



Historia da Luminagão

trust





*História
da Iluminação*

Coordenação Editorial e Redação:

NEIDE LAMANNA

Capa:

RAPHAEL LOBOSCO

Projeto Gráfico:

ANDRE SIQUEIRA

Ilustração:

RAPHAEL LOBOSCO

Diagramação:

THAIS SOGAYAR

Revisão:

THATIANA RACY

*História
da Iluminação*

História da Iluminação

História da iluminação

Fator de progresso, integração, segurança e bem estar, a iluminação passou, ao longo dos tempos, por grandes mudanças advindas do desenvolvimento tecnológico, que começou com a descoberta do fogo, tirando a humanidade das trevas, até a grande revolução iniciada pela descoberta da lâmpada elétrica incandescente.



Foram mais de quatro séculos de pesquisas até chegar aos avanços atuais, que permitem múltiplas formas de iluminar os ambientes internos e externos, protegendo não só as pessoas como também os espaços e obras, públicas e privadas, patrimônios valorizados por uma diversidade de tecnologias, tão precisas que agora estendem os benefícios também para a preservação do meio ambiente, hoje a grande preocupação.

A história da iluminação se confunde, portanto, com a história da humanidade e, por isso, tem de ser divulgada, valorizada e reproduzida para que todos conheçam em detalhes como o homem saiu do entorno da fogueira para difundir a luz nas grandes metrópoles. Nós, da Trust, que temos como objetivo trabalhar para oferecer o melhor em termos de iluminação, decidimos viabilizar esse projeto para multiplicar o conhecimento, contribuindo para sua ampla divulgação. Mas para que esta iniciativa se viabilizasse, não poderíamos deixar de mencionar a preciosa colaboração de Milton Martins Ferreira, um dos primeiros pesquisadores da história da iluminação e autor de boa parte do trabalho publicado pela Revista Iluminação Brasil, cujas informações serviram de base para a elaboração deste livro.

Evandro de Souza Rego Filho
Presidente - CEO

*História
da Iluminação*

Índice

| | |
|--|-----------|
| CAPÍTULO 1 | |
| <i>A luz antes da energia elétrica</i> | 12 |
| Fogo impulsiona as pesquisas de diferentes combustíveis, que geraram a luz por longo período. | |
| CAPÍTULO 2 | |
| <i>A evolução dos artefatos para iluminação</i> | 20 |
| Lucernas, lampiões, lanternas, castiçais e candelabros, ampliam o acesso à iluminação em todas as classes sociais. | |
| CAPÍTULO 3 | |
| <i>Gás de carvão inaugura nova era na iluminação</i> | 28 |
| Nova fonte consolida-se na iluminação pública e chega a fazer frente à luz elétrica no final do século XVIII. | |
| CAPÍTULO 4 | |
| <i>Arco voltaico impulsiona a fase pré-elétrica</i> | 34 |
| Descoberta da incandescência e da descarga elétrica implanta tecnologia inovadora, abrindo espaço para uma nova era. | |
| CAPÍTULO 5 | |
| <i>Descoberta de Edison marca nova era na iluminação</i> | 40 |
| Lâmpada elétrica incandescente revoluciona a tecnologia e vence a concorrência com o gás. | |
| CAPÍTULO 6 | |
| <i>Novas tecnologias conquistam mercado mundial e ganham espaço na iluminação</i> ... | 48 |
| Fluorescente, vapor de mercúrio e de sódio substituem com vantagens a velha lâmpada de Edison. | |
| CAPÍTULO 7 | |
| <i>A evolução no Brasil</i> | 60 |
| Desde os primórdios da iluminação até as novas tecnologias. | |
| CAPÍTULO 8 | |
| <i>Rio de Janeiro: A capital mais bem iluminada do século XIX</i> | 70 |
| Corte portuguesa dá os primeiros passos e atrai investimentos. | |
| CAPÍTULO 9 | |
| <i>São Paulo: Iluminação estimula o desenvolvimento em São Paulo</i> | 80 |
| Gás modifica a paisagem e eletricidade coloca a cidade em novo patamar de crescimento. | |
| CAPÍTULO 10 | |
| <i>Projeto entra em nova era com a evolução das tecnologias</i> | 88 |
| LED e fibra óptica, as grandes promessas para maior economia e preservação do meio ambiente. | |

Capítulo 1



A luz antes da energia elétrica

Fogo impulsiona
as pesquisas
de diferentes
combustíveis, que
geraram a luz
por longo período.

História da Iluminação

A história da luz e da iluminação é fascinante. Quando o homem aprendeu definitivamente a controlar o fogo — a mais importante de todas as descobertas — e conseguiu vencer as trevas e seus temores pelo domínio da luz artificial, se iniciava de fato a história da iluminação. Não há registros precisos das primeiras iniciativas, mas estimativas conservadoras indicam que ocorreram há cerca de 500 mil anos.

Desde então e por longo período, a humanidade viveu sob completa dependência da combustão, aperfeiçoando o processo com o uso de diferentes materiais como a palha, os gravetos e a lenha, que evoluíram para as gorduras animais, as ceras, os óleos vegetais e até mesmo o betume. A revolução industrial viabilizou dois grandes saltos tecnológicos na iluminação: o "gás de hulha" e o querosene. No entanto, a combustão permanecia como o único recurso para produzir a luz.

Não se pode negar a importância da luz artificial na sociedade moderna. Sem ela, a vida social, comercial e cultural, praticamente pararia com a chegada da noite.



Fogo, a principal descoberta.

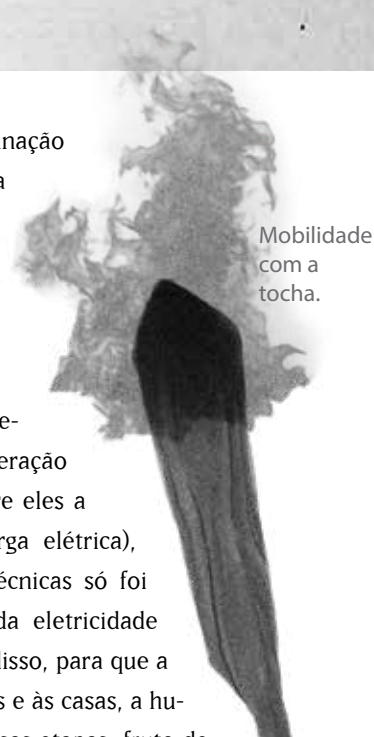
Além disso, a iluminação industrial — que permite a continuidade do trabalho — é, como tantas outras realizações, um subproduto da Revolução Industrial.

Embora a natureza oferecesse outros meios para geração de energia luminosa (dentre eles a incandescência e a descarga elétrica), o domínio dessas novas técnicas só foi possível com o advento da eletricidade no século XIX. Mas, antes disso, para que a iluminação chegasse às ruas e às casas, a humanidade passou por diversas etapas, fruto de pesquisas com diferentes produtos.

Foram muitas tentativas para melhorar a geração da luz e separá-la da consequente produção de calor. A vontade de produzir uma chama constante e mantê-la acesa por longos períodos marcou o desenvolvimento ao longo dos anos. Assim, na Idade da Pedra surgiram as primeiras lâmpadas em forma de cuia, que queimavam óleos vegetais ou animais, providas de um pavio. Mais tarde, provavelmente nos tempos romanos, foi inventada a vela. A lâmpada e a vela, assim como a tocha, deram mobilidade à luz.

No entanto, o grande avanço no desenvolvimento de fontes de luz só aconteceu há mais de dois séculos, com o aumento da potência luminosa pelo desenvolvimento dos queimadores tubulares, dando início à tecnologia da iluminação. Já, a terceira etapa começou quando a ideia da chama como fonte de luz foi substituída por um corpo incandescente sólido, dando origem às duas maiores invenções desse período: a lâmpada elétrica incandescente e a lâmpada a gás.

Após várias pesquisas, finalmente tornou-se possível gerar a luz sem desperdício de energia pelo subproduto tradicional — o calor — com a pro-



Capítulo 1

A luz antes da energia elétrica

dução de lâmpadas de descarga elétrica em várias formas e em escala comercial. O aperfeiçoamento e a proliferação das lâmpadas tornou evidente a importância social da luz e da iluminação na sociedade moderna.

Vale destacar o papel quase místico que a luz artificial tinha no passado. Em muitas culturas ela era tida como um símbolo, associada com a verdade, a inspiração, a esperança, o progresso e a riqueza (Aladim). Na verdade, podemos dizer que a sociedade atual seria irreconhecível sem a luz artificial.

A popularização do azeite de oliva

Com o desenvolvimento da cerâmica, que surgiu em torno de 8 mil A.C., apareceram pequenas peças moldadas, mais elaboradas. Uma delas, em forma de "bico" com um pavio, assentava o local da chama e o do óleo. Eram as primeiras luminárias. Daí por diante, os artefatos para queima das matérias graxas de origem animal, provenientes da banha das caças, chegariam até os primeiros tempos da civilização.

Nesse momento, percebeu-se



Azeite de oliva, um importante

que, por meio do cozimento, substâncias combustíveis também poderiam ser extraídas de vegetais, aproveitando as sementes e os frutos oleaginosos. Nos tempos bíblicos, ao lado de tochas e de archotes (cordas de esparto - um tipo de erva - untadas de breu, que ardem com luz avermelhada e fuliginosa), há referências a luminárias alimentadas por azeite de oliva ou mesmo óleo de amêndoas ou nozes, frutos abundantes nas regiões em torno do Oriente Médio.

Esses combustíveis eram mais puros do que os óleos animais, mais espessos, fumacentos e mal cheirosos. Por isso mesmo, com o tempo os vegetais ganharam a preferência na iluminação de interiores.

A popularização do azeite doce ou de oliva expandiu-se aos poucos pela Europa, levado pelos romanos e depois pelos árabes. Foi presença garantida na antiguidade e ao longo de toda a Idade Média, sendo fonte quase exclusiva de iluminação para templos e igrejas. Com o tempo, o fruto da oliveira encontrou outros substitutos, além das amêndoas e das nozes. Dentre eles, o óleo extraído da semente da "coiza" (planta cultivada como alimento e forragem) usado frequentemente.

No período medieval, a iluminação pela quei-

Lucerna, lâmpada em forma de cuia provida de pavio, para queima de combustível.



Lucerna

História da Iluminação

ma de óleos animais e vegetais conviveu ao lado de velas, tochas e archotes. Cada uma delas era utilizada para finalidades específicas e de acordo com a maior ou a menor quantidade de luz pretendida. Mas o desenvolvimento europeu, a partir do século XIV, reverteu o equilíbrio no uso de combustíveis. Como houve necessidade de maiores quantidades de óleo, a solução farta e de baixo custo foi encontrada nas baleias.

O Brasil utilizou em grande quantidade o óleo de baleia, mas também importou, durante todo o período colonial-imperial, o óleo de oliva para a iluminação de igrejas, de palácios e de residências mais nobres.

A cultura europeia ditou as condições de uso, mesmo porque de lá procediam as luminárias mais elaboradas — candeias, candeeiros, lamparinas, lampiões e outros tipos de aparelhos de iluminação — construídas em barro, cobre, latão, zinco ou bronze. Todas eram providas de um ou mais bicos de luz, por onde passavam os pavios de algodão retorcido.

Outra alternativa eram os pequenos potes, de concepção mais simples, onde se colocava o azeite e um pavio flutuante, para serem usados como lâmpadas votivas e, em ocasiões festivas, ficavam acesos nas janelas.

O azeite de oliva encontrou novos substitutos nos trópicos, como o amendoim, o coco, a semente de andiroba (aproveitada no Nordeste) e vários outros. No entanto, o maior destaque foi a semente ou baga da mamoneira, uma planta indígena abundante no País.

Apesar das escassas referências históricas sobre os novos óleos, produzidos limitadamente e consumidos apenas regionalmente ou em aplicações ocasionais, há farta referência ao uso da mamona, que substituiu o óleo de baleia, em diversas situações como: escassez, complemento da demanda ou, ainda, para atender povoados mais distantes do litoral. Relatos históricos confirmam seu uso a serviço da população da Bahia e na iluminação pública da cidade de São Paulo, em meados do século XIX.

Lamparina



Modelo antigo de lanterna.

Capítulo 1

A luz antes da energia elétrica

O avanço com a gordura animal

Após utilizar o fogo para gerar luz e com ele alguns materiais como a palha, os gravetos e a lenha, o óleo de baleia foi o combustível que permitiu de fato o desenvolvimento da iluminação pública, uma inovação nos centros urbanos europeus e grande propulsor do comércio emergente.

A exploração do óleo de baleia começou na Europa, no início do século XIV. As baleias, com suas avantajadas mantas de gordura, foram apontadas como a solução mais forte. A região de Biscaia, no Golfo da Gasconha (entre a França e a Espanha), fértil nesses cetáceos, tornou-se o grande centro de núcleos baleeiros, que se expandiram para as regiões litorâneas mais próximas (França, Holanda, Inglaterra) até atingir o Algarve (Portugal). A exploração baleeira passou a ser importante atividade econômica, a ponto de se tornar, em 1614, monopólio da Coroa Portuguesa.

Nos primeiros tempos da colonização brasileira, o óleo vinha de Portugal, mas a fartura de cetáceos ao longo da costa incentivou em pouco tempo o assentamento de núcleos baleeiros (armações). Nesses locais, os animais arpoados eram retalhados para o aproveitamento da carne, das barbatanas, do espermacete e dos ossos. Foram criadas fábricas ou engenhos para processar o derretimento da gordura e o recolhimento da borra (para uso em construções). O óleo era envasado em barris e em pipas de madeira.

No Brasil, os primeiros núcleos foram instalados no século XVII, no Recôncavo Baiano (Itaparica e Ponta da Cruz). A atividade expandiu-se para o Sul até se concentrar no litoral catarinense. Surgiram, no litoral fluminense, as armações de São Domingos, Cabo Frio (Búzios), Ilha Grande, Gipoia e outras. Já, no litoral paulista, dentre vários empreendimentos baleeiros, destacam-se as armações de Bertioga, São Sebastião e Cananéia. E, no litoral catarinense, Lagoinha, Piedade, Imbituba,

Itapecoroia, Garopaba e outras.

Embora a exploração baleeira visasse diversas finalidades comerciais, foi realmente a necessidade de combustível para iluminação que incentivou a caça indiscriminada ao cetáceo. A proliferação e o crescimento das cidades e a expansão das atividades econômicas passaram a exigir grande quantidade de óleo para iluminação, chegando a representar cerca de 90% de toda a gordura produzida. O óleo de baleia supriu por mais de quatro séculos as necessidades decorrentes da evolução europeia e de suas colônias.

A introdução no Brasil, na segunda metade do século XIX, de novas tecnologias (o "gás de hulha" e o querosene), bem mais avançadas no processo e na eficiência da produção de luz, determinou o fim do "azeite" de baleia e de outros óleos animais. Os óleos vegetais (especialmente o azeite de oliva) sobreviveram até o início do século XX, persistindo no interior de igrejas e nas pequenas lâmpadas votivas, mantidas nos lares.



Locais de armação desde a Bahia até Santa Catarina.

História da Iluminação

Querosene, a revolução mundial

O petróleo já era explorado na antiguidade, entre os chineses, os persas e os povos do Oriente Médio, para iluminação e outros fins. Posteriormente, passou a ser empregado por gregos e romanos. E, na Idade Média, os árabes introduziram o petróleo na Europa por intermédio da Espanha.

Óleo mineral constituído de ampla mistura de hidrocarbonetos, o petróleo procedia de afloramentos naturais ou da extração em camadas pouco profundas, passando por processo de destilação, para purificá-lo antes da sua comercialização.

Os primeiros passos para a extração e indus-

trialização moderna de óleos minerais foram dados na Escócia, em meados do século XIX, quando James Young começou a obtê-lo, tendo como matérias-primas o xisto e o carvão. O processo exigia várias operações industriais, tornando-se dispendioso.

Em 1859, Edwin L. Drake perfurou, com sucesso, o primeiro poço profundo, em Titusville (Pennsylvania, EUA), povoando rapidamente a região com poços e destilarias. Em poucos anos, o petróleo tornou-se um "boom" na economia americana e os empreendimentos passaram por grande expansão, formando, na década de 70, um grande complexo comercial.

Novas tecnologias para o processamento do petróleo, pela destilação fracionada de seus componentes (gasolina, querosene, óleos pesados etc.) e em tratamentos de purificação, fizeram do querosene um combustível limpo, barato e de manuseio relativamente seguro.

Com isso, o querosene passou a ser o componente de maior interesse comercial, pelo seu uso em iluminação e onde podia competir com baixo custo, fácil transporte e boa potência, com os demais combustíveis disponíveis na época.



Acendedor de lampião: profissão comum na época do uso do gás na iluminação pública.

Lampião a Querosene

Capítulo 1

A luz antes da energia elétrica

Os Estados Unidos fizeram um surpreendente trabalho de comercialização para conquistar os mercados americano e mundial. Em pouco tempo "inundaram" o mundo com o querosene e mostraram o poder do marketing. O querosene tirou o óleo de baleia da iluminação pública e freou a expansão do "gás de hulha" canalizado, por dispensar os altos investimentos iniciais de instalação.

Pelas vantagens e pela simplicidade de uso, o querosene passou a suprir rapidamente a iluminação de interiores. Lâmpioes ou simples lamparinas, até mesmo de confecção caseira, invadiram os lares, por mais humildes que fossem.

No Brasil, estudos sobre a expansão dos centros urbanos ou de núcleos emergentes, na segunda metade do século XIX, mostram que o querosene aparece como fator de progresso, seja na iluminação pública, na iluminação interna ou até mesmo em lares das mais remotas fazendas.

O gás canalizado, inegavelmente com melhores condições técnicas, se restringia a algumas capitais com mais recursos financeiros. E mesmo assim, o querosene passou a ocupar os espaços urbanos periféricos, suprimindo a ausência do "gás de hulha".

O sucesso do querosene estimulou o aperfeiçoamento dos lâmpioes, que passaram a ser dotados de manga de vidro (chaminé) e de pavio achatado, e ganharam reservatório, bomba de pressão e orifícios de ventilação.

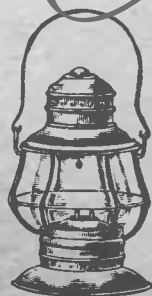
Na segunda metade do século XIX, a iluminação pública, confiada às Intendências (Câmaras) Municipais, expandiu-se rapidamente por todo o Brasil na base do querosene importado. E os lâmpioes eram comumente instalados em postes de baixa altura.

Lâmpião a Querosene



Lâmpião a querosene utilizado na iluminação pública.

Capítulo 2



A evolução dos artefatos para iluminação

Lucernas, lampiões,
lanternas, castiçais
e candelabros,
ampliam o acesso
à iluminação em
todas as classes

História da Iluminação



O principal desafio após a descoberta do fogo – única fonte de luz disponível desde os primórdios até o século XIX – foi o de manter acesa a chama por longo período e aumentar a intensidade da luz, gerada pelos diferentes combustíveis utilizados ao longo dos séculos. Os artefatos evoluíram para atender à necessidade de mobilidade humana, viabilizando a complicada tarefa de iluminar. O advento da iluminação pública, mais precisamente da iluminação pública, permitiu que as pessoas desfrutassem mais da noite, proporcionando maior conforto e segurança.

Um dos primeiros artefatos de que se tem notícia, utilizado pelo homem para transportar o fogo como fonte luminosa, foi a tocha ou archote, cujo modelo primitivo era feito de galhos de árvores com resinas. A descoberta de novos combustíveis como a gordura animal – o primeiro de uma série utilizado por longo período para alimentar o fogo – incrementou o desenvolvimento

de novos artefatos como as lucernas, feitas inicialmente em chifres de animais, conchas marinhas ou pedras. Novas descobertas fizeram com que esse recipiente passasse a ser confeccionado em outros materiais como cerâmica, metais e vidro.

As primeiras lucernas eram grosseiras e rudimentares, tinham cavidade natural e utilizavam uma trança vegetal dentro do líquido nas cavas existentes nas pedras. O fogo permanecia na extremidade fora do líquido. Com o passar dos anos, o homem aprendeu a moldar o barro criando diversos produtos, dentre eles as tigelas de formato irregular, com bordas levantadas e um bico saliente para colocar as mechas vegetais. Esse recipiente substituiu as pesadas lucernas de pedras. Na era do metal, foram desenvolvidas as lucernas metálicas há aproximadamente 3 mil anos A.C. As primeiras utilizavam o cobre e ganharam melhor definição das formas, mais opções ornamentais e durabilidade.

No entanto, a necessidade de obter melhor iluminação fez surgir aos poucos aparelhos suspensos, que substituíram as lucernas fixas. Um deles foi a lâmpada flutuante, que possuía correntes amarradas às suas bordas para serem penduradas no teto. Essas lâmpadas tinham um vaso metálico, com uma camada de água e outra de óleo combustível, sobre o qual flutuavam inúmeros pedaços de madeira sustentando as mechas. Com o tempo, este artefato foi aperfeiçoado e o vaso metálico substituído por bojo de vidro para



Castiçal utilizado para a iluminação interna.



Lucerna de cerâmica mais elaborada.

Lucerna

Capítulo 2

A evolução dos artefatos para iluminação

melhor fluidez da luz, leveza, transparência e durabilidade.

O uso da tocha trouxe a percepção de que quanto mais alta, maior a área iluminada. Esse fato fez surgir o castiçal, que servia como ponto fixo para suportar as tochas e – segundo registros – originou-se na civilização etrusca, na Itália. Posteriormente, surgiu o candelabro, que nada mais era do que um castiçal com vários braços, utilizado em suportes para dependurar as lucernas e colocar copos com cera. Com a evolução, os braços passaram a ter em suas pontas velas espetadas.

LAMPIÃO A ÓLEO, O MAIS ANTIGO

O produto mais antigo de que se tem conhecimento, surgiu há pelo menos 20.000 anos. Foi o lampião a óleo primitivo em pedra escavada, cujo desenho permaneceu igual até meados do século XVIII. Esse lampião era composto de um tanque de combustível e um pavio, às vezes completado por um pedestal, uma alça e um coletor para evitar o derrame de combustível. O tanque



Um lampião costumava ser toda a fonte de luz para uma pessoa ou uma casa inteira.



Candelabro com vários braços para suportar as velas.

tinha a forma de um prato, de uma cuia, de um vaso ou de um globo.

O material utilizado também variava de acordo com os recursos naturais ou o nível cultural, podendo ser feito de pedra, concha do mar, cerâmica, coco, prata, vidro, cobre, bronze, metal, estanho ou ferro. Dependendo da disponibilidade, a gordura utilizada poderia ser de peixe ou de baleia, de animais domésticos, óleo de oliva, sésamo, amendoim, coco, palma ou coiza.

O pavio também passou por vários materiais como casca de árvore, fibras de musgo ou de plantas. Ele flutuava e permanecia preso por um pino, deitado num sulco inclinado ou num buraco na beira do tanque. Nas lâmpadas a óleo menos antigas, o pavio passava por um bico. Algumas delas tinham diversos pavios como certos tipos de lâmpadas gregas ou romanas onde existiam até dezesseis pavios.

Pavio



Lâmpada com pavio que passou por vários materiais.

História da Iluminação

O desenvolvimento de fontes de luz praticamente parou por um período considerável após os tempos romanos. Mas a pressão por mais iluminação, na época da Revolução Industrial, motivou uma série de invenções. Em 1773, o francês Leger começou a usar um pavio chato para aumentar a potência da chama do óleo. Já o físico suíço, Amié Arganda, inventou um queimador redondo com um pavio tubular que melhorava a combustão, causando aumento de luminosidade com menos risco de fumaça. Essa entrada de ar foi muito aperfeiçoada na invenção seguinte, da manga de vidro, por Quintet. Em 1865, Joseph Hinks colocou dois pavios lado a lado, criando os queimadores duplos.

O óleo vegetal era utilizado exclusivamente nas lâmpadas mais desenvolvidas. Assim, para assegurar um suprimento constante ao queimador sem provocar derrames, Guillaume Carcel introduziu uma lâmpada com uma pequena bomba para elevar combustível, que foi usada por muitos anos como padrão fotométrico. Depois de 1836, essa lâmpada foi substituída pela lâmpada moderadora, menos complicada, inventada por M. Franchot. Ela continha um pistão com uma mola que alimentava o queimador, através de pressão.

MAIOR EFICIÊNCIA NO COMBUSTÍVEL

Os óleos vegetais tinham preço relati-

vamente elevado e entupiam o queimador. Assim, em 1847, James Yang descobriu um processo para refinamento de óleos minerais e produziu o primeiro óleo de parafina, que provou ser o combustível ideal para lâmpadas a óleo. Por volta de 1860, esse combustível tornou-se disponível, compensador e rapidamente tomou conta do mercado.

Em menos de um século, a lâmpada a óleo evoluiu de uma fonte de luz um tanto primitiva para outra extremamente eficiente. Os tipos maiores de uma chama, como as usadas em igrejas, escolas e salas públicas, tinham um rendimento de cerca de 2,5 mil lumens. A disponibilidade de um combustível barato ajudou sua proliferação em todos os níveis da sociedade Vitoriana, e mesmo as casas mais simples tinham pelo menos uma dúzia de lâmpadas à disposição.

Além das diferenças de tamanho e decoração, surgiram muitas lâmpadas especiais, portáteis, para uso marítimo e industrial assim como para iluminação das ruas e de veículos. A mais famosa dessa versão foi a lâmpada de segurança para mi-



Modelo antigo de lanterna.

Lanterna

Capítulo 2

A evolução dos artefatos para iluminação

neiros, inventada em 1813 quase que simultaneamente por George Stephenson e Sir Huphry Davy. Ela continua sendo usada até os dias de hoje em minas de carvão. Outra forma de iluminação de trabalho foi a lâmpada de sapateiro, onde a luz era concentrada no local, através de um globo de vidro cheio de água que funcionava como lente.

A iluminação das ruas em grande escala só foi conseguida depois da metade do século XVII, onde quem saía à noite carregava sua própria luz. Em 1669, Jan Van der Heyden inventou uma lanterna a óleo para a iluminação de rua. O lampião todo fechado tinha um bico de chama e um reservatório de óleo especial que mantinha um nível constante no pavio. Era necessário o trabalho de um acendedor para cada vinte lampiões para abastecê-los, ligá-los, apagá-los e mantê-los limpos.

Cinquenta anos depois, a maioria das cidades europeias iluminaram suas ruas numa escala precária. A partir de 1810, a iluminação a gás alcançou as cidades do interior por ser mais econômica, mas o lampião continuou a ser usado nas zonas rurais até o princípio deste século. O desenvolvimento do lampião a óleo praticamente terminou depois de 1870, com a introdução do querosene procedente da América do Norte. Esse novo combustível oferecia menor custo e era bastante seguro, rapidamente superou os óleos vegetais e de origem animal por poder queimar sem dificuldade nas lâmpadas a óleo existentes. Além da lâmpada de querosene, ainda familiar atualmente, lanternas de todos os tipos foram desenvolvidas para diferentes usos.

VELAS REVOLUCIONAM A ILUMINAÇÃO

As lucernas, apoiadas em colunas, foram o embrião para o surgimento das velas por volta de 2.000 anos A.C. Inicialmente, o produto era de fabricação manual e compunha-se de cordões revestidos com breu endurecido e formatos irregulares. Posteriormente, passou a ser feita pelo processo de imersão dos cordões em cilindros, contendo em seu interior sebo líquido ou cera de abelhas derretida. Isso fez com que as velas adquirissem um formato geométrico regular.



Menorah israelita, objeto extremamente interessante, símbolo religioso.

Menorah

História da Iluminação

A origem da vela é posterior ao uso dos óleos vegetais, que já apresentavam surpreendente sofisticação na elaboração das luminárias para sua queima. Dentre elas, como exemplo bíblico marcante, o menorah israelita (candelabro dos sete braços), concebido e originariamente alimentado por óleo de oliva.

Embora se credite aos fenícios o primeiro emprego de velas de cera (400 D.C.), os registros históricos fazem referência às velas feitas de fios trançados, revestidos de cera de abelha ou de piche, utilizadas na Grécia e em Roma, desde fins do primeiro século. Mas foi somente a partir do século XII que as velas se popularizaram na Europa. A maioria delas era feita de cera de abelha, de ceras vegetais ou de sebo, obtido inicialmente como subproduto do abate de animais domésticos para alimentação.

