10 horas por dia, 365 dias ao ano.

Fonte: Adaptado pela autora (BOSTON UNIVERSITY, 2009).

Os LEDs emitem pouco calor, se comparados com as lâmpadas incandescentes que liberam 90% de energia em forma de calor e as fluorescentes compactas liberam em torno de 80% (U.S DEPARTMENT OF ENERGY, 2012).

A tabela 3 mostrou um comparativo entre as lâmpadas tradicionais incandescentes e eficientes (marcas e modelos não identificados), que possuem níveis de luz semelhantes, em que se percebe que as lâmpadas energeticamente eficientes como a fluorescente e LED usam cerca de 25% a 80% menos energia, podendo durar 3 a 25 vezes mais. Porém o LED ainda está em vantagem em relação a consumo, custo de energia e tempo de vida.

Tabela 3: Comparativo de economia e consumo entre as lâmpadas incandescentes, fluorescente e LED.

	60W Incandescente tradicional 60W	Incandescente (<i>Save-energy</i>) 43W -	Fluorescente 15W	LED 12W
Economia de energia	-	~ 25%	~ 75%	~ 75-80%
Custo Anual de Energia	\$ 4,80	\$ 3,50	\$ 1,20	\$ 1,00
Vida útil	1000 horas	1000 a 3000 horas	10.000 horas	25.000

*Com base em 2 horas / dia de uso, uma taxa de energia elétrica de 11 centavos de dólar por quilowatt-hora, mostrado em dólares americanos.

Fonte: U.S DEPARTAMENT OF ENERGY (2014).

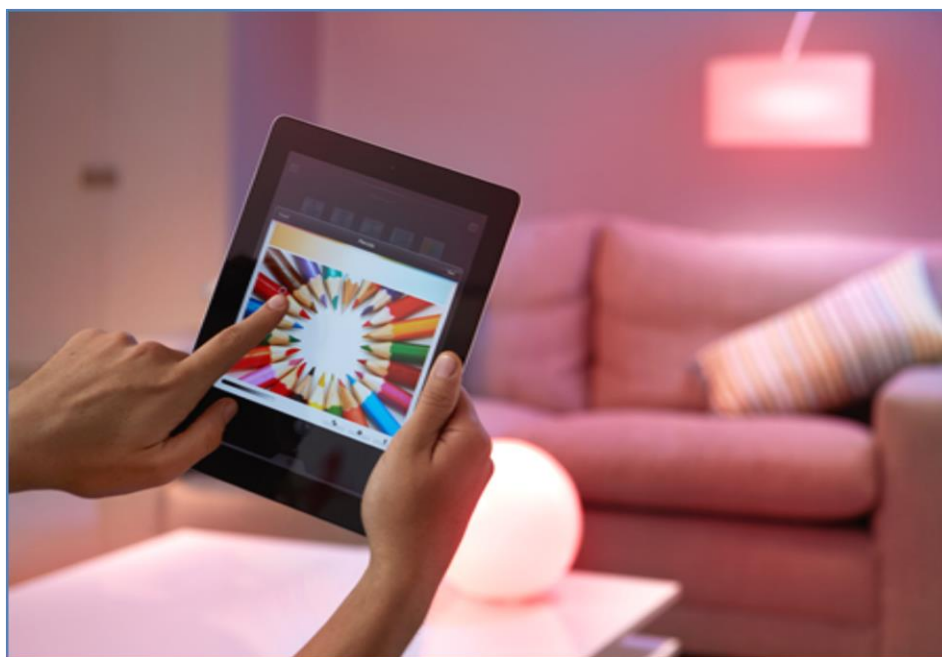
Em 2013, os LEDs ocupavam 18 % do mercado de iluminação global (\$ 66 bilhões), de acordo com a empresa General Eletric (GE) há uma previsão de chegar aos 70 % até 2020 para chegar cerca a US\$ 100 bilhões do mercado global (FORBES, 2013).O rápido crescimento da tecnologia mudou a percepção do mercado da iluminação mundial, as opções estão cada vez maiores e integradas com valores agregados, como o menor consumo de energia e um conjunto de benefícios que têm levado os consumidores a adotarem cada vez mais ao produto.

As lâmpadas além de iluminar auxiliam o conforto visual, tema este que nos últimos anos vem sendo defendidas junto à ergonomia, conceituada como a teoria que adapta o corpo as atividades de forma correta. Um bom projeto de iluminação pode exercer essa função, por exemplo, se tratando das cores, a cromoterapia é a medicina alternativa e aiurvédica através da terapia das cores utilizadas desde as antigas civilizações egípcia e chinesa que contribui com o bem estar, pois as cores são consideradas energia por serem capazes de alterarem o humor e o conforto (KEELER e BURKE, 2010).

Atualmente em 2014, os projetos de arquitetura e design para espaços interiores e exteriores podem contar com recursos tecnológicos e modernos que permitem efeitos esperados na iluminação, sendo possível aliar a funcionalidade dos projetos com os sistemas de gerenciamento. Sistemas estes que permitem a criação de uma gama infinita de cores, automação, programação de cenas entre outros possibilitando a criação de projetos versáteis, inovadores e funcionais com efeitos e funções necessárias e desejadas.

O avanço não para, a automação e as redes sem fio já estão disponíveis no mercado de lâmpadas, identificou-se a holandesa Philips que começou a comercializar em 2012 o sistema Hue de lâmpadas inteligentes com controles ativados por uma linha de produtos (figura 4) (PHILIPS, 2014b).

Figura 4: Sistema de lâmpadas inteligentes.



Fonte: Philips (2013a).

O sistema permite uma gama de cores variadas, onde é possível controlar e programar as luzes pelo celular, como também ser avisado pelas luzes ao receber um e-mail, com a mudança do tempo e outras funções. (CASANOVA, 2013; PHILIPS 2014b). A tecnologia se enquadra perfeitamente na proposta do sistema de energia promissor e inovador, como o SG, com as características necessárias para o sistema funcionar adequadamente, através da comunicação, automação e transmissão com e sem fio, internet e celulares. A indústria da iluminação tem ousado nas inovações, mesmo com tecnologias futurísticas e um pouco distante do consumo de muitos, já é uma realidade possível de ser concretizada (GUNGOR et al., 2011).

Incontáveis são os segmentos de grande demanda e expansão, como shoppings centers, hospitais, lojas, estádios, escolas, eventos específicos entre outros, que estão aderindo ao LED, visando modernizar a infraestrutura, qualidade de luz, criação de cenários, baixo consumo de energia e calor entre outros, como pode ser percebido em visitas *in loco* na França e na Holanda, como mostram as figuras de 5, 6 e 7.

Figura 5: Festival de Luz, 2014-Amsterdã, Holanda.



Fonte: Urban Capture (2014).

Disponível em: <http://www.urbancapture.com/20140103-jonas-daniel-meijerplein-amsterdam-light-festival-the-netherlands/>> Acesso em jun. 2014.

Desde 2012 acontece em Amsterdã, o Amsterdam Light Festival ou Festival de luz de Amsterdam, com duração de 40 dias no inverno e época mais escura do ano na região (AMSTERDAM, 2014). Durante o festival, notou-se que o evento ilumina pontos estratégicos nas ruas e monumentos de forma atrativa, aconchegante e divertida, causando surpresa e interação entre as pessoas com as inúmeras obras iluminadas, espalhadas pela cidade. Além de luzes, diversas atrações, artistas entre outros transformam o evento em um grande e lúdico museu a céu aberto pode ser contemplado. Acredita-se que o evento desperta a atenção dos moradores, visitantes e profissionais ao se depararem com a tecnologia de cores, automação e estética proporcionada pelos LEDs, o que pode inspirar os frequentadores a utilizar e conhecer os benefícios do produto.

Conforme Amsterdam (2014), os projetos do festival são sustentáveis, utilizam LEDs, são interativos, inteligentes, de alta tecnologia e mostram as mudanças radicais que o setor da iluminação está passando e irá passar nos anos seguintes. Outras cidades como Cingapura, Lyon, Eindhoven e Sydney também são motivados pela proposta e promovem o festival de luz.

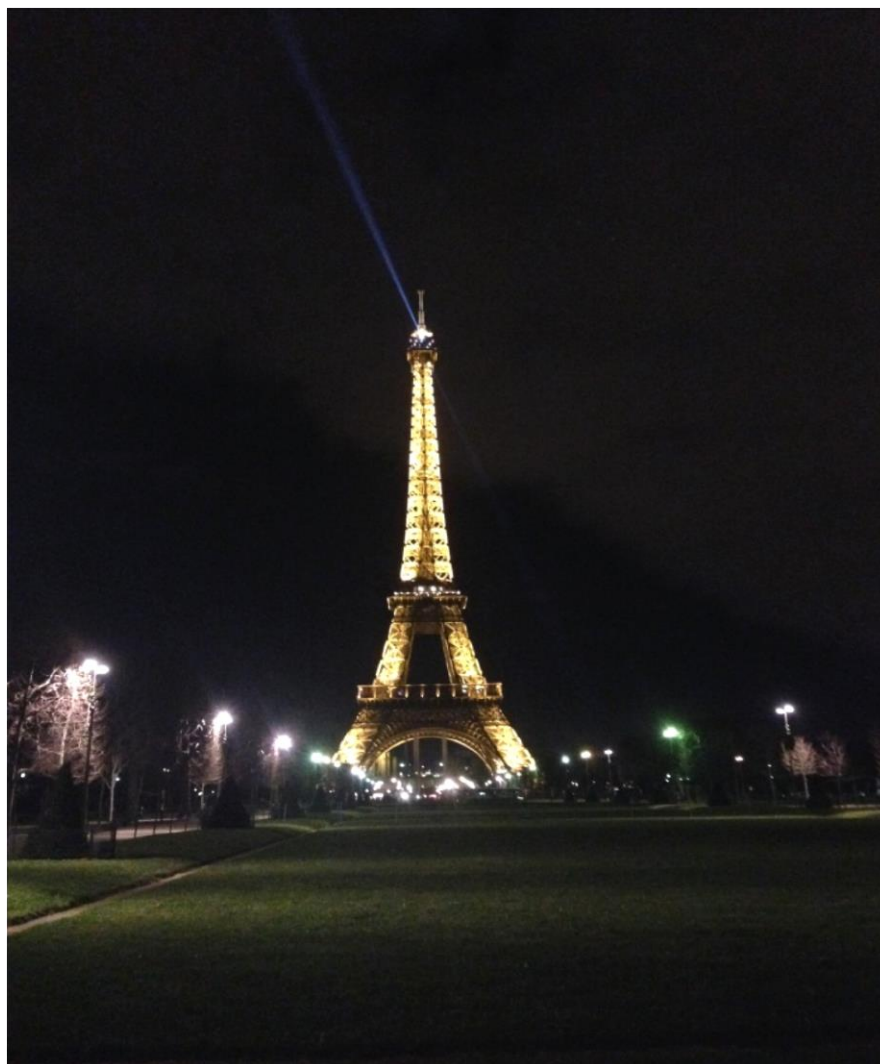
Acredita-se que o evento promove inúmeras benfeitorias para o lugar, além de ser um grande incentivo para resolver o problema da escuridão do local, movimentando o turismo, a economia, embeleza a cidade e incentiva a convivência em áreas públicas como mostra a figura 5.

No estudo observacional *in loco* na cidade de Amsterdã, percebeu-se a utilização do LED na iluminação pública e comercial. Nesta, a tecnologia está presente nas ruas, museus, hotéis, lojas, residências, danceterias, pubs, bares, acessórios de decoração entre outros. Um fator que chama a atenção na cidade é a quantidade de lojas de luminárias espalhadas por todos os lados, e em visita a algumas delas, notou-se a presença dos Diodos Emissores de Luz em quantidade significativa e variada, e exposta sempre de forma a evidenciar o produto para estimular o seu consumo. A sociedade local tem investido na ideia da iluminação sustentável e medidas regionais têm sido tomadas junto ao desenvolvimento dessa demanda. Como exemplo, cita-se que as luminárias de alta eficiência com LEDs foram instaladas na autoestrada A44 da região, permitindo uma economia de energia em torno de 60% se comparado ao sistema anterior e contribuindo com a redução da poluição luminosa (NAKAMURA, 2012).

Na cidade de Paris, França, verificou-se no estudo de observação *in loco* o uso do LED em diversos setores públicos, monumentos, hotéis, lojas, residências entre outros, em que foi percebida a integração do conceito sustentável com a tecnologia, bem-estar e estética.

A Torre Eiffel (Figura 6), situada em Paris, é um marco conhecido a âmbito mundial, composta por 20.000 lâmpadas, está seguindo a tendência da sustentabilidade na construção, com o objetivo de melhorar o desempenho energético da torre. A previsão de conclusão da obra é 2014, e contará com energia solar, eólica, hidráulica e iluminação com LED como citou o site oficial La Tour Eiffel (2010).

Figura 6: Torre Eiffel - Paris, França.



Fonte: Arquivo pessoal (2014).

A tecnologia tem dado espaço para projetos ambiciosos e ousados, como exemplo, cita-se a RATP, a quinta maior operadora de transporte urbano do mundo, com 12 milhões de passageiros diariamente em Paris e entorno. A empresa almeja substituir 250 mil pontos de luz nas estações de RATP e RER e ser a primeira rede de transportes do mundo, totalmente com iluminação utilizando LED. Pretende também, reduzir de 2004 até 2020 as emissões de consumo de energia e gases de efeito estufa em 15%, em mais de 50% o consumo de energia e melhorar a qualidade de luz, sendo que atualmente as estações da RATP em eletricidade representa cerca de 12% do consumo total de energia da região (PHILIPS, 2013).

Figura 7: Estação de Metrô – Paris, França.

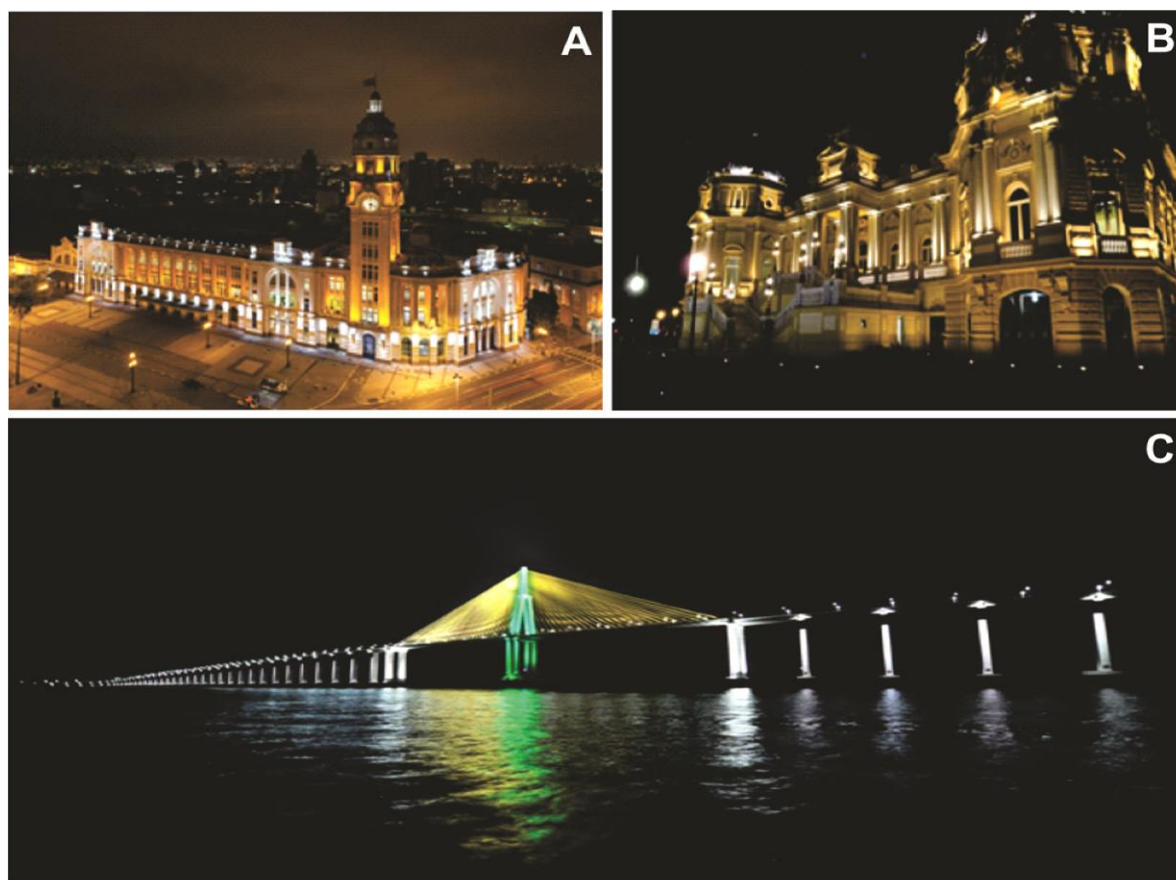


Fonte: Arquivo pessoal (2014).

As pesquisas observacionais *in loco* feitas nas cidades turísticas, com grandes conceitos de iluminação como Paris e Amsterdam, mostraram que a iluminação de monumentos, ruas e edifícios promove a cidade, satisfazendo a população e incentivando o turismo de todas as partes do mundo.

No Brasil, alguns municípios já estão investindo na estética e economia para cidade, como a Sala São Paulo (A), o Palácio Guanabara (B), Ponte de Manaus (C) (Figura 8), entre outros.

Figura 8: Sala São Paulo, o Palácio Guanabara e Ponte de Manaus.



Fonte: Adaptado pela autora (2014). Disponível em:

(A) <<http://www.abmbrasil.com.br/enemet/2014/programacao.asp>> Acesso em jun. 2014.

(B) <<http://www.papodebar.com/author/moya/>> Acesso em jun. 2014.

(C) <<https://plus.google.com/photos/+AdilennaMatos/albums/5748150140273880257>>. Acesso em jun. 2014.

Acredita-se que o país está trabalhando nesta direção, o Estádio Nacional de Brasília Mané Garrincha (figura 9) deverá ser o primeiro o primeiro estádio do mundo a receber o selo LEED Platinum, certificado máximo de sustentabilidade, o que garante que a construção é altamente sustentável. Dentre diversas qualidades destinadas a este fim, os LEDs irão iluminar algumas áreas do estádio evitando maior geração de calor e conseqüentemente menor uso do ar condicionado (BRASÍLIA, 2014).

De acordo com Relatório (2012), registros mostraram que é possível uma redução de 50% no consumo com iluminação e 30% com ar condicionado, devido à baixa emissão de calor do LED. O mercado está aquecendo em relação à tecnologia, com a Copa do Mundo em 2014 e Olimpíadas em 2016, diversos setores estão se organizando e fazendo uso dos LEDs.

Figura 9: Estádio Mané Garrincha



Fonte: Brazil Fifa World Cup (2014).

No entanto, a tecnologia vem sendo expandida e utilizada não somente na iluminação em geral, estão sendo estudadas e empregadas em tratamentos médicos (OSHIMAA et al., 2011) odontológicos (MONGARDINI, TANNA, PILLONI, 2014), terapêuticos (AKTEKIN e ŞİMŞEK, 2012) cultivo de plantas (MA et al., 2014) animais, entre outros.

Bernardes (2009) complementou que a substituição dessas lâmpadas pelo LED, pode reduzir a transmissão de doenças como a leishmaniose e doença de Chagas, pois a ação ultravioleta dessas lâmpadas atraem os insetos. Barghini, Urbinatti e Natal (2004, p.613) apresentaram um ponto de vista que pode servir como reflexão a ser considerada no projeto e colaborar com a prevenção de doenças:

A iluminação artificial pode significar risco, principalmente em áreas de baixa concentração humana, pois nas localidades menores e sujeitas ao isolamento, o aumento da densidade de vetores atraídos pelos novos sistemas de iluminação, dificilmente receberá a atenção devida por parte dos serviços de controle. Como exemplo, essa realidade poderá complicar a transmissão da malária na região amazônica.

Conforme diversos exemplos citados neste estudo, muitas evidências nos colocam frente à modernização da indústria da iluminação, dentre tantos benefícios e descobertas gerados ao longo dos anos. É fato que os LEDs estão cada vez mais sendo utilizados no nosso cotidiano, na iluminação doméstica, nos componentes

básicos de iluminação, em telas de computadores, telefones, aparelhos de TV, sinalização entre outros. Essa tecnologia tão fascinante e promissora tem levado pesquisadores a desenvolverem diversos estudos que a envolve. Entre diversas pesquisas realizadas na área, alguns autores questionam algumas características do LED sendo consideradas como desvantagens.

Estudos apontam e levantam questões sobre os efeitos adversos da exposição do LED sobre a retina e busca compara-los com outras lâmpadas que têm menos luz azul. Tendo em vista que o sistema visual humano está sempre exposto a diversos níveis de luzes de diferentes espectros e intensidades, de forma natural e artificial. Os LEDs brancos emitem um comprimento de onda de luz adversos na saúde humana, mesmo sendo livre do mercúrio como nas lâmpadas fluorescentes compactas (SHANG et al., 2014; CHAMORRO et al., 2012; COHEN et al., 2011; LOUGHEED, 2014).

A Agência Francesa de Alimentos, Ambiental, Saúde e Segurança Ocupacional (ANSES) a fim de evitar perigos potenciais da retina, realizou uma avaliação de risco à saúde com a utilização dos LEDs, organizou um grupo de trabalho composto por físicos, especialistas em iluminação e metrologia, biólogo da retina e oftalmologista, em que o estudo durou um ano. Os estudos foram feitos de acordo com as normas e consistiram na avaliação dos riscos de diferentes tipos de LEDs brancos no mercado francês, onde apresentaram como resultado, que alguns tipos de lâmpadas pertenciam ao grupo de risco 1 ou 2 (COHEN et al., 2011).

Para Loughheed (2014) os LEDs para uso doméstico na sua maioria são produtos que possuem um chip de emissão de luz azul, rodeado por um revestimento de fósforo amarelo. A luz resultante é branca quando vista a olho nu, podendo resultar em um aumento na extremidade azul do espectro, resultando em efeitos fisiológicos, positivos e negativos. O autor sugere que os LEDs brancos com fonte de exposição à luz azul, também geram preocupações como as possíveis mudanças na produção de melatonina, interrupção do ciclo do sono humano e o risco de dano contínuo para as células da retina.

Sendo assim, vários são os questionamentos, e pesquisas e estudos continuam avançando em busca de melhores soluções e resultados, porém Shang et al. (2014) sugeriram que enquanto isso vem sendo resolvido, é considerável ter precaução quanto ao uso de LEDs brancos ricos em emissões de luz azul para a iluminação geral. Teorias apontam alguns malefícios relacionados ao uso, porém acredita-se

que os benefícios do produto não devem ser questionados, necessitando ser interpretados como um processo normal e evolutivo assim como qualquer outro produto onde as falhas devem ser corrigidas para atender melhor a sua função.

Em relação ao descarte e reciclagem o LED torna-se insuperável, possuem tamanho reduzido, podendo ser descartado em recipiente pequeno e facilmente transportado (FORCOLINI, 2011). Notável por não possuir substâncias tóxicas e não utilizarem de metais pesados como o mercúrio, incluso nas antecessoras lâmpadas fluorescente. As lâmpadas que utilizam este componente podem causar impactos ambientais na manipulação, descarte, tratamento e reciclagem se não forem adequadamente manejadas. O mercúrio e outros metais pesados contidos nas lâmpadas podem ocasionar diversos danos às pessoas expostas aos resíduos (PINTO et al. 2008; BRANDÃO; GOMES; AFONSO, 2011; BURINI JUNIOR, 2012).