As velas feitas à mão - pelo processo de imersões sucessivas ou pela moldagem de cera em formas de zinco ou de ferro - produziam muita fumaça, exigindo que o pavio fosse aparado frequentemente. Com o surgimento e a expansão da indústria baleeira (século XIV em diante), a fartura de matéria graxa de origem animal tornou a vela eco-

nomicamente mais acessível, expandindo a comercialização. A partir daí, o produto conquistou seu espaço na iluminação interna em toda a Europa Ocidental, pelas vantagens em relação aos sistemas existentes.

Outra inovação, apresentada pela indústria baleeira, contribuiu para melhorar a qualidade da vela. Foi o espermacete, extraído da cabeça dos cachalotes, cetáceos comuns no Atlântico Norte, que, apesar de mais caro que o sebo, produzia uma chama de odor menos intenso. Esse subproduto adquiriu grande importância na indústria baleeira, sendo os norte-americanos e os ingleses os grandes fornecedores no mercado mundial.

A partir de então, a vela passou à ciência como referência para medida de desempenho de uma fonte luminosa. Ainda hoje, sob a denominação de Candela, é a unidade física para medição da intensidade luminosa.

Os aparelhos para a sustentação também evoluíram. Do simples suporte ou punho para fixação, foram criados dispositivos para transportar a vela e conter a matéria

VELA: USADA COMO OPÇÃO PARA ILUMINAÇÃO

A vela é o mais antigo sistema de iluminação em uso por mais de 20 séculos. Até hoje, pela facilidade de manuseio e de armazenagem, a vela está sempre disponível para situações emergenciais. Sempre que houver falhas (inevitáveis) em qualquer outro sistema de iluminação, por mais avançada que seja a tecnologia, a vela servirá como a melhor opção.

Vela



Capítulo 2

A evolução dos artefatos para iluminação

derretida, não queimada. Os castiçais tornaram-se cada vez mais sofisticados. Os lustres e os candelabros foram mais utilizados para iluminação de grandes ambientes com muitas velas. Criou-se uma suspensão mais alta e um sistema móvel para permitir fácil reposição.

Mas o uso da vela só atingiu o apogeu a partir do século XVIII, quando passou a iluminar os salões das mansões e os palácios europeus – imitados, ao longo do século XIX, pelos palácios de suas colônias no continente americano. Um novo marco deu-se a partir da descoberta da estearina, em 1823, e da parafina, em 1830 (produtos orgânicos extraídos da gordura animal e do carvão mineral, respectivamente), trazendo maior evolução no desempenho das velas, que passaram a ter chama mais eficiente e mais limpa (maior luminosidade e menos fuligem). Estes novos materiais, juntamente com o pavio tecido de fibras de algodão introduzido por volta de 1800, resultaram na vela para uso doméstico como conhecemos hoje.

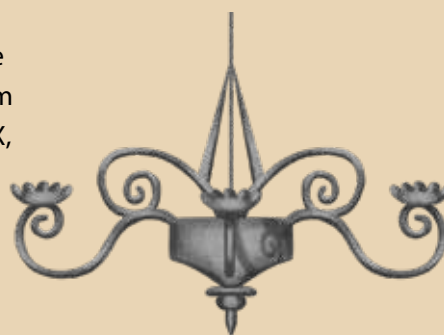
Vela



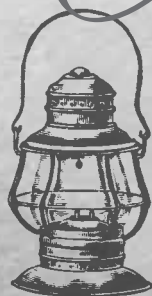
Vela de sebo iluminando trabalho manual, por volta do século XVII.

LUSTRES E CANDELABROS NO BRASIL

As primeiras fábricas de lustres e de candelabros – produtos que requerem maior grau de sofisticação e exigem trabalho artesanal muito especializado – foram inauguradas no Brasil apenas no começo do século XX, basicamente pelas mãos de imigrantes europeus estabelecidos no Rio de Janeiro e em São Paulo. Nessa época, a eletricidade já substituíra a vela.



Capítulo 3



Gás de carvão inaugura nova era na iluminação

Nova fonte
consolida-se na
iluminação pública e
chega a fazer frente
à luz elétrica no final
do século XVIII.

História da Iluminação

Um grande salto na história da iluminação artificial veio com a substituição da queima dos tradicionais combustíveis sólidos ou líquidos, utilizados para geração de luz, por outras fontes que propiciaram grande evolução. Uma delas foi a descoberta do gás iluminante, que sucedeu o uso de fontes de luz primitivas e antecedeu a chegada da luz elétrica. Esta nova fonte foi resultado da revolução industrial e teve origem com a implantação de um sistema de produção e distribuição de gás suficiente para o abastecimento de cidades.

Desde o século XVII, o alemão Theodor Becker, químico e engenheiro de minas, percebeu que o gás obtido do carvão poderia ser empregado na iluminação, mas foi no século XVIII que o gás inflamável começou a ser aproveitado em benefício da humanidade. As primeiras experiências resultaram do trabalho de três cientistas: o inglês George Dixon, o holandês Jan Minckelers, e o francês Philippe Lebon. Por volta de 1780, Dixon iluminou sua casa a gás. Em 1783, Minckelers produziu gás de carvão para iluminar sua sala de estudos na Universidade de Louvain. E Lebon obteve gás de iluminação esquentando serragem

numa retorta (vaso de gargalo estreito e curvo para destilação).

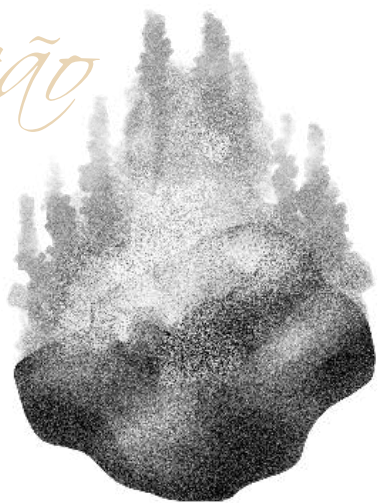
Mas foi o escocês Willian Murdock o primeiro a explorar o gás de carvão comercialmente, em 1803, quando iluminou a fábrica de Soho da Boulton & Watt Company, onde trabalhava. Nos anos seguintes, a capacidade aumentou até o fornecimento total de luz para toda fábrica e o custo já tinha caído a um quinto se comparado aos gastos com luz de velas. As primeiras instalações utilizavam gás próprio de carvão em retortas, que separava a fase sólida da líquida e o gás obtido com essa destilação era armazenado em um reservatório, o gasômetro.

Nessa época, o gás escapava das juntas dos encanamentos e tinha um cheiro muito ruim. Isso levou Murdock a inventar um método de lavagem do gás, utilizando água. Mas havia, ainda, o perigo de fuga de gás e de ocorrência de explosões, além do alto custo na implantação do sistema. Porém, os gasômetros se multiplicaram e foram utilizados na iluminação pública, em teatros, grandes cafés e salões de festas. Em 1804, o moinho de algodão Salford, em Manchester, instalou o primeiro sistema extensivo composto por 50 lâmpadas a gás.

Crescimento nas vias públicas

A importância do gás para a iluminação só foi reconhecida pelo empreendedor alemão Friederick Albert Winzer, ou Winsor, como era conhecido na Inglaterra, que teve a iniciativa de centralizar a produção de gás e distribuí-lo pela cidade. Ele conseguiu obter o interesse de grupos políticos e financeiros para a implantação do seu projeto e formou a National Light and Heat Company, que mais tarde passou a se chamar Gas Light and Coke Company. A empresa iniciou o fornecimento público em 1813 e, em dois anos, instalou 26 milhas de gasodutos em Londres. Em pouco tempo, tornou-se a maior companhia de

Carvão



Gás era gerado pela queima do carvão mineral.

Capítulo 3

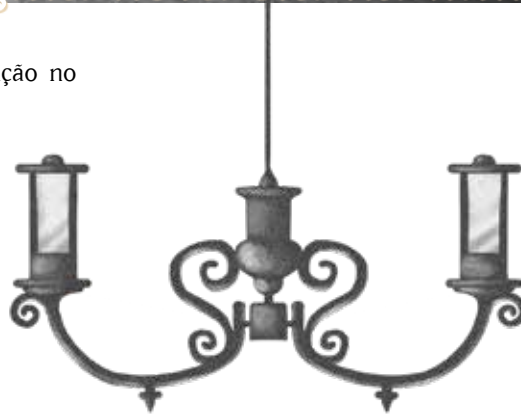
Gás de carvão inaugura nova era na iluminação

gás do mundo. Outras iniciativas de produção no continente ocorreram em Paris (1817), em Berlim e em Hannover (1825).

A primeira cidade a adotar a iluminação pública a gás foi a de Freideberg, na Saxonia, hoje República Democrática Alemã, seguida por Londres e outros importantes centros urbanos do mundo. No entanto, o fornecimento inicial de iluminação a gás ainda enfrentava problemas com o abastecimento nos horários de pico, uso restrito em ambientes fechados pelo cheiro mal purificado e o preço muito alto. Por outro lado, era a fonte preferida para a iluminação de rua pelo baixo custo de manutenção dos queimadores e a ausência do problema com o cheiro ao ar livre.

Em 1823, três companhias já competiam em Londres, forçando a melhoria da qualidade e aumentando a garantia de um rápido suprimento, o que fez com que os preços diminuíssem muito. O usuário era cobrado a partir do número de bicos que existiam em seu estabelecimento, mas, em 1850, surgiram os medidores de gás para facilitar todo esse processo.

As vias públicas eram iluminadas por lâmpadas a gás, instalados em pilares que ficavam sobre as calçadas, presos por longos braços nas esquinas ou suspensos no meio da rua. Esses lâmpadas simples, de formas quadradas ou em trapézio, eram feitos em ferro gusa ou simplesmente com chapas de ferro sol-

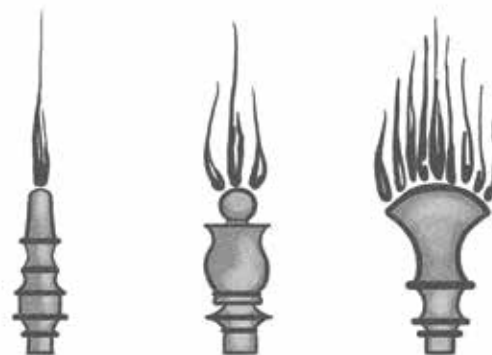


Candelabro de dois braços com dois queimadores Argand.

dadas. No entanto, havia lâmpadas que apresentavam valiosas obras de artes nas ruas de algumas cidades mais seletas e, principalmente, nos vestibulos de mansões senhoriais.

A evolução dos queimadores

Os primeiros queimadores de gás (bico de gás) constituíam-se basicamente de um simples estreitamento na ponta aberta de um cano. Por esse motivo, apareceram vários nomes para definir esses queimadores, de acordo com o número e a configuração dessas aberturas, que davam às chamas formas específicas: "rabo de rato", "espora de galo" e "pente de galo".



Da esquerda para a direita: queimadores tipo "rabo de rato" e "espora de galo".



História da Iluminação

Houve muitas tentativas de aumentar a potência da chama de gás e as diferentes iniciativas tiveram como resultado a introdução dos queimadores de "chama chata", a partir de 1816. Esses queimadores levaram o nome de "asas de morcego" ou "cauda de peixe" pelo formato da chama, obtida com a colocação de dois jatos simples sobrepostos.

Em 1809, Samuel Clegg conseguiu adaptar o queimador Argand para ser usado com gás. Equipado com manga de vidro, ele foi o tipo mais popular até

a introdução da camisa para gás. Esses queimadores eram muitas vezes acrescidos de vários anéis concêntricos (até quatro). Após 1860, o inglês Willian Sugg utilizou materiais não metálicos, como a estalita e a porcelana, no bico do queimador para evitar a corrosão. Alguns deles eram providos de um controle para compensar as variações de pressão do gás.

Ainda com o objetivo de aumentar a potência da luz, foi introduzido, em 1886, outro aperfeiçoamento chamado de luz de gás regenerativa, onde o ar necessário para combustão era aquecido pelos gases do fumeiro antes de entrar. Em 1804, Drummond conduziu experimentos em que aumentava a temperatura de um pedaço de calcário com uma chama de hidrogênio, até se tornar incandescente. Isto

Gasômetro



PRODUÇÃO DO GÁS

A produção do gás de carvão ocorre basicamente pelo aquecimento de carvão betuminoso em retortas de ferro moldado num ambiente sem ar. O metano liberado nesse processo fica livre de alcatrão, amoníaco, benzina e outros elementos indesejáveis, antes de ser armazenado no gasômetro. Daí ele é pressionado para dentro dos dutos, através do bombeamento ou pelo peso da parte móvel superior do gasômetro.

O que sobra nas retortas é um carvão altamente carbonífero, chamado coque,

que é usado na produção de ferro em altos-fornos ou para calefação.

Outros gases combustíveis usados para a iluminação são naturais de poços como o gás de óleo que é produzido pela destilação ou pelo método de "cracking" de minerais; o gás de água, obtido pela passagem de vapor sobre carvão quente; e o acetileno, pela adição de água no carbureto de cálcio. Além disso, o gás também foi comercialmente produzido pelo aquecimento de gorduras animais e de óleo de baleia, antes de 1830.

Capítulo 3

Gás de carvão inaugura nova era na iluminação



Lampiões a gás

resultou numa luz extremamente clara e concentrada. Estas "luzes" foram os primeiros holofotes, amplamente usados em teatros.

Enquanto o uso da iluminação a gás continuou a se estender, químicos e engenheiros usaram a invenção de Drummond para tentar desenvolver outros tipos de luz a gás, usando materiais diferentes.

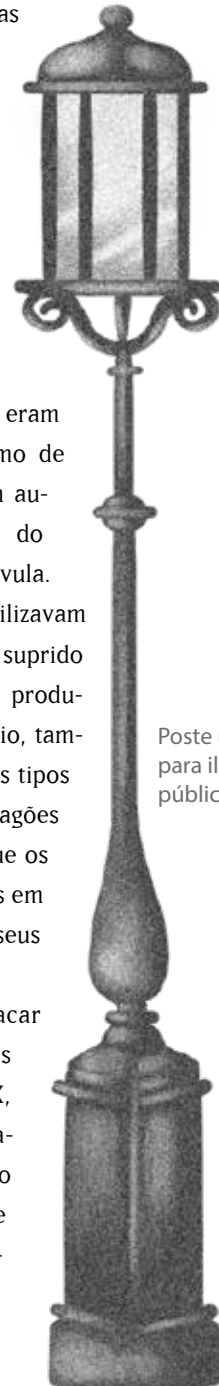
Mas foi em 1887 que se alcançou um enorme progresso. Depois de inúmeras tentativas de muitos inventores – inclusive Thomas Alva Edison – durante um período de 25 anos, finalmente o físico austríaco Carl Auer Von Wellsbach obteve sucesso na melhoria da luminosidade da chama de gás. Ele acrescentou um material sólido para que ela ficasse incandescente, utilizando um tubo de pano, impregnado com uma mistura de óxidos de terras-raras, principalmente de tório e cério. O pano queimaria deixando uma frágil estrutura resistente ao calor, formada por esses óxidos, ou seja, a chamada camisa de gás. Ele conseguiu luz muitas vezes mais clara do que a luz da chama do gás. No entanto, a composição correta para que essa camisa fosse mais potente, teve que ser encontrada de forma totalmente empírica, pois esse processo não foi bem compreendido nem 20 anos mais tarde.

A invenção da luz incandescente a gás foi um obstáculo muito grande para a iluminação elétrica nos primeiros anos. Os grandes produtores de gás fi-

zeram de tudo para promover a luz incandescente a gás como concorrente da "luz elétrica sem eletricidade", um dos slogans na ocasião. Mas mesmo assim, não dava mais para parar a introdução da iluminação elétrica. Ainda na tentativa de competir com essa nova fonte, as companhias de gás instalaram, no começo do século, interruptores de parede para uso domiciliar, que funcionavam de forma mecânica, pneumática ou com baterias. Para a ignição, depois de ligados, empregavam um piloto permanente ou um filamento elétrico incandescente.

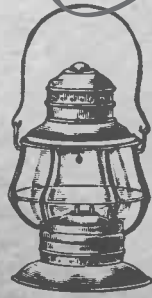
Nas ruas, os lampiões a gás eram ligados, através de um mecanismo de molas e rodas engrenadas ou um aumento momentâneo da pressão do gás, que servia para acionar a válvula. Os lampiões mais modernos utilizavam uma fotocélula ligada a um relay, suprido por uma bateria. O gás acetileno, produzido a partir do carbonato de cálcio, também foi usado para iluminar vários tipos de veículos desde bicicletas até vagões de trem. Isso permitiu também que os proprietários de casas ou mansões em lugares isolados pudessem ter seus gasômetros particulares.

É muito importante destacar que o ápice da iluminação a gás ocorreu no final do século XIX, a partir de 1886, quando os aparelhos foram providos do "bico Auer", que diminuía o perigo de explosões, oferecendo, pela primeira vez na história da humanidade, a possibilidade de virar para baixo a chama iluminante.



Poste utilizado para iluminação pública a gás.

Capítulo 4



Arco voltaico impulsiona a fase pré-elétrica

Descoberta da
incandescência e
da descarga elétrica
implanta tecnologia
inovadora, abrindo
espaço para uma
nova era.

História da Iluminação

Apesar da evolução do gás, que já se consolidava como fonte provedora de luz nas ruas e residências, surgiram novas oportunidades de gerar luz com a descoberta da incandescência e da descarga elétrica. Coube a Humphry Davy, em 1802, dar a partida em ambas direções, após Alexandre Volta ter descoberto, dois anos antes na Inglaterra, a primeira fonte prática de corrente elétrica - a pilha voltaica. Mas um dos maiores empecilhos era a necessidade de regulação do espaçamento entre os eletrodos, que variava ao longo do uso. Isso implicava em complexos mecanismos de controle.

Davy conseguiu causar a incandescência de vários pedaços de metal através da corrente elétrica e também descobriu o princípio do arco elétrico. Assim, em 1802, apresentava à Academia de Ciências de Londres o fenômeno da luz artificial pela incandescência de um fio de platina, alimentado por uma bateria de pilhas trilha. Em 1808, fez nova demonstração em grande escala de um arco elétrico luminoso contínuo entre dois pedaços de carbono, ligados em uma bateria de duas mil células voltaicas. Mas a aplicação prática da luz elétrica só começou depois de 1850 com o surgimento dos primeiros geradores a vapor.

O desenvolvimento da lâmpada de arco voltaico ficou estagnado por falta de uma fonte de energia elétrica apropriada. E as empresas de gás investiram na lâmpada com camisa a gás, como forma de dar

uma resposta adequada à lâmpada elétrica incandescente.

Essa iniciativa foi um tremendo sucesso, provocando grande atraso no desenvolvimento da luz elétrica.

No entanto, em 1846, William Edwards Staite patenteou várias melhorias, porém a mais importante foi um dispositivo que mantinha as varetas de carbono na distância correta durante a queima, utilizando um eletroímã

derivado, através do qual fluía a corrente na lâmpada. O problema era a queda na corrente, pois sua força enfraquecia, à medida que os carbonos se queimavam e o arco alongava. Outros cientistas tentaram resolver esse problema, até que, em 1859, Serrin encontrou um método de manter a posição do arco, mas não conseguiu resolver a desigualdade da queima dos carbonos positivos e negativos.



Humphry Davy descobriu o princípio do arco elétrico.

Estudos posteriores feitos por Crompton, na Inglaterra, e Brush e Wallace-Farmer, nos Estados Unidos, criaram um sistema onde a voltagem era controlada através do arco e a regulagem era feita por um condutor eletromagnético de resistência comparativamente alta, mas ainda era necessário ter um eletroímã em série para acender a lâmpada.

Mas foi em 1880 que a lâmpada diferencial de carbono foi desenvolvida, por iniciativa de Crompton e Pochin, na Inglaterra, e Friedrich Hefner-Alte-neck, na Alemanha. Esta lâmpada mantinha a força

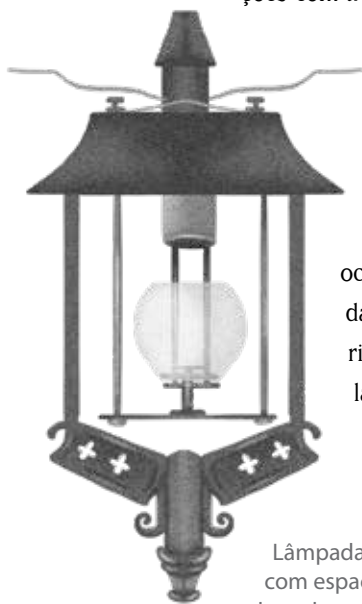
Capítulo 4

Arco voltaico impulsiona a fase pré-elétrica

de luz constante através do controle de voltagem e teve a corrente do arco e o mecanismo regulador consideravelmente melhorados por um escapamento, cujo funcionamento era provido de rodas e molas engrenadas.

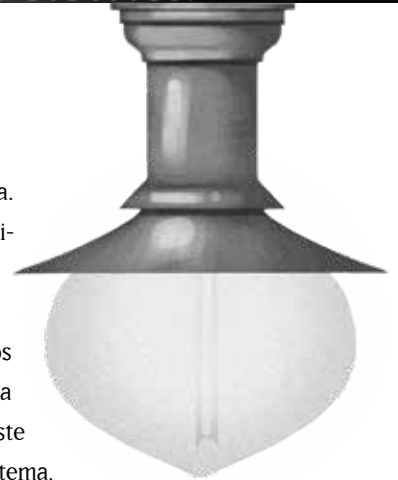
Já, o primeiro sucesso veio com a brilhante solução encontrada pelo engenheiro russo Paul Jablockhoff, em 1875, que viabilizou a utilização da iluminação artificial em larga escala ao inventar uma solução totalmente diferente para a lâmpada autorreguladora. A chamada "luz Jablockhoff" usava duas varretas de carbono finas, paralelas, separadas por uma camada de caolina ou gesso. Dessa forma, o arco ficava restrito à ponta do carbono, que se esmigalhava, à medida que o carbono queimava, ou seja, o desgaste dos eletrodos pelo arco elétrico volatilizava também o isolante, de modo que o arco se mantinha "aceso", sem alteração do espaçamento entre os eletrodos. Essa luz tinha duração média de apenas nove minutos, pois uma vez apagada não podia ser reacendida e tinha que ser substituída. Logo apareceram aparelhos para automatizar sua reposição.

A partir de 1876, surgiram as primeiras realizações com a nova fonte de luz, varrendo a Europa: avenidas e ruas, fábricas, lojas de grande porte, faróis marítimos, estações ferroviárias e outros. O primeiro evento público ocorreu em 1876, por ocasião da Exposição do Centenário da Filadélfia. Em 1878, lâmpadas de arco voltaico já iluminavam o primeiro jogo noturno de futebol,



Lâmpada de Charles Brush, com espaçamento entre os eletrodos mantido por um dispositivo de ajuste contínuo.

Lâmpada a arco voltaico utilizada na iluminação da cidade do Rio de Janeiro.



num campo de Sheffield — Inglaterra.

No entanto, o inventor americano Charles F. Brush encontrou outra solução, onde o espaçamento entre os eletrodos, colocados em posições apostas e alinhadas, era mantido por um dispositivo de ajuste contínuo da distância. Para seu sistema, Brush desenvolveu também um dínamo especial. Desde então a nova solução de Brush foi amplamente utilizada nos EUA, enquanto a invenção de Jablockhoff tornava-se de uso corrente na Europa.

O grande impulsionador

Na verdade, o grande impulsionador no uso da iluminação elétrica foi a introdução dos geradores elétricos. A invenção da primeira máquina elétrica rotativa ocorreu em 1870, pelo belga Zénobe Théophile Gramme. Às máquinas de Gramme e de Brush (geradores de corrente contínua, cuja eficiência não chegava a 40%) sucedeu o famoso "Dinamo" de Edison, (1878), com o surpreendente rendimento da ordem de 90%.

Em sua primeira fase, o arco voltaico dependeu da corrente contínua, com circuitos de corrente constante, previstos para alimentar um conjunto de lâmpadas em série. O sistema a arco voltaico passou por sucessivos aperfeiçoamentos para torná-lo mais prático e eficiente.

Assim as primeiras luminárias em "arco aberto" passaram a operar em "arco fechado" (dentro de um globo de vidro) e as novas instalações adotaram circuitos de corrente alternada mais convenientes. Elas exigiam que cada luminária dispusesse de um pequeno transformador, para baixar a tensão do cir-

História da Iluminação

cuito até a tensão de operação da lâmpada. Por esse motivo, a cada queima de lâmpada alterava-se as características do circuito, ocasionando-se um aumento da tensão média geral nas demais lâmpadas.

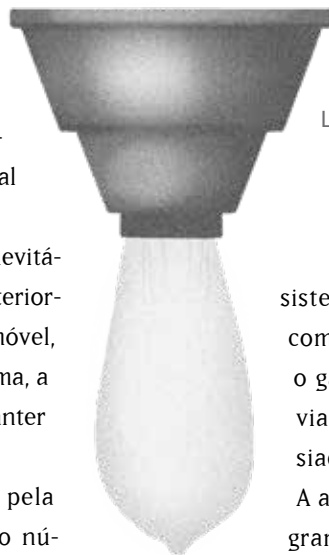
Para contornar essa variação inevitável, Elihu Tomson desenvolveu, posteriormente, um transformador de núcleo móvel, que corrigia, a cada ocorrência de queima, a tensão geral do circuito, de modo a manter constante a sua corrente elétrica.

Os circuitos eram padronizados pela sua corrente (constante), variando o número de lâmpadas nelas instaladas. Os mais comuns e que foram utilizados no Brasil, estavam padronizados em 6,6A – 7,5A – 10A – 15A e 20 Ampères. Assim, quanto maior a corrente, maior era o circuito e a potência luminosa das lâmpadas nele instaladas.

Essa potência, por sua vez, caracterizava-se pela intensidade luminosa, expressa em "velas", definida como o valor da intensidade luminosa média horizontal da luminária. Os tipos mais comumente comercializados eram de 500, mil, 2 mil velas, também utilizados no Brasil.

Finalmente, em 1893, William Jandus e Louis B. Marks introduziram o arco fechado, que ficava dentro de um balão de vidro. Isso reduziu o consumo de carbono consideravelmente, permitindo que a lâmpada funcionasse até 150 horas sem reposição. Outra melhoria importante foi a de Hugo Bremer, que, em 1889, acrescentou certos fluoretos de metais às varetas de carbono, aumentando o rendimento luminoso do arco, sem elevar o consumo de eletricidade.

Assim, a introdução e aperfeiçoamento dos



Luz Jablochkloff

Luz

sistemas trouxe um salto tecnológico, que fez com que a lâmpada a arco voltaico substituísse o gás iluminante na iluminação pública. Todavia sua potência técnica luminosa era demasiadamente grande para o uso nas residências. A aplicação em interiores limitava-se apenas a grandes áreas ou onde o pé direito permitisse elevar ao máximo a fonte de luz.

A nova tecnologia oferecia maior luminosidade, mas não foi possível converter os postes de luz a gás por não serem muito altos. A instalação da lâmpada de arco voltaico precisava de maior altura, não só para diminuir o ofuscamento, mas também para iluminar uma área maior.

E, para resolver esse problema, a Academia de Ciências em Paris propôs o uso de torres de iluminação, que na Europa permaneceram como visão futurista, mas nos Estados Unidos houve, de fato, a instalação em Richmond e depois em Detroit. Lá, nem todos aprovaram a iniciativa devido ao amplo alcance da luz.

Como funciona a tecnologia

A lâmpada de arco voltaico consiste basicamente de duas hastes de carbono ligadas aos terminais de uma fonte de corrente, que ao serem ligadas e separadas em poucos milímetros, produzem uma luz brilhante. Não é o arco que emite a luz, mas sim as pontas das hastes que são incandescentes. O inglês Humphry Davy utilizou, em sua primeira experiência, o carvão, mas constatou que

Capítulo 4

Arco voltaico impulsiona a fase pré-elétrica

queimava rapidamente e não sustentava a faísca produzida. Para conseguir uma descarga uniforme, a distância entre os pedaços de carvão deveria ser constante.

Outras experiências se sucederam e a melhor alternativa foi o uso do carbono de retorta, mais duro, um subproduto dos gasômetros. Para o arco, a corrente direta foi preferida, pois permitia maior estabilidade. Dessa forma, a ponta carbônica positiva alcançava temperatura elevada e, portanto, emitia mais luz.

Por outro lado, as hastes eram consumidas rapidamente pelo calor e tinham de ser renovadas em intervalos regulares. E, além disso, o arco carbônico chiava e fazia fumaça ao ser queimado. Mesmo a menor intensidade da luz era muito alta para uso doméstico, inclusive na iluminação pública. Assim, o uso prático mais antigo da lâmpada de arco foi nos palcos dos teatros. Depois do sucesso na estreia da ópera "O Profeta", de Meyerbeer, em Paris, em 1849, para a qual Foucault construiu um arco de luz para simular o sol, seguiu-se um período em que nenhuma ópera ou balé era considerada completa sem efeitos de luz de arco. Em 1855, foi feita uma experiência em Lyon, França, onde "algumas pessoas tiveram que abrir seus guarda-chuvas para se proteger da radiação", conforme constatou a Gazette de France.

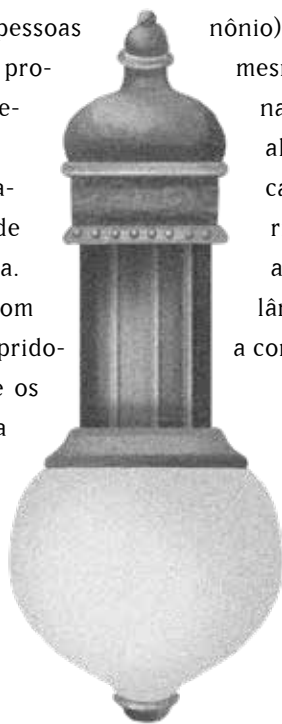
Já, em 1858, foi instalado o primeiro farol com lâmpada de arco voltaico, o farol de South Foreland, perto de Dover, na Inglaterra. A iniciativa utilizou dois geradores Holmes com campos magnéticos permanentes como suprimentos de força. Teve grande sucesso, tanto que os outros faróis passaram a utilizar a avançada fonte de iluminação em ambos os lados do canal. Apesar da demonstração inicial do uso prático da lâmpada de arco carbônico na iluminação pública em Paris, na Praça da Concórdia, em 1844, o uso geral só pode

ser introduzido depois da invenção de uma lâmpada autorreguladora, que pudesse ser usada em circuitos em série. A partir de 1877, as praças e avenidas principais em Paris começaram a serem iluminadas pelas luzes Jablochhoff, talvez essa seja a razão pela qual Paris seja conhecida como Cidade Luz. Poucos anos depois as maiores cidades da Europa seguiram o exemplo.

O apogeu da lâmpada de arco carbônico aconteceu nos últimos anos do século XIX, depois disso ela foi rapidamente ultrapassada pela lâmpada elétrica. No entanto, com a introdução da lâmpada diferencial de Hefner-Alteneck a "luz Jablochhoff" logo se tornou obsoleta.

A lâmpada de arco praticamente nunca foi usada para iluminação caseira, mas foi amplamente instalada em grandes áreas internas como fábricas, grandes magazines e estações de estradas de ferro e, algumas vezes, na forma de luz indireta. Também foi usada para atender às necessidades especiais de grande concentração de luz de intensidade muito alta, como: iluminação teatral, atelier de fotografia ou de filmes, projetores de cinema, holofotes antiaéreos e câmaras de reprodução na indústria gráfica.

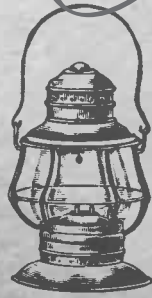
Com o advento da lâmpada de arco curto "xênon" (xenônio), introduzida em 1951, seu emprego quase que acabou mesmo nesses campos especializados. Em 1944, P. Schultz, na Alemanha, descobriu que descargas em xenônio de alta pressão produziam uma luz intensa, branca, com características quase iguais à da luz do dia, que poderia ser o substituto ideal para a pesada lâmpada de arco carbônico. No entanto, a produção comercial da lâmpada de xenônio teve que esperar o fim da guerra: a companhia Osram foi a primeira a produzi-la em 1955.



Lâmpada
com
arco

*Arco
Fechado*

Capítulo 5



Descoberta de Edison marca nova era na iluminação

Lâmpada
elétrica
incandescente
revolucionaria
a tecnologia
e vence a
concorrência
com o gás.

História da Iluminação

A pesar do aproveitamento restrito a ambientes externos, a tecnologia arco voltaico foi, sem dúvida, a grande impulsionadora da iluminação elétrica com a descoberta da incandescência. Havia um anseio geral por uma solução elétrica que eliminasse os riscos de explosão ou envenenamento em ambientes confinados com a utilização do gás, provocados especialmente pela má condição de operação. Isso concentrou um intenso esforço de pesquisa na iluminação elétrica incandescente, paralelamente à evolução do arco voltaico, que viria solucionar esses problemas. Assim, muitos inventores passaram a estudar simultaneamente ambos os tipos de iluminação, mas os resultados iniciais obtidos com a lâmpada incandescente não foram tão espetaculares como os da lâmpada de arco carbônico. O primeiro a descobrir que uma fita de metal podia se tornar incandescente, através da passagem de corrente elétrica, foi provavelmente, Louis Jacques de Thénard, em 1801. Já Humphry Davy, em 1802, descobriu que, enquanto a maioria dos metais se consumia rapidamente, a platina emitia uma luz mais duradoura.

Outros pesquisadores tentaram aumentar a duração da fita, fio ou vareta incandescente, colocando-os num vácuo, no período de 1838 a 1854. O suíço Auguste Arthur de La Rive foi provavelmente o primeiro a usar um filamento com enrolamento de platina num tubo parcialmente sem ar. O belga Jobart descobriu que o carbono não se consumiria se fosse levado à incandescência num ambiente sem ar. Já, William Grove usou, na apresentação de sua bateria, um filamento de platina num be-

quer de vidro, colocado de cabeça para baixo num pires cheio de água.

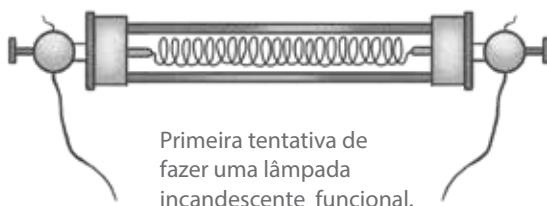
A construção da primeira lâmpada de arco autorreguladora foi obra de William Edwards State, usando fitas de irídio-platina, enquanto que J.W. Starr fez experiências com uma fita de platina de comprimento ajustável. Ele, assim como M. J. Roberts, também utilizou uma vareta de carbono no vácuo. Já em 1841, Frederic de Moleyn patenteou uma lâmpada na qual um pó carbônico, disperso entre dois rolamentos de platina, foi levado à incandescência. E, em 1850, E.C. Shepard, usou a resistência de contato entre dois pedaços de carbono.

No entanto, o uso prático da luz incandescente foi obtido pela primeira vez, em 1854, pelo alemão

Heinrich Goebel, que, em 1893, teve sua reivindicação de prioridade sobre Edison reconhecida pela justiça. Ele desenvolveu lâmpadas elétricas com filamentos de bambu carbono-

nizados, selados à vácuo em vidros de perfume. Estas lâmpadas foram usadas para iluminar a vitrine de sua relojoaria em Nova York.

Além destes, outros inventores obtiveram sucesso parcial em suas experiências como o francês De Changy, que, em 1856, inventou a lâmpada de filamento de platina aberto para uso em minas. O americano Joseph Farmer também usou lâmpadas de fita de platina para iluminar sua sala de visitas. E o cientista russo Lodyguine construiu lâmpadas com um



Primeira tentativa de fazer uma lâmpada incandescente funcional.

Lâmpada incandescente

Descoberta de Edison marca nova era na iluminação

corpo incandescente de grafite num balão de vidro cheio de nitrogênio. Ele utilizou 200 dessas lâmpadas para iluminar São Petesburgo em 1872.

Edison dá o impulso definitivo

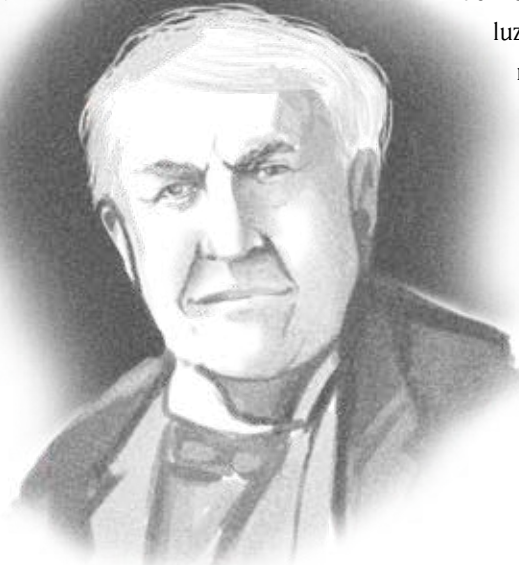
Com todos estes esforços, no final da década de 1870, a maior parte dos problemas de construção de uma boa lâmpada já era compreendida, embora não estivesse totalmente resolvida. Tinha-se o conhecimento da necessidade de uso de um material de alta temperatura de vaporização e fusão no filamento incandescente, bem como de uma lâmpada com alta resistência, que precisava de filamentos mais finos e cuja duração dependia da manutenção de um vácuo perfeito na ampola circundante.

Muitos experimentos falharam, mas o desenvolvimento da bomba a vácuo de mercúrio em 1865, por Wilhelm Sprengel, foi uma forma de enfrentar este problema, embora o bombeamento, que durava cerca de dez horas ou mais, não servisse como incentivo para a produção das lâmpadas comercialmente. Também havia problemas com a ligação em circuito entre as lâmpadas

incandescentes de baixa resistência, o mesmo encontrado na tecnologia arco voltaico, onde o bom funcionamento da conexão em série dependia de todas as lâmpadas, pois em caso de falhas, todo o circuito era interrompido automaticamente.

Mas foi em 21 de outubro de 1879 que o gênio Thomas Alva Edison transformou em realidade o grande sonho do século: uma fonte de luz artificial prática, segura e barata. Ele desenvolveu uma lâmpada com fio de algodão carbonizado como filamento, que produziu luz por 40 horas. Sua inovação maravilhou o mundo e sacudiu as últimas décadas do século XIX, modificando o comportamento do homem no século XX. Foi ele quem sugeriu que a solução definitiva do problema de subdivisão da luz elétrica, só poderia ser encontrada com o uso de lâmpadas de alta resistência em circuitos paralelos.

Edison iniciou suas investigações para a construção de lâmpadas incandescentes, em 1878, em seu laboratório, de Nova Jersey (EUA), utilizando filamentos de arame de platina. Ele fez vários experimentos com dispositivos termostáticos para evitar o superaquecimento e a fusão. Mas percebeu que a platina poderia se esgotar em poucos anos se houvesse sucesso e decidiu experimentar o carbono, material potencialmente bom para ser usado como filamento. Também resolveu o problema de



Thomas Alva Edison transformou em realidade o grande sonho do século.

Thomas Edison

História da Iluminação

como obter e manter o vácuo na ampola. Primeiro provocou um enrijecimento completo na ampola e no filamento e, depois, usou uma combinação de bombas a vácuo - a de Geissler e a de Sorengel - que ofereciam respectivamente maior rapidez e um vácuo melhor.

Além de Edison, muitos outros inventores trabalharam para a construção da lâmpada incandescente. O mais importante deles foi o inglês Joseph Wilson Swan, que iniciou experiência nessa área 30 anos antes, usando fitas de papel carbonizado. Seus primeiros esforços não tiveram êxito, mas em 1877 fez parceria com Charles H. Stearn, especialista em vácuo. E, em 1880, encontrou um material adequado para um filamento fino no fio de algodão carbonizado, que era pergamizado para endurecer e mergulhado em ácido sulfúrico para ficar liso e uniforme.

Há indícios de que Swan tenha apresentado uma lâmpada incandescente que funcionava muito bem seis meses antes de Edison. Mas, controvérsias à parte, ambos abriram caminhos para os aperfeiçoamentos e tiveram sucesso comercial com suas

invenções. O primeiro pedido recebido por Edison foi de 250 peças para a iluminação do navio a vapor Columbia, em 1880. E a primeira instalação elétrica feita por Swan foi a da mansão Gragside, de propriedade do industrial William Armstrong, em 1881. Após grande competição, eles se uniram em 1883 e formaram a EdiSwan - Edison & Swan United Electric Light Co. Ltd.

No entanto, a lâmpada de filamento de carvão ainda estava longe da perfeição. Em 1883, Swan deu outro passo importante para o aperfeiçoamento da lâmpada incandescente ao descobrir uma forma de fazer um filamento melhor. Ele converteu o algodão em nitrocelulose e obteve um fio fino e uniforme de celulose reconstituída. Já, em 1905, aconteceu a última grande melhoria da lâmpada com filamento de carvão, quando o americano Willis Whitney descobriu um método para enrijecer os filamentos de carvão em alta temperatura (3.500C), que aumentou em 25% o rendimento por Watt.

Incandescente conquista o mercado

Se por um lado, a potência requerida e a intensidade luminosa do arco voltaico consagravam o sistema para iluminação pública, as lâmpadas incandescentes de menor potência tornaram-se a solução



Lâmpada de platina desenvolvida por Edison.



Lâmpada de platina.

Capítulo 5

Descoberta de Edison marca nova era na iluminação

dominante nas instalações internas. Para isso, muito contribuíram a distribuição dos três fios (patenteado por Edison) e a invenção do alternador e do transformador, que, por volta de 1900, aumentou consideravelmente a extensão das linhas de transmissão. Com a revolucionária inovação de Edison não se poderia mais ignorar que os dias do gás iluminante estavam contados e que a sua permanência só seria possível pelos grandes investimentos implantados.

Desde os primeiros experimentos com fios de platina de Humphry Davy (1802) até o sucesso de Thomas Alva Edison (1879), muitos foram os precursores que deixaram seu nome associado à evolução da lâmpada incandescente. No entanto, o maior desafio tecnológico era encontrar um material econômico e bom condutor elétrico, que suportasse por longo tempo, sem se destruir, condições de incandescência em elevada temperatura. Para isso, boas condições de vácuo (ausência de oxigênio) eram essenciais.

O surpreendente êxito de Edison, que se aventurou a "entrar nessa corrida" apenas um ano antes, para descobrir uma solução por incandescência, deveu-se a sua tenacidade e genial criatividade. Ele aperfeiçoou o vácuo interno, resolveu o problema da selagem vidrometal, fixação de eletrodos e outros.

Tão logo chegou à solução, Edison apressou-se em aperfeiçoar o produto e desenvolver os meios necessários a sua utilização: distribuição em baixa

tensão a três fios (circuito múltiplo), base rosqueada e até mesmo construção da primeira estação geradora para suprir a energia necessária: "Pearl Street", na cidade de Nova York.

Como resultado desse trabalho, o uso da lâmpada de Edison alastrou-se rapidamente pelos EUA e, logo a seguir pelo mundo, ocupando o espaço do gás na iluminação interna. As lâmpadas incandescentes eram inicialmente produzidas em 8, 16, 25 e 32 velas e o custo oferecia vantagem cada vez maior em relação ao gás.

Numa segunda etapa, já mais aperfeiçoada, passaria a competir também com o arco voltaico na iluminação pública. No continente europeu, a

*Lâmpada
incandescente
de Swan*

Lâmpada de Swan com vareta de grafite como elemento incandescente.



História da Iluminação

Siemens tomou a iniciativa de produzir lâmpadas incandescentes em 1882, seguida de diversas indústrias, que encontraram muitas dificuldades na comercialização de seus produtos, especialmente pela grande competição com o lampião a gás de Carl Auer Von Welsbach, produzido em 1887. Foi nesse período difícil que o engenheiro Gerard Philips começou a produzir lâmpadas com filamento de carvão, em 1891, e mais tarde se tornaria a maior companhia produtora de lâmpadas do mundo.

Filamento de metal muda o cenário

A platina deu início aos experimentos com metal, mas, apesar da ausência de resultados práticos, a ideia de usar o filamento de metal não tinha sido descartada. O primeiro êxito nessa área foi obtido em 1897 por Carl Auer Von Welsbach, já famoso pelo lampião a gás, cuja lâmpada tinha um filamento de ósmio e entrou em produção em 1902. No entanto, o ósmio tinha alto custo e três anos depois foi substituído pelo tungstênio.

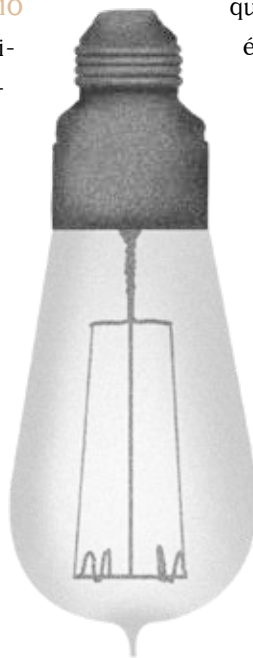
Ainda em 1902, o russo Werner Von Bolton manufaturou uma lâmpada com filamento de tântalo, que foi produzida pela Siemens de 1906 a 1913. Mas o tântalo tinha pouca resistência e os filamentos tinham de ser muito longos, tornando-se eficiente apenas se usado em corrente direta. Outro desenvolvimento foi o do alemão Hollefreund, que produziu uma lâmpada que tinha um filamento de carboneto de zircônio, mas o material também era quebradiço.

Também em 1897, Walter Nernst desenvolveu um produto que pode ser considerado híbrido entre a lâmpada incandescente e

o lampião a gás. O filamento esguichado incandescente era composto de uma mistura de zircônio e vários óxidos metálicos ferrosos. Este material é quase isolante em temperaturas baixas, mas torna-se um bom condutor em altas temperaturas. A lâmpada precisava ser pré-aquecida, originalmente com um fósforo, mas depois, com o filamento de platina, que era desligado automaticamente quando a lâmpada ficava condutiva.

A lâmpada de Nerst era cara e muito frágil, mas, uma vez acesa, sua eficiência era maior que as lâmpadas de filamento de carvão da época. A AEG começou a produzi-la em 1902 e, dez anos depois, foi finalmente substituída pelo filamento de tungstênio.

O tungstênio, por sua vez, tinha o ponto de fusão mais alto dos metais, mas sua proporção de evaporação ainda era muito baixa. Ele não podia ser fundido ou moldado e só estava disponível na forma de pó ou em compostos. Os primeiros a conseguir uma lâmpada de tungstênio que funcionasse bem foram os cientistas austríacos Alexander Just e Franz Hanamann. Em 1903, eles produziram um filamento de tungstênio esquentando um filamento de carvão numa atmosfera de oxitetracloreto de tungstênio, onde



Lâmpada com filamento de tungstênio.

Lâmpadas com filamentos

Capítulo 5

Descoberta de Edison marca nova era na iluminação

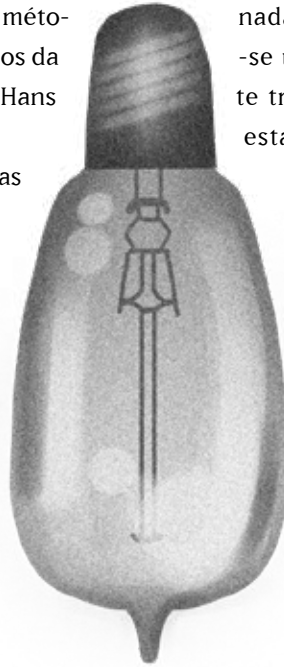
há troca entre o carvão e o tungstênio. O método mais prático usava os mesmos princípios da lâmpada de ósmio e foi desenvolvido por Hans Kuzel, em 1905.

A produção comercial das lâmpadas de filamento de tungstênio extrudado começou em 1907. O rendimento de luz por watt era duas vezes maior que o da lâmpada com filamento de carvão, mas os longos arames finos eram muito quebradiços e as pesquisas continuaram à procura de um meio de fazer filamentos estirados do próprio metal tungstênio.

A primeira a ter sucesso nessa área foi a Siemens & Halske ao descobrir a possibilidade de estirar uma liga de tungstênio e níquel até formar arames muito finos em temperatura ambiente. O filamento era montado num sistema de arames para suporte derivado da lâmpada de tântalo, único tipo de lâmpada com filamento estirado, reconhecida como Wotan, que entrou no mercado em 1910.

Paralelamente, nos Estados Unidos, William D. Coolidge desenvolveu um processo para tornar o tungstênio dúctil. Um pó grosso desse metal era comprimido para formar uma

barra, a qual era concrecio-



Lâmpada a vácuo

nada a uma temperatura muito alta, passando-se uma corrente elétrica através dela. Seu corte transversal era reduzido por um processo de estampamento a quente, seguido de estiramento quente, através de muitas trefilas para produzir filamentos de tungstênio puro. Ele construiu sua primeira lâmpada em 1910. Logo os fabricantes adotaram esse processo.

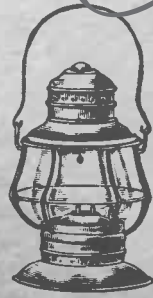
Em 1912, o americano Irving Langmur deu um grande passo ao descobrir que a evaporação do filamento poderia ser consideravelmente reduzida, enchendo-se a lâmpada com um gás inerte. Primeiro ele utilizou o nitrogênio para encher a lâmpada e depois uma mistura de 90% de argônio e 10% de nitrogênio, pois sua condutividade termal era mais baixa. A lâmpada cheia de gás aumentava a perda de calor, se comparada à de vácuo. Para resolver esse problema, Langmur enrolou o filamento em espiral. Essas novas lâmpadas passaram a ser comercializadas em 1913 e tiveram grande sucesso, eliminando as de filamento de carvão do mercado e tornando possível a iluminação elétrica residencial. A Philips foi uma das primeiras a fabricar esse produto.

Depois disso, não houve mudanças substanciais no ritmo de desenvolvimento da lâmpada incandescente. Somente, em 1933, introduziu-se o filamento de espiral dupla ou espiral espiralada, que aumentou a força luminosa entre 10% e 15%. E, finalmente, o último e mais importante aperfeiçoamento aconteceu em 1959, quando os americanos E. G. Zuiber e F. A. Mosby conseguiram fazer a primeira lâmpada halógena eficiente, adicionando pequena quantidade de halogênio (geralmente bromo ou iodo) ao gás de enchimento. Com isso, o tungstênio se evaporava do filamento e era forçado a combinar com o halogênio, permanecendo gasoso, ao invés de assentar na ampola de vidro. A força luminosa dessa lâmpada era da ordem de 201 m/W.



Lâmpada Philips, 1920.

Capítulo 6



*Novas tecnologias conquistam
mercado mundial e ganham
espaço na iluminação*

Fluorescente,
vapor de
mercúrio
e de sódio
substituem
com vantagens
a velha
lâmpada de
Edison.

História da Iluminação

Os intensos esforços em pesquisas que movimentaram muitos especialistas durante o século XIX, mudaram definitivamente o quadro da iluminação com a descoberta de novas fontes provedoras de luz. Ao final desse século, disputavam a aceitação do público o lampião a gás, a lâmpada de arco incandescente e a lâmpada elétrica incandescente. No entanto, uma quarta opção – a lâmpada de descarga elétrica em atmosfera gasosa – também estava sendo desenvolvida em paralelo, tanto que as observações mais antigas datam do século XVII. Essa lâmpada entrou no mercado como uma fonte de luz funcional por volta de 1900.

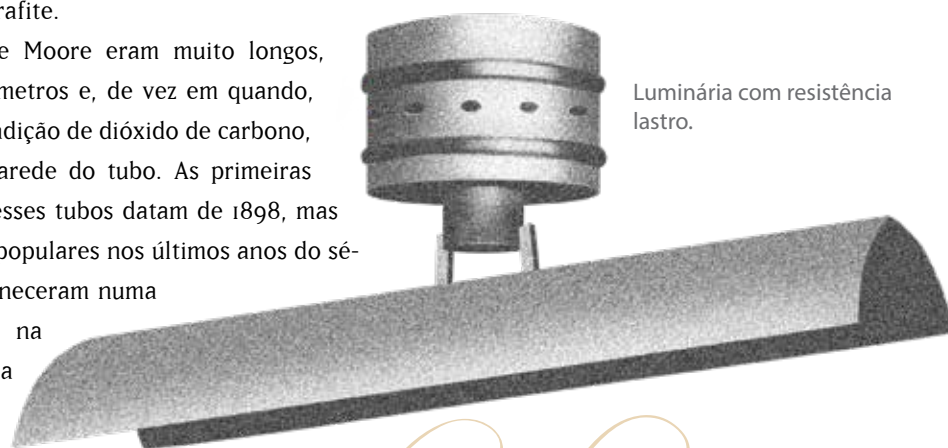
As primeiras tentativas de utilização da descarga de gás para iluminação aconteceram em 1894, quando D. McFarlan Moore iniciou pesquisas com tubos cheios de nitrogênio ou dióxido de carbono a baixa pressão, usando eletrodos externos na forma de metal folheado, enrolado em volta das pontas do tubo. A partir de 1902, ele passou a utilizar eletrodos internos de grafite.

Os tubos de Moore eram muito longos, chegavam a seis metros e, de vez em quando, necessitavam da adição de dióxido de carbono, absorvido pela parede do tubo. As primeiras instalações com esses tubos datam de 1898, mas eles se tornaram populares nos últimos anos do século XIX e permaneceram numa posição modesta na iluminação elétrica

até serem superados pelas lâmpadas fluorescentes, na década de trinta.

Outra inovação, que surgiu logo após a lâmpada de Moore, foi o tubo de neon, inventado pelo físico francês Georges Claude e apresentado pela primeira vez em 1910. Claude orientou suas pesquisas para a produção de uma lâmpada de uso geral, mas logo percebeu que poderia mudar a cor através da adição de outros gases ou vapores. Os tubos de neon ainda são amplamente utilizados até hoje e receberam uma camada fluorescente para aumentar o rendimento da luz e a escolha de cores.

Ainda nessa mesma linha, o alemão P. Schultz descobriu, em 1944, que descargas de xenônio de alta pressão produziam uma luz intensa, branca, com características quase iguais às da luz do dia. A lâmpada de xenônio poderia, assim, ser a substituta ideal para a pesada lâmpada de arco carbônico. No entanto, sua produção comercial

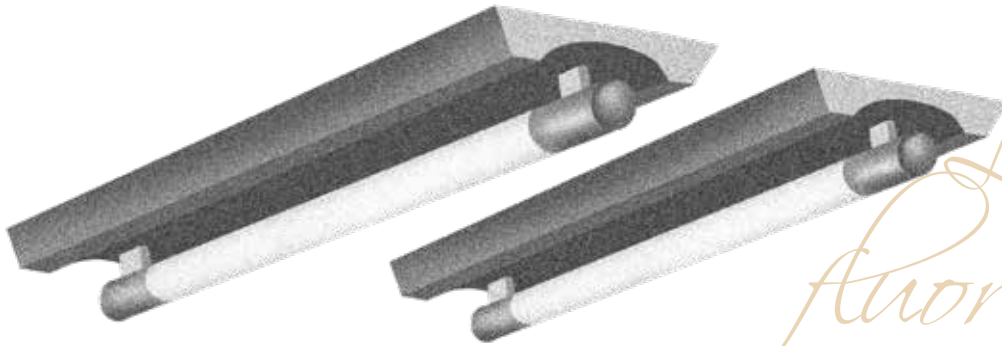


Luminária com resistência lastro.

Lâmpadas Fluorescentes

Capítulo 6

Novas tecnologias conquistam mercado mundial



Duas lâmpadas fluorescentes e uma só resistência.

Lâmpadas Fluorescentes

teve que esperar o fim da guerra e a Osram foi a primeira a produzir em 1955.