A contaminação do ar, água, solo e do meio ambiente de um modo geral ameaçam a qualidade de vida do homem e todas as espécies. O mercúrio pode trazer danos à saúde quando lançado na atmosfera, os vapores são agressivos ao ser humano resultando em um grave dano ao sistema nervoso central, causando dificuldades na coordenação, visão e sentido. Tendem a se precipitar sobre solo e água podendo fixar-se em matérias orgânicas, e se reduzir a sais ou formas orgânicas extremamente perigosas, como também ser absorvido por animais aquáticos causando sua entrada na cadeia alimentar desses organismos. Após a primeira revolução industrial o mercúrio começou a ser usado em lâmpadas, baterias, termômetro, barômetros entre outros começando assim as contribuições para a emissão do metal no meio ambiente. Os anos 50 foram marcados pela contaminação da Baía de Minamata, no Japão, pela indústria Chisso que durante anos despejou resíduos do metil mercúrio na água. A contaminação ficou conhecida como Doença de Minamata, afetando em torno de 2.252 pessoas e 1.043 mortes (SILVA, 2013).

Diversos são os problemas causados pela contaminação do mercúrio, grandes incidentes já foram relatados, a conscientização, educação e aplicação de leis severas e funcionais são necessárias para evitar problemas ainda maiores. Sendo os LEDs livres dessa matéria-prima de certa forma inimiga do homem e do meio ambiente, ganha ainda mais destaque no quesito sustentável em relação aos seus resíduos.

Mesmo conscientes dos problemas causados pelo descarte das lâmpadas, medidas tardias foram adaptadas no Brasil onde empresas começaram a desenvolver o trabalho. Entretanto a falta de incentivos, planejamento e organização de todo sistema que envolve a proposta, causa lentidão no desenvolvimento do projeto, impossibilitando as empresas de cumprirem sua real função, pela restrição gerada por políticas, mercado e usuários. Até o momento não foram encontrados no Brasil empresas recicladoras para os LEDs tendo em vista a não obrigatoriedade da reciclagem para esses produtos.

Entretanto, fatores que envolvem a fabricação de lâmpadas são ainda mais amplos e vão além do mercúrio. Diversas tecnologias do setor da iluminação utilizam de Terras Raras (TRs) (Exemplo: Európio, Térbio e Ítrio, cada vez mais escassos), platinóides e materiais extraídos de minas pelo mundo a fora que são consideradas perigosas e nocivas, como arsênico, níquel, chumbo, entre outras (GRANT THORNTON, 2011).

Apesar de algumas matérias-primas serem vitais para o crescimento tecnológico e econômico, está sendo criada uma economia dependente destes recursos, deixando o ecossistema vulnerável. As terras raras são utilizadas para fabricação de lâmpadas fluorescente, vapor e LED, laser, reatores, aparelhos de raio-x, tela de computador, televisor entre outros e tem sido monopolizada pela China que tem imposto preços absurdos ao mercado global, o que causa impacto no valor final do produto (JORNAL DO SENADO, 2013, CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS, 2013).

A China é líder em matéria-prima para a produção do LED como Gálio, com índice de 75% e o Germânio com 72% da produção mundial, seguido da Rússia e Estados Unidos. A China também foi a maior produtora de terras raras em 2009, representando 97% da produção global. Sendo assim países como o Brasil (quando começar a produzir a partir de 2020) e outras economias se tornam totalmente dependentes da importação para a produção dos LEDs e tecnologias de iluminação. Nos últimos anos a China vem restringindo o acesso a alguns materiais através de quotas de exportação que estão diminuindo a cada ano e ameaçando produtores não sediados no país (GRANT THORNTON, 2011, JORNAL DO SENADO, 2013).

Este controle da China sobre as matérias-primas está sendo monitorado pelo Grupo de Suprimento de Matérias Primas (*Raw Materials Supply Group*) na

Europa, presidido pela Comissão Européia. Tendo em vista que a demanda de Gálio em 2030 será quatro vezes maior que atualmente, o uso do Germânio será o dobro e essas e outras matérias-primas são cruciais para o desenvolvimento de novas tecnologias em diversas partes do mundo. Ecologicamente expondo, a importância de incluir os LEDs nas normas da lei abrangendo o processo de reciclagem de lâmpadas (pós-consumo) se faz necessária devido à tendência e o grande aumento no consumo desses insumos e das limitações das principais fontes de materiais, tornando necessário reciclar e reutilizar (GRANT THORNTON, 2011).

Até o início dos anos de 1960 o Brasil era líder mundial em terras raras, porém as empresas foram estatizadas, o setor começou a se desmontar, e foi perdido todo investimento dedicado à cadeia produtiva. Por anos o Brasil ficou praticamente dependente da China para produzir os artefatos dependentes da matéria-prima, contudo, o cenário recentemente tem mostrado disposição para retomar a extração no país e reinserir as terras raras no mercado brasileiro de forma mais justa (JORNAL DO SENADO, 2013; CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS, 2013, CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2014). Há perspectivas positivas para o Brasil nos próximos anos, porém ainda está em caráter experimental e medidas estão sendo formuladas

A visão de futuro da cadeia produtiva de TRs no Brasil, considerando o horizonte 2030, refere-se à autossuficiência e à inserção competitiva do Brasil no mercado internacional de TRs a partir do aproveitamento racional, eficiente e integral desses recursos minerais, com domínio científico e tecnológico ao longo de toda a cadeia produtiva, obedecendo aos preceitos de sustentabilidade (CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS, 2013, p.16).

A reativação da extração das terras raras no país tende a incentivar as indústrias a produzirem produtos brasileiros, o que pode beneficiar a economia, gerar empregos e reduzir significativamente o custo final do LED e de todas as tecnologias que dependem desses insumos. Por outro lado, deve ser feita cumprindo uma série de requisitos e normas internacionais para que a cadeia produtiva que visa o desenvolvimento, não se torne um problema ambiental.

Como os avanços não param a chegada da tecnologia *Organic Light Emitting Diode* ou Diodos de Emissão de Luz Orgânica (OLEDs) prometem revolucionar a indústria da iluminação. São simples fontes de luz, leves e flexíveis,

constituídos por camadas múltiplas orgânicas, nas quais as ativas possuem uma espessura de menos de 500 nanômetro (nm) (100 vezes mais finos do que um cabelo humano) e espessura total com 1.8 milímetros (mm). São transparentes difusos ou espelhados, com luz bidimensional, suave, ausente de ofuscamento, permite uma gama de aplicações decorativas, funcionais e design de alta qualidade. Quanto à eficiência, atualmente está em torno de 25 lúmens por watt (lm/W), tornando-os mais eficientes do que as lâmpadas incandescentes ou halógenas, porém ainda não se comparam a eficiência das lâmpadas fluorescentes ou LEDs. Entretanto estudos mostram que estão previstos aumentos na eficiência e já conseguiram um índice de 87 lm/W, como os *White Organic Light-Emitting* (WOLED) ou os chamados OLED branco por exemplo. A tecnologia está em desenvolvimento, necessitando de mais pesquisas e em longo prazo será possível usar a tecnologia dos OLEDs em objetos e lâmpadas (KAMTEKAR; MONKMAN e BRYCE, 2010; WEICHSEL, C. et.al., 2012; OSRAM, 2014a).

Entende-se que, apesar de não ser uma tecnologia nova, porém ainda pouco comercializada, há anos vem sendo aperfeiçoada para atender cada vez mais a demanda pelo produto, os OLEDs prometem rebelar a iluminação com suas características especiais como flexibilidade, espessura e peso. Entretanto a tecnologia ainda tem muito que desenvolver para que possa integrar possibilidades vantajosas à iluminação funcional, decorativa e conceitual, também como se tornarem acessíveis comercialmente e industrialmente falando.

Acredita-se que o LED ainda é a tecnologia indicada e com fortes características positivas em relação ao meio ambiente e bem-estar do homem. Essa alternativa de iluminação vem sendo utilizada em diversas situações voltadas para a saúde, agricultura, entre outras atendendo as necessidades pela qual estão sendo destinadas, estando sempre aliada aos seus benefícios ecológicos.

Contudo, a tecnologia ainda necessita de mais pesquisas, leis e regulamentos para a melhor funcionalidade do produto abrangendo desde a extração de matéria-prima, toda a rede de produção, comercialização, consumo e destino final, completando adequadamente seu ciclo de vida beneficiando o homem, a sociedade, a economia, enfim todo o Planeta.

5 A ILUMINAÇÃO PÚBLICA DO SÉCULO XXI E SUSTENTABILIDADE.

Como apresentado no capítulo anterior, são diversos os fatores que influenciam o setor da iluminação. Neste capítulo, buscou-se destacar até quando a luz é capaz de interferir no ecossistema e na qualidade de vida do homem, para além da sua função de iluminar, haja vista de seu emprego em complexos sistemas de acionamentos de mecanismos, da saúde e outros campos que constituem o quadro de necessidades e que em seu conjunto se denomina como o bem estar da sociedade humana.

A iluminação artificial trouxe grandes benefícios para a humanidade, possibilitando a estética e uso dos espaços no ambiente noturno, que hipoteticamente colabora na redução de crimes e acidentes com veículos e tantos outros empregos. Entretanto o benefício promoveu o aumento do consumo de energia, com emissões de carbono e poluições que põe em risco a vida humana, selvagem e dos ecossistemas (GASTON et al., 2014). Na tentativa de minimizar e controlar os impactos gerados pela iluminação, o capítulo 4 deixou claro que é necessário que o setor se torne sustentável.

O LED é a fonte de luz artificial mais indicada para resolver parte de alguns problemas relacionados ao setor, porém apenas a substituição das lâmpadas não pode ser considerada sustentabilidade e nem tornar a iluminação sustentável. O LED é uma parte deste processo, Sartori, Latrônico, Campos (2014, p.9) citaram uma lista de 23 itens considerados os desafios da sustentabilidade:

1. Implementar normas de proteção ambiental;
2. Capturar os impactos externos das atividades além do nível local;
3. Reconhecimento da sustentabilidade social;
4. Desenvolvimento humano;
5. Erradicação da pobreza;
6. Produção e consumo equilibrado;
7. Incentivo à educação;
8. Desenvolvimento e manutenção de recursos ambientais;
9. Eficiência na alocação de recursos;
10. Cooperação entre stakeholders, governos e sociedade civil;
11. Metodologias e indicadores de sustentabilidade de acesso público;
12. Uso de indicadores complementares nas avaliações;
13. Uso de abordagens holísticas;
14. Indicadores para a medição do consumo de recursos;
15. Sensibilização da população;
16. Usar um padrão de avaliação comparativa entre países;

17. Conciliar objetivos locais com os objetivos globais;
18. Pesquisas aplicadas e que trazem resultados práticos;
19. Equilíbrio entre os pilares da sustentabilidade;
20. Indicadores de sustentabilidade dinâmicos;
21. Indicadores voltados para os sistemas empresariais e locais;
22. Participação pública no planejamento;
23. Participação da ciência e da tecnologia

Para Gaston et al. (2014) são necessárias três estratégias para aumentar os benefícios proporcionados pela iluminação noturna: maior conhecimento na área em diversos aspectos, conexão com as pesquisas multidisciplinares e interação entre pesquisa, política e prática. Sendo assim entende-se que é imprescindível o conhecimento técnico na área e o contexto que a envolve. O conhecimento dos problemas ambientais na área da iluminação pública abrangem vários setores distintos que juntos são capazes de unificar soluções corretas na criação de ambientes noturnos apoiados nos critérios sustentáveis.

Após a concretização da sustentabilidade no Relatório de Brundtland, em 1987, e os incentivos mundiais para preservação do meio ambiente, motivou o Brasil a perceber que é um grande consumidor de bens e serviços e programou a contratação pública sustentável (CPS) que em sua dimensão plural

[...] têm sido apontadas como um relevante instrumento de gestão ambiental nos órgãos governamentais, haja vista objetivarem inserir critérios de sustentabilidade nos procedimentos destinados a adquirir bens e contratar serviços, além de estimular os governos a capacitarem comportamentos que usualmente são exigidos de particulares e de pessoas jurídicas de direito privado, melhorando a imagem da autoridade pública. As CPS possuem, ainda, a capacidade de estimular o mercado “verde”, levando empresas a inserirem práticas sustentáveis nos seus processos produtivos, visando à chancela de selos, rotulagens e certificações “verdes” (ALENCASTRO, SILVA e LOPES, 2014, p. 209).

O Brasil já possui alguns registros na busca de instituir um sistema de CPS. O governo federal, por meio da Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (MPOG) desenvolveu um catálogo de produtos sustentáveis através de sistema de compras informatizado para facilitar o processo e ajudar nas especificações nos procedimentos de compras e licitações (ALENCASTRO, SILVA; LOPES, 2014).

Acredita-se que os órgãos públicos e gestores são responsáveis por uma mudança de valores e consumo, e a qualificação por parte do servidor é imprescindível tendo em vista que este é quem irá orientar e estabelecer normas,

princípios e limites a todos que se comprometem com qualidade dos bens e serviços contratados prospectando a sustentabilidade. O incentivo às pesquisas científicas é de caráter fundamental para o desenvolvimento de um setor específico e o cenário que o cerca. Deve ser visto como um conjunto de ações que estabelecem o melhor resultado para a ampliação do contexto, resultando em benefícios coletivos ao município local e para toda uma nação.

Entretanto, devido a algumas frustradas tentativas de buscar dados em órgãos públicos para o desenvolvimento e análise de caso que envolve este estudo, acredita-se que por questões políticas, falta de informação ou conhecimento de áreas afins, observa-se que em alguns casos ainda há locais que não colaboram em parceria com pesquisadores, atrapalhando no desenvolvimento dos estudos que propõe o avanço.

A iluminação hoje faz parte de estudos, pesquisas e desenvolvimento na busca de melhores soluções para os que dela usufruem e buscam a minimização dos impactos gerados, entretanto quaisquer informações pertinentes ao assunto são favoráveis à exploração do âmbito observado.

Áreas da medicina, arquitetura, design, engenharia, ecologia, energia entre outras, entendem a complexidade da necessidade da iluminação adequada ao homem e ao meio ambiente. A pesquisa pode ser enfraquecida e prejudicada quando não há entendimento, apoio e incentivos governamentais e estatais para a prática e fundamentação da teoria e experimentação (GASTON et al.,2014). De acordo com Junqueira (2014) nota-se uma dificuldade de acesso de materiais científicos para o desenvolvimento de pesquisas e estudos no âmbito da iluminação pública e poucas informações e iniciativas dentro do planejamento urbano. Conhecer a identidade e a estrutura da região é a forma de valorizar a imagem da cidade dentro de um planejamento adequado.

Os dados apresentados a seguir, é um exemplo da dificuldade de acesso à informação e confiança nos indicativos apresentados na pesquisa, sendo que, os mais “atuais” disponíveis pertinentes ao setor encontram-se defasados há quase uma década.

A iluminação pública no Brasil corresponde a 3,0% do consumo total de energia elétrica do país, o equivalente a um consumo de 9,7 bilhões de kWh/ano. Há aproximadamente 15 milhões de pontos de iluminação pública instalados no país (tabela 6) de acordo com o levantamento cadastral realizado em 2008 pelo

PROCEL/ELETOBRAS e distribuidoras de energia elétrica, 45% estão instalados na região Sudeste, 21% no Nordeste, 19% no Sul, 10% no Centro Oeste e 5% na região norte do país (ELETROBRÁS, 2008; RIBEIRO et al., 2012).

Destes pontos de iluminação pública, 30% ainda utilizam lâmpadas a vapor de mercúrio (MELO, 2012). Porém, a maioria da iluminação pública funciona com lâmpadas de vapor de sódio, considerada até pouco tempo como a tecnologia de ponta para iluminação pública em termos de eficiência e menor impacto ambiental, como mostrou a tabela 4:

Tabela 4: Tipos e Quantidades de Lâmpadas Instaladas no Brasil.

Tipo de Lâmpada	Quantidade	%
Vapor de Sódio	9.294.611	62,93%
Vapor de Mercúrio	4.703.012	31,84%
Mista	328.427	2,22%
Incandescente	210.417	1,42%
Fluorescente	119.535	0,81%
Multi-Vapor Metálico	108.173	0,73%
Outras	5.134	0,03%
TOTAL	14.769,309	100%

Fonte: Eletrobrás (2008); Mourão e Seo (2012); Ribeiro et al. (2012).

As lâmpadas de vapor mercúrio foram usadas durante anos na iluminação pública, entretanto suas características não são adequadas para o homem e o meio ambiente. Gastam mais energia, contribuem com a emissão de CO₂, emitem pouca luz, transformam em torno de 15% da energia consumida em luz, produzindo muito calor. Possui baixo índice de reprodução de cor (IRC), de 40, ou seja, quanto mais perto de 100, maior é a fidelidade de cores, mais natural se torna os objetos inseridos no contexto. Causam poluição luminosa (PL), pois a luz emitida difunde para as regiões superiores e laterais (RIBEIRO et al., 2012).

Estudos mostraram que entre 1995 e 2008 houve um aumento considerável na quantidade de lâmpadas de vapor de sódio em alta pressão (VSAP), devido à alta eficácia luminosa e maior vida útil (RODRIGUES et. al., 2010; RIBEIRO et al., 2012). Porém, acredita-se que o Projeto Reluz a partir de 2002, pode ter sido um grande incentivador para a significativa substituição das lâmpadas de mercúrio para vapor de sódio como mostrado na tabela 5:

Tabela 5: Lâmpadas utilizadas na iluminação pública no Brasil 1995-2008.

Tipo de Lâmpada	Percentual %	
	1995 [2]	2008 [3]
Vapor de Sódio	7,3	62,93
Vapor de Mercúrio	80,7	31,84
Mista	7,0	2,22
Incandescente	3,8	1,42
Fluorescente	1,2	0,81
Multi-Vapor Metálico	-	- 0,73
Outras	0,0	0,03
Total de Unidades Instaladas	8.782.000	14.769.309

Fonte: Rodrigues et. al. (2010); Ribeiro et al. (2012).

No período de estudo (1995-2008) a tabela 5 mostrou que na iluminação pública já eram utilizadas, preferencialmente, as lâmpadas de descarga de alta intensidade. Conforme percebido na tabela acima a lâmpada de vapor de sódio de alta pressão era, até então, a mais utilizada. As lâmpadas sódio de alta pressão têm amplitudes mais baixas de emissão de luz azul, enquanto os iodetos metálicos e vapor de mercúrio possuem amplitudes mais elevadas de luz azul mesmo sendo menos eficientes. As lâmpadas de sódio de baixa pressão são as mais eficientes do grupo das habitualmente utilizados, possuem um único comprimento de onda de luz amarela se tornando menos prejudicial à diminuição de melatonina humano e considerada a preferida pelos astrônomos por não dificultarem as imagens celestes como será mostrado adiante. Entretanto as LPS possuem o índice de reprodução de cor (IRC) baixo, procedendo em objetos vermelhos que se mostram em preto (PAULEY, 2004).

Há mais de uma década, pesquisas feitas com experiência em humanos indicaram a preocupação com a saúde humana em relação às lâmpadas em que, a luz azul como as lâmpadas de descarga de alta intensidade e fluorescente, suprimem a produção de melatonina mais que as outras cores, podendo ser um risco para a saúde (BRAINARD, 2002 apud PAULEY, 2004).

Entretanto, diante as tecnologias existentes, o LED surgiu como nova proposta para iluminação pública pelas suas características que atendem muito bem a essa nova demanda (RODRIGUES et. al., 2010; RIBEIRO et al., 2012). Alguns exemplos a seguir mostram alguns benefícios dos LEDs na iluminação pública em comparação com as lâmpadas mais utilizadas no Brasil, as de vapor de sódio:

A figura 10 ilustra que a substituição das lâmpadas de vapor de sódio por LED torna o espaço mais claro e agradável, proporciona cores mais nítidas e melhor visibilidade para os motoristas e pedestres.

Figura 10: Comparativo antes e depois do uso do LED na iluminação pública (6th Street Bridge Over the Los Angeles River).



Fonte: Bureau of Street Lighting- City of Los Angeles (2012).

A luz emitida pelo LED suaviza e minimiza as sombras, aumenta a sensação de segurança e harmoniza a circulação das pessoas que transitam pelo local como mostram as figuras 11 e 12.

Figura 11: Comparativo antes e depois do uso do LED na iluminação pública (Rua do Arouche, no centro da cidade de São Paulo).



Fonte: Agenda Sustentável (2011).

Diferente das lâmpadas habituais da iluminação pública, o LED não causa poluição luminosa (PL):

A poluição luminosa (PL) é o efeito produzido pela luz exterior mal direcionada, que é dirigida para cima, ou para os lados, em vez de iluminar somente as áreas pretendidas, e invade locais próximos aos pontos de iluminação, acarretando em desconforto pela privação da escuridão absoluta (RIBEIRO et al., 2012, p.121).

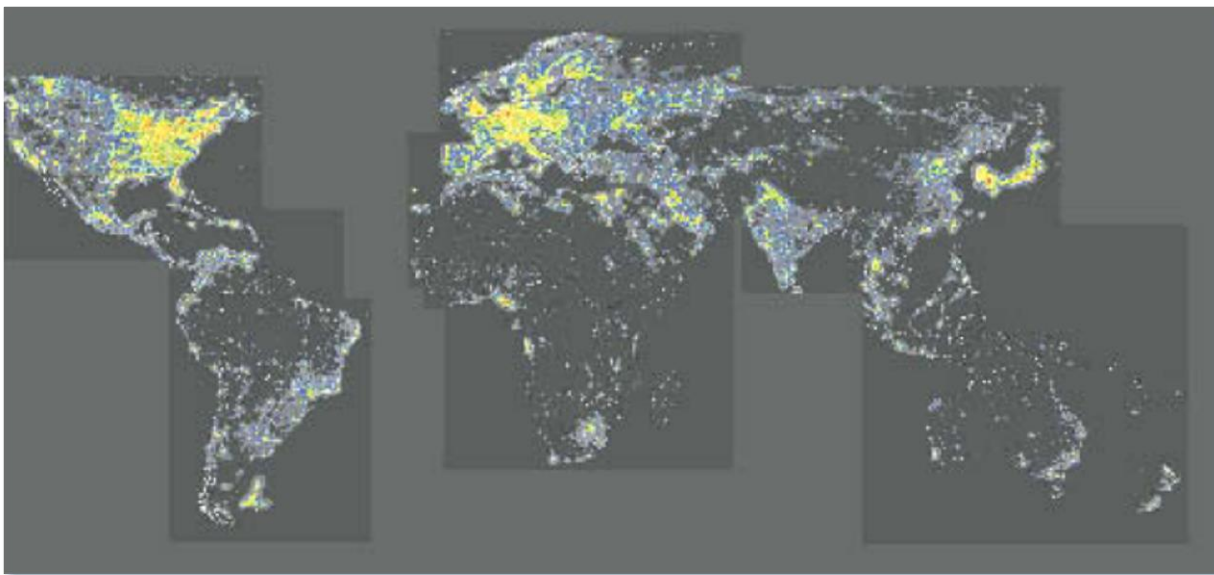
Figura 12:Comparativo antes e depois do uso do LED na iluminação pública (Ocean Front Walk – Venice).



Fonte: Bureau of Street Lighting- City of Los Angeles (2012).

A iluminação total do mundo cresceu mais da metade e prevê que o brilho do céu causado pela poluição luminosa, é devido à densidade populacional, expansão da infraestrutura construída e economia. O problema foi e ainda é percebido em nível mundial, e afeta quase todos os países, sendo mais grave nos Estados Unidos, Europa e Japão (Figura 13). Partindo do princípio que regiões com maior população produzem maiores níveis de poluição luminosa, entretanto nem sempre a emissão de luz direcionada para cima é proporcional com o número de habitantes, onde se diferem pelo desenvolvimento local e práticas de iluminação (CINZANO, FALCHI; ELVIDGE, 2001; ELVIDGE et al., 2010).

Figura 13:Brilho no céu noturno no Mundo



Fonte: Cinzano, Falchi; Elvidge (2001, p.690).

Apesar de representarem maiores índices de iluminação e poluição luminosa, o problema está controlado em países desenvolvidos como EUA, Japão e alguns países da Europa devido à melhoria na eficiência do setor. Os EUA, por exemplo, embora a infraestrutura venha crescendo consideravelmente no decorrer de duas últimas décadas não tem apresentando resultados crescentes ao aumento da emissão e desperdício de luz devido aos avanços tecnológicos na eficiência da iluminação que conseguiram equilibrar os fatores (ELVIDGE et al., 2010).