Fluorescente tem sucesso

Embora a lâmpada fluorescente tenha sido introduzida no mercado pouco antes da Segunda Guerra Mundial, sua origem tem por base os trabalhos de Peter Cooper-Hewitt, no início do século, que pesquisou o comportamento do vapor do mercúrio confinado em um tubo com atmosfera rarefeita. Na realidade, as primeiras pesquisas com gases ionizáveis e vapores metálicos para condução da energia elétrica com a finalidade de produzir luz, remontam a meados do século XIX estendendo-se às primeiras décadas do século XX.

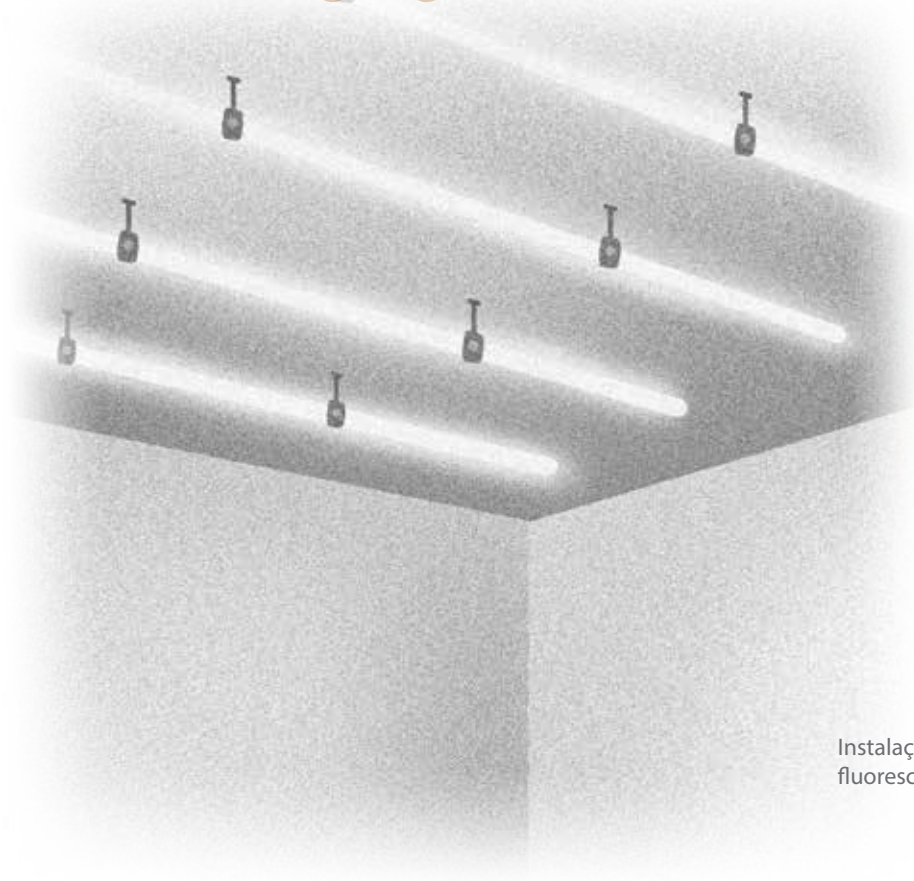
Em 1901, Peter Cooper-Hewitt construiu as primeiras lâmpadas funcionais de descarga a vapor de mercúrio em baixa pressão. Hewitt usou um tubo de um metro de comprimento, com um eletrodo de ferro ou de grafite de um lado e uma pequena poça de mercúrio do outro. A lâmpada ascendia com a inclinação do tubo, permitindo que o mercúrio fizesse o contato inicial. Apesar da cor ser pouco agradável (verde-azulada) e ter um pequeno rendimento, essa lâmpada foi muito usada na medicina, já que a alta

porcentagem de luz ultravioleta emitida era considerada muito benéfica no tratamento de doenças da pele.

A substituição de gases rarefeitos pelo vapor do mercúrio deu a Cooper-Hewitt a oportunidade de lançar, no começo do século, a primeira lâmpada bem-sucedida, com 385 watts e 12,5 lumens/watts, fato inédito para a época. Essa lâmpada era mais curta (120 cm), mas necessitava de um retificador. Com o advento da lâmpada de gás incandescente com filamento de tungstênio em atmosfera gasosa, a lâmpada de Cooper-Hewitt ficou obsoleta e só voltou a aparecer na década de trinta, mais aperfeiçoada, na forma de lâmpada tubular fluorescente.

A partir de 1932, pesquisadores de várias partes do mundo concentraram seus esforços à procura de um método para produzir uma lâmpada de descarga de mercúrio em baixa pressão. Um grupo de cientistas alemães – Friedrich Meyer, Hans Spanner e Edmund Germer - fez duas descobertas importantes: Eles descreveram como os eletrodos poderiam ser pré-aquecidos para facilitar a ignição em voltagens baixas e a utilização de um material fluorescente na cobertura das paredes do tubo para converter a forte radiação ultravioleta da descarga do mercúrio em luz visível. Essa cobertura servia para aumentar o rendimento luminoso e melhorar as características da cor da luz. Ainda, nesse mesmo ano, surgiram os ele-

História da Iluminação



Instalação com lâmpada fluorescente.

trodos cobertos de óxido com uma taxa de emissão de elétrons muito mais alta, permitindo que a voltagem usada fosse mais reduzida para chegar à tensão standard na rede de 220 V.

A utilização de pós fluorescentes no interior do tubo - que gerava luz pela transformação das radiações ultravioletas, emitidas pelas moléculas do mercúrio e excitadas eletricamente - começou a ter sucesso, gerando a tradicional lâmpada fluorescente, que teve grande êxito. Essa lâmpada foi apresentada ao mercado e tornou-se realidade especialmente pelo trabalho do francês André Claude - primo do inventor do tubo de gás neon - que tirou a patente de uma lâmpada fluorescente com cátodo emissor em 1932 e seus direitos passaram a ser de propriedade da General Electric Co.

Em 23 de novembro de 1936, os Estados

Unidos utilizou, pela primeira vez, as lâmpadas fluorescentes da GE, para iluminar o Salão de Banquetes de Washington, na celebração do centenário do Registro de Patentes dos Estados Unidos. Na Europa, a Osram exibiu suas primeiras lâmpadas fluorescentes durante uma Feira Mundial, no mesmo ano.

Já, em 1938, a Philips iniciou a produção de tubos fluorescentes de alta voltagem para suprimento em série. E, no ano seguinte, fabricou lâmpadas fluorescentes tubulares com cátodos aquecidos para conexão com condutos de 220 V. A produção de lâmpadas fluorescentes na Europa foi interrompida por causa da Segunda Guerra e só recomeçou depois de 1945.

Capítulo 6

Novas tecnologias conquistam mercado mundial

Crescimento na iluminação interna

Os primeiros pós fluorescentes usados foram o tungstato de cálcio e o silicato de zinco. Estas lâmpadas tinham um rendimento de cerca de 30lm/W, mas sua coloração era somente regular. Em 1942, na Inglaterra, A. H. McKeag descobriu que halofosfatos de cálcio e estrôncio ativados tinham ótimas propriedades fluorescentes. Com sua introdução, em 1946, obteve-se o dobro da eficiência luminosa.

Em 1973, a Philips lançou a lâmpada fluorescente de três faixas, hoje muito conhecida, baseando-se nas ideias de M. Koedam, J. J. Opsteiten e William A. Thorton. Esta lâmpada usava pós fluorescentes derivados da tecnologia aplicada nos televisores coloridos, os quais emitem luz em somente três zonas espectrais estreitas i.e. vermelho, azul e verde. O resultado foi um aumento de 50% em eficiência, sem a perda das propriedades de emissão de cor.

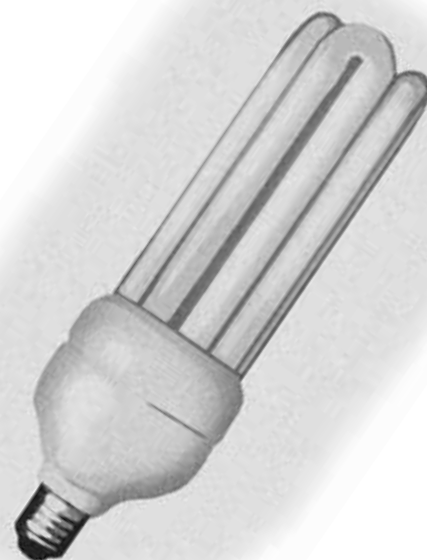
O último desenvolvimento importante foi a introdução, em 1980, da lâmpada compacta fluorescente em várias formas e por diversas empresas. Essa nova tecnologia provocou uma revolução estética na luminotécnica (ver capítulo 10). A proliferação da iluminação interna com o uso de indireta e rebaixos, as soluções em linhas contínuas e as superfícies luminosas com o vidro fosco, tornaram-se modismo no pós-guerra. A iluminação pública aderiu ao novo sistema, que se tornou, por várias décadas, uma solução quase universal nos túneis.

A grande expansão do uso da lâmpada fluorescente na iluminação pública ocorreu logo após o fim da II Grande Guerra, primordialmente na Europa. Foi a opção natural dos países arrasados pela guerra no seu esforço de reconstrução, devido a maior eficiência luminosa e vantagens econômicas oferecidas.

No entanto, as novas tecnologias desenvolvidas com as lâmpadas de grande intensidade e pequenas dimensões, à base de descarga elétrica em vapores metálicos operando a altas pressões, alija-

ram a lâmpada fluorescente da iluminação pública e ocuparam grande espaço na iluminação industrial. As características de baixa luminosidade e grande eficiência luminosa tornaram o sistema fluorescente ideal para a iluminação de interiores, onde a altura de montagem limita-se geralmente a 3 ou 4 metros, conquistando grande participação mundial em luz artificial e inovações em ritmo acelerado.

Das lâmpadas de partida rápida e de grandes dimensões introduzidas na década de 50 até os mais recentes lançamentos, voltados para a conservação de energia, com pós fluorescentes mais eficientes, equipamentos auxiliares eletrônicos de baixa perda e, principalmente, com as novas famílias de lâmpadas compactas, cujas pequenas dimensões abrem um novo horizonte muito promissor, a lâmpada fluorescente ocupou, finalmente, o imenso espaço dominado, por mais de um século, pela "velha" lâmpada de Edison.



Primeiras lâmpadas fluorescentes.

História da Iluminação

LÂMPADAS A VAPOR DE MERCÚRIO E DE SÓDIO DOMINAM A ILUMINAÇÃO DE GRANDES ÁREAS

A origem da lâmpada a vapor de mercúrio coincide com a da lâmpada fluorescente, pois ambas surgiram na década de 30, em decorrência de sucessivos desenvolvimentos tecnológicos, desde meados do século XIX, em busca da produção de luz por descargas elétricas, através de gases e vapores. O primeiro resultado prático foi obtido, em 1901, por Cooper-Hewitt, que desenvolveu a lâmpada de descarga mercúrio-vapor, mas que ainda apresentava a emissão de cor muito fraca. Para eliminar esse problema, as pesquisas foram direcionadas basicamente para o uso de camadas fluorescentes e o aumento da pressão do vapor de mercúrio.

Em 1906, R. Küch e T. Retschinsky produziram a primeira lâmpada de mercúrio de alta pressão, com o tubo em quartzo para suportar a alta temperatura e pressão internas. Essa lâmpada foi introduzida comercialmente nos Estados Unidos, em 1908, pela Westinghouse, com o nome de "Sílica" e, logo depois a Brush Electrical Co. lançou em Londres, com o nome de "Quartzlite". Ambas eram usadas em corrente contínua e, tal como a lâmpada de Cooper-Hewitt, podiam ser acionadas através de inclinação, criando um circuito temporário entre os eletrodos de mercúrio líquido. No entanto, essa lâmpada teve um resultado modesto, pois o quartzo transmitia radiação ultravioleta, presente em grande quantidade e a produção em massa era problemática, já que não havia uma solução satisfatória para a selagem perfeita entre os fios de entrada e o tubo de descarga

de quartzo.

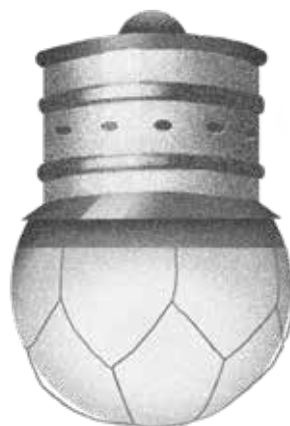
Como resultado, o interesse pela lâmpada de mercúrio de alta pressão desapareceu. E só foi retomado na década de 30, quando várias empresas lançaram lâmpadas de mercúrio de alta pressão mais desenvolvidas. Essas novas lâmpadas utilizavam o vidro temperado no tubo de descarga, em vez do quartzo, para evitar os problemas de selagem.

Por volta de 1934, foi descoberto o sulfeto de cádmio - um pó fluorescente que suportava a intensa radiação ultravioleta da lâmpada, mas o efeito corretivo foi apenas moderado. Outros fluorescentes foram experimentados após a Segunda Guerra e, em 1967, o vanadato de fosfato de ítrio obteve o maior sucesso.

Em 1935, a Philips encontrou uma forma de selar fios de tungstênio em quartzo. Com isso, a pressão de trabalho dentro do tubo aumentou de aproximadamente uma atmosfera para cerca de dez, melhorando significativamente a distribuição espectral da emissão de luz.

Maior potência luminosa

A diferença entre as lâmpadas a vapor de mercúrio e a fluorescente é que a primeira opera com vapor de mercúrio a alta pressão, enquanto que na lâmpada fluorescente o meio condutor interno opera abaixo da pressão atmosférica. Ambas são lâmpadas de descarga, onde o meio condutor da corrente elé-



Lâmpada a vapor de mercúrio de alta pressão feita pela Philips, em 1935.

Capítulo 6

Novas tecnologias conquistam mercado mundial

trica é constituído principalmente por vapor de mercúrio, contido num ambiente fechado.

Esta diferenciação tornou as duas famílias de lâmpadas bem distintas e, portanto, com aplicações diversas. Enquanto as lâmpadas fluorescentes, de grandes dimensões, possibilitam aplicações em baixa altura, por não apresentarem desconforto quando expostas no campo visual, as lâmpadas a vapor de mercúrio a alta pressão permitem a concentração da descarga num pequeno bulbo. Isso reduziu consideravelmente as dimensões da fonte, aumentando de forma surpreendente sua potência luminosa. Em contrapartida, o imenso brilho da fonte de luz exigia aplicações em alturas elevadas, afastando-a do campo visual do observador que olha "horizontalmente". Por esse motivo, a lâmpada a vapor de mercúrio tornou-se mais adequada para a iluminação pública, esportiva, pátios e recintos com grande altura de montagem (indústrias, por exemplo).

Como a alta temperatura de trabalho exigida não é suportada pelo vidro, a lâmpada a vapor de mercúrio só se tornou possível pelo uso do quarto como "tubo de arco", contido em um invólucro externo fechado de vidro com atmosfera inerte, para evitar a oxidação das partes metálicas.

Embora as primeiras lâmpadas ainda apresentassem transparência, dando à fonte uma luz muito azulada, a posterior introdução de pós fluorescentes como revestimento interno de invólucro, possibilitou a correção do espectro luminoso,

reduzindo as distorção das cores, além de melhoria no fluxo luminoso. Passaram a ser conhecidas como lâmpadas de cor corrigida.

Patenteada e colocada no mercado em 1934 (anterior, portanto, à lâmpada fluorescente), a primeira versão da lâmpada a vapor de mercúrio surgiu na potência de 400 W. A expansão do uso deu-se inicialmente nos EUA, principalmente em recintos industriais. Essa lâmpada apresentava ainda condições pouco atrativas pelo alto custo inicial de instalação e a vida média da ordem de apenas 6.000 horas. Tais condições, agravadas pelo extenso período recessivo da II Guerra Mundial, retardaram sua grande disseminação no mercado.

Isto só ocorreu na década de 50, quando a iluminação pública necessitava de maiores níveis de iluminação e começou a enfrentar problemas com as limitações das lâmpadas fluorescentes, que exigiam luminárias pesadas e de grande porte, para permitirem o uso de lâmpadas longas (até 2,40 metros) com as potências luminosas necessárias.

O alto custo inicial do sistema a vapor de mercúrio estimulou, na Europa, o desenvolvimento de uma lâmpada híbrida (conhecida como Luz Mista) adequada a circuitos de distribuição de 220 volts. Essa lâmpada dispensava o uso do reator eletromagnético, de alto custo, em troca de um menor desempenho luminoso. Em substituição ao reator, foi utilizado um filamento de tungstênio como limitador de corrente, projetado para operar em série com o tubo de arco. Para isso, estendia-se a vida do filamento, em troca de uma baixa eficiência luminosa, limitando a vida da lâmpada

*Lâmpadas
de mercúrio*

História da Iluminação

à duração desse filamento, além de perder o tubo de arco bem antes da duração estimada. Foram lançadas lâmpadas com 5 mil horas de vida em média e a solução disseminou-se por toda a Europa, exceto nos EUA e Canadá, que jamais aceitaram esse tipo de lâmpada.

No final da década de 50, a tecnologia havia superado o problema de durabilidade da lâmpada a vapor de mercúrio, que já ultrapassava 12 mil horas e passou a substituir as lâmpadas fluorescentes com grandes vantagens econômicas.

Com o desenvolvimento de fontes de luz concentradas e potentes (da ordem de mil Watts), o sistema a vapor de mercúrio difundiu na luminotécnica dois conceitos revolucionários: o uso do refrator para fechamento das luminárias e a utilização de postes de grande altura.

Na iluminação pública, o refrator permitia orientar as grandes intensidades de luz para pontos mais afastados, melhorando a distribuição da luminosidade. Os postes de grande altura possibilitavam a concentração de luminárias para grandes áreas (praças, pátios etc).

O sistema a vapor de mercúrio a alta pressão atingiu seu apogeu nas décadas de 60 e 70, tornando-se, então, a solução mundial para a iluminação pública, esportiva e industrial.

Vale mencionar, ainda, dois derivados da lâmpada de mercúrio de alta pressão: a de luz combinada e a de metal halogenocomposto. A primeira é uma combinação de um filamento incandescente e

um tubo de descarga de mercúrio de alta pressão, ligados em série e montados em um globo comum. O filamento age como estabilizador de corrente e facilita uma pequena correção da cor perto da parte vermelha do spectrum. Esta ideia já tinha sido usada no início do século (Cooper-Hewitt), mas só foi fabricada por volta de 1935.

Em 1961, G. H. Reiling patenteou uma lâmpada de mercúrio de alta pressão na qual ele adicionou componentes halogênicos de certos metais ao vapor de mercúrio. Os componentes típicos eram: índio, tálio e sódio; escândio e sódio; ou disprósio e tálio. Reiling deu o nome de lâmpada de metal halogenocomposto e a introduziu no mercado em 1964. Essa nova lâmpada era muito melhor do que a lâmpada de mercúrio de alta pressão convencional, tanto em termos de aumento de eficiência como de emissão de cor.

A ideia não era tão nova, pois a lâmpada de arco, inventada em 1889, já trabalhava mais ou menos sob o mesmo princípio.

A mais eficiente das lâmpadas

Embora a lâmpada a vapor de sódio a alta pressão seja a fonte de luz de maior utilização em nível mundial pelas múltiplas vantagens que apresenta, suas origens remontam ao século passado, quando uma "corrida" dos pesquisadores para uma solu-



Lâmpada a vapor de mercúrio de alta

Lâmpadas de vapor de mercúrio

Capítulo 6

Novas tecnologias conquistam mercado mundial

ção de iluminação por descarga elétrica, através de gases e vapores, começou a apresentar resultados promissores.

Os primeiros êxitos aconteceram com os tubos de Moore (1899) com descarga em gases e a lâmpada de Cooper-Hewitt (1901) que obtinha luz através do vapor de mercúrio a baixa pressão. Seria o grande início da vasta família de lâmpadas de descarga.

Entre todos os metais, o mercúrio é o único que tem uma pressão apreciável de vapor em temperaturas normais, tornando-se a escolha óbvia para lâmpadas de descarga de vapor de metal. E, além disso, ele emite uma boa proporção de radiação na parte visível do spectrum.

Um outro metal promissor era o sódio, que tinha um ponto de fusão de apenas 98°C e emitia quase toda sua radiação em duas linhas separadas, muito juntas na parte amarela do spectrum, perto da região de maior sensibilidade ocular. Portanto, pelo menos teoricamente, seria possível fazer uma lâmpada muito eficiente baseada no princípio de descarga de sódio.

Embora se vislumbrasse também a utilização do vapor de sódio, as dificuldades de se "trabalhar" com ele, por sua agressividade em relação ao vidro e ao quartzo, fizeram com que só se chegasse a uma lâmpada prática, comercializável, com o aperfeiçoamento do vidro.

Em 1922, M. Pirani e E. Lax realizaram, na Alemanha, as primeiras experiências com descargas de sódio em baixa pressão. Em 1923, nos Estados Unidos, A.H. Compton e C.C. van Voothis mostraram claramente que era possível obter um ótimo nível de eficácia. As investigações preliminares realizadas por Compton em 1920 levaram à descoberta de um borato de vidro resistente ao sódio,

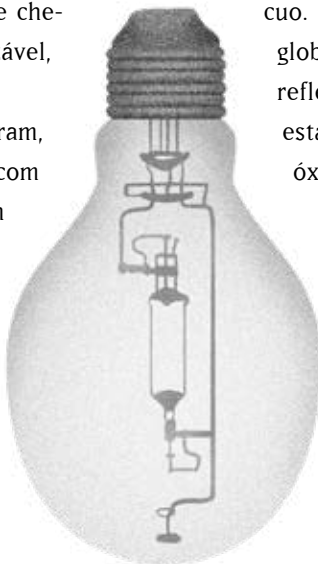
muito necessário para o tubo de descarga.

O êxito se deu na Europa, primeiramente para operação em corrente contínua (1931) e depois em corrente alternada (1933). Obteve-se uma lâmpada com eficiência luminosa jamais alcançada, da ordem de 55 lumens/watt. Era uma fonte luminosa monocromática, na faixa de 589 nanômetros-raia característica do sódio vaporizado.

A Philips e a Osram fizeram, em 1931, as primeiras lâmpadas de sódio a baixa pressão funcionais e a primeira instalação elétrica com as novas lâmpadas surgiu um ano depois num trecho de estrada no sul da Holanda. Elas seriam utilizadas em corrente contínua, mas, em 1933, uma nova versão para uso em corrente alternada apareceu no mercado e foi usada para iluminar o túnel Scheldt, na Antuérpia, Bélgica. Nesse mesmo ano, os eletrodos aquecidos foram substituídos por outros fios e a lâmpada de sódio de baixa pressão adquiriu o formato usado por mais de 30 anos.

O calor gerado pela descarga de sódio a baixa pressão é suficiente apenas para manter a lâmpada em sua temperatura de trabalho ideal. Nas primeiras lâmpadas o tubo de descarga era encapsulado num globo de vidro de parede dupla com vácuo. Mas, a partir de 1955, utilizou-se um globo a vácuo, recoberto de um material refletor de calor, inicialmente um óxido de estanho, que depois foi substituído pelo óxido de índio.

Pesquisas iniciadas em 1955 por R.



Lâmpada a vapor de mercúrio de alta pressão.

História da Iluminação

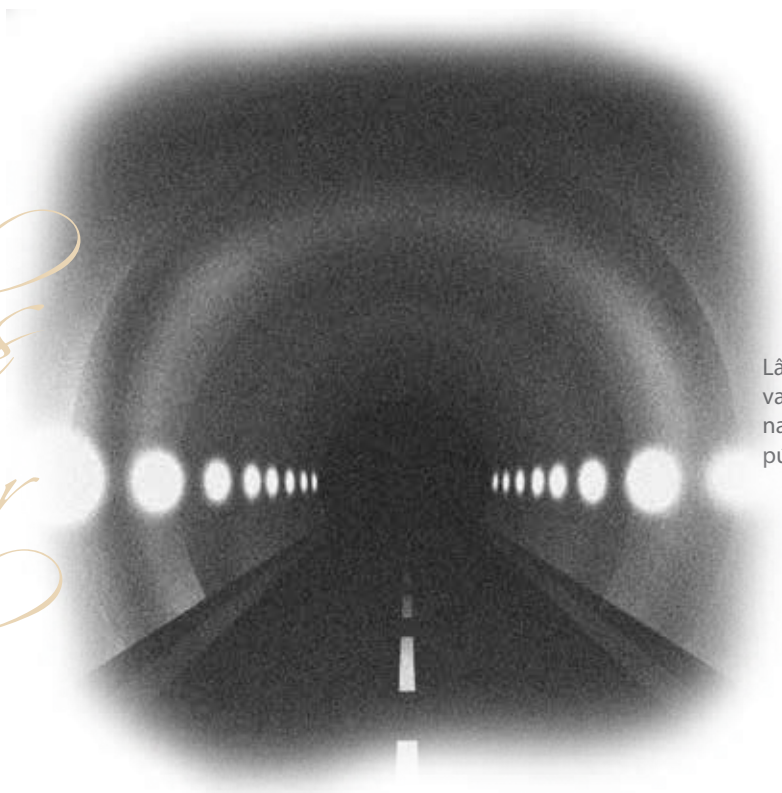
L. Coble mostraram que se poderia fazer um tubo de descarga translúcido, resistente ao sódio, de óxido de alumínio concrecionado, altamente purificado. As primeiras lâmpadas que usavam este princípio foram feitas nos Estados Unidos, em 1964, por Bill London e Kurt Schmidt. A produção em larga escala começou no ano seguinte. Mais tarde, estudou-se a possibilidade de um maior aumento de pressão de vapor de sódio, visando melhorar as características da cor da luz.

Em contrapartida, a nova fonte emitia uma luz surpreendentemente eficiente, que chegava a atingir 200 Lm/Watt, eficiência até hoje não igualada por qualquer outra fonte. A única desvantagem é a luz amarela monocromática, que impede a distinção entre as cores, restringindo seu uso a poucas aplicações como a iluminação de estradas. Essa lâmpada ficou limitada à iluminação pública (inclusive túneis) e outras áreas externas, onde a reprodução de cores não se constituía em um grande problema.

Com esse propósito persiste ainda hoje em muitas regiões da Europa, principalmente em países onde as precárias condições de visibilidade (normalmente durante o inverno) exigem uma fonte de luz muito eficiente. Sua característica monocromática, exatamente na região do amarelo, onde há maior eficácia para o olho humano, faz também com que dê maior penetração da luz em condições de "fog", minimizando o efeito de dispersão luminosa nas partículas aquosas em suspensão, que ofuscam o observador.

Houve uma tentativa para melhorar a cor, através do aumento da pressão do vapor, mas descobriu-se que o vapor de sódio é muito agressivo e atacaria todos os tipos de vidro, incluindo o de quartzo. Era de conhecimento científico de que o sódio poderia emitir luz em outras radiações, desde que operasse

Lâmpadas
de vapor
de sódio



Lâmpada a vapor de sódio na iluminação pública.

Capítulo 6

Novas tecnologias conquistam mercado mundial

em temperaturas mais altas, não toleradas pelo vidro e nem mesmo pelo quartzo. Não existia na natureza um material que pudesse oferecer as características necessárias: translucidez, impermeabilidade e resistência às temperaturas da ordem de 1200C/1500C sem amolecer ou se deformar.

No entanto, a solução foi vislumbrada em 1955, quando em Schenectady (EUA), dois químicos dos laboratórios da GE, buscando uma solução tecnológica para outros fins elétricos, produziram artificialmente uma cerâmica policristalina, denominada de "Lucalox" ("Luc" – luminescente e "alox" – óxido de alumínio).

A adaptação desse novo material para ter um invólucro impermeável, necessário para conter e resistir ao vapor do sódio em altas temperaturas e pressões elevadas, representou um intenso trabalho tecnológico ao longo de quase 10 anos, a um custo próximo de 10 milhões de dólares.

A nova cerâmica foi patenteada em 1962, mas, somente em 1966, surgiu comercialmente a primeira lâmpada a vapor de sódio a alta pressão. Tinha potência de 400 Watts, eficiência luminosa de 105 lumens/Watt e oferecia uma vida média de 6 mil horas.

Cabe ressaltar que a exigência de altos picos de tensão (500 Volts ou mais) para início de operação do tubo de arco a vapor de sódio exigiu, paralelamente, o desenvolvimento de um novo dispositivo – o ignitor – associado ao seu equipamento auxiliar (reator),

dando assim maior sofisticação ao novo sistema.

Atualmente, essa nova família de lâmpadas abrange uma vasta gama de potências (de 35 W a mil W) e chega a atingir a eficiência de 140 Lm/W. Sua vida média insuperável alcança 30.000 horas e oferece algumas vantagens adicionais, pois permite o projeto de luminárias menores com melhor desempenho ótico, por serem de pequena dimensão e transparentes.

Além disso, esse tipo de lâmpada tornou-se um produto ecológico por ter longa vida, alta eficiência, ausência de mercúrio e um espectro luminoso que não emite radiações ultravioletas.

Por outro lado, a busca de uma solução menos onerosa, que estimulasse a troca de sistemas a vapor de mercúrio já existentes por vapor de sódio a alta pressão, conduziu à concepção de uma lâmpada híbrida, projetada para operar com o equipamento ou auxiliar já disponível. Assim, obteve-se ganhos luminotécnicos com a simples troca de lâmpadas no sistema existente, mas essa troca deve ser sempre avaliada, pois essas lâmpadas não oferecem o mesmo fluxo e nem a mesma durabilidade das lâmpadas a vapor de sódio previstas para operar com o equipamento auxiliar adequado.

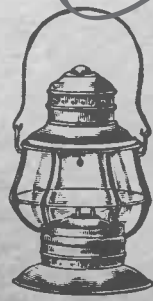
O sistema a vapor de sódio a alta pressão vem dominando a iluminação externa, onde as exigências em reprodução de cores não se constituem em fator crítico. A acelerada substituição, que se observa na iluminação pública, das instalações incandescentes, da luz mista e a vapor de mercúrio são testemunho disso. Seu permanente aperfeiçoamento irá certamente torná-la também uma solução para outras aplicações, incluindo-se a iluminação interna.



Lâmpada de sódio com bulbo de cerâmica

Lâmpadas de sódio

Capítulo 7



A evolução da iluminação no Brasil

Desde os
primórdios da
iluminação
até as novas
tecnologias.

História da Iluminação



o fogo à energia elétrica foi grande a evolução das fontes provedoras de luz ao longo dos anos, fruto de intensos esforços em pesquisas realizadas mundialmente. O Brasil não foi protagonista, mas também não ficou totalmente alheio a esta evolução.

No período medieval, por exemplo, a luz era obtida pela queima de óleos animais e vegetais e o Brasil utilizou em grande quantidade o óleo de baleia, investindo no assentamento de diversos núcleos baleeiros e na criação de engenhos, especialmente no Recôncavo Baiano e nas regiões litorâneas fluminense, paulista e catarinense.

Durante o período colonial-imperial, o País importou o óleo de oliva, que ficou restrito, devido aos altos custos, à iluminação de igrejas, palácios e residências mais nobres. Mas foi nos trópicos que esse combustível encontrou substitutos como o amendoim, o coco, a semente de andiroba (aproveitada no Nordeste), entre outros. Porém, dentre as opções, a semente ou a baga da mamoneira, uma planta indígena abundante no País, teve o maior destaque e chegou a substituir o óleo de baleia em diversas situações. Relatos históricos confirmam seu uso na Bahia e na iluminação pública de São Paulo, em meados do século XIX.

Iluminação na Praça da Constituição, atual Praça Tiradentes.



Até o século XVIII, não existia iluminação pública. Nos momentos de festas e comemorações, a população iluminava as fachadas das casas com as velas feitas de sebo e gordura. No século XIX, algumas cidades brasileiras passaram a ser iluminadas com lâmpadas de óleo de baleia. No Rio de Janeiro, a iluminação pública à base de óleos vegetais e animais foi implantada no ano de 1794. Em São Paulo, a utilização de óleos na iluminação pública chegou somente no ano de 1830. Esse sistema necessitava de vários funcionários para acender diariamente as luzes nas ruas das cidades.

Com os óleos derivados da gordura animal, vieram as velas feitas de gorduras e de cera de abelha, que não eram utilizadas pela população pobre em razão do alto preço. Aos poucos, as velas de sebo foram manufaturadas localmente e, a partir do século XVIII, passaram a ser um subproduto da indústria baleeira, produzidas nas benfeitorias de Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

Ao longo dos anos, pela simplicidade de fabricação e abundância da matéria-prima, a manufatura das velas de sebo proliferou no Brasil, constituindo indústrias de pequeno porte, responsáveis por abastecer os mercados locais. As velas de estearina também tiveram sua produção iniciada no Brasil em 1854 com a instalação de uma fábrica no Rio de Janeiro. No entanto, pelo grau de sofisticação, a mesma expansão não se registrou com os castiçais, lustres ou candelabros, onde as primeiras fábricas só foram inauguradas no Brasil no início do século XX. Nessa época, a eletricidade já substituíra a vela.

Em meados do século XIX, o querosene surgiu como nova opção de fonte provedora de luz e fator de progresso para expansão dos centros urbanos ou de núcleos emergentes brasileiros, tanto para iluminação interna como externa, atendendo inclusive residências em locais remotos. A iluminação pública expandiu-se rapidamente por todo o Brasil na base

do querosene importado, utilizando lampiões instalados em postes de baixa altura.

Antes de adotar a luz elétrica, o Brasil também passou pela fase do gás, que permaneceu por longo período na iluminação. O Rio de Janeiro foi a primeira cidade a ter iluminação a gás. Irineu Evangelista de Souza, o Barão de Mauá, assinou um contrato com o governo, em 1851, para a iluminação da cidade com o gás hidrogênio carbonado. Em 1854, iluminou os primeiros combustores de algumas ruas do Rio, com 20 km de encanamento de ferro, empreendimento que reuniu sócios brasileiros e ingleses, numa prévia da relação que marcou toda a expansão do emprego do gás natural nos meios produtivos e urbanos do país. Em 1873, São Paulo implantou a iluminação a gás, produzido a partir do carvão mineral, serviço que ficou na cidade até meados de 1936, quando foram apagados os derradeiros lampiões.

Ao longo do século XX, as distribuidoras de gás canalizado usaram materiais como hulha e nafta para produzir o gás. O gás liquefeito de petróleo (GLP), por sua vez, começou a ser usado para cocção a partir de 1936 e o gás natural foi utilizado inicialmente no Nordeste na década de 1950. A produção teve início no estado da Bahia e era praticamente toda destinada às indústrias.

Eletricidade substitui o gás

A partir de meados do século XIX, o Brasil imperial, recém-liberado de um longo período de colonização e, até então, alheio a toda evolução tecnológica da eletricidade, começou a tomar conhecimento desse novo mundo.

O registro mais remoto sobre iluminação elétrica no Brasil foi, no Rio de Janeiro, em 7 de setembro de 1857, numa experiência pública no prédio da Escola Central (ocupada depois pela Escola Nacional de Engenharia – Largo de São Francisco), onde ocorria um baile em homenagem aos imperadores.

Novo registro só aparece em 30 de março de

1862, também no Rio de Janeiro, durante a inauguração da Estátua do Imperador Dom Pedro I, na Praça da Constituição (atual Praça Tiradentes). O facho luminoso partia de um teatro vizinho, projetado através de suas janelas, iluminando o monumento.

Seis anos depois (1868), na capital paulista, ocorre um terceiro evento, para comemorar a vitória brasileira na "Passagem de Humaitá", durante a Guerra do Paraguai. A fachada da cadeia pública foi iluminada eletricamente pelo frade francês Frei Germano de Annecy, professor de matemática no Seminário de São Paulo. Em todos esses eventos a iluminação foi feita utilizando a tecnologia de arco voltaico, alimentado eletricamente por uma bateria de acumuladores.

Em 1879, o dínamo foi usado em Nova Iorque pela primeira vez pela Edison Electric Light Co., mecanismo que eliminou os lampiões na iluminação pública. No Brasil, o imperador D. Pedro II foi o grande incentivador na implantação da iluminação elétrica e outras iniciativas modernizadoras no país. Em 1879, deu a Thomas Edison a concessão para introduzir no mercado nacional os aparelhos e processos de sua invenção.

Em fevereiro desse mesmo ano, inaugurou a iluminação das plataformas da Estação Central da Estrada de Ferro D. Pedro II (atual Estação D. Pedro II da E.F. Central do Brasil), no Rio de Janeiro, o primeiro grande passo rumo à modernidade. O sistema utilizava seis lâmpadas de arco voltaico tipo Jabockhoff, sendo quatro delas nas plataformas, uma na entrada e outra no saguão, alimentadas por dois dínamos Gromme, que eram acionados por um locomóvel a vapor de 70 V de potência. Essas lâmpadas substituíam com vantagem os 46 bicos de gás existentes.

Dois anos depois (1881), D. Pedro II já assistia, durante visita a Ouro Preto (MG), às experiências de iluminação elétrica, inclusive com lâmpadas incandescentes, na Escola de Minas, conduzidas pelo professor francês Claude Henri, fundador e diretor daquela Escola

História da Iluminação

la. Consta que a força mecânica necessária ao acionamento do dínamo Gromme utilizado, foi obtida usando o trabalho braçal dos presos da cadeia local.

Em julho de 1881, por iniciativa do governo, a Repartição Geral dos Telégrafos instalou no campo de Santana (atual Praça da República, no Rio de Janeiro) 16 lâmpadas Jabockhoff, alimentadas por dois dínamos Gromme acionados por um locomóvel. Tinha por objetivo permitir um trabalho noturno de calçamento de ruas.

Finalmente, em dezembro desse mesmo ano (1881), o Imperador inaugurou uma instalação no prédio do Ministério da Agricultura, no Largo do Poço (atual praça XV de Novembro – Rio de Janeiro), por

ocasião da "Exposição Industrial". O sistema tinha 60 lâmpadas incandescentes, alimentadas por um dínamo de 10 CV, acionado por um locomóvel. A instalação foi executada pela "Edison Electric Co."

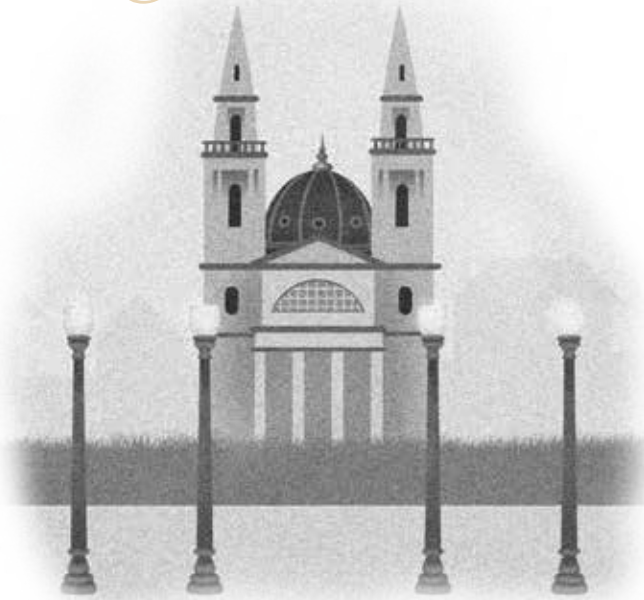
O ano de 1883 estabeleceu um marco histórico para o Brasil. A cidade de Campos (RJ) foi pioneira em toda a América Latina, ao inaugurar a iluminação pública a eletricidade, por iniciativa da Prefeitura Municipal e pela presença de uma usina termoeletrica. Eram 39 luminárias a arco voltaico, mas o sistema não dependia mais do locomóvel, pois foi dado um novo passo tecnológico: a usina térmica, de maior potência alimentada a carvão, acionava os três dínamos instalados, sendo dois do modelo Brush totalizando 52 HP e um Weston, de menor potência, para atender, pela primeira vez, a iluminação particular - outro empreendimento igualmente surpreendente.

Neste mesmo ano, em Diamantina (MG), a primeira usina hidrelétrica do País começou a gerar energia por meio de uma linha de transmissão de 2 km, que acionava equipamentos utilizados na extração de diamantes. A partir daí, surgiram outras usinas térmicas: Rio Claro-SP (1885), Porto Alegre (1887), São Paulo (1888), Curitiba e Casa Branca (1892), Maceió (1885) e Belém do Pará (1886).

O município de Rio Claro, em São Paulo, foi o segundo a ter luz elétrica nas ruas, também pela termoeletrica. A cidade do Rio de Janeiro somente implantou o serviço de luz elétrica nas ruas em 1904 e São Paulo, em 1905.

No entanto, as cidades de Juiz de Fora, Curitiba e Maceió implantaram o serviço de iluminação pública.

Cidade de Campos, RJ



A cidade de Campos (RJ) foi pioneira na América Latina a implantar a iluminação elétrica pública.

Capítulo 7

Desde os primórdios da iluminação até as novas tecnologias

ca elétrica bem antes que o Rio de Janeiro e São Paulo. Mas isso não eliminou totalmente os lampiões a gás, que foram substituídos aos poucos, convivendo ao mesmo tempo com a nova tecnologia.

Vale registrar também a iluminação do "Hotel Cannebiere" (bairro de Vila Isabel – Rio de Janeiro) em 1884, onde foi instalado um pequeno grupo gerador termoelétrico, servindo às dependências e à fachada do hotel, além de iluminar também um trecho da rua. Embora efêmero (durou pouco mais de um ano) o evento deixou sua marca entre os que assinalaram a fase pioneira do uso da eletricidade no Brasil. Ainda nesse mesmo ano há referência de que as dependências do Palácio São Cristóvão (Rio de Janeiro), residência da Família Imperial, foram iluminadas utilizando eletricidade.

Um fato histórico importante foi a instalação com aproveitamento hidráulico, feita em 1887, por um desvio do Ribeirão dos Macacos em Honório Bicalho (atual município de Nova Lima, MG), pela Compagnie des Mines d'Or Du Faria. A energia mecânica para o acionamento de dois dínamos Gromme era

fornecida por uma grande roda d'água. Estes, por sua vez, alimentavam bombas utilizadas no desmonte hidráulico da cascalha aurífera. Destinava-se à mineração, mas parte da energia era utilizada na iluminação das galerias da mina e das casas dos empregados.

Ainda em 1887, formou-se a "Companhia Força e Luz", no Rio de Janeiro, que utilizava acumuladores elétricos para o fornecimento de energia, iluminando algumas ruas, teatros, casas comerciais e residências da área urbana central. O sistema, baseado no invento do engenheiro francês Edmond Julien, já havia se tornado popular na Europa e nos EUA.

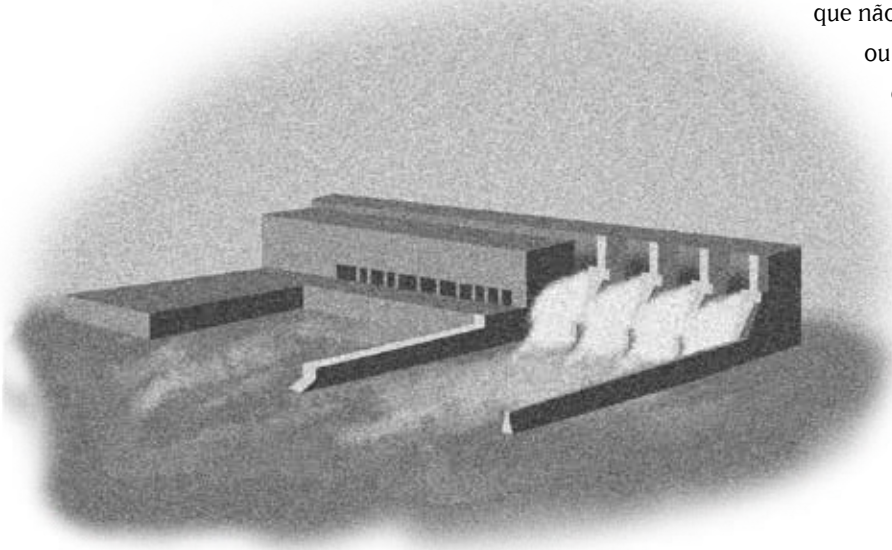
Uma pequena usina térmica central de SOCV (junto ao Largo de São Francisco) reabastecia os acumuladores, que eram trocados periodicamente, no local de uso. O sistema (que não utilizava fios nas vias públicas) procurava contornar as cláusulas contratuais que davam à Société Anonyme du Gás o privilégio de exploração exclusiva do serviço público de iluminação urbana, e preservava o sistema de gás canalizado. Apesar do relativo sucesso, a empresa só sobreviveu por dois anos. Dificuldades financeiras fizeram com que fosse dissolvida em 1888.

Um grande passo foi dado pelo empresário Bernardo Mascarenhas, em 1889, com a instalação sobre o Rio Paraibuna, nas proximidades de Juiz de Fora (MG), da primeira hidroelétrica da América Latina que não servia a interesses privados: "Marmelos"

ou "Farol do Continente" como era conhecida. Suas duas turbinas representavam um avanço tecnológico só presente em poucos lugares do mundo. A hidroelétrica de Marmelos é considerada o marco zero da energia elétrica no Brasil e na

Diamantina (MG)
sediou a primeira usina
hidroelétrica do País.

Hidroelétrica



História da Iluminação

América Latina.

Pela primeira vez no país, os geradores de energia elétrica introduziam a corrente alternada (monofásica) em substituição ao dínamo, de corrente contínua. A nova solução possibilitava melhores condições de transmissão e operação do sistema.

Em 1893, foi instalada a segunda usina hidroelétrica, utilizando o Salto Grande do Ribeirão Monjolinho, nas proximidades de São Carlos (SP). Foi a primeira hidroelétrica do estado de São Paulo, festejada em seu centenário (02.07.1993) com a recuperação de sua casa de máquina (sem equipamento), transformada em museu histórico. Logo a seguir, ainda em 1893, seria inaugurada a hidroelétrica de Piracicaba.

A partir de então, o uso da energia hidráulica substituiu definitivamente as instalações térmicas, mais dispendiosas, utilizadas apenas onde os recursos hídricos eram inexistentes. Surgiram assim, no final do século, as hidroelétricas de Corumbataí e Cravinhos (1895), Petrópolis (1896), Belo Horizonte e São José do Rio Pardo (1897), Pinhal, Amparo, Santa Rita do Passa Quatro e Poços de Caldas (1898) e Ribeirão Preto (1899).

O sucesso da eletricidade foi de tal ordem que se constituiu num dos grandes fatores do desenvolvimento regional. Elas se concentraram principalmente na região sudeste, onde a expansão da cultura cafeeira foi o grande gerador de riqueza e alimentador de recursos para a formação de capital necessário aos investimentos.

Incandescente conquista o público


Presente inicialmente na iluminação pública, restrita a um pequeno trecho e por um curto período, da Rua do Ouvidor, no Rio de Janeiro (1887/1888), o uso da lâmpada incandescente expandiu-se rapidamente: S. Paulo (1888), Juiz de Fora (1889) e cerca de uma dúzia de cidades na última dé-

cada do século XIX.

A partir de 1890, começou a apresentar sucessivos incrementos na eficiência luminosa, potência e vida, com a evolução do filamento de carvão para filamentos metálicos (tântalo, ósmio, tungstênio). Desde então, a lâmpada incandescente começou a alijar rapidamente o uso de gás como fonte luminosa, desestimulando novas instalações e substituindo paulatinamente as existentes.

O aumento de potência com o desenvolvimento dos filamentos para uso em atmosfera interna inerte (1913) e para operar em circuito série a corrente constante (1914), foi também um fator primordial na expansão de seu uso na iluminação pública. Esses aperfeiçoamentos permitiram utilizar os sistemas elétricos de distribuição existentes, alimentados por transformadores especiais, de núcleo móvel, marcando o fim das luminárias a arco voltaico.

Essa prática, liderada pelo Rio de Janeiro a partir de 1920, incrementou a modernização de diversas capitais brasileiras como São Paulo, Porto Alegre, Belém, Goiânia e outras. Nesse período de transição, predominaram os postes ornamentais com globos "Novalux", em substituição aos existentes. A iluminação a gás e a arco voltaico desapareceram totalmente no



Uso da lâmpada incandescente na Rua do Ouvidor (RJ).

Capítulo 7

Desde os primórdios da iluminação até as novas tecnologias

início da década de 30, quando as últimas unidades foram removidas da iluminação pública. Até 1920 todos os produtos para iluminação (exceto pequenos globos para iluminação interna) eram importados, através dos tradicionais fabricantes americanos e europeus. O grande potencial de mercado e os ganhos em redução de custo levaram a General Electric a implantar uma operação industrial no Rio de Janeiro. Em 18 de agosto de 1921, a empresa produziu a primeira lâmpada elétrica incandescente de toda a América Latina.

Essa lâmpada atingiu seu apogeu nas décadas de 30 e 40, ocupando a totalidade dos edifícios comerciais, associada a globos opalinos ou a unidades prismáticas Holophane (importadas). Também era utilizada nos estabelecimentos industriais e nas áreas esportivas, onde oferecia potências até 1, 5 mil Watts.

Só após a II Guerra Mundial, com a introdução das lâmpadas fluorescentes no País e as primeiras lâmpadas de descarga de alta intensidade (lâmpadas a vapor de mercúrio) na década de 50, é que a lâmpada incandescente começou a perder sua hegemonia na iluminação pública e outras aplicações que requeriam maior potência luminosa. Mesmo assim, a lâmpada incandescente é mundialmente a fonte de luz de maior uso nas residências.

Fluorescente, a grande inovação

A introdução dessa revolucionária inovação tecnológica no Brasil se deu no auge da Segunda Guerra Mundial. Levando adiante os planos de continuar investindo maciçamente no país, a General

Electric importou, em plena Guerra, os equipamentos necessários à fabricação de lâmpadas fluorescentes no Rio de Janeiro. Inicialmente, nas potências de 20 e 40 Watts, e, numa etapa posterior, em 15 e 30 Watts.

A produção das lâmpadas teve início em 1942 e, no ano seguinte, começou a fabricação local dos reatores. As luminárias, desenvolvidas na base de parceria com pequenas empresas nacionais, foram produzidas e comercializadas logo a seguir. Antes disso, os produtos importados como luminárias, portas-lâmpadas e starters suprimiram a pequena demanda promissora em instalações comerciais e industriais.

O maior exemplo foi a iluminação completa da Fábrica Nacional de Motores (Xerém/RJ), inaugurada em 1943, onde foram utilizadas 8 mil lâmpadas fluorescentes de 40 Watts.

A primeira iniciativa do uso de lâmpadas fluorescentes em iluminação pública ocorreu na Avenida Brasil (Rio de Janeiro), no final da década de 40. Foram iluminados cerca de 10 km de vias públicas, contendo 4 lâmpadas de 1,50 m de comprimento, instaladas em postes com 9 m de altura, em ambos os lados da via. Todo equipamento foi importado pela "Light", oriundo da "British Thomson Houston" (Inglaterra), por oferecer maior potência luminosa. Essa instalação, fora dos padrões usuais, que já se fixava em lâmpadas de 40 Watts (1,20 m de comprimento), foi o único caso no Brasil.

A relativa proliferação do novo sistema na iluminação pública, com lâmpadas padronizadas em 40 Watts, começou em meados da década de 50. Era a solução disponível para quem quisesse modernizar. O apogeu ocorreu com a inauguração da cidade de Brasília, em 1960. Toda área urbana da nova capital foi iluminada com lâmpadas fluorescentes (conhecidas como "power groove"), tornando-se a maior área de iluminação pública totalmente fluorescente. Nessa época, o sistema fluorescente já ostentava grandes inovações, como as lâmpadas de 2,40 m de comprimento, de grande potência (110 Watts).

Rua do Ouvidor

História da Iluminação

Novidades na iluminação pública

Já, o primeiro registro de que se tem notícia do uso de lâmpada a vapor de mercúrio no Brasil foi no Rio de Janeiro, em 1936. Essa tecnologia foi utilizada para melhorar as condições de iluminação diurna do "túnel novo" (ou do Leme), principal acesso à Copacabana. A instalação era constituída de uma fileira de lâmpadas, no centro da abóboda, ao longo do túnel. Com a remodelação e duplicação desse túnel, em 1946, essa instalação foi removida.

Coube à cidade de Santo André (SP), por ocasião de seu IV centenário, em 10 de maio de 1953, assinalar o primeiro marco do uso da lâmpada a vapor de mercúrio em iluminação pública no Brasil, ao inaugurar a expansão de seu sistema urbano.

Em 1953 e 1954, foi realizada a primeira experiência para uso de lâmpadas a vapor de mercúrio na iluminação pública, na Praia do Flamengo (Rio de Janeiro). Eram quatro luminárias com reator externo e refrator de fechamento, equipadas com lâmpadas de 400 Watts (cor corrigida), instaladas em postes do sistema incandescente já existente.

Ao final dessa experiência promovida pela General Electric, o equipamento foi ofertado à concessionária (So-

cieté Anonyme du Gás, pertencente à "Light") e jamais foi aceito. Isto porque, numa época de nacionalismo exacerbado, onde as tarifas de iluminação pública mantinham-se "congeladas" por pressão política, essa doação implicaria também na aceitação do novo sistema sem aumento da tarifa. Mesmo entendendo-se que a implantação do novo sistema implicaria em grandes investimentos por parte da concessionária.

Estabeleceu-se assim um conflito entre o governo da então Capital Federal e, depois com o Estado da Guanabara (que não aceitavam o aumento da tarifa) e a concessionária (que só inovaria o sistema de iluminação pública com a revisão da tarifa).

A solução, bem ao jeitinho brasileiro deu no governo Carlos Lacerda, com a criação, em 1961, da "Coordenação dos Serviços de Energia Elétrica" que se transformou na Comissão Estadual de Energia (CEE) – precursora da atual "Rio-luz". A partir daí, coube à CEE a expansão do sistema urbano com lâmpadas de descarga e à "Light" a manutenção do sistema incandescente existente, cabendo a "Light" o uso de lâmpadas de luz mista (incandescente e de descarga). Essa aplicação tornou-se viável pelo uso de transformadores individuais adequados, convivendo, no mesmo circuito-série, lâmpadas incandescentes e de descarga.

Por outro lado, as expansões com sistemas a vapor de mercúrio começaram a tomar grande impulso, culminando com a iluminação do Aterro do Flamengo, em 1965 – obra do governo Carlos Lacerda. Foram instalados 88 postes de 45 metros de altura, com seis luminárias especiais no topo, equipadas com lâmpadas de mil Watts.

Assim, a expansão da lâmpada a vapor de mercúrio para vias urbanas de maior interesse foi relativamente rápida e passou a ser também utilizada em indústrias, túneis, pontes, entre outras aplicações.

No final da década de 50, outras cidades brasileiras já tinham adotado a lâmpada a vapor de mercúrio na iluminação pública, como Bauru (SP), São Carlos (SP) e Bandeirantes (PR). No entanto, o sistema a vapor de mercúrio na iluminação pública alastrou-se a partir da década de 60, excluindo os poucos sistemas fluorescentes existen-

Vapor de Sódio



Vapor de sódio marcou sua primeira presença no Brasil nos dois túneis da Av. Nove de Julho (SP).

Capítulo 7

Desde os primórdios da iluminação até as novas tecnologias

tes. Paralelamente, expandiu-se o uso da luz mista nos centros urbanos, onde os circuitos de distribuição (220 Volts) permitiram.

A hegemonia da lâmpada a vapor de mercúrio (incluída aí a luz mista) na iluminação pública e nas aplicações industriais só começou a se sentir ameaçada a partir da década de 80, quando uma nova família de lâmpadas, mais eficiente e de tecnologia mais avançada, começou a invadir o mercado mundial: a lâmpada a vapor de sódio a alta pressão.

Mesmo assim, a lâmpada a vapor de mercúrio ainda lidera as aplicações industriais e está presente em cerca de 80% dos pontos de luz plantados em nossas vias urbanas.

No Brasil, o sistema a vapor de sódio marcou sua primeira presença na década de 40, quando lâmpadas a baixa pressão, na potência de 140 Watts (10.000 lúmens) iluminaram dois túneis paralelos da Avenida Nove de Julho, em São Paulo (inaugurados em 1941). Estavam instalados em duas linhas de luminárias, embutidas lateralmente na abóboda do túnel, espaçados em seis metros na parte central.