Gargaglioni (2009) e Laboratório (2012) citam três tipos de poluição luminosa: brilho no céu, ofuscamento e luz intrusa. O brilho no céu é consequência do mau planejamento dos sistemas de iluminação, em que, o brilho alaranjado é causado pelas lâmpadas de vapor de sódio e as brancas são na sua maioria de lâmpadas de vapor de mercúrio, que são direcionadas para cima, e não são aproveitadas devidamente sendo desperdiçadas podendo ser vistos a diversos quilômetros de distância, um pouco acima da linha do horizonte e de cima da cidade. Além das luminárias públicas a ineficiência dos projetos de estádios, outdoors, monumentos entre outros também contribuem com o fator. No entanto, Chepesiuk (2009) acrescenta um terceiro item, o excesso de iluminação, sendo o uso exagerado de luz artificial para iluminar uma atividade específica, principalmente quando em desuso como manter as luzes acesas de edifícios de escritórios a noite, mesmo vazio.

A poluição luminosa pode ser um fator de risco para o câncer em pessoas expostas com frequência à luz no período noturno, o que causa redução à produção do hormônio melatonina que é responsável por uma série de atividades biológica e exclusivamente sintetizada no escuro. Estudos indicam que a redução da produção e secreção do hormônio pela glândula pineal, está relacionada com o aumento do risco de câncer de mama (GARGAGLIONI, 2009; CHEPESIUK, 2009; LABORATÓRIO, 2012).

O ofuscamento corresponde à luz que incide direta nos olhos e que proporciona desconforto e redução momentânea da visão, causados por mudanças bruscas entre o claro e o escuro ou vice-versa, causando riscos aos motoristas, e pedestres. A luz intrusa é a luz que se dispersa de forma desnecessária proveniente das luminárias públicas, lojas, posto de gasolina entre outros com excesso de iluminação que invadem o interior das edificações através de janelas e portas causando claridade e desconforto aos habitantes que ficam contidos de beneficiar-se da escuridão absoluta. A luz que invade as residências prejudica a qualidade do sono e pode ocasionar dor de cabeça, stress entre outros sintomas (GARGAGLIONI, 2009; LABORATÓRIO, 2012).

O uso errôneo e mal projetado dos sistemas de iluminação que causam poluição luminosa pode ser evitado com projetos eficientes, planejamento e utilização correta de componentes como as lâmpadas e luminárias (figuras 13 e 14). As luminárias antigas dificilmente possuem alguma blindagem que impeça que a luz espalhe para o céu. Países desenvolvidos usam os sistemas corretos, o chamado sistema "*fullcutoff*", ou seja, que possui blindagem total e direciona a luz para baixo, impedindo que a luz escape (MCCOLGAN, 2003, ELVIDGE et al., 2014).

Os tipos de luminárias influenciam na proteção contra a dispersão de luz (figura 14) onde se percebe que algumas luminárias e refletores distribuem a luz para cima e contribui para o brilho no céu (figura 15(1) e 16 B e C).

Figura 14:Tipos de luminárias externas.



Fonte: Laboratório (2012).

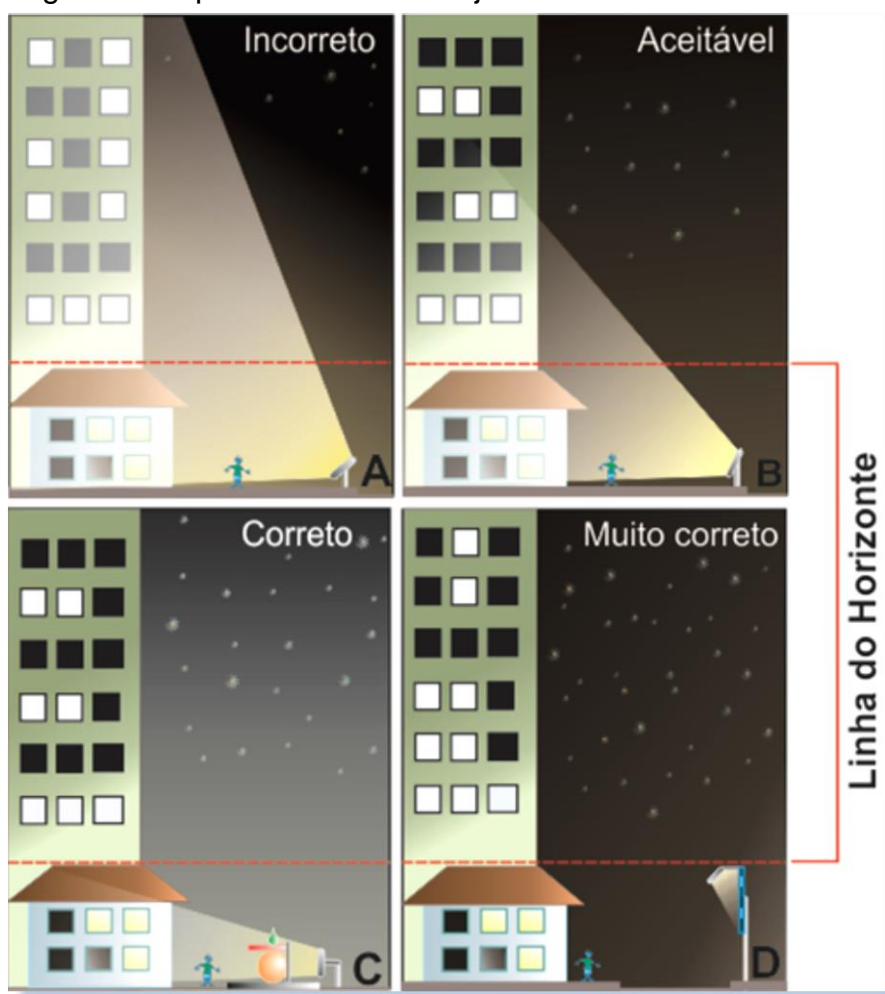
Outros modelos como os holofotes e projetores podem iluminar um espaço com brilho excessivo, causando desperdício da luz que é jogada desnecessariamente para cima (figura 14A). Conforme ilustrado, as figuras 15 e 16 mostram que quanto maior a quantidade de luz refletida no céu, menor é a visibilidade que se tem das estrelas.

Os exemplos manifestam como deve ser uma boa iluminação, de forma protegida, necessária e abaixo da linha do horizonte, ou seja, a luz não deve ultrapassar esse limite (figura 15 C e D, 16 B e D), conforme as recomendações do *Dark-Sky International Association (IDA)* (CHEPESIUK, 2009).

A iluminação correta para ambientes externos devem evitar a poluição luminosa, as luminárias devem possuir orientação correta e ter refratores planos junto às lâmpadas (figura 15 B e C) evitando que a luz se direcione para o céu como a luminária mostrada na figura 13 (4), altamente poluente (LNA, 2012).

Como pode ser percebido na figura 15 C, a luz deve ser direcionada apenas ao objeto a ser iluminado, como é o caso de monumentos por exemplo. Assim como o modelo do *outdoor* na figura 15 D que cumpre sua função e mantém a luz para baixo.

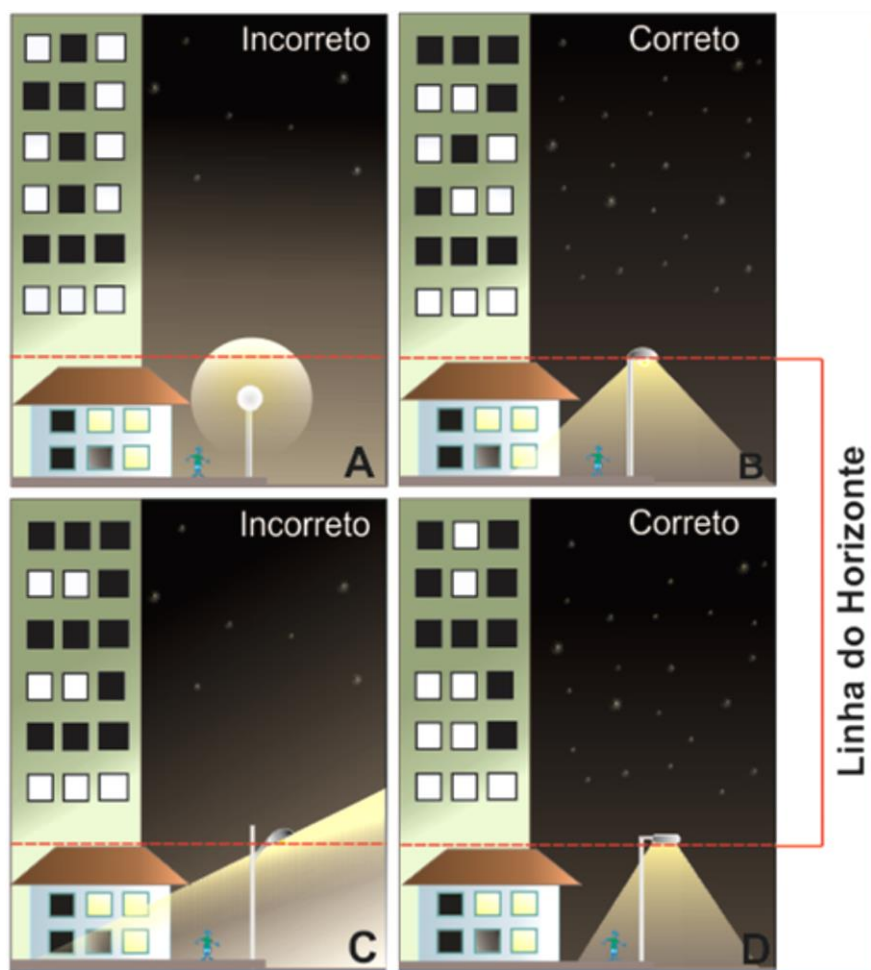
Figura 15: Tipos corretos de Projetores externos.



Fonte: Ilustrado pela autora (Canadian Space Agency (Csa), 2007 apud Gargaglioni; 2009; Chepesiuk, 2009, Laboratório, 2012).

A luz que ultrapassa a linha do horizonte se dissipa das luminárias sem proteção ou ângulo correto, invadem as casas, causando desconforto ao morador, problemas ao meio ambiente entre outros (figuras 15A, B e 16 A, C).

Figura 16: Tipos corretos de Luminárias externas.



Fonte: Ilustrado pela autora (Canadian Space Agency (Csa), 2007 apud Gargaglioni; 2009; Chepesiuk, 2009, Laboratório, 2012).

A figura 17 mostra o céu da cidade de Goodwood, Ontário em 2003, durante e após um blecaute. Nota-se que com a ausência da luz artificial, torna-se possível a visualização de várias estrelas figura 17(1), na figura 17(2), após o blecaute, a poluição luminosa causada pela iluminação artificial, diminui drasticamente a visualização da via láctea (CHEPESIUK, 2009).

Para resolver esta questão, não basta apenas fazer uso correto de luminárias, as lâmpadas devem ser adequadas ao uso que se destina, sendo os LEDs apontados como melhor alternativa para a iluminação externa por serem luzes direcionadas. Tendo em vista que cerca de 30% dos gastos do governo, são para iluminar o céu, causando desperdício de energia e recursos (LABORATÓRIO, 2012).

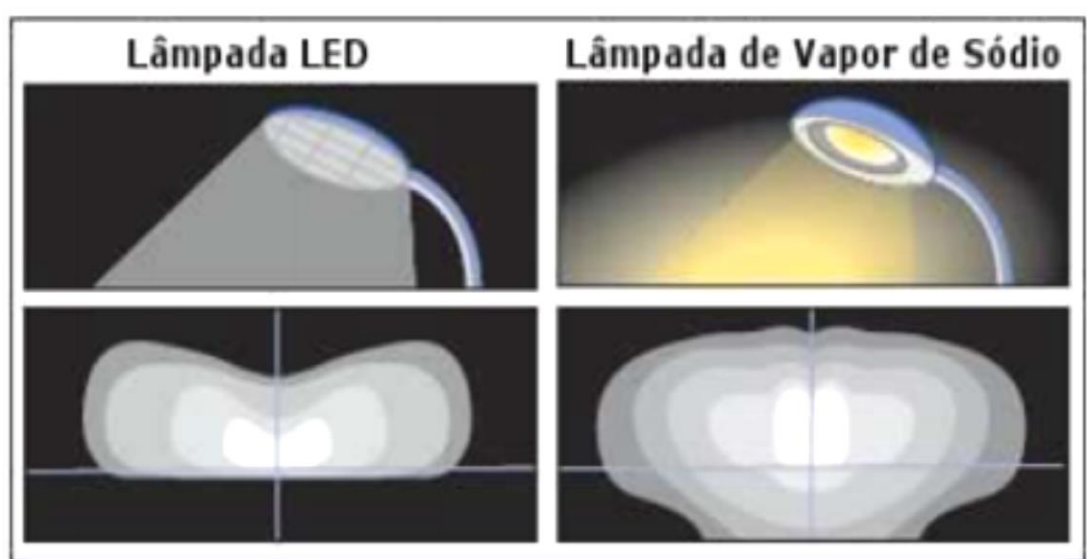
Figura 17: Poluição Luminosa.



Fonte: Chepesiuk (2009, p.A22).

O LED contribui no combate a poluição luminosa emite luz direcional, não espalhando a luz como a lâmpada de vapor de mercúrio que emitem claridade para cima e para os lados refletindo nas poeiras em suspensão no ar, aumentando o brilho do céu como ilustra a figura 18 (RIBEIRO et al., 2012).

Figura 18: Espalhamento de luz entre LED e lâmpada vapor de sódio



Fonte: Whitaker (2006 apud RIBEIRO et al., 2012, p.118).

As alterações causadas ao meio ambiente, devido à intervenção de luz artificial no período noturno, têm atingido além do homem, os animais e vegetais. Além disso, a poluição luminosa contribui para que haja uma perda na visão e percepção do céu, podendo também causar impactos no futuro da sociedade sendo que céu noturno tem forte influência no pensamento e no contexto da humanidade do ponto de vista cultural, filosófico, artístico, religioso e científico. A poluição luminosa tem despertado o interesse e preocupação não apenas da astronomia, ampliando-se para Física Atmosférica, Ciências Ambientais, Ciências Naturais e Ciências Humanas (CINZANO, FALCHI; ELVIDGE, 2001).

Os impactos ambientais ocasionados pela poluição luminosa podem causar mudanças no ecossistema e um desequilíbrio ambiental. A iluminação inadequada nas praias causa desorientação nos filhotes de tartarugas marinhas fazendo com que saiam dos ninhos nas praias e vão em direção as luzes, pois naturalmente movem-se em sentido contrário do escuro em direção ao oceano (GARGAGLIONI, 2009; LABORATÓRIO, 2012).

Com a presença de luzes artificiais algumas aves e répteis, habitualmente diurnos caçam a noite, esse comportamento pode gerar desequilíbrio entre as presas e predadores. Pássaros são atraídos pela luz dos prédios, monumentos entre outras construções iluminadas, pois ao voar sem descanso em torno da luz ocasiona a morte pelo cansaço ou impacto (GARGAGLIONI, 2009). Apenas em Nova York, em torno de 10.000 aves migratórias são feridas ou mortas por colidirem com arranha-céus, torre de transmissão e construções elevadas. Em toda América do Norte já foram registrados uma variação anual entre cem milhões a um bilhão de pássaros mortos (CHEPESIUK, 2009).

O excesso de luz artificial promove que os sapos reduzam a capacidade reprodutiva, os morcegos alterem o comportamento alimentar (CHEPESIUK, 2009), atrapalha a reprodução dos vagalumes, altera o ciclo natural modificando o período de floração de plantas entre outras desordens no habitat natural (LABORATÓRIO, 2012).

Os impactos científicos devem ser citados, tendo em vista que a astronomia também está sendo vítima da poluição luminosa causada pela iluminação noturna das cidades. A luz direcionada para o espaço causa um fundo luminoso ocasionado devido à reflexão nas gotículas formadas pela umidade e partículas de pó atmosféricas, o que dificulta a visualização da luz natural do céu e das estrelas

(LABORATÓRIO, 2012). A poluição luminosa também tem prejudicado os astrofísicos e a visualização do céu a olho nu, e estima-se que em torno de 1/5 da população mundial, mais de 2/3 da população dos EUA e mais da metade da população da União Europeia já não enxergam a Via Láctea sem equipamentos (GARGAGLIONI, 2009).

O céu noturno está seriamente ameaçado, além do que possam acreditar (CINZANO, FALCHI; ELVIDGE, 2001). Essa preocupação contribuiu para que através da 27^a Assembleia Geral da União Astronômica Internacional, lançasse na cidade do Rio de Janeiro em agosto de 2009 uma resolução "em defesa do céu noturno e pelo direito à luz das estrelas" onde pede que o céu seja preservado e tratado como patrimônio natural. A conscientização é cada vez maior no quesito da poluição luminosa, e diversos países já adotaram medidas para minimizar os problemas causados pela poluição. Os Estados Unidos foi o primeiro país a criar uma legislação visando combater os impactos da poluição luminosa, mas a Itália, Espanha e Chile também possuem leis que batalham contra este fator. No Brasil a legislação ainda é fato desconhecido e com pouca abrangência, sendo que países que adotaram as normas no combate ao excesso de luz obtiveram resultados positivos no aspecto econômico, ambiental e científico (GARGAGLIONI, 2009).

No cenário brasileiro, apenas 6% das lâmpadas descartadas passam por algum processo de reciclagem; 95% dos usuários são do comércio, indústria ou serviços e apenas 5% são residenciais, sendo que 77% dos usuários descartam lâmpadas queimadas em lixos comuns e 10% dos municípios descartam o lixo residencial em aterros sanitários, industriais ou lixões (MOURÃO et al., 2012).

No Brasil o Plano Plurianual (PPA) contém o Programa Temático Resíduos Sólidos, com base na Lei 12.305/2010 e do Decreto 7.404/2010, que busca o aumento dos índices da reciclagem de resíduos sólidos no Brasil, fomentar o desenvolvimento institucional, regional, estadual, municipal e intermunicipal com a gestão integrada de resíduos, fortalecendo a gestão local para atingir os objetivos (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2012).

Estima-se que as lâmpadas fluorescentes representam 70% da iluminação artificial em todo o mundo (AKATU, 2006 apud PINTO et al. 2008). Estudos mostram que em 2005 havia cerca de 909 milhões de lâmpadas com mercúrio no Brasil, em 2010 foram vendidas em torno de 40% das lâmpadas com mercúrio para residências e 60% a não residências (GRANT THORNTON, 2011). Brandão;

Gomes e Afonso (2011, p.20) apontam que “Cerca de 100 milhões de lâmpadas de mercúrio foram descartadas em 2008, com uma carga poluidora estimada de 1.200 kg de Hg (média de 12 mg/lâmpada).”

Quando se trata de resíduos, a Política Nacional de Resíduos Sólidos, através da Lei 12.305/2010, busca dividir as responsabilidades entre toda a sociedade, fabricantes, consumidores, importadores, distribuidores, comerciantes, titulares de serviços públicos em geral e manejo de detritos. Instituiu a obrigatoriedade a logística reversa para as lâmpadas fluorescentes, por ser um produto com componentes perigosos. A Lei caracteriza resíduos e rejeitos, os resíduos sólidos são todo material, substância, objeto ou bem descartado das atividades sociedade como agrotóxicos, as pilhas e baterias, os pneus, embalagens, lâmpadas fluorescentes entre outros. Rejeito é o resíduo sólido que, depois de tratados e recuperados por processos tecnológicos disponíveis, não há possibilidade e de disposição final adequada como componentes eletrônicos e o mercúrio que devem ser tratados e reciclados. O Código motivou que apenas os rejeitos podem ser descartados em aterros sanitários, no caso das lâmpadas fluorescentes, em torno de 6% de seus subprodutos são rejeitos e podem ser destinados em aterros (SILVA, 2013).

A separação e destinação dos resíduos e rejeitos para a reciclagem é necessária devido à possibilidade de reintegrar matérias primas à produção de novos produtos ou dar nova função a eles, possibilitando assim a redução do lixo e a contaminação causada quando feita de forma inadequada. Considera-se um efeito positivo analisando sistematicamente de forma ecológica, visualizado como um bumerangue através da logística reversa, que vai e volta adequando e circulando esses materiais evitando a necessidade de novas degradações pela retirada de matéria-prima e conseqüentemente contribuindo para a escassez das fontes.

A logística reversa é “[...] um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a reconstituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos ou outra destinação final ambientalmente adequada” (MINISTÉRIO, 2012, p.21). Tendo em vista os sérios problemas causados pelo descarte inadequado de lâmpadas, se faz necessária à implantação da logística reversa neste setor para

reduzir estes problemas, reinserindo na cadeia produtiva os componentes das lâmpadas com outra destinação que não seja a poluição ambiental.

Questões econômicas são contrárias a logística reversa devido ao custo da coleta e reciclagem que representa quase 100% do custo de produção de uma nova. Até o ano 1993 não havia alternativas para os resíduos das lâmpadas e então eram depositados junto com outros resíduos, a partir daí surgiram no mercado diversas empresas especializadas na reciclagem de lâmpadas como a Apliquim, Brasil Recycle e Naturalis Brasil, consideradas as mais importantes do país (GRANT THORNTON, 2011).

No cenário nacional a logística reversa das lâmpadas é pouco desenvolvida, porém está inserida nos Objetivos e Iniciativas do Programa Temático Resíduos Sólidos, e até 2015 será priorizada. No grupo das lâmpadas, apenas as fluorescentes, vapor de sódio e mistas estão inseridas no qual os LEDs não fazem parte (MOURÃO e SEO, 2012; MINISTÉRIO, 2012). Os LEDs também não fazem parte da diretiva 2002/96/EC sobre resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos (REEE), a diretiva tornou-se Lei na Europa em Fevereiro de 2003 com base jurídica para os responsáveis pela coleta e reciclagem dos produtos, incluindo diferentes tipos de lâmpadas de baixo consumo de energia. Porém deveria ser incluído nesta normatização devido ao uso de alguns componentes como o chumbo entre outros (GRANT THORNTON, 2011).

Com o uso do LED, municípios poderão obter uma redução do volume de lâmpadas que entulham os aterros e lixões e contaminam o meio ambiente. Tendo em vista que a tecnologia possui maior vida útil, em torno de 50.000 horas em relação às lâmpadas de vapor de sódio com 25.000 horas, o que reduz a troca e gastos com manutenção (SILVEIRA et al., 2010).

O aumento por essa demanda aumentará a produção e utilizará de recursos que são de possível e fácil reciclagem. Contudo, mesmo inserindo os LEDs nessas políticas, geram algumas dúvidas quanto ao real funcionamento e logística do produto no mercado nacional deste setor devido aos baixos índices atuais de reciclagem de lâmpadas.

No entanto, leis pretendem incentivar essa ação, e acredita-se que se essas leis e incentivos não vierem a público em forma de educação e informação, será difícil avançar para melhorar os índices atuais e reverter este cenário de impactos,

devendo assim o LED ser incluído no processo de reciclagem, contribuindo dessa forma com seu ciclo sustentável.

Entendendo a situação real da iluminação e os problemas causados por ela, o deputado Major Fábio (Pros-PB) apresentou na Câmara dos Deputados o Projeto de Lei 6493/13, onde será obrigatória a utilização dos LEDs na iluminação de prédios públicos federais. Outro ponto é o incentivo para concessão de descontos pelas distribuidoras de energia elétrica aos usuários que aderirem o LED como opção de iluminação (AGÊNCIA BRASÍLIA, 2014). Porém até o presente estudo não há resultado de aprovação do projeto, entretanto acredita-se que milhares de pessoas estão na torcida pela implantação dessa nova lei que irá contribuir não apenas com a economia para o governo como também em benefícios para a sociedade e meio ambiente. De acordo com a Agência Câmara Notícias (2014) “A proposta tramita em caráter conclusivo e será analisada pelas comissões de Trabalho, de Administração e Serviço Público; de Finanças e Tributação; e de Constituição e Justiça e de Cidadania.” Espera-se que resultados positivos sejam apresentados em estudos futuros com a lei em vigor.