Essa instalação perdurou até a década de 80, quando foi substituída pelo atual sistema a vapor de sódio a alta pressão, com lâmpadas de 400 Watts. Foram mantidas as duas linhas de luminárias, mas o tratamento luminotécnico nas entradas do túnel, para fins de adaptação visual, exigiu maior concentração de luminárias nas suas extremidades.

Outras aplicações em túneis ocorreram, posteriormente, com a inauguração da Rodovia S.Paulo-Santos (Via Anchieta) em 1947. Talvez tenham existido outras instalações a vapor de sódio a baixa pressão no Brasil, mas não se tem notícia de aplicação do sistema em vias públicas.

A década de 70 marcou a introdução no Brasil dos sistemas a vapor de sódio a alta pressão. A instalação mais marcante, dessa época, foi a iluminação das pistas de rolamento da Via Anchieta, na saída de São Paulo (1947), numa

extensão de 13 km, aproximadamente. Nessa obra foram utilizadas lâmpadas de mil Watts, instaladas em luminárias de quatro "pétalas", no topo de postes com 30 metros de altura, plantados no canteiro central da rodovia. O sistema persiste até hoje.

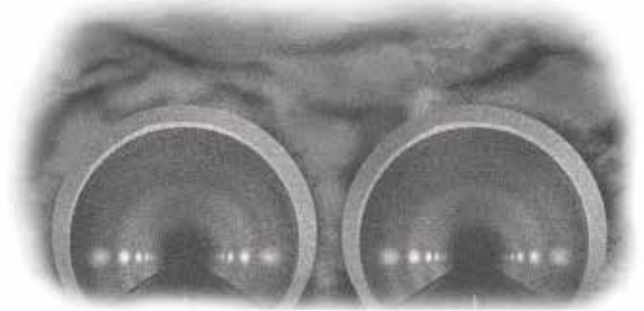
A eficiência do novo sistema estimulou o uso na iluminação externa, principalmente em vias públicas. Além disso, aplicações internas tornaram-se comuns em recintos com alto pé-direito, como é o caso de indústrias, acompanhando a tendência mundial. A cor e a alta luminosidade oferecidas por essa lâmpada faz com que seja cada vez mais utilizada na iluminação de destaque: monumentos, fachadas, torres etc.

A ausência de ultravioleta em seu espectro luminoso torna-a também a solução ideal onde se deseja uma proteção ambiental, pois minimiza a atração de insetos. É o caso típico da iluminação da estátua do Cristo Redentor, no Rio de Janeiro, em plena Floresta da Tijuca. A solução prévia a vapor de mercúrio, foi desastrosa pela infinidade de insetos que atraía e dizimava, que, as reivindicações dos ecologistas e da própria população impuseram sua substituição pelo novo sistema.

Sistemas híbridos, conhecidos como "retrofit", com lâmpadas nas potências de 110W, 215W e 360W, tornaram-se comuns no Brasil, a fim de incrementar o nível de iluminação em locais já equipados com lâmpadas a vapor de mercúrio. Embora devessem ser tratadas como soluções temporárias, nota-se que a tendência das concessionárias é de mantê-los como solução permanente.

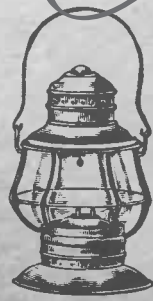
Talvez o caso de "retrofit" mais expressivo, pelas suas dimensões e por ter sido um dos primeiros a ser implantado no país, seja o do Túnel Rebouças (Rio de Janeiro) — conjunto de quatro galerias (paralelas 2 a 2) equipadas com lâmpadas de 360W, em duas linhas de luminárias, instaladas nas abóbodas. Utilizam os reatores das lâmpadas a vapor de mercúrio de 400 Watts existentes.

Túnel Rebouças



Túnel Rebouças (RJ), um dos primeiros casos de "retrofit" implantados no País.

Capítulo 8



*Rio de Janeiro:
A capital mais bem iluminada
do século XIX*

Corte portuguesa
dá os primeiros
passos e atrai
investimentos.

História da Iluminação

Os investimentos em iluminação no Brasil abrangeram todas as regiões, mas especialmente dois estados – Rio de Janeiro e São Paulo - foram os grandes propulsores na adoção das novas tecnologias, atendendo à demanda do desenvolvimento econômico.

No Rio de Janeiro, a atividade existente no período colonial estava voltada para o óleo de baleia, fundamental para iluminação, mas que também era utilizado nas construções de maior porte, formando uma liga de alta resistência mecânica com a cal, a areia e a pedra. Por sua vocação marítima, o Rio era uma das fontes de suprimento para as demais comunidades do interior e mantinha, em Niterói, um belo edifício destinado à preparação do óleo de baleia, fonte provedora de luz por cerca de dois séculos.

No entanto, as condições precárias de iluminação permaneceram ao longo do século XVIII. A par-

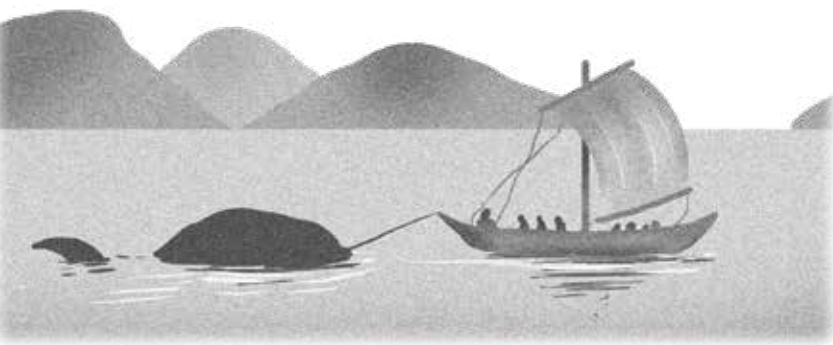
tir de 1763, com a transferência da capital da colônia para o Rio de Janeiro, surge o primeiro sopro de progresso. Por iniciativa dos moradores, inicia-se a iluminação dos logradouros públicos, com a implantação de lampadários de madeira, envidraçados, a base de azeite de peixe, suspensos por varões de ferro, além de velas de cera. Eram acesos todas as noites pela própria população, exceto na lua cheia. Mais tarde, entraram em cena os acendedores de lampião, profissionais contratados que, perto da hora de escurecer, acendiam os lampiões. Ao amanhecer, eles voltavam para apagar, limpavam os artefatos e abasteciam quando necessário.

Somente em 1794, o serviço de iluminação passou a ser subsidiado pelos cofres públicos. Foram instalados 100 lampiões e candeeiros de azeite afixados em postes pelas ruas da cidade. Os lampiões eram custeados pelo poder público e pelos particulares. O sistema, muito deficiente para uma cidade que já contava com 40 mil habitantes, estabelecia, na região central, quatro lampiões nas ruas de maior movimento e dois nas demais. As casas eram iluminadas por meio de pequenos cilindros coloridos de vidro, com cera e um pavio no centro. A maior preocupação era com a segurança, razão pela qual o sistema de iluminação pública estava subordinado à Intendência de Polícia.

A mudança do centro de decisão de todo o reino para o Rio, em 1808, representou um marco e beneficiou muito o serviço de iluminação, melhorando as condições existentes. Foram instalados diversos lampiões ao redor do Paço Real (atual Praça XV de Novembro) e em algumas ruas e praças da área central da cidade. Também o palácio da Quinta da Boa Vista (São Cristóvão) recebeu investimentos e teve seu caminho de acesso iluminado com candeeiros sustentados por varões de ferro, instalados em colunas e que ficou conhecido como Caminho das Lanternas. Em 1822, a responsabilidade pelo serviço passou para a Câmara Municipal da cidade.

Pesca da baleia

Óleo de baleia foi fonte provedora de luz por cerca de dois séculos.



Capítulo 8

Corte portuguesa atrai investimentos

Três fatores determinaram um aumento no número de lampadários instalados: os subsídios reais, a transferência da Corte Portuguesa para o Rio e a criação do imposto para a iluminação. Isto caracterizava a preocupação da realeza com a segurança, ainda precária, devido ao calor que embaçava os lampiões e comprometia a visibilidade durante o curto período de acendimento.

Com a volta da Corte a Lisboa em 1821 e a conquista da independência em 1822, o progresso continuava a fluir. Em 1827, por decreto, os impostos que beneficiavam a Metrópole foram revertidos para as capitanias. E, em 1828, o serviço de iluminação passou da Intendência de Polícia para a municipalidade, que, a partir de 1830, começou a receber os fundos necessários para as melhorias. Em 1833, o sistema urbano foi ampliado com mais de 100 lampiões.

O sucesso da iluminação a gás

As primeiras tentativas de se implantar a iluminação a gás no Rio ocorreram entre 1828 e 1834, mas não se concretizaram por ser considerado perigoso. Em 1851, Irineu Evangelista de Souza, o Barão de Mauá, consegue a concessão e assina o contrato, construindo a fábrica de gás no Canal do Mangue, assessorado por engenheiros ingleses. A fábrica contava com formas e retortos para destilação de carvão, purificadores de gás, dois grandes gasômetros e um laboratório de medição, além de todos os equipamentos necessários para sua operação. As tubulações estendiam-se ao longo do Paço e mais cinco ruas e foram inauguradas em 1854. Em dezembro, desse mesmo ano, alcançaram o passeio público, onde os lampiões tinham um aspecto decorativo com vidros coloridos.

O Rio de Janeiro foi então a primeira cidade em toda a América Latina a ter iluminação a gás pela destilação do carvão mineral, que predominou por mais de meio século como combustível para iluminação, resistindo, inclusive, às inovações oferecidas pela eletricidade no alvorecer do século XX. Em 1854, a

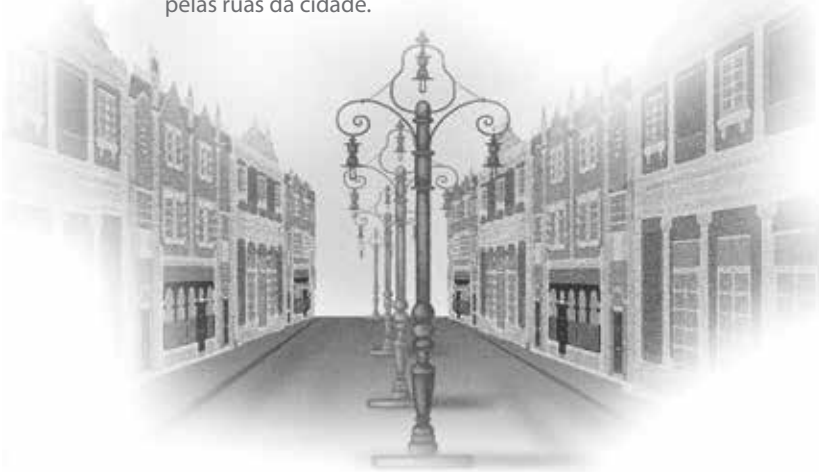
cidade contava com 1.853 pontos de luz a gás e 20 km de rede subterrânea de ferro.

O sistema dependia da hulha importada da Inglaterra e o problema de escoamento dos resíduos industriais, levaram a empresa a executar a abertura do Canal do Mangue (1857/60), com posterior urbanização de toda a área. As tubulações em ferro fundido constituíram outro problema e um investimento de vulto. Para superar, Mauá decidiu produzi-las nas instalações de Ponta de Areia, que se tornou o maior empreendimento industrial do país.

Nessa planta também foram produzidos os postes metálicos com canalização interna, longitudinal, requeridos pelo novo sistema, elemento essencial às instalações, até então inexistente, pois se utilizava a luminária (lanterna) com soluções móveis e baixa altura. O poste permitia realçar a luminária, levar em segurança o gás iluminante e distribuir melhor os pontos de luz nas praças e ruas mais longas. Além dis-

Av. Central

Em 1794, foram instalados 100 lampiões e candeeiros de azeite afixados em postes pelas ruas da cidade.



História da Iluminação

so, teve um projeto mais bem elaborado, rebuscado, já que o processo de fundição em ferro possibilitava refinamento.

Com o sucesso da iluminação a gás, em 1857, o Rio de Janeiro já possuía 3.027 combustores na região central da cidade. Para atender à demanda, foi instalado um terceiro gasômetro, com 40 metros de diâmetro. No entanto, em 1865, o controle da empresa, que estava em dificuldades, passou para um grupo inglês, tornando-se a Rio de Janeiro Gas Company Ltd, que contava, na oportunidade, com 5.051 combustores instalados e representava 1% da receita geral do império.

Vencido o prazo de concessão, a empresa foi transferida por concorrência, em 1885, para um grupo belga e passou a se chamar Societe Anonyme Du Gas de Rio de Janeiro (SAG), nome preservado por longo tempo. O gás passou a ter outras aplicações e enfrentou dificuldades para atender novas solicitações. Assim, o gás de nafta (conhecido como gás "globe") surgiu como solução para a iluminação pública em áreas mais afastadas.

No final da década de 80, a empresa contava com 6.300 combustores de iluminação pública, um gasômetro em Botafogo e outro em Vila Isabel, além de

expandir a fábrica. Em 1890, o número de combustores chegava a 10.234 e, no final do século, 14.759 combustores públicos estavam em uso, atendendo 26.000 consumidores. A rede contava com mais de 500 km de tubulação e a fábrica produzia acima de 21 milhões de metros cúbicos de gás por ano. Em 1911, a SAG renovou sua concessão e inaugurou nova fábrica de gás em São Cristovão, com um gasômetro de 90 mil metros cúbicos. O sistema de gás expandiu-se e teve o seu apogeu em 1912, com 22.440 combustores instalados, cobrindo a maioria das áreas urbana e suburbana. A partir daí, com a entrada da energia elétrica, começou a declinar até que, em 1933, foram desligados os últimos remanescentes de uma era que transformara o Rio, de um obscuro burgo colonial em uma das mais bem iluminadas capitais do século XIX.

Eletricidade deslumbra os cariocas

Em 1879, o Rio de Janeiro estabeleceu novo marco no Brasil e na América Latina, desta vez pelo uso da eletricidade em instalação de caráter permanente para fins de iluminação, ao equipar as dependências internas da estação central da Estrada de Ferro D. Pedro II. Esta iniciativa colocou o município dentre os primeiros em âmbito mundial.

A partir de 1902, iniciou-se um novo ciclo com a eleição de Francisco de Paula Rodrigues Alves, que viabilizou um completo planejamento urbano, onde a iluminação foi utilizada como fator de modernização. O sistema se baseava em luz elétrica, mas de origem térmica, fornecida por uma usina instalada na Rua da Alfândega, junto à sede da Societe Anonyme de Gas. As limitações de carga e o desempenho da nova tecnologia levaram à adoção de um sistema misto, onde o gás e a eletricidade partilharam a modernização. Assim, ao longo da nova Avenida Central, foi instalada uma linha de postes, equipados com luminárias



Estação central da Estrada de Ferro D. Pedro II.

Capítulo 8

Corte portuguesa atrai investimentos

de arco voltaico, fechadas, com mil velas cada uma. E, ao longo das sarjetas laterais, uma linha de postes coluna dotados de braços laterais com combustores a gás.

A luminosidade resultante deste sistema deslumbrou os cariocas e a inauguração noturna da avenida em 1905 foi um evento de projeção nacional. Também a Avenida Beira Mar beneficiou-se dessa solução elétrica e o sucesso desse sistema expandiu-se para as demais áreas da região metropolitana. Após assumir a Inspetoria Geral de Iluminação da Capital Federal, o engenheiro Otto de Alencar impulsionou essa grande transformação, que começou em 1909. Nessa época, a energia hidrelétrica disponível já era abundante e poderia atender às primeiras utilizações de interesse público: a iluminação e a tração elétrica urbanas.

Em 1887, foi fundada a Companhia de Força e Luz na cidade, que alimentava eletricamente os bondes e a iluminação, sem riscos de incêndios. Em 1904, transformou-se na The Rio de Janeiro Tramway, posteriormente Light - Serviços de Eletricidade S.A.. Foram implantadas as redes de iluminação pública alimentadas por energia elétrica, cuja fiscalização passou a ser de responsabilidade da Inspetoria Geral de Iluminação do Município do Rio de Janeiro, a partir de 1909. A Light-Rio começou, então, a incorporar diversas empresas locais de tração urbana e telefones, além da SAG. Dessa forma, os serviços de importância vital para a cidade – cabos elétricos, trilhos de bonde, condutores de gás e linhas telefônicas – passaram a ser controlados pela empresa no período de 1905 a 1930.

A lâmpada incandescente substituiu os sistemas existentes e, a dificuldade de importação, após ser decretada I Guerra Mundial, fez com que o Rio de Janeiro se tornasse novamente pioneiro com a implantação de diversas indústrias. Dentre elas, a planta da General Electric do Brasil em 1919, que produziu as primeiras lâmpadas no Brasil e em toda a América Latina. Eram lâmpadas a vácuo, com

bulbo claro, destinadas a uso residencial. A partir de 1921, começou a produção regular de lâmpadas e também um trabalho de nacionalização dos produtos, cujos componentes eram todos importados. Em 1923, foi iniciada a fabricação de bulbos. Logo a seguir, a de globos para iluminação pública e, posteriormente, para iluminação interna.

A produção da lâmpada propiciou a implantação no País de outros equipamentos elétricos, igualmente pioneiros. A década de 20 assistiu, ainda, a origem da indústria de transformadores, medidores de energia e chaves elétricas, nesse mesmo parque industrial. Em 1930, a Light-Rio instalou sua fundição em Vila Isabel, onde produzia postes e braços para iluminação pública. Também a partir dessa década, deu-se um grande surto de nacionalização no Rio de

Candeeiros

Caminho das Lanternas: Acesso ao palácio Quinta da Boa Vista iluminado com candeeiros sustentados por varões de ferro.



História da Iluminação

Janeiro na área de luminárias. Todos esses investimentos fizeram com que o Rio de Janeiro se posicionasse como o maior centro industrial do país, que supriu o mercado até o final da II Guerra Mundial, quando surgiram novos empreendimentos industriais no setor e consagrou-se a engenharia de iluminação sob a expressiva designação de luminotécnica.

Assim, em 1926, foi criado o Lighting Service Bureau (LSB), entidade sem fins lucrativos, que tinha como objetivo recolher, centralizar, distribuir e disseminar todos os ensinamentos relativos à iluminação, formar engenheiros especialistas, manter uma campanha de propaganda em favor da boa iluminação, explicar e demonstrar por meio de conferências, cursos e publicações os princípios que

servem de base às instalações racionais. Fundado e mantido pela General Electric em colaboração com a Light e outras empresas interessadas, o LSB também realizava estudos e projetos de iluminação racional gratuitos e ficou no Rio de Janeiro até 1935, quando suas atividades foram absorvidas pela General Electric.

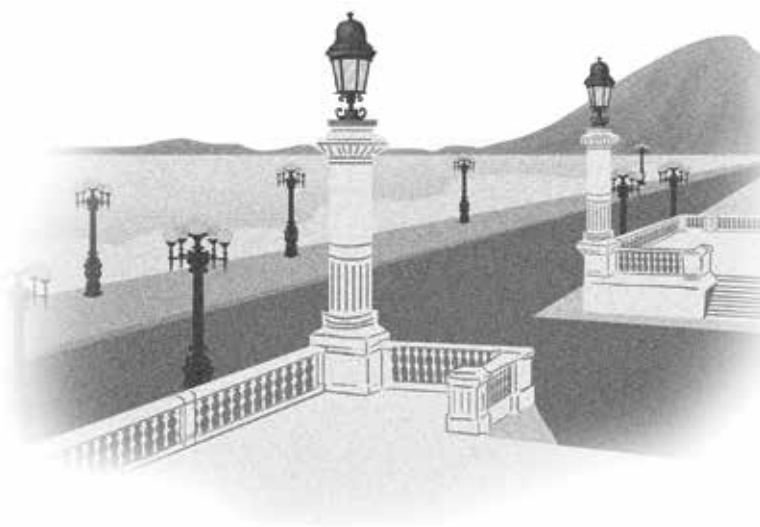
Período áureo na iluminação pública

Vários logradouros no Rio de Janeiro foram beneficiados com o programa de modernização da Inspetoria Geral de Iluminação. Nesse plano, lâmpadas de mil lúmens foram substituídas por 2 mil lúmens e as de 4 mil lúmens utilizadas em todas as ruas com tráfego intenso foram substituídas por 6 mil lúmens. Houve, ainda, uma reformulação geral na distribuição das fontes de luz e na substituição de postes com o uso de globos Novolux, muitos deles equipados por refratores internos Holophone.

Os primeiros logradouros beneficiados foram as avenidas Beira Mar, Rio Branco, Presidente Wilson e Nossa Senhora de Copacabana e a maioria das ruas desse bairro. Posteriormente, foi a vez da Avenida Atlântica. Na etapa seguinte, os benefícios estenderam-se a outras artérias da cidade. Os monumentos começaram a ganhar maior destaque, à noite, com a instalação de projetores comandados pelo sistema de iluminação pública. Por exemplo, o túnel do Leme foi iluminado por sistemas distintos para os períodos diurno e noturno, a fim de minimizar problemas com adaptação visual. O Cristo Redentor ganhou um sistema de iluminação especial com 16 projetores tipo Novalux. Posteriormente a instalação foi aumentada para 28 projetores, com lâmpadas de 20 mil lúmens alimentadas por um circuito-série de 20 ampères. Esse sistema foi inaugurado em 12 de outubro de 1931 e teve projeção internacional, pois foi acionado da Baía de Nápoles, Itália, por

Copacabana

Av. Nossa Senhora de Copacabana, um dos logradouros beneficiados pela reformulação na distribuição de fontes de luz.



Capítulo 8

Corte portuguesa atrai investimentos

Guglürmo Marconi. Com isso, comprovou-se o alcance surpreendente das ondas hertzianas e a potencialidade dessa descoberta científica.

A iluminação do Rio de Janeiro atingia seu período áureo. Os contornos da baía pontilhados de luzes foram chamados de colar de pérolas da Guanabara e a metrópole passou a ser conhecida, por muito tempo, como a cidade-luz sulamericana. No entanto, a década de 30 presenciou os primeiros sinais dos novos tempos, com surpreendentes resultados de um gigantesco trabalho de desenvolvimento tecnológico mundial. As diversas linhas de pesquisas apresentavam frutos prontos para comercialização na família de lâmpadas neon, lâmpadas fluorescentes tubulares, lâmpadas a vapor de sódio a baixa pressão e lâmpadas a vapor de mercúrio a alta pressão.

O uso inicial foi tímido e pouco se expandiu até a II Guerra Mundial. Superado o conflito, em pouco tempo, houve verdadeira revolução provocada pelas novas tecnologias. O Rio de Janeiro, no entanto, reagiu de maneira pouco entusiástica às inovações, porém a expansão do sistema incandescente prosseguiu a passos largos. Tanto que, em 1937, a GE introduziu em sua Fábrica Mazda, a produção mecânica de bulbos, por meio de máquinas Westloke, automáticas, para atender à demanda crescente. Com isso, estabelecia-se outro marco pioneiro no Rio de Janeiro, de expressão latinoamericana.

Em 1945, o sistema de iluminação pública, principalmente em circuito em série, atingiria 1.827 km de rede com lâmpadas incandescentes, expandindo-se para 2,5 mil km dez anos depois. Como se vê, o domínio do sistema incandescente era tal que pouco foram as concorrências de instalação de lâmpadas de descarga registradas no Rio de Janeiro, até a década de 40. Já, no que se refere às lâmpadas neon, a mais antiga das novas tecnologias disponíveis, é possível que sua primeira presença no Rio tivesse ocorrido no início da década de 20. Em 1927, foi utilizada no Palácio da Guanabara, durante uma recepção dada

pelo presidente Washington Luiz, em comemoração à Independência do Brasil. Na década de 30, houve disseminação de forma lenta para fins comerciais, mas o grande impulso ocorreu na década de 40.

Já, as lâmpadas a vapor de mercúrio marcaram sua presença no Rio de Janeiro, pela primeira vez, em 1936, por ocasião da remodelação do Túnel Novo, que liga o Botafogo a Copacabana. Foram instaladas um total de 28 lâmpadas incandescentes de 4 mil lúmens, juntamente com uma fileira de 15 lâmpadas a vapor de mercúrio GE, com 400 Watts, no topo do teto. O objetivo era melhorar a visibilidade no período diurno, a fim de reduzir o problema de adaptação visual, provocado pela luz intensa no exterior. Com a posterior duplicação do túnel em 1947, todo o sistema foi retirado e substituído por fileiras de luminárias embutidas com lâmpadas incandescentes GE.

Em 1953, a GE fez um experiência na Praia do Flamengo ao instalar 10 luminárias F-79, de fabricação nacional, equipadas com lâmpadas de 400 Watts (cor corrigida), que substituíram as lâmpadas incandescentes nos postes existentes. Essa instalação permaneceu por vários anos com sucesso. Não foi encontrado registro antigo da lâmpada de sódio a baixa pressão, mas a lâmpada fluorescente entrou maciça-



Fábrica de de gás no Canal do Mangue, construída pelo Barão de Mauá.

História da Iluminação

mente no País durante a II Guerra Mundial, graças a um extenso plano de nacionalização desenvolvido pela GE, na Fábrica Mazda. Com isso, o Rio de Janeiro registrou mais um pioneirismo nacional.

A empresa lançou, em 1942, as primeiras lâmpadas fluorescentes nacionais, nas potências de 20 e 40 Watts, para circuito convencional. Em 1945, foram produzidos os primeiros reatores nacionais também na Fábrica Mazda e as luminárias passaram a ser produzidas localmente sob a orientação da GE. As tradicionais empresas do setor se uniram a outras mais novas e fundaram, no final da década de 40, a Instalação Fluorescente, com o objetivo de atuar exclusivamente nesse novo setor de iluminação.

Em 1955, surgiram as primeiras lâmpadas nacionais de partida rápida e os respectivos reatores, produzidos na Fábrica Mazda. A disponibilidade desse sistema incentivou a aplicação em interiores com destaque para grandes edifícios comerciais. Pela primeira vez, a hegemonia da lâmpada incandescente sentiu-se ameaçada.

A onda fluorescente também influenciou a iluminação pública no Rio de Janeiro. Em 1949, a Inspetoria de Iluminação inaugurava, na Avenida Brasil, um trecho de 10 km iluminado com lâmpadas fluorescentes de origem inglesa. As luminárias tinham três lâmpadas de 80 Watts e 1,50 m de comprimento, instaladas em postes altos, em ambos os lados da avenida, que foi construída na década de 40.

Nos últimos anos da década de 50, o governo local determinou que a iluminação pública fosse feita com lâmpadas fluorescentes, por serem mais modernas, mas teve problemas com a concessionária que reivindicava o reajuste de tarifas. Uma medida legal transferiu a responsabilidade do contrato de concessão para o recém-criado Estado da Guanabara, resultado da mudança da capital para Brasília. Por essa resolução, o Departamento Nacional de Iluminação e Gás (D.N.I.G), que substituiu a Inspetoria Geral de Iluminação como órgão fiscalizador, passou tam-

bém para essa mesma esfera estadual. No entanto, somente a partir da década de 60, que se registrou maior predisposição em aceitar soluções mais modernas na iluminação pública.

Em 1961, o governo do Estado da Guanabara criou a Coordenação dos Serviços de Energia Elétrica, que se incumbiu também da fiscalização, até a criação da Comissão Estadual de Energia - C.E.E., em 1963, responsável pela modernização do sistema de iluminação pública do Estado da Guanabara, bem como de fiscalizar a concessão remanescente ainda confiada à SAG (e substabelecida à Light-Rio) de todo o sistema existente à base das tradicionais lâmpadas incandescentes, que por meio século enaltecera a imagem do Rio de Janeiro. Após a fusão dos Estados do Rio de Janeiro e da Guanabara em 1975, a C.E.E. transformou-se na Comissão Municipal de Energia - C.M.E., que foi extinta em agosto de 1990, sendo então criada a Companhia Municipal de Energia e Iluminação - RIOLUZ.