No entanto, vale ressaltar alguns projetos concluídos ou em andamento nas cidades brasileiras. A capital de São Paulo foi a que mais apresentou resultados na busca pelo LED na iluminação pública do Brasil.

A AES Eletropaulo é uma empresa que atua na região metropolitana de São Paulo, sendo a maior distribuidora de energia da América Latina, atende 6,6 milhões de unidades consumidoras e por volta de dezessete milhões de clientes distribuídos em 24 municípios em uma área total de 4.526 km. O Estado de São Paulo está avançando no uso consciente do LED, em janeiro de 2014, AES Eletropaulo, responsável por iluminar o estádio Rochdale, entregou o projeto Futebol Iluminado onde foi feito um investimento de quinhentos e vinte e três mil (AES ELETROPAULO, 2014). Outras iniciativas já foram tomadas pela cidade anteriormente e já foram concluídas como a ponte estaiada Octavio Frias de Oliveira (BALAZINA, 2010), Túnel Ayrton Senna (o primeiro túnel a receber LED na cidade) (BRASIL, 2010), entre outros projetos incluindo ruas e monumentos.

Entretanto, a cidade de São Paulo não para por aí, possui um projeto muito ambicioso que se bem sucedido contribuirá com a visibilidade do Brasil e do município no quesito da iluminação sustentável e eficiente. Em 2013 a Prefeitura de São Paulo anunciou uma chamada pública para que junto com a iniciativa privada

seja feita a reforma da iluminação da cidade, substituindo as lâmpadas de vapor de sódio por LED. A iniciativa dá oportunidade para que empresas apresentem um modelo de Parcerias Público-Privadas (PPPs) que podem ser aderidos através de licitação. O atual Prefeito Fernando Haddad se posicionou bem otimista com a proposta: "Conseguiremos mudar toda a iluminação pública da cidade por LED, sem ter que gastar um centavo com isso, porque a economia que teremos com manutenção e no consumo de energia pagará todo o empreendimento." Apenas o município de São Paulo possui mais de quinhentos mil pontos de iluminação, se o projeto for bem sucedido a cidade terá um ganho não apenas financeiro como na qualidade dos serviços prestados pela iluminação pública (BRASIL, 2013).

A Prefeitura do município autorizou trinta e quatro empresas, interessadas em desenvolver "[...] estudos técnicos e modelagem de projetos de Parceria Público-Privada (PPP) para Modernização, Otimização, Expansão, Operação e Manutenção da Infraestrutura da Rede de Iluminação Pública do Município de São Paulo." Foi solicitado através do Chamamento Público 01/2013, de 9 de outubro, o projeto de engenharia, modelagem operacional, viabilidade do projeto, avaliação de impacto e risco e análise da fundamentação legal aos interessados no projeto (PPP BRASIL, 2013).

A obra está estimada em um bilhão e meio de reais, prevista para começar em 2015 com término em 2020, até o final do ano deve ser anunciada a empresa que irá executar o projeto. A companhia que será responsável pelas obras, ficará por vinte anos com a verba da Contribuição para Custeio do Serviço de Iluminação Pública (Cosip), estima-se a prefeitura arrecadará cerca de duzentos e setenta milhões de reais em 2014 com as taxas que são embutidas nas contas de luz (quatro reais para residências e treze para imóveis comerciais). Além dos benefícios ambientais e econômicos, a empresa apresentará projetos que poderá resolver as falhas de manutenção, que hoje dependem da colaboração dos usuários para pedir a troca, com o novo sistema, (uma das exigências do governo) deverá ser possível emitir automaticamente alertas para um centro de gerenciamento inteligente, mostrando a necessidade e local da troca. Conforme Wilson Martins Poit, secretário especial de Turismo e presidente da SP Negócios (empresa pública que está coordenando a iniciativa em conjunto com a Secretaria Municipal de Serviços e o Departamento de Iluminação Pública), a troca pelos LEDs pode representar

uma economia em torno de sessenta e cinco milhões de reais por ano (GOUVEIA, 2014; VALOR ECONÔMICO, 2013).

O projeto na casa do bilhão de reais devido à complexidade e relevância irá servir de guia e exemplo para outros municípios do país, tendo em vista que São Paulo visa a Iluminação pública das cidades inteligentes (TUROLLA, ALLAIN e ANKER, 2014). Sendo assim, confia-se na conclusão do projeto para resultados e estudos futuros.

Cidades brasileiras, gradualmente tem mostrado seu interesse pela iluminação inteligente, como é o caso da prefeitura de Joinville, Santa Catarina que em 2014 lançou o edital de licitação para contratação de empresa para executar as obras da iluminação pública no município, com um teto estimado de sessenta e quatro milhões de reais. O secretário de Infraestrutura Urbana, Romualdo França pontua: “Queremos avançar em direção a sistemas inteligentes, de forma gradativa” (BRASIL, 2014).

A cidade de Manaus inseriu recentemente pequenas contribuições, trocando as lâmpadas de algumas ruas por LED (CASTRO, 2013) o que já representa um avanço para o município. Não importa o tamanho do projeto, e o quão ousado é, o importante é a visão sustentável do município, mesmo de forma lenta e gradativa, pois quando a proposta se inicia conseqüentemente o avanço é projetado para a região. Sendo que eficiência energética e sustentabilidade são características imprescindíveis nas cidades modernas.

A cidade é percebida também pela estética o que envolve sua cultura e os demais indicativos do desenvolvimento local. A iluminação nos espaços urbanos e monumentos valorizam o contexto da cidade causando orgulho nos cidadãos e admiração dos visitantes. Para uma reflexão sobre a evolução da iluminação pública:

Pode-se observar três épocas bastante distintas no que se refere ao pensamento da iluminação pública: até a invenção da energia elétrica, a iluminação pública tinha o sentido de transmitir exclusivamente segurança; do fim do século XIX até os anos 80 do século XX, a iluminação pública tinha sentido funcional e foi basicamente pensada para o trânsito veicular. No final do último século passou a ser encarada como fator de valorização da paisagem urbana, tornando-se um componente importante do movimento de marketing das cidades, como criadora de identidade do espaço urbano (SANTOS, 2005, p.32 apud JUNQUEIRA, 2014).

Diante disso, Junqueira (2014) compreende que mudanças no contexto da iluminação pública do século XX devem ser reconhecidas, de modo que as intervenções urbanas sejam acompanhadas da história e estilo de vida da população. Foi a partir daí que a iluminação arquitetônica começou a ser vista como um design sistematizado e fundamental no repertório da arquitetura da cidade. Sob o aspecto perceptivo, a luz é expressional, capaz de modificar cenas e paisagens e despertar sensações aos usuários. O projeto luminotécnico tem características técnicas e uso de normas, entretanto incluir um *lighting designer* (designer de iluminação) nos projetos urbanos seria um grande diferencial no planejamento da arquitetura da cidade, pois além de dominar as formalidades exigidas, contribui com conhecimento de estética, cultura e percepção visual, incorporando o sentimento e a emoção aos projetos.

Mesmo habilitados e competentes para desenvolverem um projeto de iluminação como arquitetos e engenheiros, o diferencial sob a interpretação da luz por parte do designer o habilita a criar ambientes adequados à cena urbana da cidade, são capazes de esconder ou destacar elementos, mudar a aparência, causar impactos e promover um olhar direcional aos elementos antes escondidos, tendo em vista que a luz revela e define a arquitetura e a cultura local. O designer utiliza da cognição, transcende a experiência do usuário, relacionando a experiência e vivência com as informações captadas pela visão e muitas vezes estão relacionadas aos sentidos humanos: tato, paladar, olfato e audição (JUNQUEIRA, 2014).

De acordo com Junqueira (2014) as pessoas transitam por diversos espaços durante todo o dia, mas no cenário noturno preferem os locais que possibilitam a interação com o ambiente de forma segura, confortável e atrativa. Entretanto diversos fatores contribuem com harmonização da paisagem como um todo e devem ser trabalhados em conjunto, visando o sucesso do resultado final na iluminação do monumento. A arte promove interlocução com o cidadão, através da memória, identidade, vivências cotidianas em seu formato cultural como um todo, mesmo que o indivíduo seja leigo em arte.

O monumento, por exemplo, é uma arte inserida no patrimônio cultural de uma cidade. Entende-se que o Patrimônio Cultural é um registro do comum de bens materiais e imateriais, é memória, expressão cultural, rotina, religião, gastronomia, música, costumes, identidade, paisagem, arquitetura entre outros

(CERQUEIRA, 2005). Conforme Machado (2004, apud CERQUEIRA, 2005, p.95) “[...] um bem cultural é todo aquele vestígio da ação humana que possui uma significação cultural.”.

Acredita-se que a arte é um bem cultural que faz parte da história da cidade e de seus habitantes, enfeita, interage com as pessoas, desperta curiosidade e incentiva a educação patrimonial e o turismo. Contudo, os valores culturais foram perdidos entre os jovens, que muitas vezes não conhecem sua própria história, esses valores são imprescindíveis na formação da sociedade local. Para que não se perca todo um contexto e o princípio regional de forma gradativa e a importância dessa cultura, Cerqueira (2005, p.99) completa que:

Nas duas últimas décadas do século XX, a educação patrimonial cresceu como uma importante dimensão da formação dos cidadãos na democracia moderna, uma vez que estimula o fortalecimento da consciência do caráter público do patrimônio e a identificação e manutenção dos laços de memória com significantes coletivos portadores das memórias sociais dos diferentes grupos que compõem a sociedade.

Essa preocupação foi se formalizando ao longo do século XX, foram criadas políticas de preservação ambiental e do patrimônio cultural, no Brasil o IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis), Ministério do Meio Ambiente, IPHAN (Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional) e Ministério da Cultura, são órgãos que foram criados com a finalidade de administrar políticas preservacionistas (CERQUEIRA, 2005).

As inquietações com a preservação ambiental e do patrimônio cultural já são realidade desde o século passado, órgãos específicos foram criados, leis, incentivos, e pesquisas foram desenvolvidas, porém se nota que a história tem se perdido em muitas regiões ou está escondida por outras prioridades locais. Acredita-se que é necessário contemplar o patrimônio cultural conservando a essência da região de forma que a cidade illustre a cena da narrativa que descreve a história o município.

O *city beautification* ou o embelezamento de cidade é uma grande tendência deste século tendo em vista a e a sustentabilidade e a modernidade conforme expressados nas linhas e contornos que se projetam nos carros, edifícios e diversos produtos contemporâneos. A proposta visa à valorização urbana, e identidade visual adequada entre a cidade e as pessoas, agregando estética,

funcionalidade, criatividade, criando ambientes saudáveis e sustentáveis dentro de todos os aspectos da vida humana. Os seres humanos no geral são amantes da estética e essa interação é fundamental para haja comunicação entre a cidade e as pessoas, através da arquitetura, iluminação noturna, paisagem entre outros. A criação de espaços urbanos que proporcione ambientes favoráveis faz com que os moradores sintam admiração pelas cidades, e resultam no melhor relacionamento entre as pessoas, no desenvolvimento de suas atividades e outras, sendo que o olhar da cidade influencia no nível de humor. E esta seria uma solução para a redução de moradores com problemas psicológicos, nervosismo entre outros que envolvem o contexto (KAMALI e TAHMOURI, 2013).

Diante disso, acredita-se que iluminar não consiste apenas em técnicas, normas, práticas, tecnologia e inovações, mas o resultado deve estar ligado ao caráter visual, harmonioso, que desperta curiosidade e valoriza a história. O que pôde ser percebido e vivenciado, durante o estudo feito na cidade de Buenos Aires, Argentina que transformou os espaços públicos e grandes monumentos para serem admirados até mesmo durante a noite. Os encantos da cidade se diferem proporcionando belezas e sensações em diferentes aspectos e experiências se transformam em dois cenários distintos que ilustram a história em horários diferentes. As imagens 19 e 20 ilustram a arte vista no período diurno e noturno:

Figura 19: Palacio de Justicia de la Nación - Buenos Aires, Argentina.



Fonte: Arquivo pessoal (2013).

O ambiente oferece estética de caráter particular, sensação de segurança e diversas pessoas circulam em ambos os locais no período noturno, tanto morador como turista, o lugar encoraja e motiva as pessoas a andarem a pé, tirar fotos e a admirarem o local. Durante a visita diurna aos dois locais, percebe-se que no *Palacio de Justicia de la Nación* (figura 19) é um ambiente de trabalho, pouco frequentado por turistas que tiram fotos e rapidamente deixam o local e usufruem do espaço da praça bastante movimentada em frente ao órgão. O cenário noturno se inverte, onde se notou o despertar das pessoas nos detalhes, composição e maior interesse e dedicação pelo patrimônio cultural, percebidos também na maior motivação para os registros das imagens neste período. No Teatro *Colón* (figura 20), por ser um monumento de grande destaque na cidade e ponto turístico, pessoas circulam durante todo dia e noite e permanecem por mais tempo, entretanto notou-se que o local é admirado e muito fotografado pela sua beleza e por sua característica de lazer, porém as sensações e a forma de interação com o ambiente noturno se diferencia devido à proposta de lazer oferecido pelo contexto ao redor.

Figura 20: Teatro Colón- Buenos Aires, Argentina.



Fonte: Arquivo pessoal (2013).

Além da busca pela valorização estética e cultural da capital, em Buenos Aires, desde dezembro de 2013, período em que houve a emergência declarada pelo governo da cidade para reduzir o consumo sobre o sistema nacional de

energia, foi implementado um plano de eficiência energética de iluminação através da substituição das lâmpadas dos espaços públicos e sistema de gerenciamento remoto. A cidade possui cento e vinte e seis mil pontos de iluminação, e até o final de 2015 pretende substituir noventa e um mil lâmpadas em sua maioria vapor de sódio de alta pressão por LED. Entre julho de 2013 e fevereiro 2014 foram substituídas quinze mil lâmpadas, e gerou uma economia em torno de 40% do consumo representados por uma redução de 2,73 Gigawatt-hora (GWh). O sistema de gerenciamento remoto pode gerar uma redução de energia de até 70%, pois funciona através de um painel central que permite controlar todas as luminárias que utilizam LEDs, regular a intensidade da luz, detectar as lâmpadas queimadas, falhas técnicas entre outros (BUENOS AIRES, 2014).

Percebe-se que não somente a revitalização da cidade tem sido trabalhada atualmente, a busca pelos conceitos sustentáveis está cada dia mais evidente, como exemplo desta ascensão, cita-se a tamanha ousadia dos projetos instalados em diferentes países. O conceito do projeto do *Gardens by the Bay* em Singapura (figura 21), retrata exatamente as características essenciais de um projeto sustentável.

Figura 21: Gradens by the Bay- Singapura.



Fonte: Mondoarc (2012).

O jardim inaugurado em junho de 2012 está entre os maiores do mundo, com 101 hectares, compondo uma mistura entre natureza, tecnologia e gestão ambiental e inclui um jardim com grande variedade de hortícolas. A infraestrutura utiliza LED com sensores e controle que promovem mudanças na cor e intensidade, possibilitando a criação de diversos cenários. As luminárias ficam escondidas na arquitetura e vegetação de forma a não atrapalhar a paisagem no período diurno. Durante a noite, todas as características do projeto estão ligadas a iluminação o que proporciona a interação com os usuários e a uma cena sofisticada e envolvente.

O cenário é composto por vários tipos de vegetação com plantas tropicais, temperadas, árvores altas, e outras espécies como as encontradas no Mediterrâneo, África do Sul e Califórnia, especialmente cultivados. A proposta une uma vegetação colorida, com fragrância natural proporcionada pelo ambiente, com iluminação interativa que despertam várias sensações e interações com os visitantes. O projeto com princípios sustentáveis buscou a economia de energia e a reprodução de uma floresta viva, para preservação das espécies, lazer e bem estar da população local e visitante, destacando assim a cidade e atraindo o turismo entre outros benefícios gerados para a região (MONDOARC, 2012, GARDENS BY THE BAY, 2014).

Diante dos argumentos apresentados, a pesquisa mostra que a luz além da sua principal função, atinge diversos fatores relacionados ao conforto, bem estar e emoção do ser humano e influenciam a natureza. Sendo assim, diante diversos fatores apontados no estudo, entende-se que a iluminação pública além de necessária ao desenvolvimento, segurança e funcionamento do município, também tem responsabilidades sociais, econômicas, culturais, turísticas e ambientais. Os problemas enfrentados hoje principalmente relacionados aos fatores ambientais são decorrentes do mau uso dos recursos e falta de um bom planejamento, que podem ser resolvidos com atitude e persistência dos municípios visando um futuro melhor a seus atuais e futuros habitantes.

6 ANÁLISE DA ATUAL SITUAÇÃO DA ILUMINAÇÃO PÚBLICA DE GOIÂNIA E AS CONTRIBUIÇÕES DO LED PARA O MUNICÍPIO.

Esta parte do estudo teve como objetivo, investigar e analisar a iluminação pública na cidade de Goiânia, entender alguns aspectos relacionados ao setor na busca pelo desenvolvimento sustentável local e verificar a contribuição do LED para a cidade e comunidade local. Para este estudo foram utilizadas pesquisas bibliográficas em artigos, revistas, jornais e sites no setor de iluminação pública e do município. Foram realizadas pesquisas de campo na Companhia de Urbanização de Goiânia (COMURG) e em alguns pontos históricos da cidade como exemplificados neste capítulo.

Goiânia é a Capital do estado de Goiás, de porte intermediário com 1.333.767 habitantes (dados de 2012), faz parte das cidades mundialmente sustentável sendo o município com a maior área verde do Brasil, com 94m² por habitante, e o segundo maior no ranking mundial, ficando atrás apenas da cidade de Edmonton, no Canadá, com 100 m² por habitante. Dados de 2012 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) apontaram que a cidade possui a melhor infraestrutura urbana do Brasil, com maior número de árvores em vias públicas e situa-se entre os melhores indicadores de qualidade de vida do país (PREFEITURA DE GOIÂNIA, 2012-2014).

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2010), na pesquisa realizada para o Censo Demográfico 2010 entre 15 cidades com mais de um milhão de habitantes, Goiânia-Goiás e Belo Horizonte - Minas Gerais apresentaram as melhores incidências de estruturas urbanas. Entre os itens avaliados, Goiânia se destacou na liderança nos quesitos de arborização da cidade com 89,5%, na iluminação pública com 99,6%, identificação e sinalização de ruas e avenidas representadas por 94,1% e 77% de presença de meio-fio/guia. O município teve a menor incidência de esgoto a céu aberto, 0,5% e lixo acumulado nas ruas, 2,6%. Na parte de pavimentação Belo Horizonte ocupou a liderança do *ranking* com 98,2% e Goiânia o segundo lugar com 98,1%. Nos quesitos bueiro/boca de lobo, calçada e rampa para cadeirante o município ficou bem colocado, porém sem grandes destaques.

Goiânia exibe em suas obras placas exaltando o desenvolvimento sustentável do município (figura 22), o que motivou a pesquisa a buscar as premissas adotadas pelo município para o desenvolvimento proposto nesta direção.

Figura 22: Desenvolvimento Sustentável - Goiânia, Goiás.



Fonte: Arquivo Pessoal

De acordo com o Diário Oficial do Município de Goiânia (2010), a câmara municipal aprovou a lei complementar nº 171, de 29 de maio de 2007, consolidado em junho de 2010 e sancionada na época pelo prefeito Iris Rezende, cujos princípios e objetivos são:

Art. 1º Esta Lei institui o Plano Diretor e o Processo de Planejamento do Município de Goiânia.

Art. 2º A Política Urbana do Município de Goiânia sustentar-se-á nos princípios da igualdade, oportunidade, transformação e qualidade, tendo por objetivo o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana, garantindo à população a requalificação do território do Município e uma cidade mais justa e sustentável.

Parágrafo único. Para efeito dos princípios estabelecidos no caput são adotadas as seguintes definições:

I Igualdade – o direito de atendimento às necessidades básicas como o acesso a terra, à moradia, ao saneamento ambiental, à infraestrutura, ao transporte, aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer;

II Oportunidade - como a garantia da oferta, pelo poder público, dos serviços, equipamentos urbanos, comunitários, transporte e direitos sociais;

III Transformação - como o processo originado pelas ações ou iniciativas do poder público e das representações sociais, voltadas ao aprimoramento das ações em benefício da cidade e do cidadão;

IV Qualidade - como o resultado positivo do aprimoramento das ações do poder público e representações sociais, voltados para a cidade e o cidadão;

V Função social da cidade – como o uso racional e adequado da propriedade urbana, dos recursos naturais e preservação do meio ambiente.

O Plano Diretor do município de Goiânia possui diretrizes voltadas ao desenvolvimento sustentável, e contém os objetivos descritos acima. Após o estudo do documento respaldado pela lei, alguns questionamentos surgiram em relação ao conhecimento e cumprimento dos tópicos relacionados neste, pelos órgãos e autoridades locais. Alguns fatos citados a seguir confrontam e questiona se em 2014, Goiânia ainda pode ser considerada a “melhor estrutura urbana” ou ser considerada “modelo sustentável” como mostrou a pesquisa do IBGE (2010) e Prefeitura de Goiânia (2012-2014).

Desde a divulgação do sensu em 2010, alguns incidentes vêm acontecendo no município, e tem mostrado uma realidade diferente, desde o acúmulo do lixo na cidade, problemas na iluminação pública, irregularidades envolvendo a COMURG, como improbidade administrativa, falta de médicos nas unidades públicas, protestos para melhoria do transporte público entre outros (MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE GOIÁS, 2013; TV ANHANGUERAa,b, 2014; LIMAAa,b, 2014).

Diante diversos fatores negativos envolvendo a cidade de modo geral, acredita-se que a credibilidade sustentável do município fica arranhada, tendo em vista que a economia, os fatores políticos, ambientais, sociais, qualidade de vida, saúde e bem-estar da população local e visitante são alguns dos requisitos do desenvolvimento sustentável.

De forma específica pertinente ao capítulo, à investigação sobre a iluminação pública de Goiânia começou pelas lâmpadas, conforme os dados fornecidos pelo Departamento de Iluminação Pública do Município (tabela 6).

Tabela 6: Quantitativos de Lâmpadas no Sistema de Iluminação Pública de Goiânia.

Item	Descrição/tipos	Potência (W)	Quantidade de Lâmpadas (un)	POTÊNCIA TOTAL (W)	%
1	Lâmpada vapor de sódio	70	83.074	5.815.180	84,9373
2	Lâmpada vapor de sódio	150	10.582	1.587.300	
3	Lâmpada vapor de sódio	250	27.989	6.997.250	
4	Lâmpada vapor de sódio	400	6.014	2.405.600	
5	Lâmpada vapor de mercúrio	80	4.921	393.680	15,0261
6	Lâmpada vapor de mercúrio	125	5.386	673.250	
7	Lâmpada vapor de mercúrio	250	6.857	1.714.250	
8	Lâmpada vapor de mercúrio	400	5.420	2.168.000	
9	Lâmpada vapor metálico	400	55	22.000	0,0366
10	Lâmpada vapor sódio	100	3	300	0,0020
11	Lâmpada vapor incandescente	100	4	400	0,0027
12	Lâmpada vapor misto	160	7	1.120	0,0047
13	Lâmpada vapor sódio	360	1	360	0,0007
TOTAL			150.298	21.778.690	100

Fonte: Adaptado pela autora (Departamento de Iluminação de iluminação da COMURG – 2014).

De acordo com o Departamento de Iluminação Pública do Município, Goiânia possui 150.298 pontos de iluminação, no entanto ao fazer os cálculos com os dados fornecidos, nota-se divergência no total, que indica 220.243 lâmpadas. Sendo assim, não é possível identificar, se o desacordo das informações está no total ou em algum outro dado que compõe este resultado.

Conforme os dados fornecidos pelo departamento verifica-se que esta quantidade se divide em lâmpadas de vapor de sódio e constituem a maioria das utilizadas e representam 84,9% da iluminação da cidade, seguido pelas lâmpadas de vapor de mercúrio com 15%, e poucas unidades das de vapor incandescente e vapor misto, conforme o quadro acima. As lâmpadas vapor de sódio apesar de

serem mais eficientes e com maior vida útil que as de vapor de mercúrio, ambas são lâmpadas que possuem mercúrio.

Acredita-se que o índice de maior quantidade de lâmpadas de vapor de sódio ser maior do que as de vapor de mercúrio é resultado da preocupação do município em relação à economia de energia. Ao participar do Reluz em 2005, o município almejou os benefícios propostos pelo projeto na questão de eficiência, valorização dos espaços públicos urbanos e melhoramento da segurança da população.

De acordo com o Gerente da Divisão de Eficiência Energética no Setor Público em 2012: “O Procel Reluz é a única linha de crédito disponível no setor de iluminação e com excelentes condições financeiras, sendo, portanto, o mais importante instrumento para modernização dos sistemas de iluminação pública nos municípios”. O projeto pode gerar a redução média no consumo de energia elétrica em até 40% sendo bastante significativo pelo fato da Iluminação Pública representar aproximadamente 75% dos gastos com a eletricidade do município. O Reluz recebeu por parte da Eletrobrás em convênio firmado com a subsidiária da Eletrobrás, a Eletrobrás Furnas (Furnas Centrais Elétricas S.A.) (FURNAS) e a Prefeitura, uma linha de crédito para o financiamento do projeto (MELO, 2012).

O crédito recebido foi de R\$ 30 milhões para substituir as lâmpadas de vapor de mercúrio por outras mais eficientes de cento e dezoito mil pontos da Iluminação Pública (IP) do município (REVISTA CIDADES DO BRASIL, 2001).

Na primeira etapa do projeto, 75% da IP de Goiânia foram beneficiadas, o que levou o município a ganhar o prêmio PROCEL por apresentar bons resultados. Em 2009, começou o Reluz II, com a proposta de beneficiar 150 bairros (PMDB, 2009). No entanto, a segunda fase do projeto ainda não foi concluída, atualmente está parado e o Departamento de Iluminação Pública não informou ao ser solicitado, a data prevista para a conclusão do projeto.

Para uma melhor análise, pertinente ao estudo da troca de lâmpadas que foram feitas durante este período, foram requisitados ao mesmo departamento um histórico dos anos anteriores dos quantitativos de lâmpadas no sistema de iluminação pública de Goiânia, que não foi fornecido, tendo como justificativa a seguinte resposta via e-mail: “As informações sobre as quantidades de lâmpadas de anos anteriores devido a problemas nos computadores foram perdidos”. Após a resposta obtida, ficam as perguntas: Não tem segurança ou cópias dos arquivos

públicos? Como estão armazenadas as informações necessárias aos órgãos interessados e ao acesso público? E o cumprimento das diretrizes do Plano Diretor do Município e da Lei Nº 12.527 que prevê que as informações sejam atualizadas, modernizadas e disponibilizadas?

Conforme relatado pelo Departamento de Iluminação Pública da CORMUG, vários dados foram perdidos fazendo entender que uma parte da história não mais pode ser reconstituída. Durante a pesquisa, percebeu-se que além dos dados fornecidos, algumas notícias informaram erroneamente a população goiana. Como exemplo, cita-se à informação via imprensa de um jornal local em entrevista com o Prefeito que a cidade de Goiânia foi à primeira cidade do Brasil a ingressar no programa Reluz (JORNAL OPÇÃO, 2014), sendo que o projeto teve início em 2000 conforme já citado e Goiânia só aderiu ao projeto em 2005. Dados mostram que em 2001 o Distrito Federal foi à primeira cidade a expedir o projeto à Eletrobrás e cidades tais como Natal (RN), Manaus (AM), Boa Vista (RR), Santos (SP), Pirai (RJ), São João de Meriti (RJ), Salvador (BA), se anteciparam no início do projeto (REVISTA CIDADES DO BRASIL, 2001).

A postura da COMURG durante a pesquisa de campo em dificultar o acesso ao local e as informações pertinentes ao estudo, como também a omissão de alguns dados, confronta com as premissas adotadas segundo o entendimento do Plano Diretor do município onde percebe que o município incentiva a pesquisa conforme o Diário Oficial do Município de Goiânia (2010) e os artigos nele inclusos: Art. 14, parágrafo 1:

Desenvolver programas com caráter tecnológico e científico, em parcerias com as universidades e outras instituições de pesquisa, para realizar periodicamente, estudos e pesquisas que identifiquem problemas e levantem a situação socioambiental da capital.

Art. 41

II Programa de Estímulo ao Estudo e à Pesquisa Científica, com vistas a consolidar um instrumento capaz de possibilitar o crescimento econômico local e regional, fortalecendo o desenvolvimento científico e tecnológico, como processo de inserção e integração das atividades do Município.

Art. 174

VI Divulgar as informações de interesses para a comunidade no acompanhamento e fiscalização da execução da política urbana.

Art 175

Será facultado a todos os cidadãos o acesso às informações de seu interesse pessoal, de interesse geral ou coletivo, assim como a consulta a documentos administrativos, a relatórios técnicos, pareceres e demais estudos formulados pelos órgãos municipais de planejamento, em especial, no processo de elaboração e revisão do Plano Diretor.

Art. 196

I Coletar, organizar, produzir e disseminar as informações sobre o território e sua população.

II Facultar a todos interessados o acesso às informações de particular, de interesse coletivo ou geral, assim como a consulta de documentos, relatórios técnicos e demais estudos elaborados pelo órgão de planejamento, especialmente os planos.

Durante o trabalho de campo, realizado em alguns locais da cidade percebeu-se que a cidade possui uma iluminação tradicional com luminárias composta de braços (ruas) pétalas (praças) e refletores (monumentos).

De acordo com o Departamento de Iluminação Pública da COMURG em dados fornecidos via e-mail, a cidade consome hoje cerca de 8.800.000 kWh por mês totalizando um gasto de R\$ 2.000.000,00 (dois milhões de reais) mensais. Diante estudos, pesquisas e apresentação de resultados, acredita-se que o LED contribuirá de forma significativa para a redução do consumo de energia e emissão de gases de efeito estufa do município.

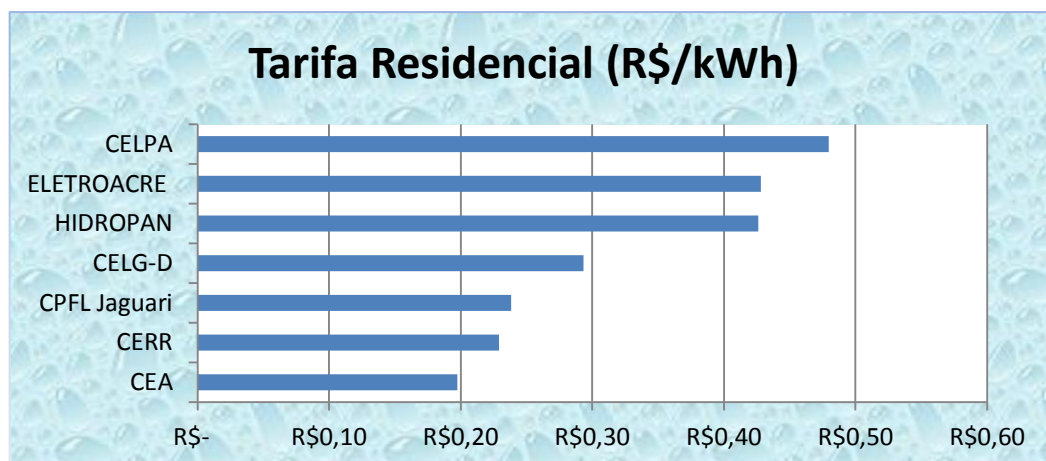
As Centrais Elétricas de Goiás S.A. (CELG) é a empresa responsável pela distribuição de energia do Estado de Goiás, criada em 16 de fevereiro de 1956, com base na Lei Estadual Nº 1.087, de agosto de 1955 e a partir de 13 de março de 1956, Decreto Federal Nº 38.868, enquanto concessionária de serviços públicos de eletricidade, foi autorizada a funcionar como geradora, transmissora e distribuidora de energia elétrica. Em 1996, o estado de Goiás, criou a Centrais Elétricas de Cachoeira Dourada, vendendo-a em seguida à iniciativa privada, sendo que 60% da energia produzida para atender a CELG, eram provenientes de Cachoeira Dourada. Desde então a empresa passou a adquirir energia de Furnas, Itaipu e das Centrais Elétricas Cachoeira Dourada S.A., conforme os preceitos das leis 9.074/95 e 9.648/98 com o novo modelo do setor elétrico.

Atualmente a Celg Distribuição S.A. (CELG D) é responsável por cerca de 2,4% da energia consumida no Brasil, atende uma população acerca de cinco

milhões de habitantes em 237 municípios dentro de uma área de 337.008 Km², correspondente a 98,7% do território do estado. Com cerca de 2.048.251 clientes que se dividem nas classes residencial, comercial, industrial, rural, serviços públicos, poderes públicos e iluminação pública, gera uma receita bruta de R\$ 2.982.312.000 (dois bilhões, novecentos e oitenta e dois milhões, trezentos e doze mil reais) (CELG, 2014?).

A CELG não está entre os índices mais caros de energia do país, conforme mostra o gráfico 1, no qual é possível perceber nos comparativos entre as três tarifas mais caras e as três mais baratas do país, conforme a vigência individual de cada uma na data consultada.

Gráfico 1: Tarifa residencial (kWh/R\$) em Goiás.



Fonte: Adaptado pela autora (ANEEL, 2014a).

As Centrais Elétricas do Pará S/A (CELPA) lidera o valor de energia mais caro do país sendo cobrado R\$ 0,47977 por quilowatt-hora (kWh), em seguida vem a Companhia de Eletricidade do Acre (ELETROACRE) R\$ 0,42798 kWh e em terceiro lugar a Hidroelétrica Panambi S/A (HIDROPAN) R\$ 0,42603 kWh. Dentre as tarifas de menor valor a Companhia de Eletricidade do Amapá (CEA) é atualmente a energia mais barata do país R\$ 0,19729 kWh, a Companhia Energética de Roraima (CERR) fica em segundo lugar R\$ 0,22890 kWh e em terceiro vem a Companhia Jaguari de Energia (CPFL Jaguari) no Estado de São Paulo, R\$ 0,23838 kWh. A Celg Distribuição S.A. (CELG-D) R\$ 0,29350 kWh se posiciona de forma intermediária entre as tarifas mais caras e mais baratas do país

cuja vigência da consulta no dia 15 de Agosto de 2014 é correspondente ao período de 12/09/2013 até 11/09/2014.

Entretanto a partir do dia 12/09/2014 houve um aumento de 19,37% para os consumidores residenciais (Classe B1) e a tarifa atual passou a ser de R\$ 0,35031 kWh, com vigência até 11/09/2015 (ANEEL, 2014; ANEEL, 2014a). Mesmo com o aumento do custo da energia elétrica distribuída pela CELG, o estado de Goiás ainda se mantém em posição intermediária nos valores cobrados em todo Brasil, considerando que algumas distribuidoras já renovaram suas tarifas em 2014 e outras ainda irão sofrer ajustes até o final deste ano.

Tendo em vista o grande consumo de energia gerado pela iluminação artificial, a utilização de produtos e normas eficientes pode ser um ponto forte no desenvolvimento sustentável local, podendo reduzir significativamente o uso de eletricidade, diminuindo custos de energia, uso dos combustíveis fósseis e a emissão de gases de efeito estufa. Conseguindo diminuir a demanda no consumo de energia, será possível economizar com construções de usinas e redução de emissões poluentes locais. Sendo que a energia de qualidade e com menor custo é umas das premissas básicas para o desenvolvimento dos países industrializados e em desenvolvimento (DUTT; MILLS, 1994, ABRAMOVAY, 2012).

No entanto, o consumo de energia não é a única preocupação da cidade de Goiânia, a iluminação pública do município encontra-se precisando de mais atenção e planejamento. Atualmente (2013-2014), basta percorrer alguns locais da cidade para perceber que há várias lâmpadas queimadas, o que vem causando transtornos à comunidade local.

Recentemente (Julho de 2014), o Ministério Público, através do promotor de Justiça Fernando Krebs recomendou através do documento enviado ao Prefeito e ao Presidente da Comurg, que em até 45 dias o Município fizesse o levantamento das lâmpadas queimadas e promovesse a substituição das lâmpadas, relés e reatores. O documento esclarece que ambos podem pagar pela prática de ato de improbidade administrativa caso as providências não fossem tomadas. Segundo a Divisão de Contribuições e Taxas Especiais da Secretaria de Finanças, o Município de Goiânia arrecada mais de R\$ 3 milhões por mês com a Contribuição para Custeio do Serviço de Iluminação Pública (COSIP) que de acordo com o promotor de Justiça as taxas recolhidas devem ser destinadas exclusivamente para o sistema que envolve a iluminação pública da cidade e explica que a Lei

Complementar nº 119/2002 determina que “[...] a Prefeitura será obrigada a fazer a reposição ou reparo de lâmpada ou luminária danificada no prazo de 3 dias úteis” (ROSA, 2014).

As lâmpadas serão trocadas e destinadas ao aterro 2, localizado no quilômetro 3 da rodovia estadual GO-060 e se juntarão ao possível número de 100 mil lâmpadas que estão estocadas desde o início do projeto Reluz no município em 2005 segundo os dados preliminares levantados na pesquisa de campo que não foram confirmados formalmente pelo Departamento de Iluminação Pública (DIP), quando solicitados de forma oral e via documento. Sendo esta a realidade encontrada no município hoje à espera de solução para o problema das lâmpadas descartadas por este Departamento, e que estão à espera da descontaminação dos resíduos e destino final.

De acordo com o DIP da COMURG, em resposta a alguns questionamentos no qual foi respondido via e-mail através de solicitação particular, sobre o destino das lâmpadas queimadas e danificadas no Município de Goiânia, obteve-se a seguinte resposta: “Aguardando processo licitatório para descontaminação das lâmpadas e destinação final dos resíduos. ”

O Ministério Público do Estado de Goiás (MP-GO) já vem contribuindo com o município e dando exemplo para a comunidade local, desde 2010, mais de 1077 lâmpadas já passaram pelo processo de descontaminação e reciclagem. O Chefe da Divisão de Manutenção Fábio Ferreira relata que: “Acumulamos cerca de 200 lâmpadas, daí solicitamos a vinda da equipe para realizar a descontaminação, após o processo a empresa encaminha os resíduos para reciclagem.” A iniciativa do MP-GO envolve a destinação correta das lâmpadas fluorescentes queimadas que são retiradas da sede do órgão na cidade de Goiânia, através da contratação de uma empresa com a visão de evitar a contaminação pelo mercúrio, o principal componente poluidor desse tipo de lâmpada. O equipamento denominado Papa Lâmpadas é capaz de filtrar o vapor do mercúrio e separar os componentes, possibilitando a reciclagem. A máquina é levada até o local dos resíduos, evitando assim que as lâmpadas se quebrem no transporte e contaminem o meio ambiente (ALMEIDA, 2013).

As lâmpadas que utilizam mercúrio são o que há de pior para o meio ambiente, especialmente em relação às leis e a educação ambiental, que devem ser praticadas de forma ideal em relação ao descarte como de fato não ocorre no

Brasil. O que se observa, então, é o crescente consumo destas lâmpadas e como consequência tem o contínuo impacto ao ambiente.

No aspecto cultural e arquitetônico, Goiânia é uma cidade cuja arquitetura foi inspirada no estilo *art decó*, no século XIX, buscando a essência das cidades-jardins européias (DUARTE; SILVA; SILVA, 2002; ARRAIS, 2010). Duarte, Silva e Silva (2002, p.1) reconhecem que: “Foi idealizada para ser o centro de poder e decisão do Estado de Goiás”. Com traçados que privilegiasse o centro do poder: “[...] monumental e nobre, como merece a capital de um grande Estado” (ARRAIS, 2010, p.187) conforme percebido nas áreas centrais, que ainda conservam alguns prédios e o traçado original da época de sua construção.

O plano urbano da capital citado no relatório de 1935 dão indícios da elaboração do projeto do arquiteto-urbanista Atílio Correa Lima, onde se identifica as interpretações, expectativas e a concepção de monumentalidade, mostradas através da função espiritual e a mnemônica da obra expressada e materializada através de objetos, lugares e símbolos. Um exemplo da ênfase do poder está perpetuado com os expores: “Dr. Pedro Ludovico Teixeira, o arquiteto de Goiás, nobreza, moral: administração para a imortalidade” em um busto feito em bronze do interventor federal Pedro Ludovico Teixeira, produzido em 1937, onde está fixado nos jardins externos do Palácio de Governo (figura 23) (ARRAIS, 2010).

Figura 23: Busto de Pedro Ludovico Teixeira- Goiânia, Goiás.



Fonte: Arquivo Pessoal (2014).

Ao transitar pela cidade de Goiânia, percebe-se que o município é cheio de praças, monumentos e jardins, entretanto observou-se que diversos órgãos públicos e monumentos não possuem uma atenção especial nos quesitos de iluminação e estética. Em especial aos que fazem parte da história do município, como é o caso da Praça Cívica, como percebido no Monumento às Três raças (figura 24C), Estação Ferroviária de Goiânia (figura 24A), o coreto (figura 24B), entre outros que marcaram essa narrativa. Os locais são praticamente escuros e inibidores no período noturno e nenhum monumento ou edifícios possuem uma iluminação atrativa ou que transmita segurança e ou motive a circulação de pessoas pelo local (figura 23 e 24).

Figura 24: Iluminação de monumentos – Goiânia, Goiás.

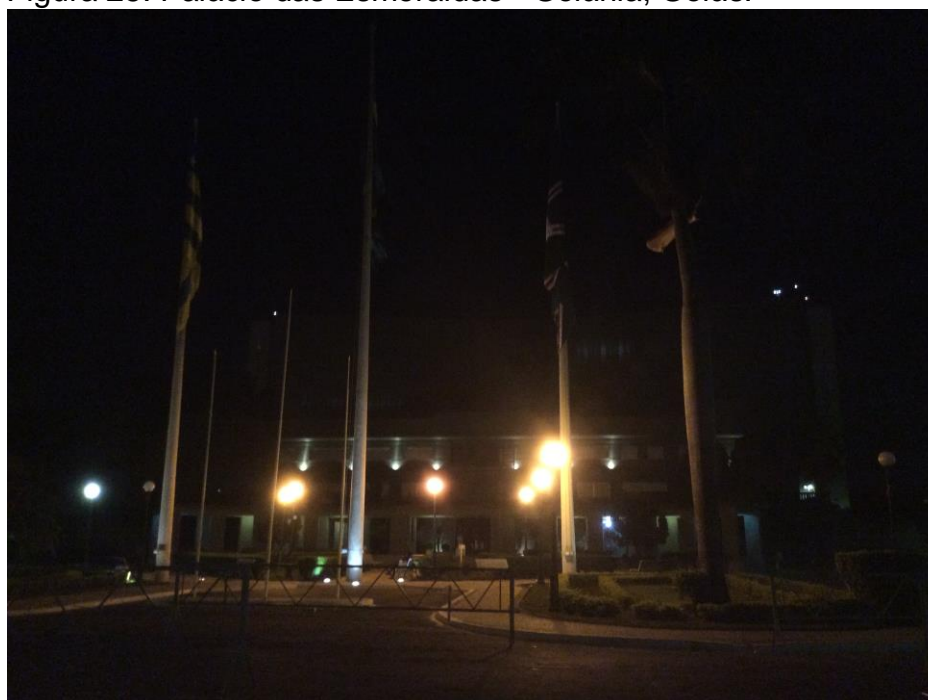


Fonte: Arquivo Pessoal (2014).

Na Praça Cívica em especial, que simboliza o início da cidade, também está marcado pelos problemas causados pela iluminação pública. Durante a visita ao Palácio das Esmeraldas, as 21h00 do dia 01 de outubro de 2014 constatou-se a

circulação de pouquíssimas pessoas pelo local, o que causa sensação de medo devido ao contexto penumbroso que se forma aos arredores das construções que também estão sediadas na Praça e ainda se pode identificar algumas lâmpadas queimadas como ilustram as figuras 23, 24 B, 25 e 26B.

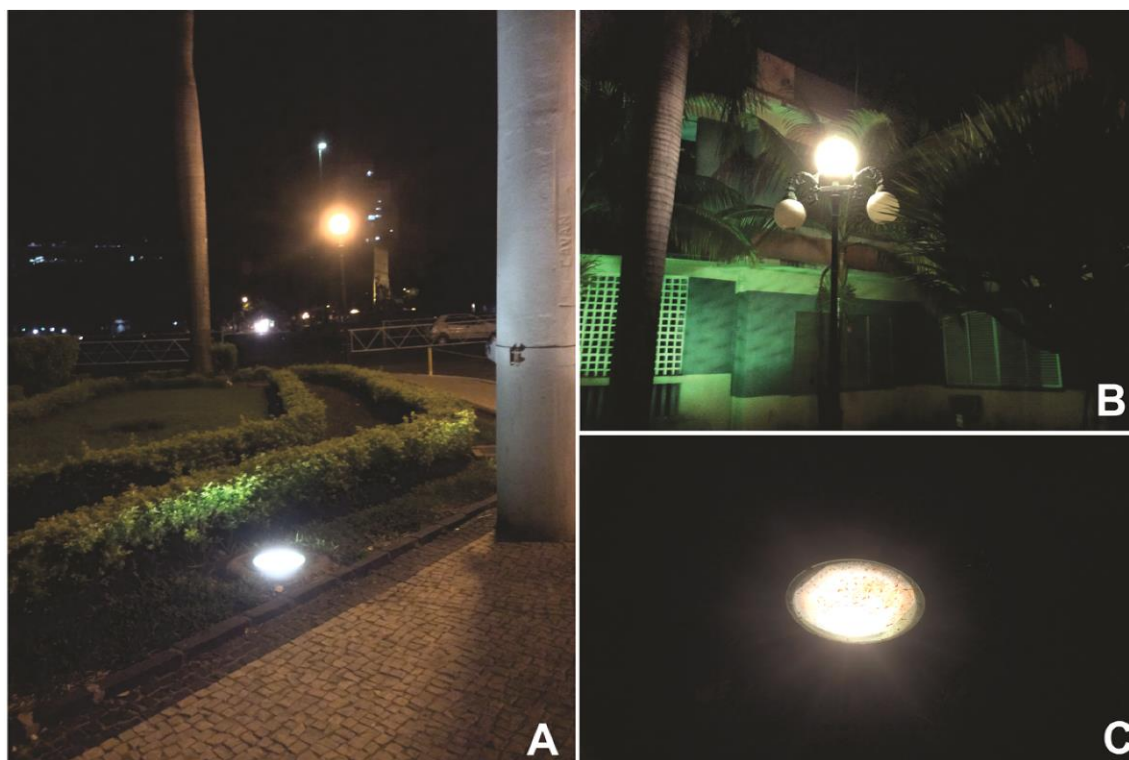
Figura 25: Palácio das Esmeraldas - Goiânia, Goiás.



Fonte: Arquivo Pessoal (2014).

As luminárias do local fazem parte do grupo que ilumina pouco (figura 14), dispersam luz e causam a poluição luminosa como identificado nas figuras, 25 e 26A, B e C. Bem como pode ser observada a luminária instalada no chão (figuras 26 A e C) tem a função de iluminar as bandeiras, no entanto, direciona a luz para o céu e destaca apenas a base do poste, desperdiçando a luz, consumindo energia e atraindo os insetos (figura 26 C).

Figura 26: Luminárias externas do Palácio das Esmeraldas - Goiânia, Goiás.



Fonte: Arquivo Pessoal (2014).