A Light-Rio permaneceu com a atribuição de gerir todo o sistema de iluminação pública com lâmpadas incandescentes para fins residenciais, industriais, comerciais e de serviços, enquanto que a área governamental iria expandir ou renovar progressivamente o sistema existente com a instalação de lâmpadas de descarga. Surgiram, então, algumas iniciativas com lâmpadas fluorescentes. A mais significativa foi a do Túnel Santa Bárbara (Catumbi-Laranjeiras), que utilizou uma nova geração de lâmpadas, conhecida como Power Grove, desenvolvida pela GE, nos EUA, que já serviria de base para toda a iluminação externa de Brasília. Eram lâmpadas de maior potência luminosa, de 1,20 m de comprimento (110 Watts), 1,80 m (160 Watts) e 2,40 m (215 Watts). O bulbo tubular diferenciava-se das demais lâmpadas permitindo a geração de um maior fluxo luminoso. Foram utilizadas 1.580 lâmpadas em duas fileiras no teto falso do túnel. Os reatores foram instalados no interior do túnel de insuflamento de ar existente sobre o teto

Capítulo 8

Corte portuguesa atrai investimentos

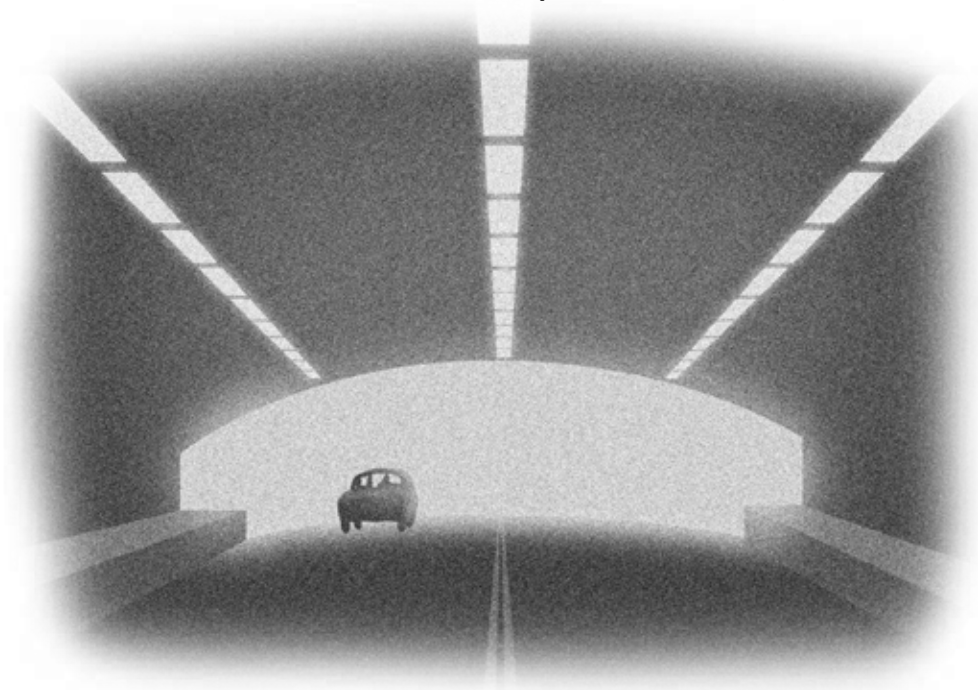
falso, facilitando seu resfriamento. Essa instalação perdurou até a década de 70, quando foi substituída por lâmpadas a vapor de mercúrio e, posteriormente, por lâmpadas a vapor de sódio a alta pressão.

Outra instalação fluorescente interessante foi realizada na Avenida Perimetral, inaugurada em fins da década de 50 para iluminar as faixas de rolamento das pistas elevadas. Utilizou-se lâmpadas fluorescentes comuns, de 40 Watts, no interior de luminárias nacionais, seis por unidades, instaladas em postes localizados, frente a frente, ao longo das defensas laterais.

Ao todo, o sistema fluorescente pouco evoluiu na iluminação pública do Rio. O grande surto de lâmpadas de descarga deu-se com as instalações de lâmpadas a vapor de mercúrio a alta pressão, já consagradas mundialmente na solução urbana para iluminação pública. O apogeu das lâmpadas a vapor de mercúrio a alta pressão ocorreu nas décadas de 60 e 70, que se consagrou como a era das grandes mudanças na iluminação, tanto na cidade do Rio de Janeiro como em outros centros urbanos do País.

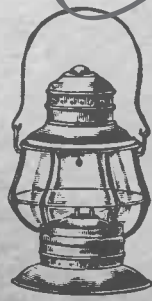
Nesse período, houve um surto de novas tecnologias nas lâmpadas de descarga, com vantagens significativas em relação às fontes de luz existentes.

O ano de 1965 marcou a presença da nova lâmpada a vapor de sódio a alta pressão com eficiência luminosa superior à vapor de mercúrio, maior durabilidade e um espectro luminoso, que eliminou os problemas decorrentes de luz monocromática e limitou a expansão da lâmpada a vapor de sódio de baixa pressão. O Rio de Janeiro começou a se beneficiar dessa nova tecnologia, aplicando-a progressivamente às grandes avenidas, monumentos, túneis e elevados, além de instalações especiais de grande porte como a ponte Rio-Niterói, Aeroporto Internacional, Porto do Rio de Janeiro e outras. Essas novas lâmpadas também foram aplicadas nos empreendimentos industriais, pátios de estacionamento, clubes e outros. Já, as novas lâmpadas a vapores metálicos foram aplicadas onde a fidelidade das cores era imprescindível, como iluminação de praias, atividades esportivas televisionadas, entre outras.



Túnel Santa Bárbara (Catumbi-Laranjeiras), foi a mais significativa instalação de lâmpadas fluorescentes, conhecida como Power Grove.

Capítulo 9



*Iluminação
estimula o desenvolvimento
de São Paulo*

Gás modifica
a paisagem e
eletricidade
coloca a cidade
em novo patamar
de crescimento.

História da Iluminação

A história da iluminação pública em São Paulo começou de fato em 1830. No tempo da independência, a cidade ainda conservava certas características de comunidade rural, até que o primeiro presidente da Província de São Paulo, Visconde de Congonhas, trouxe novas expectativas.

Em 1829, 24 lâmpadas a óleo de mamona emitiam luz com amplos intervalos, enquanto o Governo, instalado no Pátio do Colégio, colocava à disposição da Câmara Municipal lâmpadas para iluminar suas sessões noturnas. O restante da cidade permanecia nas trevas, a não ser pelas luminárias acesas nas fachadas de algumas casas, por ocasião de festas religiosas ou acontecimentos relacionados com a Casa Real.

Nesse período, a iluminação na Província de São Paulo era precária, limitava-se a uns poucos lâmpadas, alimentados por óleo de mamona ou óleo de peixe, mantidos por famílias mais abastadas em um pequeno núcleo, que, mais tarde, se transformou na maior cidade do País.

Esses combustíveis eram produzidos nos postos baleeiros de São Sebastião e Ilha Bela e transportados em barricas no lombo de burricos para a Capital, para abastecer os candeeiros de cobre instalados na cadeia pública, nos quartéis e nos hospitais.

Civilização em novo estágio

O advento da tecnologia de iluminação a gás de carvão promoveu evolução constante e, agregada a fatores históricos como a imigração europeia e a cafeeicultura, praticamente colocou a comunidade em um novo estágio de civilização.

Na década de 1840, com o aumento no número de veículos e, conseqüentemente, a alta na quantidade de acidentes noturnos pela iluminação precária,

a capital paulista inovou e, em 1847, a Câmara Municipal de São Paulo contratou uma fábrica de gás iluminante.

Por intervenção do Governo da Província determinou-se a instalação, em 1840, de 101 lâmpadas de quatro luzes (um recipiente com quatro faces envidraçadas). Já, em 1842, instituiu-se um serviço regular de iluminação e dois anos mais tarde, em 1847, foi firmado acordo com Afonso Milliet, proprietário de uma fábrica de gás de hidrogênio, instalando-se 160 lâmpadas que permaneciam acesas a noite toda, menos nas noites de luar.

Em 1860, todas as ruas do Bairro de São foram iluminadas com um total de 200 lâmpadas, colocados no alto do poste de ferro. O bairro de São sempre serviu como área de teste para a iluminação da cidade, que já contava, no início da década de 60, com 25



No Teatro Municipal, nas ruas e nos jardins públicos, postes simples e ornamentais, equipados com lâmpadas de arco.

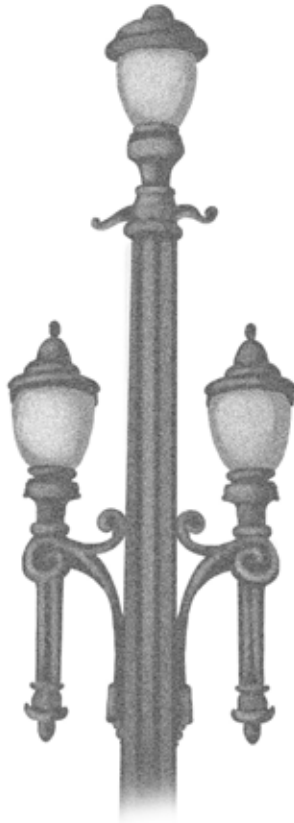
Eletricidade: a cidade em novo patamar de crescimento

mil habitantes. A cidade provinciana começava a se estender pelas várzeas e necessitava de uma nova maneira de iluminar. No ano de 1862, a iluminação passou a ser gerada por azeite fotogênico resinoso.

Em 26 de dezembro de 1863, foi assinado contrato entre Francisco Taques Alvin e José Dutton, para iluminar a cidade com gás de hidrogênio carburado. O contrato valia por 25 anos e, enquanto não construíam a fábrica, os gasômetros, entre outros, os empresários obrigavam-se a iluminar a cidade com querosene. Em 1869, foi feito um aditamento no contrato, prorrogando por mais dois anos a conclusão dos trabalhos.

Em 1870, formou-se, em Londres, a The San Paulo Gaz Co. Ltda, para explorar a concessão. Em outubro do mesmo ano, foram iniciados os assentamentos para gás encanado. A primeira fábrica foi construída entre 1871 e 1872, mas a licença para o funcionamento da The San Paulo Gaz no Império, foi concedida apenas em 28 de agosto de 1872. O Palácio do Governo e a Catedral foram iluminados no dia da inauguração. Em seguida, houve a instalação de 550 lâmpadas.

Com o reflexo da cafeicultura, São Paulo crescia e a população dobrava. Em maio de 1875, o consumo de gás atingia 2.154 metros cúbicos/dia, havia 753 lâmpadas na iluminação pública e 300 consumidores particulares. Até 1880, dois gasômetros com capacidade de 2 mil metros cúbicos estavam instalados na fábrica. Foram desmontados em 1908 com a construção do primeiro gasômetro, na Rua da Figueira, cuja capacidade era de 28 mil metros cúbicos. O carvão era transportado por tração animal (1893), numa linha "tramway" bitola 1,05, igual à usada pela Cia. Viação Paulista para transporte de passageiros em bondes de tração animal.



Postes antigos fabricados artesanalmente em ferro fundido.

Um aditamento no contrato com a The San Paulo Gaz Company Limited transformou a iluminação pública de chama de ar livre para luz de gás incandescente. Surgiam os primeiros acendedores de lâmpadas. Eram 34, em 1884 e 51, em 1896, chamados "Pyrilampos Biscateiros" ou "Vagalumes biscateiros".

A partir da década de 1870, vários fatores se agregaram na evolução da Província de São Paulo, quando a iluminação pública a gás se instalou em 1872. Pode-se destacar o desenvolvimento da cafeicultura de consequência econômica abrangente para implantação da economia, bem como o surto imigratório europeu a partir de 1880, que contribuiu de forma decisiva para a expansão do comércio e da indústria. Em 1873, já havia 700 lâmpadas a gás na cidade, que se multiplicaram e caracterizaram a iluminação pública. Eles permaneceram até 1936, quando os últimos lâmpadas foram definitivamente apagados.

Ascensão e queda do gás

Na fase inicial, o gás era usado basicamente para consumo público. O serviço era amplamente criticado pela imprensa e pelos usuários, que consideravam a luz "muito fraca" e o contínuo aumento das tarifas injustificado, além de uma ausência danosa de fiscalização por parte do governo. Onze anos mais tarde começa a competição com as instalações de energia elétrica, saudada com entusiasmo pela população.

No entanto, dois fatores mantiveram a fonte de gás para iluminação: a iluminação elétrica era ainda

História da Iluminação

mais fraca do que o gás, situação que só foi modificada por volta de 1914, com a evolução da lâmpada, que passou a usar filamentos de ósmio e tungstênio. Além disso, uma emenda foi acrescentada ao contrato assinado em 1897, autorizando o uso do gás para outros fins, como abastecer fogões e aquecedores, confirmando uma tendência desde a década de 80. Essa iniciativa aumentou o consumo particular de gás e o desenvolvimento de novas técnicas.

Em 1902, iniciou-se a transformação no sistema de iluminação, que passou a usar gás incandescente no lugar de chama ao ar livre. E, em 1912, foi inaugurado o sistema de gás a alta pressão com acendedores incandescentes. A melhoria na qualidade dos serviços também promoveu diminuição nas taxas, aumentando a área atendida. Em 1905, havia 4.558 combustores a gás e, em 1913, este número cresceu para 8.955.

O declínio da iluminação pública a gás começou a partir da I Guerra Mundial. A causa principal foi o aumento no preço do gás, ocasionado pela interrupção do fornecimento de carvão dos Estados Unidos. Os lampiões de rua foram desativados e, em 1917, a

Light assinou um grande contrato com o governo, que tentava, em 1920, rescindir o contrato com a Companhia de Gás, cujos serviços para a iluminação tornaram-se obsoletos. Mas isso acabou não ocorrendo até 1929, quando foi assinado novo contrato envolvendo a Companhia de Gás, a Light e o Governo do Estado de São Paulo.

Em abril desse mesmo ano, a Light assumiu o serviço de iluminação pública da cidade, promovendo total substituição da luz a gás no prazo de dois anos. Em dezembro, a Prefeitura garantia exclusividade à Companhia de Gás para o fornecimento deste produto. Em 1936, por um acordo com o governo estadual, o município ficou encarregado dos serviços de fiscalização do fornecimento de gás.

Entre 1929/30, apesar da crise, o governo do Estado iria modificar o sistema de iluminação da cidade, que crescia diariamente, estendendo-se em todas as direções. De 1930 em diante, a empresa ampliou sua rede de alta pressão, expansão que só foi interrompida durante a crise econômica da década de 30 e no curso da II Guerra Mundial.

Em 1959, o governo federal nacionalizou a Companhia de Gás, mudando sua denominação para Companhia Paulista de Gás. Em 1960, com o término da concessão, a empresa encerrava por completo sua expansão, limitando-se à manutenção e conservação das máquinas, tubulações e ao atendimento dos usuários inscritos.

Pelo decreto 7.230, a Prefeitura de São Paulo considerou a empresa de utilidade pública em 1967 e incorporou ao domínio do município todo o seu acervo, além de assumir o controle do gás canalizado em São Paulo. O serviço voltou à esfera municipal e o gás de rua voltou a ocupar lugar de destaque no atendimento das necessidades da população paulistana. Foram restabelecidas novas ligações familiares e industriais, e todo o acervo da antiga Cia. Paulista de Serviço de Gás declarado de utilidade pública, pelo Decreto municipal 7230, de 26 de outubro de 1967. Nasceu o serviço Municipal de Gás.

Av. Paulista

Avenida Paulista



Eletricidade: a cidade em novo patamar de crescimento

Em 1 de novembro de 1968, através da Lei Municipal 7199, a Prefeitura de São Paulo autorizou a constituição de uma sociedade anônima: a Companhia Municipal de Gás – COMGÁS. Em novembro de 1984, a empresa ficou sob o domínio do estado e voltou a fazer parte do ciclo das empresas produtoras de energia na linha de tecnologia de novas fontes como associada da CESP, que, por sua vez, assumiu o controle acionário. Mas ficou na memória da cidade e dos poetas a velha São Paulo dos lampiões a gás.

Eletricidade ganha espaço

No final do século passado a iluminação elétrica convivia com os lampiões a gás. Passaram-se décadas nessa convivência, enquanto evoluía a técnica e geração de eletricidade e de todos os equipamentos necessários a este tipo de energia. A luz elétrica ainda era bastante deficiente e a luz a gás cumpria suas funções. Havia, ainda, uma resistência em aceitar o novo, ou seja, a transmissão em alta tensão.

Vencidas as dificuldades iniciais foram introduzidos os motores de corrente contínua e depois os de corrente alternada, comprovando definitivamente a eficiência e versatilidade da energia elétrica. Empresários das grandes indústrias começaram a ser atraídos pela inovação, embora tivessem outras opções, como o carvão, motores de combustão interna (especialmente o motor a diesel) que podiam acionar motores elétricos, bem como as turbinas a vapor.

A vantagem da energia hidráulica para a geração de eletricidade tornou-se um fator ímpar neste panorama de opções. O sistema foi logo adotado, tanto em países já industrializados como em países onde a economia ainda não era desenvolvida como o Brasil. E não passaram muitos anos para que a energia elétrica tivesse um preço vantajoso. Os equipamentos eram mais limpos, não faziam barulho como os outros sistemas e ainda geravam novos processos industriais, como a eletrólise.

No Brasil, a evolução aconteceu de forma mais lenta. Na primeira fase, estabeleceram-se usinas de pequeno porte para atender à iluminação e ao transporte coletivo e, mais tarde, algumas indústrias. Os anos se passaram e muitas coisas aconteceram desde a fundação da cidade de São Paulo. As vielas e becos transformaram-se em ruas e avenidas, as antigas casas de taipa de pilão, em edifícios, e o lampião a gás, em luminárias de vapor de sódio.

A primeira experiência de iluminação elétrica no Estado de São Paulo foi feita na cidade de Rio Claro, em 1884, com dez lâmpadas de arco, utilizando como fonte uma máquina a vapor. O grupo Light foi o maior empreendimento particular a produzir energia elétrica no Brasil até 1945, em pleno ciclo do café. E o primeiro grande programa de produção de energia elétrica aconteceu por iniciativa da Light, primeiro em São Paulo (1899) e depois no Rio de Janeiro.

A primeira empresa do Grupo Light chamava-se The São Paulo Railway Light and Power Company e foi fundada em 7 de abril de 1899, em Toronto, no Canadá, com capital de US\$ 6 milhões. O decreto federal n 3.334, de 17 de julho de 1899, autorizou sua operação no Brasil, sob o nome The São Paulo Tramway, Light and Power Co. Em 1911, criou-se uma empresa associada, a São Paulo Electric Co. Ltda.

São Paulo continuava crescendo e, a partir de 1899, novas ruas foram abertas e um amplo programa de obras de saneamento e pavimentação de ruas foi realizado, com a iluminação pública acompanhando as modificações.

No ano de 1905, foram instaladas as primeiras lâmpadas elétricas da cidade, na rua Barão de Itapetininga, contratadas com a The São Paulo Tramway, Light and Power Company Ltda. Dois anos depois, 50 lâmpadas de arco iluminaram o triângulo formado pelas ruas Direita, 15 de Novembro e São Bento. Em 1911, a Light assinou o primeiro contrato com o Governo do Estado para iluminação pública.

História da Iluminação

Em 1916, a cidade de São Paulo contava com 8.605 lâmpadas a gás e 864 lâmpadas elétricas, de arco ou de filamento. No ano seguinte, iniciou-se a substituição das lâmpadas de arco por incandescentes.

Foi com a expansão da economia cafeeira, deslocando o centro exportador do café para São Paulo, que houve um impacto decisivo no processo de urbanização da cidade, gerando a execução de obras que foram acompanhadas novamente pela iluminação pública.

A capital paulista comemorou a construção da represa de Guarapiranga, em 1908, e das usinas hidrelétricas, como Edgard de Souza (em 1901, em Santana do Parnaíba) e Rasgão (em 1925, em Pirapora do Bom Jesus), além da construção da Usina Henry Borden, em Cubatão, cuja primeira máquina entrou em operação em 1926.

Light domina a iluminação pública

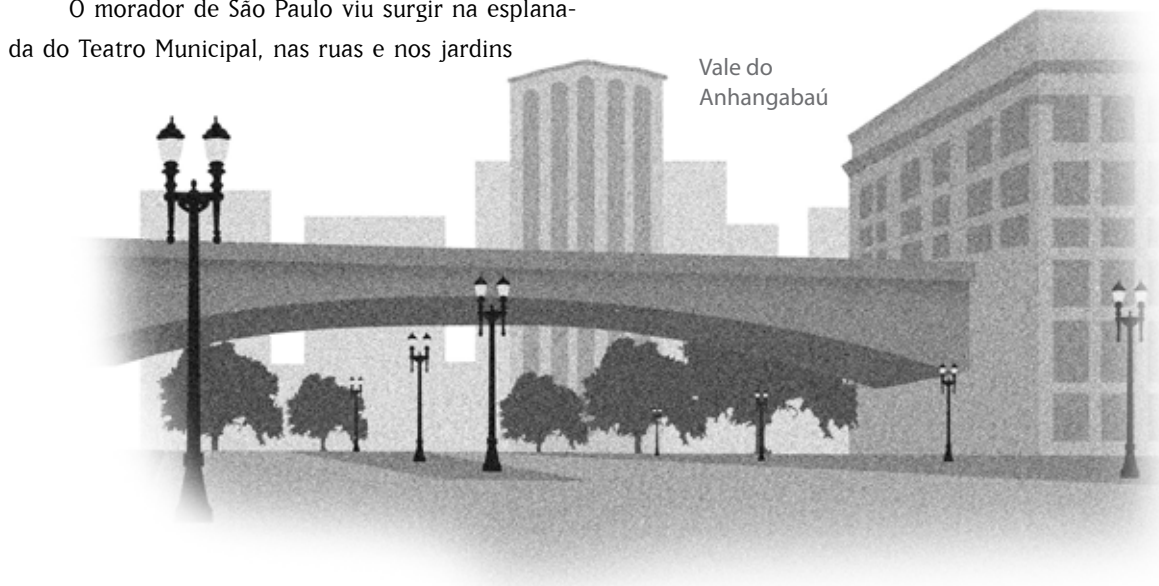
Em 1929, a Light dominou completamente o setor de iluminação pública com a eletricidade. Neste mesmo ano, assinou um contrato com o Governo do Estado e a San Paulo Gaz Co. Ao longo dos primeiros 30 anos de prestação de serviços, a Light empenhou-se em expandir cada vez mais o uso da energia elétrica.

O morador de São Paulo viu surgir na esplanada do Teatro Municipal, nas ruas e nos jardins

públicos, postes simples e ornamentais, diversas modalidades de luminárias, equipadas com lâmpadas de arco nos primeiros tempos e incandescentes mais tarde. A partir de 1927, os charmosos postes da Light deixaram a cidade com um ar de imponência. Alguns postes antigos, que ainda serviam à iluminação a gás, foram adaptados e muitos outros tiveram de ser confeccionados nas oficinas da empresa. Fabricados artesanalmente em ferro fundido, os postes apresentavam brasões pintados em dourado, que remetiam à República, armas ou mesmo flores estilizadas.

Na década de 50, São Paulo recebeu a iluminação fluorescente na Avenida Tiradentes. Eram luminárias em alumínio repuxado, com postes portando

Vale do Anhangabaú



Vale do Anhangabaú

Capítulo 9

Eletricidade: a cidade em novo patamar de crescimento

quatro lâmpadas de 40 Watts cada uma e com um refletor de acrílico transparente. A experiência não deu certo porque a vida útil dessas lâmpadas era menor do que a de vapor de mercúrio, que começava a despontar na iluminação pública e foi instalada nas ruas centrais da cidade e principais avenidas, como a Nove de Julho e a Dr. Arnaldo. Para isso, foram utilizadas lâmpadas a vapor de mercúrio de 400 Watts e luminárias de alumínio fundido com refletores de alumínio repuxado, revestidos internamente com vidro de boro-silicato prismático.

Esta experiência representou grande evolução nos conceitos e nos resultados de eficiência da iluminação pública em São Paulo. Mas a grande superação tecnológica recaiu sobre as lâmpadas incandescentes. São Paulo permaneceu durante décadas sob a luz incandescente e de mercúrio. Esta última era implantada em locais mais nobres, espalhando-se lentamente pelas avenidas e demais logradouros públicos.

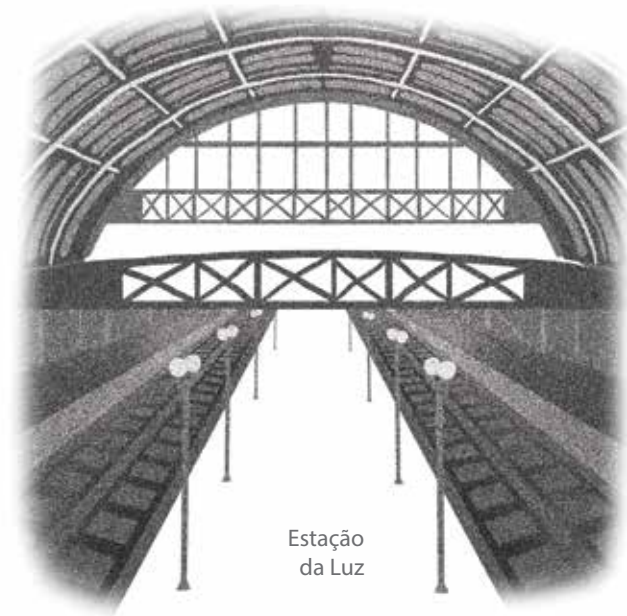
Após o término na Segunda Guerra Mundial houve um grande surto de desenvolvimento em São Paulo, com significativo incremento no consumo de eletricidade. Entre 1952 e 1954, uma nova seca fez com que a Light exigisse um sistema de complementação térmica ao seu conjunto hidrelétrico de geração de energia. Foi projetada a Termoelétrica de Piratininga, nas margens do Rio Pinheiros, em Santo Amaro, bem junto à barragem principal do reservatório da represa Billings. Em 1954, foram inaugurados os dois primeiros grupos de potência total de 200 mil kw. A expansão industrial exigiu a implantação do conjunto com a implantação de mais dois grupos.

Nos anos 60, houve uma reestruturação no setor de energia elétrica, que influenciou profundamente a história da concessionária canadense no Brasil. A criação da Eletrobrás, em 1962, marcou a intervenção estatal no setor, com nova orientação para o incremento da produção de energia elétri-

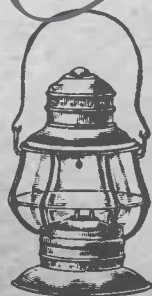
ca no país. Em 1970, durante a ditadura, a Light encerrou suas atividades em solo paulista e o governo assumiu o controle da parte brasileira da empresa. Iniciou-se, assim, o período das estatais como Chesf, Cesp e outras.

Até os anos 60, a iluminação pública utilizava lâmpadas incandescentes e em alguns lugares lâmpadas fluorescentes. A partir daí, começou a introdução das lâmpadas de vapor de mercúrio (brancas) nas cidades. Posteriormente, a partir dos anos 90, houve a introdução das lâmpadas a vapor de sódio (amarelas) e, no século XXI, a introdução de lâmpadas de vapor metálico (brancas), e também das lâmpadas de Led (brancas).

Em algumas cidades do interior paulista, todas as lâmpadas são de vapor de sódio (amarelas), tais como: Rio Claro, São Carlos e outras. Na cidade de São Paulo, utiliza-se em maior quantidade as lâmpadas a vapor de mercúrio (brancas) desde o ano de 2001, quando a Prefeitura criou a Ilume para resolver os problemas de iluminação pública de forma mais avançada. Infelizmente o objetivo não foi alcançado, pois durante alguns anos, praticamente ficou estagnada. A partir de 2011, foi retomada mais objetivamente, com o uso de recursos próprios, porém os recursos do chamado Reluz do governo federal ainda não são utilizados.



Capítulo 10



*Iluminação entra em
nova era com a evolução
da Tecnologia*

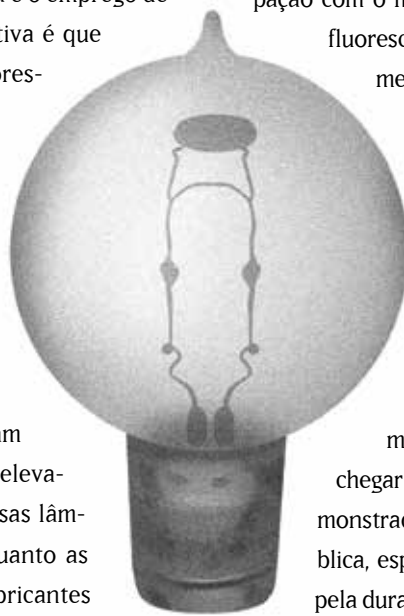
LED e fibra óptica,
as grandes
promessas para
maior economia
e preservação do
meio ambiente.