Outro exemplo que chamou a atenção durante a investigação é o caso do Monumento de Resgate à Memória, em homenagem a Pedro Ludovico Teixeira, uma escultura feita em gesso, banhada em bronze e que pesa aproximadamente 2,5 toneladas. A obra foi realizada pela escultora Neusa Moraes e Júlio Valente, seu assistente, entretanto, devido à morte da artista em 2004, ficou a cargo de seu assistente a conclusão da obra. O monumento foi idealizado na década de 1990, pelo escritor e ex-secretário de Cultura do município, José Mendonça Teles propondo homenagear o Centenário de nascimento de Pedro Ludovico. A obra foi instalada na Praça Cívica, hoje denominada Praça Pedro Ludovico Teixeira em homenagem ao idealizador de Goiânia de acordo com projeto de lei do vereador Rusembergue Barbosa e a escultura não poderá ser removida nem transferida após a sua inauguração (CÂMARA MUNICIPAL DE GOIÂNIA, 2010).

Além da polêmica sobre o local da instalação do monumento, acredita-se que outro fator contribui para que este fique desvalorizado e despercebido. De forma perceptiva, a iluminação da obra não atende adequadamente com o papel de realçá-la. A iluminação, independente das lâmpadas utilizadas não cumpre a função

de iluminar, destacar, atrair a atenção e despertar a percepção e apreciação aos que transitam pelo local. Sendo que

Os monumentos possuem um caráter propedêutico em relação à sociedade porque, através da observação dos princípios que moveram os homens do passado os homens do presente são emocionalmente tocados e mobilizados (CHOAY, 2001 apud DUARTE, SILVA; SILVA, 2002, p. 190).

A especificidade do monumento deve-se precisamente ao seu modo de atuação sobre a memória. Não apenas ele a trabalha e a mobiliza pela mediação da afetividade, de forma que lembre o passado fazendo-o vibrar como se fosse presente. (...) O monumento assegura, acalma, tranquiliza, conjurando o ser do tempo (CHOAY, 2001, p.18 apud DUARTE, SILVA; SILVA, 2002, p. 196).

Arrais (2010, p. 186) reforça que: “[...] no caso goiano, o papel pedagógico relaciona-se ao interesse em representar a trajetória socioeconômica do estado de Goiás e fornecer os elementos fundadores da identidade regional, reforçando assim o caráter cívico-monumental do centro da cidade.”

A iluminação do monumento não valoriza o homenageado, que fica escondido na sombra das luzes projetadas na base da escultura e no fundo sombrio que faz parte do cenário noturno do ambiente como mostrado na figura 25.

As luzes estão posicionadas de forma que a luz forneça o destaque à parte de baixo do monumento, mais especificamente na grama e na base que sustenta a peça, fazendo com que o foco principal fique em segundo plano na visualização do contexto. As luminárias com proteção vazada ao redor da obra permite que a luz seja visualizada por todos os lados, dando a impressão de caixas iluminadas no meio do jardim se destacam mais do que a obra. O posicionamento em que se encontram, faz com que a atenção do expectador seja atraída para o chão fazendo com que a luz se espalhe na parte inferior comprometendo as características direcionais e de foco necessárias para iluminar e dar vida a todo o monumento. (figura 27 A e C).

A obra é imperceptível ao contexto em que está inserida, não tem nenhum atrativo ou diferencial na iluminação, podendo ser percebida apenas se as pessoas chegarem bem perto. Porém os que transitam de carro dificilmente visualizam e

identificam sua presença no local. A vista do monumento tanto do lado direito (figura 27A) quanto do lado esquerdo (figura 27B) não se beneficia com o fundo da paisagem, se mistura com a folhagem se tornando ainda mais escura, principalmente quando visualizada do lado direito (figura 27A e D). As imagens que ilustram o problema, foram tiradas no dia 01 de outubro de 2014 às 23 horas, sem uso de *flash*, para melhor percepção da realidade do problema.

Figura 27: Monumento de Resgate à Memória – Goiânia, Goiás.



Fonte: Arquivo Pessoal (2014).

A arte deve ser vista inteira e de forma única, e podem ser selecionados diversos ângulos de observação, entretanto a iluminação deve valorizar todo o conteúdo de forma completa (COSTELLA, 2001 apud JUNQUEIRA, 2014). A distribuição de luz deve ser feita de forma criteriosa e harmoniosa objetivando valorizar um conjunto inteiro e não apenas partes isoladas. Para Arnheim (2000, p.

304 apud JUNQUEIRA, 2014): “Várias luzes devem unir-se para uma iluminação uniforme, ou cada uma delas pode criar gradiente de valores de claridade nitidamente autossuficiente.”

O estudo de campo realizado em alguns bairros da cidade, em sua maioria na área central, via de grande fluxo e relevância no contexto cultural, mostrou que Goiânia não possui até o momento nenhuma lâmpada de LED instalada. As pesquisas e os dados levantados na visita a COMURG em setembro de 2014, confirmou que não há pontos que utilizam os diodos emissores de luz no município. De acordo com as informações coletadas nas visitas ao DIP, percebeu-se a inexistência de qualquer projeto futuro que irá fazer uso do LED, o que foi questionado também por via e-mail e não se obteve a resposta.

Acredita-se que dentre diversos fatores positivos proporcionados pela tecnologia, além dos benefícios para a comunidade, seria uma boa apresentação da cidade sustentável. Este tipo de cuidado deve ser retratado no conceito do ambiente, nos cartões postais, imagens do local, nos moradores e visitantes, nos materiais de divulgação da cidade, e poderia contribuir com a visibilidade e exemplo do município assim como se propõe.

Entretanto, foi identificado o uso da tecnologia na iluminação pública de vias e monumentos nas cidades próximas a Goiânia, como exemplo Caldas Novas e Brasília no Distrito Federal.

Figura 28: LED instalado em Caldas Novas, Goiás.



Fonte: Prefeitura de Caldas Novas-Goiás (2014).
Foto: Foto Francisco Frotas-Secom.

A prefeitura de Caldas Novas começou a instalar em julho de 2014 através da Secretaria Municipal de Ação Urbana a nova iluminação pública de ruas e avenidas da cidade, com luminárias modernas e lâmpadas de LED de 250 watts (figura 28). De acordo com o atual prefeito, o serviço começou pelo setor Caldas do Oeste, e o projeto é estender a obra e beneficiar todo o município (PREFEITURA DE CALDAS NOVAS, 2014).

Em Brasília, o Eixo Monumental (figura 29) será o primeiro corredor de LED do Distrito Federal e do Brasil, a nova rede de iluminação pública, teve a primeira etapa inaugurada em janeiro de 2014. O objetivo do projeto é a implantação de 16 km de rede de iluminação com 700 postes duplos especiais, com lâmpadas de LED de 300 Watts e 480 luminárias de 60 Watts para as calçadas do Eixo, cujo as expectativas são: “[...] melhorar a imagem da cidade para fomentar o turismo e o comércio local, além de estimular o lazer noturno ao proporcionar maior segurança à população” (FREIRE, 2014).

Figura 29: Figura: Eixo Monumental iluminado com LED, Brasília, Distrito Federal.



Fonte: Agência Brasília (2014).

Foto: Dênio Simões-GDF.

A Secretaria de Estado de Infraestrutura, Cidades e Assuntos Metropolitanos (SICAM) apresentou um estudo de viabilidade para trocar lâmpadas convencionais da iluminação pública (lâmpadas de sódio e mercúrio) por LEDs, que envolve municípios com mais de 30 mil habitantes da Região Metropolitana e do Entorno do

DF. A pesquisa abrange as cidades de Aparecida de Goiânia, Catalão, Goianésia, Goianira e Senador Canedo. Aparecida de Goiânia é o município que está na frente e já teve o Projeto de Lei votado, onde a ação da secretaria de Estado será desenvolvida por uma Parceria Público Privada (PPP) e as empresas contratadas só irão receber o pagamento dos serviços se os resultados forem positivos ou seja, a conta de luz tem que ser de fato diminuída com o uso de LEDs. Entretanto Goiânia não está no projeto por participar do programa Reluz. Nos municípios do Entorno do Distrito Federal estão no estudo às cidades de Águas Lindas, Formosa, Luziânia e Santo Antônio do Descoberto. Até a presente data (outubro, 2014), não foi encontrada informações sobre o andamento desses projetos (DANTAS, 2014).

Projetos com LED já fazem parte das pautas da prefeitura desses municípios, levando-se a questionar por que Goiânia ainda não faz uso da tecnologia. Almeja-se que em breve a capital de Goiás seja beneficiada com os aspectos positivos proporcionados com o uso do LED, onde se acredita que alguns fatores além de sustentáveis, podem influenciar e incentivar a implantação do novo sistema de iluminação eficiente tendo em vista que, o Estado irá receber a primeira indústria do segmento da América Latina, em Gameleira de Goiás. A empresa Eletroima Engenharia de Energias irá produzir lâmpadas LEDs para iluminação residencial, industrial e pública, como também os painéis solares fotovoltaicos. O investimento por volta de R\$ 23,6 milhões no município espera gerar 4.180 empregos diretos e indiretos quando estiver completamente instalada em 2020 (GOVERNO DO ESTADO DE GOIÁS, 2014; PORTAL RÁDIO RIO VERMELHO, 2014).

Entende-se que o LED ainda não faz parte dos projetos os órgãos competentes do município de Goiânia e diversos fatores podem influenciar na decisão do município em não adotar a tecnologia no momento como os altos investimentos, questões políticas e burocráticas. Enfim, cabe ao órgão competente decidir o que é melhor para comunidade local e o que envolve o processo de decisão, que não serão discutidos neste estudo.

Percebeu-se que a cidade com grandes avanços nos últimos anos e vantagens competitivas encontra-se atrasada no quesito de iluminação pública em relação às diversas tecnologias existentes e se comparados com alguns municípios e a parte que envolve o contexto local. A cidade, quando cuidada, mostra-se repleta de verde, jardins bem decorados, grandes avenidas, monumentos, órgãos

públicos que fazem parte da sua história, e que são vistos e admirados na sua grande maioria apenas durante o dia.

Enquanto isso, o cenário noturno da cidade encontra-se envolto na escuridão em vários aspectos, o patrimônio público e cultural permanece relegado, rodeado de perigo e sem nenhum estímulo em ser apreciado. Por não possuir expectador para compartilhar sua história vai aos poucos caindo no esquecimento e isto sugere que os motivos, quase sempre representados pela ausência ou má gestão e questões políticas, que se expressam através de fatores educacionais, falta de incentivo à arte e valorização do patrimônio público e cultural do município. E que poderiam ser revertidos com a iluminação objetivando economia, menor impacto ambiental, resgate da arte, história, de forma a proporcionar aos espaços públicos à possibilidade de interação com moradores e visitantes, a cidade avançaria na solução nesta problemática.

Supõe-se que a inclusão dos LEDs em Goiânia, mesmo que de forma gradativa contribuiria muito com a modernização da IP do município. As diversas tecnologias disponíveis no setor atualmente e aos projetos concluídos ou em andamento nas cidades do Brasil e no mundo já apresentaram ou apresentam resultados positivos. Considera-se assim a realidade local um pouco atrasada por ser uma cidade avaliada como exemplo de sustentabilidade, mas que atualmente não mostra grandes avanços no setor da IP do município e outros quesitos também estão deixando a desejar.

Acredita-se que a substituição das lâmpadas por LED em Goiânia traria diversas vantagens econômicas, sociais e ambientais, entretanto, a sustentabilidade não funciona de forma isolada. Para ser considerado sustentável, um conjunto de fatores devem ser levados em conta, entre eles os políticos e governamentais que são imprescindíveis para que se cumpram as premissas adotadas no desenvolvimento sustentável.

CONCLUSÃO

A necessidade pela luz artificial despertou e ainda desperta o homem a evoluir cada vez mais a forma de produzi-la, de fogueiras ao LED. Thomas Edison aprimorou e revolucionou a iluminação artificial em 1879 com a lâmpada incandescente, impulsionou o mercado e mudou a história da iluminação. A partir daí, a humanidade ficou completamente dependente da iluminação artificial, e este crescimento e o quadro econômico a ele correspondente deixam no meio ambiente as marcas negativas do progresso desenfreado e inconsciente, resultando em desmatamento, poluição da água, do ar e do solo, causando desequilíbrio no ecossistema, danos irreversíveis a todas as espécies e afetando a saúde do homem.

A luz é de fato, ideal e imprescindível à saúde física e psicológica do ser humano. No entanto, dados indicaram que diversas construções novas e renovadas possuem problemas relacionados à iluminação. Essa deficiência tem causado muitos problemas na vida das pessoas, pela falta ou excesso de luz, muitas vezes resultantes de projetos mal executados.

Existem diversos tipos e modelos de lâmpadas encontradas hoje no mercado para diversos fins, no entanto, foram identificadas diversas preocupações em relação às lâmpadas e a iluminação como: grande consumo de energia, geração de calor, poluição do solo, água, ar e céu, emissão de raios ultravioletas e infravermelhos, emissão de gases de efeito estufa, e interferência na vida humana, animal e vegetal. Nesse sentido, torna-se evidente a importância dos princípios das construções sustentáveis, leis, certificações e aos diversos requisitos que envolvem o setor da iluminação, tendo em vista que, a poluição luminosa também é um fator de risco para a saúde.

O estudo comprovou a necessidade urgente de medidas e transformações, para a iluminação com objetivo de torná-la sustentável. A necessidade de cuidar do meio ambiente cada dia toma mais força, tanto na sociedade civil, quanto na sociedade política e a sustentabilidade é cada vez mais discutida e requerida, porém ainda pouco praticada. Ficou evidente que, a sustentabilidade, não atinge apenas uma dimensão econômica e minimização de impactos, o estudo mostrou que a iluminação sustentável não cumpre apenas o papel de iluminar ou ser mais

econômica, ela deve conter princípios responsáveis pelos aspectos sociais, culturais e ambientais que envolvem o setor.

Dados mostraram que, a palavra sustentabilidade se banalizou no marketing empresarial e industrial e seu real sentido ainda não está concreto para muitas pessoas. Não existe sustentabilidade se o conjunto de fatores (econômico, social e ambiental) não for trabalhado em conjunto de forma consciente. O desenvolvimento sustentável é necessário para que haja sustentabilidade, sustenta uma série de requisitos interligados na prática como transporte, política, cultura, conforto, saúde, bem-estar, empregos, igualdade, preservação ambiental entre outros na busca por um resultado. A sustentabilidade é um conceito que fornece diretrizes para o relacionamento entre a sociedade e a natureza, e necessita de medidas proativas para atingir o objetivo de proporcionar qualidade de vida saudável e justa, ao homem e ao Planeta hoje e nos próximos anos.

A luz e a energia elétrica são uma necessidade e um direito para todos, porém ainda há precariedade na distribuição de energia econômica e de qualidade em muitos países, como o Brasil, sendo estas, uma das premissas básicas da sustentabilidade para a igualdade e progresso do desenvolvimento local e no mundo todo.

O problema que envolve o setor da iluminação começa com o uso da matéria-prima para produzir as lâmpadas e a energia elétrica. No Brasil, por exemplo, a hidroeletricidade é a principal geradora de energia, e as hidroelétricas estão defasadas, trabalhando em cargas máximas. A água é um bem imperioso e finito para a vida de todos que habitam no planeta, contudo, este elemento já está comprometido com as consequências da ação do homem e se encontra ameaçado. Os recursos naturais devem ser preservados para evitar a escassez e degradação do meio ambiente, se providências não forem tomadas com seriedade, o futuro do Planeta, pode ser incerto.

Pesquisas comprovaram que o LED é econômico e pode economizar energia em até 80% em relação alguns modelos disponíveis no mercado, emitem pouco calor e contribuem com a redução dos gases de efeito estufa. Estudos enfatizaram que o aquecimento global é uma ameaça à vida das futuras gerações, e este fator está se tornando cada vez mais grave a saúde do homem.

O LED não contém mercúrio nem outros elementos tóxicos e os componentes são recicláveis, no entanto ainda representa uma pequena parte

desse mercado, porém há uma grande expectativa que a tecnologia conquiste mais da metade deste mercado até o final da desta década. Isso poderia diminuir a quantidade de lâmpadas depositadas nos aterros sanitários, lixo comum, e contaminações por materiais nocivos. Os diodos emissores de luz possuem longa vida útil podendo chegar até 100 mil horas, dependendo da marca e modelo, o que o torna vantajoso em relação às pioneiras incandescentes que duram até duas mil horas e as fluorescentes até quarenta mil horas dependendo da especificação técnica. O número de horas superior resulta também na economia com manutenção, transporte, queima de combustível, redução do uso de matéria-prima e energia para produção de novos produtos.

O excesso de luz tem causado a poluição do céu, dificultado o trabalho e pesquisas dos astrofísicos, gerando gastos com equipamentos e que estão ficando defasados diante da gravidade do fato. Os dados obtidos apontaram que a poluição luminosa, proveniente da iluminação pública, monumentos, comércio, entre outros, não atingem apenas o homem, também altera o ciclo natural de alguns animais, insetos, aves e plantas, prejudicando todo o ecossistema, causando um desequilíbrio natural e ambiental de várias espécies. Estudos efetuados em duas décadas reconheceram que a iluminação total do mundo cresceu mais da metade e prevê que o brilho do céu causado pela poluição luminosa, se resulta da densidade populacional, expansão da infraestrutura construída e econômica.

O LED pode contribuir na redução da poluição luminosa, pois, tem foco direcional, e não espalha a luz como a lâmpada de vapor de mercúrio utilizada na iluminação pública que aumentam o brilho do céu devido à claridade emitida para cima e para os lados. E conseqüentemente, reduzir o número exorbitante de pássaros mortos, desorientação das tartarugas marinhas, alteração do ciclo reprodutivo de plantas, insetos, aves entre outros causados pela luz.

Ficou evidente que a iluminação pública tem e requer grandes responsabilidades inclusive para evitar a poluição luminosa. É uma das maiores consumidoras de energia, e responde pela segurança, conforto, mobilidade, história e estética noturna da cidade. Diversas cidades no Brasil e no mundo ainda possuem problemas com a iluminação da cidade, seja por fatores políticos, administrativos, culturais, projetuais, financeiros ou outros.

Como identificado em Goiânia, Goiás, a cidade exhibe placas firmando a cultura sustentável, e segundo o IBGE/2010, está entre as cidades com a melhor

estrutura do Brasil, e com 99,6% do município iluminado. Porém, o município tem passado por diversos problemas que colocam em questão o desenvolvimento sustentável da região, causado por diversos transtornos por falta de manutenção, modernização do sistema, qualificação profissional, projetos funcionais e demais que comprometem a qualidade de vida e o bem-estar da população local.

O cenário atual da iluminação pública goiana precisa se transformar rapidamente, pois o estado de Goiás receberá em breve (2020) no entorno da capital, a primeira indústria de LED da América Latina. Almeja-se que a indústria traga benefícios ao país, estado, município e entorno, e motive a capital a investir mais na iluminação pública da região que se encontra fragilizada e fazer com que Goiânia contribua dessa forma com o meio ambiente e represente à futura “capital brasileira do LED”.

Acredita-se que com a instalação da indústria de LED em Goiás, e as demais outras que serão atraídas para o país devido à volta da extração de terras raras no Brasil, além de gerar empregos e impulsionar a economia, poderão contribuir com a redução do preço dos produtos que são importados e na maioria das vezes condicionados ao mercado chinês. Um grande obstáculo observado que desmotiva a compra da tecnologia LED atualmente é o valor inicial do investimento, que ainda é consideravelmente superior às demais tecnologias. Sendo este, um fator ainda a ser trabalhado inclusive no Brasil, para que se atenda aos requisitos da igualdade e oportunidade para a aquisição e uso do produto.

No entanto, ficou evidente que o âmbito que envolve a iluminação pública é complexo, rodeado de políticas, normas, hierarquias, burocracias, leis entre outros fatores, entretanto o setor é de interesse e necessidade pública, e qualquer dúvida e informação devem ser objetivas e transparentes para qualquer interessado, conforme prevê algumas normas e leis e que em muitos casos, não é o que acontece.

As lâmpadas de modo geral emitem raios infravermelhos, isso faz com que insetos sejam atraídos para a cidade, no sentido da luz, o que contribui com doenças como Chagas e Leishmaniose e se torna um problema para a saúde pública. O estudo mostrou que, o LED não emite raios ultravioletas e infravermelhos, estas características positivas reduzem as emissões desses raios e ajuda na prevenção de doenças que afetam o meio ambiente e a saúde do homem.

O LED possui uma gama de cores que podem auxiliar em tratamentos como a cromoterapia, é uma tecnologia moderna compatível com diversos sistemas de automação, o que pode contribuir para o conforto e bem-estar do homem. Devido às diversas características positivas desta fonte de luz, a usabilidade deste produto está indo além da iluminação geral. Diversas pesquisas têm aprovado e confirmado o uso para fins médicos, odontológicos, veterinários, botânicos entre outros.

A tecnologia LED vem agradando não somente aos profissionais da área pela ampliação de possibilidade de trabalho e criação, como os ambientalistas pela redução dos impactos negativos causados pelos outros tipos de lâmpadas, os órgãos governamentais e a todos que visam a não somente a economia de energia, mas a preservação do Planeta.

As pesquisas teóricas e visitas *in loco* confirmaram que, diversos países têm percebido e investido na tecnologia pelos seus aspectos insuperáveis. O Brasil já começou a aderir à proposta do LED, e mesmo que lentamente, já possui projetos ousados. Ficou claro que, atualmente a tecnologia é a que mais atende aos requisitos de sustentabilidade por inúmeras características positivas a favor do homem e do meio ambiente. Como reconhecimento dos benefícios alcançados pelo LED, o invento recebeu o prêmio Nobel de Física de 2014, pela academia Real de Ciências da Suécia.

Os resultados mostraram até aqui, os problemas e as necessidades da luz na vida dos seres vivos, acredita-se que independente da construção quando iluminada de forma correta, contribui com o meio ambiente, desperta interesse e atenção dos moradores e visitantes, interage as pessoas, proporciona conforto e melhora a qualidade de vida, rotina e trabalho. No entanto, o LED, normas, leis, certificações entre outras, por si só apesar de oferecerem grandes benefícios, não são suficientes para resolver diversos fatores em que estes se inserem como alternativa.

A educação ambiental deve ser desenvolvida junto a todos os cidadãos, sendo extremamente fundamental aos resultados do desenvolvimento sustentável local, nacional e mundial. Foi identificado que os fabricantes e comerciantes anunciam o produto como sustentável, porém, oferecem pouca informação sobre os inúmeros benefícios proporcionados pelo LED, deixando evidente apenas a parte econômica. Acredita-se que a falta de informação não conscientiza e nem motiva a aquisição do produto.

Para ser sustentável a iluminação tem que atender aos critérios sociais, ambientais e econômicos e sem dúvida o LED se integra muito bem nestes requisitos. Como comprovado neste estudo, pode contribuir com a economia de energia, redução de emissões de gases de efeito estufa, na preservação das espécies animal e vegetal, na redução de resíduos e riscos de poluição e contaminação, na qualidade de vida, saúde e bem-estar do homem. Enfim, a partir daqui fica o aprendizado, de que a luz tem que iluminar e não apagar vidas e o planeta como vem sendo feito.

REFERÊNCIAS

ABRAMOVAY, R. **Muito Além da Economia Verde**. São Paulo: Planeta Sustentável /Editora Abril, 2012. 247p.

AES ELETROPAULO. AES Eletropaulo entrega iluminação LED no Estádio Municipal de Osasco, com jogo de futebol gratuito. 2014. Disponível em: <<https://www.aeseletropaulo.com.br/imprensa/nossos-releases/conteudo/aes-eletropaulo-entrega-ilumina%C3%A7%C3%A3o-led-no-est%C3%A1dio-municipal-de-osasco,-com-jogo-de-futebol-gratuito>> Acesso em 25 set. 2014.

AGÊNCIA BRASÍLIA. Primeira fase da nova iluminação do Eixo Monumental é inaugurada. In:____. Cidades. Disponível em <<http://www.jornaldebrasil.com.br/noticias/cidades/526887/primeira-fase-da-nova-iluminacao-do-eixo-monumental-e-inaugurada>>Acesso em 17 out. 2014.

AGÊNCIA Câmara Notícias. Prédios públicos podem ser obrigados a usar lâmpada LED. 22, ago. 2014. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/camaranoticias/noticias/CIENCIA-E-TECNOLOGIA/472011-PREDIOS-PUBLICOS-PODEM-SER-OBRIGADOS-A-USAR-LAMPADA-LED.html>> Acesso em: 30 ago.2014.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. ANEEL regulamenta medidores eletrônicos. 8 de ago. 2012. Disponível em:<http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/noticias/Output_Noticias.cfm?Identidade=5903&id_area=90> Acesso em: 18 mar. 2014.

_____.Aprovado reajuste tarifário da Celg-D (GO). 09 set. 2014a. Disponível em <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/noticias/Output_Noticias.cfm?Identidade=8112&id_area=90>Acesso em 17 out. 2014.

_____.Informações técnicas-horário de verão. [2008-2014] Disponível em:<http://www.aneel.gov.br/area.cfm?id_area=65> Acesso em 12 abr. 2014

_____.Informações Técnicas. 2014. Disponível em <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/noticias/Output_Noticias.cfm?Identidade=8112&id_area=90> Acesso em: 17 out. 2014.

_____.Informações Técnicas: Tarifas Residenciais. 2014a. Disponível em <<http://www.aneel.gov.br/493.htm>> Acesso em 17 out. 2014.

_____.AGÊNCIA Nacional de Energia Elétrica. Informações técnicas-horário de verão. [2008-2014] Disponível em:<http://www.aneel.gov.br/area.cfm?id_area=65> Acesso em 12 abr. 2014.

_____. ANEEL regulamenta medidores eletrônicos. 8 de ago. 2012. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/noticias/Output_Noticias.cfm?Identidade=5903&id_area=90> Acesso em: 18 mar. 2014.

AGENDA SUSTENTÁVEL. Boa visibilidade. 09 maio. 2009. Disponível em: <<http://www.agendasustentavel.com.br/NoticiaDetalhe.aspx?id=4031>> Acesso em 19 jun. 2014.

AKTEKIN, D.B.; ŞİMŞEK, Y. A new model for chromotherapy application. **Color Research & Application**, v.37, n.2, p. 154–156, abr. 2012.

ALENCASTRO, M. A. C.; SILVA, E.V. LOPES, A. M.D´A. Contratações sustentáveis na administração pública brasileira: a experiência do Poder Executivo federal. **Rev. Adm. Pública**, Rio de Janeiro, v. 48, n.1, p. 207-35, jan./fev. 2014.

ALMEIDA, A. MP realiza reciclagem de lâmpadas fluorescentes. **Ministério Público**. 12 dez. 2013. Disponível em: <<http://www.mpggo.mp.br/portal/noticia/mp-realiza-reciclagem-de-lampadas-fluorescentes#.U-6kxPIdU2s>> Acesso em 19 jun. 2014.

AMSTERDAM LIGHT FESTIVAL - The Festival. 2014. Disponível em: <<http://www.amsterdamlightfestival.com/en/about-the-festival/het-festival/>> Acesso em: 12 maio. 2014.

ARRAIS, A.C. Monumentalidade, linhagem e estrutura narrativa. O horizonte de expectativa do projeto urbanístico de Goiânia. **ArtCultura**, Uberlândia, v. 12, n. 21, p. 181-193, jul-dez. 2010.

ARRUDA, M.V.N.; OLIVEIRA, R. Implementação de projetos smart grid no Brasil. **Jornada de Pesquisa e Extensão**. Cuiabá. 2013. Disponível em: <<http://jornada.cba.ifmt.edu.br/jornadaojs/index.php/jornada/article/view/5/7>>

ASAGAI, Y; YAMAMOTO, K; OHSHIRO, T. Bone Metabolism in Cerebral Palsy and the Effect of Light-Emitting Diode (LED). **Irradiation. Laser Therapy**, v. 21, n.1. 2012. p. 23–31.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). Norma Técnica: NBR ISSO/CIE 8995 - 1:2013 - Iluminação de ambientes de trabalho: Parte 1: Interior. 21 de mar. 2013. Disponível em: <<http://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=196479>> Acesso em: 10 ago. 2014.

AYRTON, H. **The Electric Arc**. New York: Cambridge University Press. 2012. 520 p.

BALAZINA, A. No Brasil, pontes e hotéis já usam LED. **O Estadão**. 13 out. 2010. Disponível em: <<http://www.estadao.com.br/noticias/geral,no-brasil-ponte-e-hoteis-ja-usam-led-imp-,624020>> Acesso em: 30 ago. 2014.

BARBAULT, R. **Ecologia geral: estrutura e funcionamento da biosfera**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2011.

BARGHINI, A.; URBINATTI, P.R.; NATAL, D. Atração de mosquitos (Diptera: Culicidae) por lâmpadas incandescentes e fluorescentes. **Entomol**, Rio de Janeiro, v.11, n.4, out./dez.2004.

BEHAR-COHEN, F. et. al. Light-emitting diodes (LED) for domestic lighting: any risks for the eye? **Progress in Retinal and Eye Research**, v. 30, n. 4, p. 239-257. 2011.

BERNARDES J. Controle de iluminação reduz contato com insetos transmissores de doenças. Agência USP de Notícias. 9 abr. 2009. Disponível em:<<http://www.usp.br/agen/?p=6028>> Acesso em 29 out. 2013.

BOSTON UNIVERSITY. LED Lighting Retrofits. [2009?]. Disponível em:<<http://www.bu.edu/sustainability/what-were-doing/energy/led-lighting-retrofits/>>Acesso em: 18 mar. 2014.

BRASIL. **Prefeitura de Joinville**. Prefeitura lança edital para licitação da iluminação pública, fev. 2014. Disponível em: <<https://www.joinville.sc.gov.br/noticia/6647-Prefeitura+lan%C3%A7a+edital+para+licita%C3%A7%C3%A3o+da+ilumina%C3%A7%C3%A3o+p%C3%BAblica.html>>. Acesso em 10 out. 2014.

_____.**Prefeitura de São Paulo**. Iluminação: Prefeitura chama iniciativa privada para apresentar modelo de PPP. São Paulo, set. 2013. Disponível em: <<http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/comunicacao/noticias/?p=157961>>Acesso em 10 out. 2014.

_____.**Prefeitura de São Paulo**. Iluminação: Prefeitura chama iniciativa privada para apresentar modelo de PPP. São Paulo, set. 2013. Disponível em: <<http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/comunicacao/noticias/?p=157961>>Acesso em 10 out. 2014.

_____.**Prefeitura de São Paulo**. Túnel Ayrton Senna recebe iluminação com LED. São Paulo, 24 nov. 2010. Disponível em: <<http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/servicos/noticias/?p=23439>>Acesso em: 25 out. 2014.

BRANDÃO, A.C.; GOMES, L.M.B.; AFONSO, J.C. Educação Ambiental: O caso das lâmpadas usadas. **RQI**, Rio de Janeiro, p. 17-23, abr./jun. 2011.

BRASÍLIA na copa - Site do GDF para a Copa do Mundo FIFA 2014: Estádio sustentável. Disponível em: <<http://www.copa2014.df.gov.br/estadio-sustentavel/4975-estadio-sustentavel>>. Acesso em: 10 abr. 2014.

BRAZIL FIFA world cup 2014. 2014. Disponível em: <<http://worldcup2014directory.blogspot.com.br/2010/08/mane-garrincha-stadium-brasil.html>> Acesso em: 25 mar. 2014.

BUARQUE, S. C. **Construindo o desenvolvimento local sustentável**. Rio de Janeiro: Gramond, 2002. 177p.

BUENO, C.; ROSSIGNOLO, J. A. Desempenho ambiental das edificações: cenário atual e perspectivas dos sistemas de certificação. **Minerva**, São Paulo, v.7, n.1, p. 45-52. 2003.

BUENOS AIRES La Ciudad. La Ciudad moderniza su alumbrado público con tecnología LED. 17 nov. 2014. Disponível em: <http://www.buenosaires.gob.ar/noticias/plan-de-reconversion-del-alumbrado-publico-luminarias-led>> Acesso em: 19 nov. 2014.

BUREAU of street lighting- city of Los Angeles. LED Conversion Program – Before and After Photographs. June, 7. 2012. Disponível em: <<http://bsl.lacity.org/led-news-media.html#prettyPhoto>> Acesso em 19 set. 2014.

BURINI JUNIOR, E.C. Destino e Gestão aos Resíduos de Lâmpadas Elétricas a Descarga. In: VII CONGRESO DE MEDIO AMBIENTE / AUGM. La Plata-Argentina. 22-24 mayo, 2012. Disponível em: <http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/26498/Documento_completo.pdf?sequence=1> Acesso em 09 maio. 2014.

CÂMARA Municipal de Goiânia. MONUMENTO A PEDRO LUDOVICO PODERÁ SER INSTALADO NA PRAÇA CÍVICA. 30 jun. 2010. Disponível em: <<http://www.camara.go.gov.br/noticia.aspx?tipo=NOTICIA&ID=2082>> Acesso em 19 jul. 2014.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. Minerais Estratégicos e Terras-Raras. Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2014. 241 p. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/a-camara/altosestudos/pdf/minerais-estrategicos-e-terras-raras>> Acesso em: 16 nov. 2014.

CASANOVA, S. Philips Hue empowers endless possibilities in connected lighting, launching a developer program for world's smartest LED lighting bulb. March, 11, 2013. Disponível em: <http://www.newscenter.philips.com/us_en/standard/news/press/2013/20130311-philips-hue-launches-sdk.wpd#.VFVGMvnF82t> Acesso em: 16 mar. 2014.

CASTELNOU, A. Arquitetura e Sustentabilidade na Sociedade de Risco. **Terra e cultura**, ano 22, n.42, p. 129-141- jun. 2003.

CASTRO, V. Projeto 'Manaus mais iluminada' substitui iluminação amarela por branca. **Prefeitura de Manaus**, dez. 2013. Disponível em: <<http://www.manaus.am.gov.br/2013/12/19/projeto-manaus-mais-iluminada-substitui-iluminacao-amarela-por-branca/>> Acesso em: 12 set. 2014.

CENTRAIS Elétricas de Goiás (CELG). Nossa história. 2014?. Disponível em <<https://www.celg.com.br/paginas/institucional/institucional.aspx>> Acesso em 26. ago. 2014.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. **Uso e aplicações de Terras Raras no Brasil: 2012-2030**. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2013. 254p.

CERQUEIRA, F. V. Patrimônio cultural, escola, cidadania e desenvolvimento sustentável. **Diálogos, DHI/PPH/UEM**, v. 9, n. 1, p. 91-109. 2005.

CHAMORRO, E. et al. Effects of Light-emitting Diode Radiations on Human Retinal Pigment Epithelial Cells *In Vitro*. **Photochemistry and Photobiology**, v.89, n.2, p. 468-473. 2013.

CHEPESIUK, R. Missing the Dark: Health Effects of Light Pollution. **Environ Health Perspect**, v.117, n.1, jan. 2009.

CHIARAVALLOTI, R.M.; PÁDUA, C. V. **Escolhas sustentáveis: discutindo biodiversidade, uso da terra, água e aquecimento global**. São Paulo: Urbana, 2011. 168 p.

CHICHILNISKY, G. Anaxiomatic approach to sustainable development. **Social Choice and Welfare**, v.13, n.2, p.231-257, 1996.

CINZANO,P.; FALCHI P.F.; ELVIDGE, C.D. The first World Atlas of the artificial night sky brightness. **Mon. Not. R. Astron. Soc.**, v. 328, p. 689–707, 2001.

COHEN, F.et al. Light-emitting diodes (LED) for domestic lighting: any risks for the eye? **Progress in Retinal and Eye Research**, v. 30, n. 4, p. 239-257. 2011.

COMISSÃO EUROPEIA. Novas Lâmpadas e Embalagens. [2010?]. Disponível em:< http://ec.europa.eu/energy/lumen/overview/whatchanges/index_pt.htm> Acesso em: 16 mar. 2014.

CONCEIÇÃO, J.P.; CONCEIÇÃO, M. M.; ARAÚJO, P. S. L. Obsolescência programada – Tecnologia a serviço do capital. **INOVAE – Journal of Engineering and Technology Innovation**, São Paulo, v. 2, n. 1, p.90-105. 2014.

DANTAS, M. Sicam apresenta estudo para trocar lâmpadas convencionais por leds. 28 jan. 2014. **Governo de Goiás**. Disponível em <<http://www.cidades.go.gov.br/post/ver/171856/sicam-apresenta-estudo-para-trocar-lampadas-convencionais-por-leds>> Acesso em 12 mai.2014.

DIÁRIO OFICIAL DO MUNICÍPIO DE GOIÂNIA. Plano Diretor - Diário Oficial Nº 4.147 de 26 de junho de 2007 - Consolidado em junho de 2010. Goiânia. 2010. Disponível em: <<http://www.goiania.go.gov.br/Download/seplam/Colet%C3%A2nea%20Urban%C3%ADstica/1.%20Plano%20Diretor/1.%20Plano%20Diretor%20-%20Lei%20Comp.%20171.pdf>> Acesso em 24 ago. 2014.

DING, G.K.C. Sustainable construction- the role of environmental assessment tools. **Journal of Environmental Management**, Sydney, v.86, n. 3, p. 451-464, fev. 2008.

DUARTE, I. F.; SILVA, A. M.; SILVA, D. A.; ALMEIDA, M. G. Tipos de turismo em Goiânia e seus atrativos principais. In: XIII ENCONTRO NACIONAL DE GEÓGRAFOS, 8, 2002, João Pessoa. **Anais eletrônicos...** João Pessoa: AGB, 2002. Disponível em: <http://portais.ufg.br/up/215/o/Duarte_ivonaldo_ferreira_turismo_em_gyn.pdf> Acesso em: 04 set. 2014.

DUTTY, GS.; MILLS, E. Illumination and sustainable development Part II: Implementing lighting efficiency programs. **Energy for Sustainable Development**, v. 1, n. 2. p.17-27. 1994.

ELETROBRÁS- Iluminação pública. 2008. Disponível em: <<<http://www.eletronbras.com/ELB/main.asp?TeamID=%7BEB94AEA0-B206-43DE-8FBE-6D70F3C44E57%7D#>>> Acesso em: 25 mai. 2014.

ELKINGTON, J. Towards the sustainable corporation: Win-win-win business strategies for sustainable development. **California Management Review**, v.36, n.2, p.90-100, 1994.

ELVIDGE, C.D; KEITH, D.M.; TUTTLE, B.T.; BAUGH, K. E. Spectral Identification of Lighting Type and Character. **Sensors**, v.10, p. 3961-3988. 2010.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). Projeção da demanda de energia elétrica para os próximos 10 anos (2011-2020). Rio de Janeiro, fev. 2011. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/mercado/Documents/S%C3%A9rie%20Estudos%20de%20Energia/20110222_1.pdf>. Acesso em: 06 fev. 2014.

FERREIRA, V. M. Cidade e democracia: ambiente, património e espaço público. **Cidades-Comunidades e territórios**, n.1, p. 9-35, dez. 2001.

FORBES. GE Lighting Sees Brighter Future With LED Growth. June, 11. 2013. Disponível em: <<http://www.forbes.com/sites/greatspeculations/2013/06/11/ge-lighting-sees-brighter-future-with-led-growth/>> Acesso em 03 maio. 2014.

FORCOLINI, G. **Illuminazione LED**. 2. ed. Milano: Biblioteca Tecnica Hoepli, 2011. 210 p.

FREIRE, V. Primeira fase da nova iluminação do Eixo Monumental é inaugurada. **Portal do Distrito Federal**. 01 fev. 2014. Disponível em < <http://df.gov.br/sobre-o-governo/autarquias-e-agencias/item/12034-primeira-fase-da-nova-ilumina%C3%A7%C3%A3o-do-eixo-monumental-%C3%A9-inaugurada.html>> Acesso em 17 out. 2014.

FRONDEL, M.; LOHMANN, S. The European Commission's light bulb decree: another costly regulation? **Ruhr economic papers**, n. 245. 2011. Disponível em: <<http://www.econstor.eu/bitstream/10419/45328/1/65599047X.pdf>> Acesso em 01 jun. 2014.

FUNKE, K. Solid State Ionics: from Michael Faraday to green energy—the European dimension. *Sci. Technol. Adv. Mater*, v.14, p.1-50. 2013.

FURNAS e ELETROBRÁS firmam convênio para implantar o Reluz em Goiânia. *Revista Linha Direta*, n. 306, mar. 2004. Disponível em: <http://www.furnas.com.br/arqtrab/ddppg/revistaonline/linhadireta/LD306_cenerg.pdf> Acesso em 13 ago. 2014.

GARDENS BY THE BAY. The gardens. 2014. Disponível em <http://www.gardensbythebay.com.sg/content/gbb/en/the-gardens/gardenmap/map.html>> Acesso em: 22 nov.2014.

GARGAGLIONI, S. Poluição luminosa e a necessidade de uma legislação. **ComCiência**, Campinas, n.112. 2009.

GASTON, K. J.; GASTON, S.; BENNIE, J.; HOPKINS, J. Benefits and costs of artificial night time lighting of the environment. **Environ. Rev.**, v. 22, n. 1, jun. 2014.

GOMES, et. al. Nutrientes vegetais no meio ambiente: ciclos bioquímicos, fertilizantes e corretivos. **Embrapa Meio Ambiente**. 2ed., Jaguariúna-SP, 62p., nov. 2008.

GOUVEIA, J. PPP vai trocar iluminação pública por lâmpadas de LED. **Revista Veja, São Paulo**, mai. 2014. Disponível em: <<http://vejasp.abril.com.br/materia/ppp-para-trocar-iluminacao-publica-por-lampadas-de-led>>. Acesso em 19 jul. 2014.

GOVERNO do Estado de Goiás, Instalação de fábrica em Gameleira gerará mais de 4 mil empregos em Goiás. **12 mar. 2014.** Disponível em: <<http://www.casacivil.go.gov.br/post/ver/174870/instalacao-de-fabrica-em-gameleira-gerara-mais-de-4-mil-empregos-em-goias>> Acesso em 19 jul. 2014.

GRANT THORNTON. Estudo de Viabilidade-Viabilidade técnica e econômica em logística reversa na organização da coleta e reciclagem de resíduos de lâmpadas no Brasil. Primeira versão, set. 2011. Disponível em: <http://www.sinir.gov.br/documents/10180/13560/EVTE_LAMPADAS/> Acesso em 09, maio. 2014.

GRUPO BANCO MUNDIAL - Estratégia de Energia Abordagem Setorial. 2009. Disponível em: http://siteresources.worldbank.org/EXTESC/Resources/Approach_Paper_PORT.pdf?resourceurlname=Approach_Paper_PORT.pdf Acesso em: 25 mar. 2014.

GUIA PRÁTICO PHILIPS ILUMINAÇÃO-LÂMPADAS, REATORES, LUMINÁRIAS E LED. Philips. Nov. 2009. Disponível em: <http://www.lighting.philips.com.br/pwc_li/br_pt/connect/Assets/pdf/GuiaBolso_Sistema_09_final.pdf> Acesso em: 18 mar. 2014.

GUNGOR, V.C.; SAHIN, D.; KOCAK, T.; ERGUT, S; BUCCELLA, C; CECATI, C; HANCKE, G.P. Smart Grid Technologies: Communication Technologies and Standards. **Industrial Informatics, IEEE Transactions**, v.7, n. 4, p. 529-539, nov. 2011.

HAWKING, S. **A Brief History of Time: From the Big Bang to Black Holes.** London: Bantam. 1988. 198 p.

HOFSTEN VON, C.; RONNQVIST, L. The Structuring of Neonatal Arm Movements. **Child Development**, v.64, n.4, p. 1046-1057. 1993.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). Energy Technology Initiatives 2013-Implementation through Multilateral Co-operation. 2013. Disponível em: <<http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/EnergyTechnologyInitiatives2013.pdf> > Acesso em: 28 fev. 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Demográfico 2010 - Características urbanísticas do entorno dos domicílios. Rio de Janeiro, p.1-175, 2010. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/96/cd_2010_entorno_domicilios.pdf> Acesso em: 18 fev. 2014.

Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO). Novas regras para lâmpadas desde 1º de julho. 31 de jul, 2013. Disponível

em: <http://www.inmetro.gov.br/noticias/verNoticia.asp?seq_noticia=3502> Acesso em: 18 mar. 2014.

JORNAL DO SENADO. Brasil entra na corrida pelas terras-raras. 15 abr. 2013. Disponível em <<http://www12.senado.gov.br/jornal/edicoes/2013/04/15/pais-entra-na-corrida-pelo-201cmineral-do-tablet201d>> Acesso em: 25 jun. 2014.

JORNAL OPÇÃO. “Vou deixar a Prefeitura de Goiânia ‘um brinco’ para o meu sucessor.”. Edição 2040. 2014. Disponível em <<http://www.jornalopcao.com.br/entrevistas/vou-deixar-prefeitura-de-goiania-um-brinco-para-o-meu-sucessor-12068/>> Acesso em 13 ago. 2014.

JUNQUEIRA, M. G. A vocação expressional da luz: o design da iluminação no espaço urbano contemporâneo como arte pública. **Revista Ciclos**, Florianópolis, ano 1, v.1, n.2, fev. 2014.

JUNQUEIRA, M. G.; YUNES, G. A vocação cenográfica da iluminação pública no processo de valorização da paisagem urbana contemporânea. In: II CONINTER – CONGRESSO INTERNACIONAL INTERDISCIPLINAR EM SOCIAIS E HUMANIDADES, 2, 2013, Belo Horizonte. **Anais eletrônicos...** Belo Horizonte: CONINTER. Disponível em: <www.2coninter.com.br/artigos/pdf/797.pdf> Acesso em 19 jul. 2014.

KAMALI, K; TAHMOURI, P. An Analysis on Urban Beautification and Kamali, K; Tahmouri, P. An Analysis on Urban Beautification and Its Socio-economic Effects. **World Applied Programming**, v.3, n.6, Jun. 2013.

KAMTEKAR, T; MONKMAN, A.P.; BRYCE, M.R. Recent Advances in White Organic Light-Emitting Materials and Devices (WOLEDs). **Advanced Materials**, v.23, n. 2, p. 233-248. 2011.

KATES, R. W.; PARRIS, T. M.; LEISEROWITZ, A. A. What is sustainable development? Goals, indicators, values, and practice. **Environment: Science and Policy for Sustainable Development**, v. 47, n. 3, p. 8-21, abr. 2005.

KEELER, M.; BURKE, B. **Fundamentos de projeto de edificações sustentáveis**. Porto Alegre: Bookman, 2010. 362 p.

KING, D.A. Introduction: energy for a sustainable future. **Phil. Trans. R. Soc. A**, v. 365, n. 1853, p.883-896, abr. 2007.

KOVALECHEN, M.T.B. A iluminação enquanto fator de alteração do desempenho no trabalho em ambientes corporativos. **Especialize IPOG On-Line**, maio, 2012. Disponível em: <<http://www.especializandovoce.com/uploads/arquivos/12d229cfc130e1830e397f8075726c8d.pdf>> Acesso em: 25 abr. 2014.

Koradecka, D. **Handbook of occupational safety and health (human factors and ergonomics)**. Boca Raton: CRC Press, 2010. 662 p.

LA TOUR EIFFEL SITE. 2010. Disponível em: < <http://www.tour-eiffel.fr/>> Acesso em: 20 abr. 2014.

LABORATÓRIO NACIONAL DE ASTROFÍSICA (LNA). Como podemos evitar a Poluição Luminosa?. 16 maio. 2012. Disponível em: <<http://www.lna.br/lp/index.html>>. Acesso em: 26 jun. 2014.

LEAL-JÚNIOR, P. Effect of phototherapy (low-level laser therapy and light-emitting diode therapy) on exercise performance and markers of exercise recovery: a systematic review with meta-analysis. **Lasers in Medical Science**, v.30, n.2, p. 925-939. 2013.

LENK, R. LENK, C. **Practical lighting design with LEDs**. Piscataway: IEEE Press. 2011. 272 p.

LIMA, C. Prefeitura fecha terceiro Cais por falta de médico. 07 dez. 2014. Disponível em: <<http://www.opopular.com.br/editorias/cidades/prefeitura-fecha-terceiro-cais-por-falta-de-m%C3%A9dico-1.729788>> Acesso em 09 dez. 2014a.

LIMA, C. Lixo acumulado em parque. 01 nov. 2014. Disponível em: <<http://www.opopular.com.br/editorias/cidades/lixo-acumulado-em-parque-1.700820>> Acesso em 15 nov. 2014b.

LOUGHEED, T. Hidden Blue Hazard? LED Lighting and Retinal Damage in Rats. **Environmental Health Perspectives**, v.122, n. 3. 2014.

LOZANO, R. Towards better embedding sustainability into companies' systems: an analysis of voluntary corporate initiatives. **Journal of Cleaner Production**, v.25, n.0, p.14-26, 2012.

MA, G. et.al. Effect of red and blue LED light irradiation on ascorbate content and expression of genes related to ascorbate metabolism in postharvest broccoli. **Postharvest Biology and Technology**, v.94, p. 97–103. 2014.

MACISAAC, D.; KANNER, G.; ANDERSON, G. Basic Physics of the Incandescent Lamp (Lightbulb). **The PhysicsTeacher**, v. 37. p. 520-525, dez. 1999.

MAKARIEVA, A. N.; GORSHKOV, V.G.; LI, BAI-LIAN. Energy budget of the biosphere and civilization: Rethinking environmental security of global renewable and non-renewable resources. **Ecological complexity**, v.5, p. 281-288. 2008.

MALUTA, F. A. Cultivo in vitro de cana de açúcar exposta a diferentes fontes de luz. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.48, n.9, p.1303-1307, set. 2013.

MANZINI, E. **Design para a inovação social e sustentabilidade: comunidades criativas, organizações colaborativas e novas redes projetuais**. Rio de Janeiro: E-papers. 2008. 104 p.

MASCARÓ, M. **A Iluminação do Espaço Urbano**. 1a ed. Porto Alegre: Masquatro Editora, 2006. 197 p.

MCCOLGAN, M.W. Light Pollution. **NLPIP- Lighting Answers**, v. 7, n.2, 2007.

MELO, V. Tecnologia LED na iluminação pública. **PROCEL INFO**. 2012. Disponível em: <[MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Plano Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, ago. 2012. Disponível em: <\[http://www.sinir.gov.br/documents/10180/12308/PNRS_Revisao_Decreto_280812.pdf/e183f0e7-5255-4544-b9fd-15fc779a3657\]\(http://www.sinir.gov.br/documents/10180/12308/PNRS_Revisao_Decreto_280812.pdf/e183f0e7-5255-4544-b9fd-15fc779a3657\)> Acesso em 19 maio. 2014.](http://www.eletronbras.com/PCI/main.asp?View={8D1AC2E8-F790-4B7E-8DDD-CAF4CDD2BC34}&Team=¶ms=itemID={E214EC9F-04D5-43D4-8C54-F49523C132AF};&ServiceInstUID={A9D6BC0A-4FEF-4175-8A84-0C9BE1FDF0DE}>. Acesso em 10 abr. 2014.</p></div><div data-bbox=)

MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE GOIÁS. Ação Civil Pública por ato de improbidade administrativa. 2013. Disponível em: <http://www.mpggo.mp.br/portal/arquivos/2013/07/25/14_11_05_504_acp_comurg.pdf> Acesso em 13 ago. 2014.

MITCHELL, W.J. P. The Violence of Public Art: "Do the Right Thing". **Critical Inquiry**, v. 16, n. 4, pp. 880-899. 1990.

MOHAMMAD, M.F. Construction Environment: Adopting IBS construction approach towards achieving sustainable development. **Procedia - Social and Behavioral Science**, v.85, p. 8-15, set. 2013.

MOLDAN, B.; JANOUAKOVÁ, S.; HÁK, T. How to understand and measure environmental sustainability: Indicators and targets. **Ecological Indicators**, v.17, p. 4-13, 2012.

MONDOARC. Bay South, Gardens by the Bay, Singapore, n.69, nov. 2012. Disponível em: <http://www.mondoarc.com/projects/Architectural/1628662/bay_south_gardens_by_the_bay_singapore.html> Acesso em 19 abr. 2014.

MONGARDINI, C.; TANNA, G. L. PILLONI, A. Light-activated disinfection using a light-emitting diode lamp in the red spectrum: clinical and microbiological short-term findings on periodontitis patients in maintenance. A randomized controlled split-mouth clinical trial. **Lasers in Medical Science**, v. 29, n.1, p. 1-8. 2014.

MOURA R. CANALLE, J.B.G. Os mitos dos cientistas e suas controvérsias. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, v.23 n.2, p. 238-251, jun. 2001.

MOURÃO, R.F.; SEO, E.S.M. LOGÍSTICA REVERSA DE LÂMPADAS FLUORESCENTES. **Revista Saúde, Ambiente e Sustentabilidade**, v.7, n.3, p.94-112. 2012.

MOXON, S. **Sustentabilidade no design de interiores**. São Paulo: GG, 2012. 191 p.

NAKAMURA, J. Eficiência luminosa. 17ª Ed. **Infraestrutura Urbana**, jun. 2012. Disponível em: <<http://infraestruturaurbana.pini.com.br/solucoes-tecnicas/17/artigo263008-3.aspx>> Acesso em: 25 abr. 2014.

NATIONAL CANDLE ASSOCIATION – History of Candles. 2014. Disponível em: <<http://candles.org/history/>> Acesso em: 22 fev. 2014.

NIETZSCHE, F. **A Gaia Ciência**. 1a ed. São Paulo: Companhia das Letras. 2012. 27p.

NOBEL PRIZE. The Nobel Prizes in Physics 2014. 2014. Disponível em: <http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/> Acesso em: 13 nov. 2014.

OETTINGER. G.H. Why has the EU acted? European Commission. [2008?]. Disponível em: <http://ec.europa.eu/energy/lumen/editorial/index_pt.htm> Acesso em: 18 mar. 2014.

OLIVEIRA, G. Luz e arquitetura: diálogos históricos. **Especialize IPOG On-Line**, 6ª Edição, n. 006, v.1. 2013. Disponível em: <<http://www.ipog.edu.br/uploads/arquivos/7a3ce93f003b606a07a6c0a700f11eb2.pdf>> Acesso em: 29 abr. 2014.

OLIVEIRA, M.C.A.; PEREIRA, A.T. Influência Da Iluminação Natural e Seus Sistemas para a percepção da Qualidade em Bibliotecas em Regiões de Clima Tropical no Brasil: Estudo de Caso. Encontro Latino americano de Edificações e Comunidades Sustentáveis. Curitiba. 2013. Disponível em: <<http://www.elecs2013.ufpr.br/Anais/edifica%C3%A7%C3%B5es/229.pdf>> Acesso em: 25 abr. 2014.

OLLE, M.; VIRŠILE, A. The effects of light-emitting diode lighting on green house plant growth and quality. **Agricultural and Food Science**, v.22, n.2, p. 223-234. 2013.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). Além da Rio+20: Avançando rumo a um futuro sustentável. Disponível em: <<http://www.onu.org.br/rio20/alem-da-rio20-avancando-rumo-a-um-futuro-sustentavel/>> Acesso em: 20 abr. 2014.

OSHIMA, Y. et. al. Effect of light-emitting diode (LED) therapy on the development of osteoarthritis (OA) in a rabbit model. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 65, n. 3, p. 224-229. 2011.

OSRAM. Lâmpadas Incandescentes. [2014?]. Disponível em:<<http://www.osram.com.br/media/resource/HIRES/349936/catlogo-geral-2013---Impadas-incandescentes.pdf>> Acesso em: 18 mar. 2014.

_____.LÂMPADAS INCANDESCENTES-CLASSIC p. 2014. Disponível em:<http://www.osram.com.br/osram_br/produtos/lampadas/lampadas-incandescentes/classic/classic-p/index.jsp> Acesso em : 18 mar. 2014.

_____.OLED Lighting. 2014. Disponível em:<http://www.osram.com.br/osram_br/ferramentas-e-servicos/servicos/faq/iluminaco-ledoled/index.jsp> Acesso em 25 abr. 2014.

PACALA, S.; SOCOLOW, R. Stabilization Wedges: Solving the Climate Problem for the Next 50 Years with Current Technologies. **Science**, v. 305 n. 5686 p. 968-972, ago. 2004.

PARCERIA PÚBLICO-PRIVADA BRASIL (PPP). PMI de iluminação pública do Município de São Paulo conta com mais de 30 empresas cadastradas. 14 nov. 2013 Disponível em: < <http://www.pppbrasil.com.br/portal/content/pmi-de-ilumina%C3%A7%C3%A3o-p%C3%BAblica-do-munic%C3%ADpio-de-s%C3%A3o-paulo-conta-com-mais-de-30-empresas-cadastrada>>Acesso em 10 out. 2014.

PARTIDO DO MOVIMENTO DEMOCRÁTICO BRASILEIRO (PMDB). Prefeitura de Goiânia lança Projeto Reluz, 24 jun. 2009. Disponível em: <<http://pmdb.org.br/noticias/prefeitura-de-goiania-lanca-projeto-reluz/>> Acesso em 13 ago. 2014.

PAULEY, S. M. Lighting for the human circadian clock: recent research indicates that lighting has become a public health issue. **Medical Hypotheses**, v. 63, p. 588–596. 2004.

PINTO, A. J.; NUNES, B.R.; ANTUNES, M.O.; LEITE, R.B. Fator De Potência e Distorção Harmônica de Lâmpadas Fluorescentes Compactas. **Revista Ciências do Ambiente On-Line**, v. 4, n. 2, p.1-7, ago. 2008.

PHILIPS Lâmpadas Incandescentes. 2014a. Disponível em:<<http://www.philips.com.br/c/lampadas-incandescentes/lampada->

incandescente-

7894400001124/prd/;jsessionid=C5FC9C07924E83D0BD4C75E3AB29B012.app102-drp3?t=specifications.

_____. Guia Prático: Philips Iluminação, Lâmpadas, Reatores, Luminárias e LEDs. Nov. 2009. Disponível em: <http://www.lighting.philips.com.br/pwc_li/br_pt/connect/Assets/pdf/GuiaBolso_Sistema_09_final.pdf> Acesso em 25 abr. 2014.

_____. Hue Personal Wireless Lighting. 2014b. Disponível em: <<http://www.usa.philips.com/e/hue/hue.html>> Acesso em 25 abr. 2014

_____. Paris metro halves energy use with LED lighting from Philips. 2013. Disponível em: <<http://www.newscenter.philips.com/main/standard/news/press/2013/20130227-paris-metro-halves-energy-use-with-led-lighting-from-philips.wpd#.U1GMc00VuUk>>. Acesso em: 12 abr. 2014.

PINHEIRO, M. **Ambiente e construção sustentável**. Instituto do Ambiente. 2006. 240 p.

PINTO, A. J. G.; NUNES, B. R.; ANTUNES, M. O.; LEITE, R. B. Fator De Potência e Distorção Harmônica de Lâmpadas Fluorescentes Compactas. **Revista Ciências do Ambiente On-Line**, v. 4, n. 2, p.1-7. 2008.

PORTAL Rádio Rio Vermelho. Gameleira de Goiás terá indústria de produção de lâmpadas de LED. In:_____. Notícias. 2014. Disponível em: <[PUROHIT, V.; BANU, T.; DAIYA, K. AMOLED: An Emerging Trends in LED. **International Journal of Scientific & Engineering Research**, v. 3, n. 10, p.1-4. 2012. Disponível em: <http://www.ijser.org/researchpaper%5CAMOLED-An-Emerging-Trends-in-LED.pdf>. Acesso em: 22 fev. 2014.](http://www.procelinfo.com.br/main.asp?ViewID={F5EAADD6-CCB0-4E29-A0C4-482D3D66BB65}¶ms=itemID={2DE226CA-5BB5-4D1C-8803-AAB66BEF1515};&UIPartUID={D90F22DB-05D4-4644-A8F2-FAD4803C8898}>> Acesso em 12 mai. 2014.</p>
</div>
<div data-bbox=)

PREFEITURA de Caldas Novas. Prefeitura inaugura nova iluminação pública de avenidas do setor Caldas do Oeste. 25 de jul. 2014. Disponível em <<http://www.caldasnovas.go.gov.br/prefeitura-inaugura-nova-iluminacao-publica-de-avenidas-do-setor-caldas-do-oeste/>> Acesso em 17 out. 2014.

_____. Prefeitura instala nova iluminação pública no bairro Caldas do Oeste. 8 jul. 2014a. Disponível em <<http://www.caldasnovas.go.gov.br/prefeitura-instala-nova-iluminacao-publica-no-bairro-caldas-do-oeste/>> Acesso em 17 out. 2014.

PREFEITURA de GOIÂNIA. Goiânia: capital verde do Brasil. Goiânia. 2012-2014. Disponível: <<http://www.goiania.go.gov.br/portal/goiania.shtml>> Acesso em: 25 ago. 2014

VALOR ECONÔMICO. Prefeitura de SP fará PPP para transferir serviço de iluminação ao setor privado, out. 2013. Disponível em: <<http://www.valor.com.br/brasil/3292282/prefeitura-de-sp-fara-ppp-para-transferir-servico-de-iluminacao-ao-setor-privado>>. Acesso em 10 out. 2014.

PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA (PROCEL). Programa Nacional de Iluminação Pública e Sinalização Semafórica Eficientes. Disponível em <<http://www.eletrobras.com/pci/main.asp?View=%7B623FE2A5-B1B9-4017-918D-B1611B04FA2B%7D&Team=¶ms=itemID=%7B6C524BD8-6422-40EC-AD7D-EF8CD7A8C0D9%7D;&UIPartUID=%7BD90F22DB-05D4-4644-A8F2-FAD4803C8898%7D>>. Acesso em: 28 out. 2013.

PUROHIT, V.; BANU, T.; DAIYA, K. AMOLED: An Emerging Trends in LED. **International Journal of Scientific & Engineering Research**, v. 3, n. 10. October. 2012. Disponível em: < <http://www.ijser.org/researchpaper%5CAMOLED-An-Emerging-Trends-in-LED.pdf>> Acesso em: 18 fev. 2014.

RELATÓRIO anual 2011-2012 - Desempenho social e ambiental. Philips. Jul. 2012. Disponível em: <http://www.philips.com/philips1/shared/assets/br/Company_profile/Philips_RelatoriodeSustentabilidade_2011-2012.pdf>. Acesso em: 5 abr. 2014.

SPAGNUOLO, G.; ANNUNZIATA, M.; RENGO, S. Cytotoxicity and oxidative stress caused by dental adhesive systems cured with halogen and LED lights. **Clin Oral Invest**, v. 8, n.2, p. 81–85. 2004.

REVISTA CIDADES DO BRASIL. Luz para os prefeitos. Edição 26,nov. 2001. Disponível em <<http://cidadesdobrasil.com.br/cgi-cn/news.cgi?cl=099105100097100101098114&arecod=7&newcod=346>> Acesso em 13 ago. 2014.

RIBEIRO, A. C.C.; ROSA, H.C.P.; CORREA, J. D´A. S.; SILVA, A.V. O emprego da tecnologia led na iluminação pública. **E-xacta**, Belo Horizonte, v. 5, n. 1, p. 111-132. 2012.

RIVIERA, R.; SPOSITO, A.S.; TEIXEIRA, I. Redes elétricas inteligentes (smart grid): oportunidade para adensamento produtivo e tecnológico local. **Revista do BNDES**, n. 40, p. 43-84, dez. 2013.

RODRIGUES, C. R. B. S.et al. Um Estudo Comparativo de Sistemas de Iluminação Pública: Estado Sólido e Lâmpadas de Vapor de Sódio em Alta Pressão. In:

IEEE/IAS INTERNATIONAL CONFERENCE ON INDUSTRY APPLICATIONS – INDUSCON, 9, 2010, São Paulo. **Anais eletrônicos...**São Paulo: IEE, 2010. Disponível em: <http://www.ufjf.br/nimo/files/2008/10/induscon2010_nimo.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2014.

ROSA, C. Promotor recomenda que Prefeitura de Goiânia providencie as trocas de lâmpadas no prazo legal. 02 jul. 2014. Disponível em: <http://www.mpggo.mp.br/portal/noticia/promotor-recomenda-que-prefeitura-de-goiania-providencie-as-trocas-de-lampadas-no-prazo-legal#.VQsvS47F8VU>> Acesso em 12 ago. 2014.

ROSENFELD, G.D. Monuments and the Politics of Memory: Commemorating Kurt Eisner and the Bavarian Revolutions of 1918-1919 in Post war Munich. **Central European History**, v. 30, n. 2, p. 221-252. jan. 1997.

RUTTER, P.; KEIRSTEADB, J. A brief history and the possible future of urban energy systems. **Energy Policy**, v. 50, p. 72–80. 2014.

SABZALIAN, M.R. High performance of vegetables, flowers, and medicinal plants in a red-blue LED incubator for indoor plant production. **Agronomy for Sustainable Development**, v.34, n. 4, p. 879-886. 2014.

SALVETTI, A.R. **A História da Luz**. 2ª ed. rev. São Paulo: Editora Livraria da Física. 2008. 205 p.

SARTORI, F.; LATRÔNICO F.; CAMPOS, L.M.S. Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: uma taxonomia no campo da literatura. **Ambiente e Sociedade**, São Paulo, v.17, n.1, p.1-22.

SCALCO, V.A. et al. Innovations in the Brazilian regulations for energy efficiency of residential buildings. **Architectural Science Review**, v. 55, n.1, p.71-81, jan. 2012.

SCOTT, A. Sustainable energy for all: a balance of Objectives. **Development Progress**. 2012. Disponível em: <http://www.developmentprogress.org/sites/developmentprogress.org/files/resource-report/sustainable_energy_for_all_-_a_balance_of_objectives._andrew_scott.pdf> Acesso em: 25 maio. 2014.

SHANG YM, et al. White Light–Emitting Diodes (LEDs) at Domestic Lighting Levels and Retinal Injury in a Rat Model. **Environ Health Perspect**, v. 122, n.3, p. 269-276, dez. 2014.

SIEMENS. A rede elétrica inteligente do futuro. 2014. Disponível em: <<http://www.siemens.com.br/desenvolvimento-sustentado-em-megacidades/smart-grid.html>> Acesso em: 18 mar. 2014.

SILVA, F.R. et al. Impactos Ambientais Associados à Logística Reversa de Lâmpadas Fluorescentes. **Revista Saúde, Ambiente e Sustentabilidade**, v.8, n.1. p. 42-69. 2013.

SILVA, L.S. **Iluminação Simplificando o projeto**. Rio de Janeiro: Editora Moderna. 2009.

SILVEIRA, M. C. F.; et al. Benefícios ambientais e energéticos da utilização da tecnologia led em sistema de iluminação pública. In: XVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE AUTOMÁTICA. **Anais**. Bonito. 2010.p.954-958. Disponível em: <http://www.labplan.ufsc.br/congressos/CBA2010/Artigos/66237_1.pdf>. Acesso em: 26 out. 2013.

SLIMANE, M. Role and relationship between leadership and sustainable development to release social, human, and cultural dimension. **Social and Behavior al Sciences**, v. 4, p.92-99. 2012.

SOMMERS, W.T.; LOEHMAN, R. A.; HARDY, C. C. Wildland fire emissions, carbon, and climate: Science overview and knowledge needs. **Forest Ecology and Management**, Fairfax, v. 317, p. 1-8, jan. 2014.

TAVARES, M. H. F. T. JORDAN, R. A. Desenvolvimento de um sistema de iluminação mais eficiente para utilização em granjas de produção de ovos férteis visando a racionalização de energia elétrica no setor avícola. **Enc. Energ. Meio Rural**, ano. 4. 2002.

THEJOKALYANI, N.; DHOBLE, S.J. Novel approaches for energy efficient solid state lighting by RGB organic light emitting diodes – A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*.v.32, p. 448–467. 2014.

TOLMASQUIM, M.T. Perspectivas e planejamento do setor energético no Brasil. **Estud. av.**, São Paulo, v.26, n.74, pp. 247-260. 2012.

TUROLLA, F. ALLAIN, N. ANKER, T. Iluminação pública para cidades inteligentes. **Valor econômico**, ago. 2014. Disponível em<<http://www.antp.org.br/website/noticias/show.asp?npgCode=817A088B-7ABA-418A-9562-21450AFD4399>>Acesso em 10 out. 2014.

TV ANHANGUERA. Estudantes protestam por melhorias no transporte público em Goiânia. 26 jan.2014. Disponível em: <<http://g1.globo.com/goias/noticia/2014/02/estudantes-protestam-por-melhorias-no-transporte-publico-em-goiania.html>> Acesso em 23 jun. 2014a.

TV ANHANGUERA. Comurg anuncia novo presidente em meio a crise na coleta de lixo. 02 maio. 2014. Disponível em: <<http://g1.globo.com/goias/noticia/2014/05/comurg->

anuncia-novo-presidente-em-meio- crise-na-coleta-de-lixo.html> Acesso em 23 jun. 2014b.

U.S DEPARTAMENT OF ENERGY. LED Lighting. July 29, 2012. Disponível em:<<http://energy.gov/energysaver/articles/led-lighting>> Acesso em: 03 maio. 2014.

U.S DEPARTAMENT OF ENERGY. How Energy Efficient Light Bulbs Compare with Traditional Incandescentes. July, 28. 2014. Disponível em:<<http://energy.gov/energysaver/articles/how-energy-efficient-light-bulbs-compare-traditional-incandescentes>>Acesso em: 16 mar. 2014.

UDDIN, S.; SHAREEF H.; MOHAMED A. Power quality performance of energy-efficient low-wattage LED lamps. **Measurement**, v. 46, n. 10, p. 3783–3795. December. 2013,

UNES, W. **Identidade art déco de Goiânia**. Goiânia: Editora UFG, 2001. 200 p.

UNESCO - Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos. Disponível em:<http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Brasilia/pdf/WWDR4%20Background%20Briefing%20Note_pt_2012.pdf> Acesso em :28 mar. 2014.

VALENTIM, A.B.; FERREIRA, H.S.;COLETTTO, M.A. Lâmpadas de LED: impacto no consumo e fator de potência. **Revista Ciências do Ambiente On-Line**, v.6, n.1, p.29-33, jun. 2010. Disponível em:<<http://www2.ib.unicamp.br/revista/be310/index.php/be310/article/viewFile/222/168>> Acesso em 08 maio. 2014.

WALSH, C.M; PRENDERGAST, J.T. SHERIDAN; MURPHY, B.A. Blue light from light-emitting diodes directed at a single eye elicits a dose-dependent suppression of melatonin in horses. **The Veterinary Journal**, v.196, p. 231–235. 2012;

WEICHSEL, C.; et al. Organic light-emitting diodes for lighting: High color quality by controlling energy transfer processes in host-guest-systems. **Journal of Applied Physics**, v.11, fev. 2012.

WINES, J. **Green architecture**. Köln: Benedikt Taschen, 2000.

WORLD BANK GROUP. Toward a sustainable energy future for all: directions for the World Bank Groups energy sector. Washington DC. 2013. Disponível em:<<http://documents.worldbank.org/curated/en/2013/07/18016002/toward-sustainable-energy-future-all-directions-world-bank-group%C2%92s-energy-sector>> Acesso em: 28 mar. 2014.

YEANG, K. **Designing with nature. The ecological basis for architectural design**. New York: McGraw-Hill, 1995. 256 p.

YUNG, E.H.K.; CHAN, E.H.W. Implementation challenges to the adaptive reuse of heritage buildings: Towards the goals of sustainable, low carbon cities. **Habitat International**, v. 36, n. 3, p. 352-361, July. 2012.

ZAINORDINA, N. B.; ABDULLAH, S.M.B.; BAHARUM, Z.B.A. (2012). Light and Space: Users Perception towards Energy Efficient Buildings. **Social and Behavioral Sciences**, Bandung v.36, p. 51-60, jun. 2012.