Quando Thomas Alva Edison transformou em realidade, em 1879, o grande sonho do século, ao desenvolver uma fonte de luz artificial prática, segura e barata, a humanidade não foi mais a mesma. A lâmpada incandescente inaugurava uma nova era que persiste até os dias atuais, onde a eletricidade passou a ser a grande provedora de energia para a iluminação interna e pública. Desde então, outros desenvolvimentos se sucederam e novas lâmpadas surgiram no mercado, baseadas em princípios semelhantes ou adversos.

A lâmpada incandescente inaugurou a série. É utilizada até hoje, principalmente para a iluminação residencial, apesar do baixo rendimento e durabilidade, quando comparada às tecnologias de iluminação atuais, que disponibilizam produtos com mais eficiência e durabilidade. Ela pode perder em torno de 20% de sua luminosidade até o fim de sua vida útil, estimada entre 750 a mil horas. Por esse motivo, será retirada do mercado até 2016, atendendo principalmente à preocupação com a escassez de energia e o emprego de soluções mais inteligentes. A expectativa é que sejam substituídas por lâmpadas fluorescentes compactas.

No início do século XX, surgiram as lâmpadas halógenas, uma evolução da incandescente. O diferencial entre as duas é o halogênio, que evita que a lâmpada escureça e haja depreciação da vida útil ou do fluxo luminoso. Isso permite que elas tenham tamanho reduzido e produzam mais luz, porém a temperatura é mais elevada. Para solucionar esse problema, essas lâmpadas possuem tubo de quartzo, enquanto as incandescentes utilizam o vidro. Os fabricantes oferecem opções que reduzem em até 30% o consumo de energia.



Lâmpada desenvolvida por Thomas Edison em 1900.

Nova geração de lâmpadas

Uma nova era foi iniciada com as lâmpadas de descarga elétrica. A lâmpada fluorescente, que se tornou viável comercialmente em 1930, foi a primeira delas. Trata-se de uma lâmpada de descarga de baixa pressão, que utiliza reator, atualmente eletrônico, para dar a partida, limitar a corrente elétrica e proteger o circuito. Essa lâmpada leva de três a cinco minutos para atingir o funcionamento normal, tempo necessário para que o mercúrio e outros componentes metálicos se expandam e produzam luz.

Na década de 1970, a lâmpada fluorescente ganhou notoriedade e foi responsável por cerca de 80% de toda a luz artificial do planeta. A miniaturização e as formas variadas possibilitaram ampla disseminação nas residências, comércio e indústria, com aplicações, inclusive, em algumas vias públicas. São reconhecidas mundialmente por sua eficiência energética e, segundo informações dos fabricantes, a economia de energia pode chegar a 80% se comparadas com as incandescentes e a vida média, em torno de 10 mil horas. Ao longo do tempo, esse produto sofreu mudanças e a preocupação com o meio ambiente motivou a produção de fluorescentes com baixa quantidade de uso de metais e durabilidade de 75 mil horas.

Uma variação nessa modalidade foi a lâmpada por indução eletromagnética criada na década de 1980, que conta com bobinas magnéticas para vaporizar o mercúrio por indução dos elétrons. Algumas usam amálgama no lugar do mercúrio, visando diminuir o risco de contaminação no descarte. Sua vida útil pode chegar a 100 mil horas. Essa lâmpada tem demonstrado bom rendimento na iluminação pública, especialmente em locais de difícil acesso, pela durabilidade e baixo índice de manutenção.

Alcança 80 lumens por Watt, mas necessita

Capítulo 10

e fibra óptica: economia e preservação do meio ambiente

de uma luminária especial para atender o formato incomum (quadrada com cantos arredondados) e o alto custo.

A origem da lâmpada a vapor de mercúrio coincidiu com a da lâmpada fluorescente, pois ambas surgiram na década de 30, em decorrência de sucessivos desenvolvimentos tecnológicos, desde meados do século XIX. Em 1901, desenvolveu-se a lâmpada a vapor de mercúrio a baixa pressão e, em 1908, foi a vez da lâmpada a vapor de mercúrio a alta pressão.

O sucesso da lâmpada a vapor de mercúrio de baixa pressão deu-se principalmente pela expansão da indústria automotiva norte-americana. No Brasil, ela foi amplamente aplicada na iluminação pública, principalmente na década de 1980. Perdeu espaço para as lâmpadas a vapor de sódio de alta pressão, devido à baixa eficiência energética, entre 40 e 60 lumens por Watt. A lâmpada a vapor de mercúrio possui vida útil média entre 10 mil e 15 mil horas.

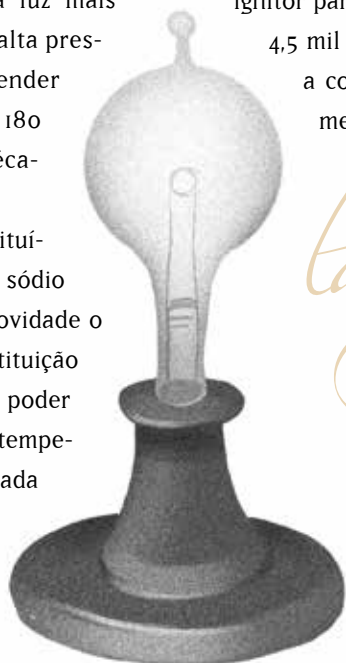
Também na década de 30, surgiram as lâmpadas a vapor de sódio de alta pressão e as de baixa pressão. Esta última, com uma luz mais amarelada em relação aos modelos de alta pressão, levava até dez minutos para acender completamente. O alto rendimento de 180 lumens popularizou essa lâmpada na década de 1950.

A partir da década de 60, foi substituída pelas modernas lâmpadas a vapor de sódio de alta pressão, que trouxeram como novidade o tubo de descarga de cerâmica em substituição ao tubo de quartzo, para suportar o alto poder de corrosão do sódio sob alta pressão e temperatura. Hoje essa lâmpada é a mais utilizada e está disponível em diversos formatos e potências, com rendimento de 120 lumens por Watt e 18 mil a 32 mil ho-

ras de vida em média. O acendimento leva de um a dois minutos e o reacendimento, menos de 60 segundos. Essa modalidade oferecia, ainda, o modelo "stand by", especialmente desenhado para túneis e, o "retrofit" ou intercambiável, que reduzia custos com a troca de lâmpadas em larga escala.

Em 1941, surgiu a lâmpada mista, uma fonte de luz híbrida que utiliza o mesmo mecanismo das lâmpadas fluorescentes e de mercúrio. A diferença é que o acendimento acontece por incandescência, dispensando o uso do reator para ativar o funcionamento. O objetivo foi superar o rendimento das lâmpadas existentes e melhorar a iluminação pública. No entanto, a lâmpada a vapor de mercúrio de alta pressão, apesar de ter surgido antes, ainda era mais eficiente. A lâmpada mista foi bastante difundida por não utilizar o reator, mas oferecia durabilidade e eficácia menores.

Também no início do século XX foi patenteado outro modelo - a lâmpada a vapor de mercúrio com iodetos metálicos - uma evolução da lâmpada a vapor de mercúrio de alta pressão. Ela é semelhante à lâmpada a vapor de sódio, utiliza reator e ignitor para alcançar o pulso de partida de até 4,5 mil Volts, com a possibilidade de variar a cor da luz de acordo com os tipos de metais nobres vaporizados. Assim como



*Lâmpada
de carbono*

Lâmpada desenvolvida por Thomas Edison para a General Electric.



Lâmpada LED promete grandes mudanças.

as de sódio, as lâmpadas a vapor metálico podem ser encontradas em vários formatos e são aplicadas em locais que necessitam de grande fluxo luminoso, com boa reprodução de cores e eficiência energética, como shoppings, indústrias e lojas. Tem vida útil média de 12 mil horas e rendimento de 100 lumens por Watt.

A revolução do LED

Enfim, essa série de lâmpadas atendeu, por muito tempo, às necessidades de iluminação pública e de interiores e até hoje ainda está presente em diferentes locais. Atualmente, a preocupação não se concentra apenas na eficiência luminosa, o meio ambiente surge como fator determinante no desenvolvimento e escolha dos produtos, direcionando as pesquisas para a redução do desperdício e da contaminação do solo.

A iluminação tem de ser sustentável, eficiente e de baixo custo. E a tecnologia LED (Light Emitting Diode) ou diodos emissores de luz é a atual aposta do mercado nessa área, segundo os especialistas, por ser a que tem a melhor relação com o meio ambiente, já que a redução do consumo de energia pode variar entre 50% e 80% comparando-se com as tecnologias tradicionais.

Usado inicialmente como luz de sinalização em aparelhos eletroeletrônicos, ou até mesmo em telas

de relógios e celulares, o LED baseia-se na tecnologia de chip, ou seja, é um diodo que emite luz. É composto por diodos semicondutores que convertem eletricidade em luz visível. São pequenas fontes de luz que podem ser concentradas numa série de aberturas estreitas para distribuição de luz intensa. O diodo é um dispositivo que permite que a corrente percorra em uma única direção. Quando a eletricidade passa por ele, os átomos liberam energia, gerando a luz.

Os LEDs estão revolucionando a forma como se utiliza a luz. Eles permitem fontes de iluminação controláveis, ajustáveis e inteligentes, direcionando a luz para a área desejada. Com isso, é possível uniformizar a luminosidade e reduzir manchas ou pontos escuros, perda de iluminação entre as fontes de luz, bem como consumo de energia e contaminação. Além disso, os LEDs oferecem maior rendimento luminoso que as lâmpadas econômicas ou as de vapor de sódio, tradicionalmente utilizadas nos sistemas de iluminação pública e oito vezes mais iluminação que as obsoletas lâmpadas incandescentes. Permitem economia entre 60% e 90% quando comparados às lâmpadas incandescentes convencionais, de sódio ou de mercúrio, e de 10% a 20% em relação às lâmpadas de baixo consumo.

Outro ponto forte dessas lâmpadas está na durabilidade, superior a 50 mil horas, que reduz os custos de manutenção, evitando interrupções do serviço, prejuízos e substituições constantes. Por esse

Lâmpada Led

Capítulo 10

e fibra óptica: economia e preservação do meio ambiente

motivo, elas são ideais para aplicações onde é complicado ou custoso instalar e manter as luminárias, como exemplo, pontes, estruturas de grande altura ou iluminação de segurança. As lâmpadas LED operam em baixa voltagem e geram pouco calor, proporcionando segurança aos usuários durante sua instalação e operação. Resistem a grandes variações de temperatura e vibração e dificilmente se quebram. Estão disponíveis numa ampla variedade de cores e não requerem filtros, gerando cores mais puras e profundas, sem desperdício de energia.

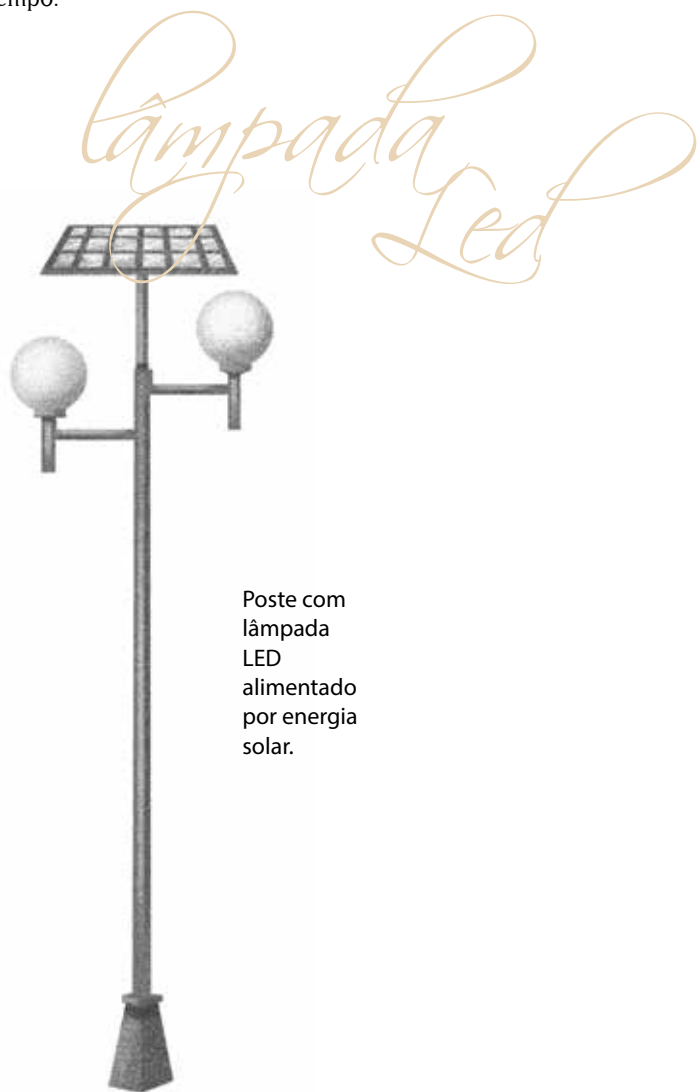
Ao contrário das lâmpadas fluorescentes econômicas ou de sódio, as de LED têm uma partida rápida e não demoram a alcançar o nível de iluminação e de temperatura da cor, possibilitando a criação de efeitos tipo flashing. As luzes LED são recicláveis, não contaminam o meio ambiente e podem ser usadas na iluminação de prédios históricos ou vegetações, sem risco de ocasionar danos. Isto porque elas produzem um calor mínimo e não emitem raios ultravioleta ou infravermelho. Já, as lâmpadas fluorescentes econômicas e as de sódio contêm mercúrio e as fluorescentes emitem, ainda, ondas eletromagnéticas nocivas à saúde a uma curta distância (lâmpadas de escritório ou de cabeceira).

Originalmente, os LEDs eram utilizados em aplicações muito específicas, mas hoje esses sistemas de iluminação atendem à totalidade do mercado mundial, substituindo as tradicionais lâmpadas incandescentes e fluorescentes. É uma tecnologia muito superior as outras no desenho de sistemas de iluminação inteligentes, para interiores e exteriores, e atendem às aplicações que requerem reguladores de intensidade luminosa (dimmers), sensores volumétricos, timer e outros. Permitem economia substancial no custo do fio de cobre, cuja espessura é apenas uma fração da requerida por instalações de lâmpadas tradicionais (sódio ou vapor metálico).

Os sistemas de iluminação LED para exteriores ou espaços abertos podem proporcionar um padrão regular do feixe de luz, com uma luminosidade uni-

forme. Oferecem desenhos inovadores, luminárias que maximizam o rendimento dos sistemas de iluminação, graças ao tamanho reduzido e a sua geometria, alcançando uma saturação de cor e brilho maior que as lâmpadas convencionais.

Apesar das vantagens, o preço ainda é um grande entrave para ampliar o uso dessa tecnologia, mas, segundo especialistas, o investimento inicial se justifica pela economia ao longo da vida útil da lâmpada. No entanto, é muito importante saber avaliar as características técnicas do produto para garantir a sua eficácia, durabilidade e baixo consumo ao longo do tempo.



Um pouco de história

Em alguns países a aplicação em larga escala dos LEDs já é uma realidade. No Brasil, existem algumas iniciativas nesse sentido como a que foi feita, em 2010, no centro de São Paulo, na Rua Avanhandava, uma das primeiras do país a receber luminárias LED, gerando economia de 46% no consumo de energia. Também a Rua do Arouche, na capital paulista, teve sua iluminação modificada em maio de 2011, com a instalação de luminárias de diodos emissores de luz brancos em dez postes, em substituição às lâmpadas convencionais.

Em termos de história, existem alguns registros anteriores, mas o que se sabe, de fato, é que o primeiro LED foi descoberto em 1962, por Nick Holonyak Jr., que inventou o primeiro diodo emissor de luz na General Electric. Ele era vermelho e foi usado como indicador em várias aplicações. Na década de 1970, foram criados os LEDs verdes, amarelos e alaranjados, tecnologia que foi adotada nos displays de calculadoras, relógios digitais e outros equipamentos.

Em 1980, foram desenvolvidos LEDs mais eficientes, usando menos energia e com níveis de

iluminação dez vezes maiores que os anteriores, o que viabilizou o uso em painéis publicitários e outros. A partir de 1990, os semáforos adotaram essa tecnologia e passaram a ser fabricados com LED. Em 1993, surgiu o primeiro LED azul viável comercialmente e, em 1995, o pesquisador japonês Shuji Nakamura descobriu o LED de luz branca, gerado por uma camada de fósforo sobre o LED azul, para converter a luz ultravioleta em luz branca, o mesmo processo da lâmpada fluorescente. Esse foi o maior marco em termos de evolução do LED, mas os aperfeiçoamentos continuam.

Novas opções em iluminação

A palavra de ordem é economia de energia e não só as lâmpadas estão passando por diversos aperfeiçoamentos para tornarem-se mais econômicas, mas as pesquisas continuam por novas alternativas que tragam outras opções em iluminação.

Uma delas é a iluminação solar, que já é uma realidade tecnológica e tem evoluído bastante, mas aguarda o barateamento do custo para a instalação em maior escala, principalmente em países fartamente banhados pelo Sol, como é o caso do Brasil. O sistema de iluminação consiste em usar um módulo solar fotovoltaico para gerar eletricidade a partir da radiação do sol e baterias para armazenar a energia gerada durante o dia e iluminar à noite. As lâmpadas usadas são as fluorescentes ou as de LED.

Esta opção ainda é inviável para a maioria da população atualmente, mas, dentro de alguns anos, com o aumento da demanda e maior evolução tecnológica, acredita-se que haverá bastante concorrência de mercado e os preços devem baixar, facilitando a aquisição deste sistema.

Assim, ficará para a fibra óptica a geração e a distribuição de energia e iluminação da nova

LED e Fibra Óptica: Economia

era com uma potencialidade tecnológica fantástica. Na verdade, a fibra óptica é, hoje, um dos mais modernos sistemas mundiais de iluminação. Utiliza fontes geradoras de luz que alimentam diversos cabos ópticos com uma única lâmpada. Os cabos transportam o fluxo luminoso até a outra extremidade, possibilitando a instalação de terminais com diferentes características, como exemplo, a utilização de um dispositivo de colorização para gerar efeitos especiais.

Além de uma iluminação de impacto e dinâmica, a fibra óptica economiza energia elétrica, já que apenas uma lâmpada pode iluminar diversos cabos e, portanto, diversos pontos. Também oferece grande durabilidade, baixa necessidade de manutenção, segurança, flexibilidade na utilização, redução do consumo de energia, não conduz energia elétrica nem calor pelos cabos, fontes com IRC (Índice de Reprodução de Cores) elevado e alta durabilidade. Assim como os LEDs, não emitem raios infravermelhos nem ultravioletas e permitem efeitos especiais e troca de cores.

Seus benefícios e diversificações de aplicabilidade da luz aumentam a procura por esses sistemas, que podem ser usados, especialmente, para iluminação de vitrines, nichos, escadas, contornos arquitetônicos, piscinas, cascatas, fontes, ofurôs, jardins, fachadas, museus, efeitos decorativos diversos, balizamento de piso, entre outros.

A fibra óptica mais utilizada em iluminação arquitetônica e decorativa é formada por um composto polimérico do material Polimetil Metacrilato (PMMA). A camada externa de cada fio óptico possui um alto índice de reflexão e, o núcleo, alto índice de refração. Desta forma, a luz é conduzida de uma extremidade a outra da fibra, com perdas mínimas no percurso. Utiliza-se fontes geradoras de luz que podem alimentar diversos cabos ópticos com uma única lâmpada,

transportando o fluxo luminoso até a outra extremidade. Podem ser acoplados terminais com características diferenciadas, que permitem controle de ângulo de fecho, efeitos de difusão ou, ainda, acabamento.

Os primeiros estudos de que se tem notícia sobre a transmissão guiada pela luz aconteceram em 1870, quando John Tyndall demonstrou que a luz poderia ser conduzida. Mas foi em meados da década de 1980 que houve o crescimento da tecnologia de fibra óptica na iluminação. E, hoje, sua utilização esta cada vez mais difundida no Brasil e no mundo.

Origens da luminotécnica no Brasil

O termo "Luminotécnica" surgiu, no início da década de 30, para definir o que, em língua inglesa é conhecido como Lighting Design and Application. Os registros mais remotos foram encontrados em 1932. Antes disso, chamava-se simplesmente de aplicações ou projetos de iluminação.

Em meados do século XIX, quando houve a primeira implantação de gás canalizado no país, havia preocupação com os projetos para que as instalações oferecessem resultados "luminosos" satisfatórios, que já constavam dos contratos para iluminação pública, entre governo e concessionária.

Era um procedimento similar ao europeu em circunstâncias semelhantes, que persistiu nos

*Luminotécnica
no Brasil*

contratos e nas renovações até o advento da eletricidade na iluminação. A partir daí, o tratamento da iluminação pública foi aperfeiçoado com a evolução do conhecimento, a inovação nos produtos e o maior domínio sobre a energia elétrica.

No entanto, isso não se aplicava aos projetos destinados à iluminação de interiores, limitando-se apenas à fixação de pontos para bicos de gás (combustores) ou lâmpadas elétricas no ambiente, sem maiores preocupações com os demais requisitos de uma boa iluminação. O aspecto visual ou decorativo era o fator predominante na escolha da fonte luminosa.

Os primeiros passos para o surgimento e evolução da luminotécnica começaram no início do século XX, com a fundação, em 1903, da Comissão Internationale de Eclairage – CIE. O objetivo era expandir o âmbito da Comissão Internationale Photometrie, dedicando-se ao estudo do comportamento do olho humano e pesquisas no campo da luz, das cores e da visão.

Em 1906, instalou-se nos EUA a Illuminating Engineering Society – IES para pesquisar, difundir e estimular o uso adequado da iluminação.

As pesquisas se multiplicaram, redirecionando o conhecimento da época e introduzindo novos conceitos no uso e na avaliação da iluminação. As décadas de 20 e 30 foram de grande florescimento nas inovações do tratamento da iluminação.

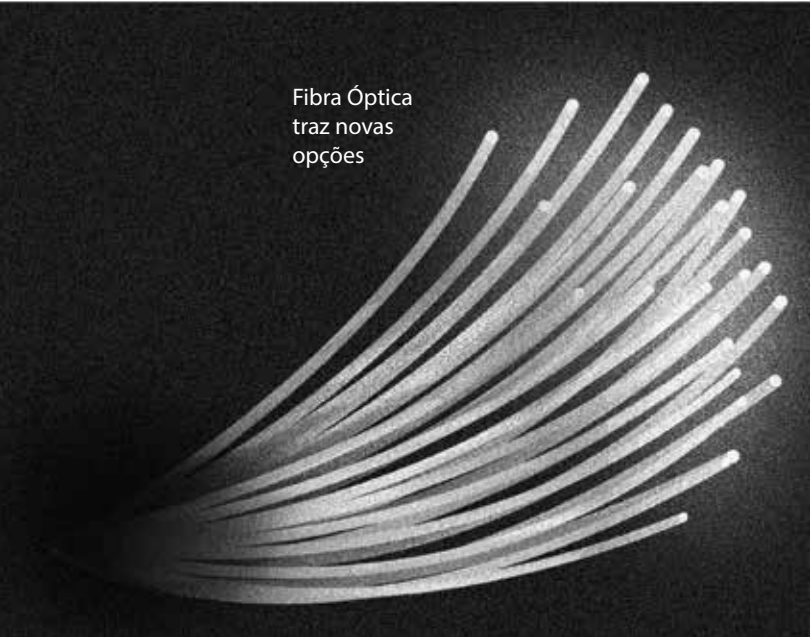
Por outro lado, a Europa, liderada pela França e os EUA, começava a dar à iluminação uma nova dimensão, estimulando soluções estéticas, enquadradas como arte decorativa sob o conceito de uma "arquitetura de luz".

No Brasil, a introdução desses novos conceitos processou-se através de um planejamento conjunto, liderado pela General Electric, com a participação das empresas Light (Rio e São Paulo) e o apoio de concessionárias regionais de energia elétrica.

Dessa parceria surgiu, em 1926, o Lighting Service Bureau – LSB -, com sede no Rio de Janeiro e uma equipe técnica composta por americanos e brasileiros, chefiada pelo engenheiro Nelson C. Graça. O LSB era uma organização sem fins lucrativos, que prestava serviços gratuitamente e tinha o objetivo de divulgar os novos conceitos luminotécnicos, editando publicações e promovendo palestras e cursos para a formação de pessoal especializado.

O primeiro curso de iluminação no Brasil ocorreu, em 1928, na cidade de São Paulo. E, no final da década de 30, foi fundado, no Rio de Janeiro, o Instituto Brasileiro de Iluminação para disseminar também os novos conceitos luminotécnicos.

Além disso, o LSB promovia também demonstrações itinerantes denominadas "campanhas de iluminação", com um carro equipado com todo material destinado às experiências e demonstrações, percorrendo muitas cidades, principalmente da região sudeste (RJ, SP, MG) para a conscientização de engenheiros, empresas e equipes das concessionárias de energia elétrica.



Fibra Óptica
traz novas
opções

Capítulo 10

promessas para a economia e preservação do meio ambiente



Poste Híbrido
(solar e LED).

Outra atividade importante do LSB foi o levantamento das instalações de iluminação (pública e particular) em diversas capitais, bem como o estudo de um plano luminotécnico para modernizá-las.

Pouco depois da sua instalação, o LSB ampliou suas atividades com a abertura de uma filial em São Paulo, cujos resultados foram muito expressivos, diante da riqueza econômica regional.

Por seu intermédio, o país pode assimilar rapidamente novos conceitos como aplicação de lentes prismáticas "holophone" para melhor direcionamento da luz, a utilização adequada dos globos em detrimento da lâmpada nua e as vantagens (conforto visual) pelo uso das novas lâmpadas com acabamento fosco. Seu grande êxito concentrou-se na melhoria dos níveis de iluminação, até então extremamente deficientes.

Na iluminação pública, foi também o apogeu das luminárias "Novolux" de alta eficiência (equipadas com globos de vidro corrugado), a grande difusão dos postes ornamentais e a melhoria da uniformidade da iluminância ao longo das vias de tráfego.

Das pranchetas do LSB surgiram projetos urbanísticos que remodelaram várias capitais brasileiras. As cidades do Rio de Janeiro e São Paulo posicionaram-se entre as mais bem iluminadas do mundo.

Foram também de sua concepção alguns projetos luminotécnicos pioneiros, como o uso de tetos luminosos no conjunto cirúrgico do Hospital Gaffrée Guinle (1926), iluminação do estádio do Vasco da Gama (1928), iluminação totalmente indireta em salas de aula (1928), iluminação para projetores, em torres, nos pátios de manobra e carga da Companhia Paulista de Estrada de Ferro (1927) e da EFCB (1929)

Destacam-se também as soluções ornamentais, como a monumental fonte luminosa de Poços de Caldas e a iluminação festiva dos jardins do Palácio Guanabara (1927), a decoração das áreas centrais do Rio por ocasião da visita do presidente americano Herbert Hoover (1928), a iluminação interna, indireta, da Igreja Candelária (1930) e a iluminação da estátua do Cristo Redentor, no Corcovado (1931).

Foi também a fase da modernização da iluminação de prédios para fins comerciais, quando os principais edifícios públicos e monumentos do Rio de Janeiro (e outras capitais brasileiras) começaram a ser realçados pelo efeito noturno da iluminação e projetores.

A partir de 1931, o LSB admitiu, em seus quadros, como Conselheiro Técnico, o engenheiro Dulcídio de Almeida Pereira, professor Catedrático de Física da antiga escola Politécnica (Rio), com grande experiência no campo da iluminação. Ele dinamizou os trabalhos do LSB e intensificou a divulgação no meio técnico, criando e conduzindo o primeiro curso completo de Luminotécnica no país (1932).

Em 1935, após nove anos de um amplo trabalho que modificou o comportamento do meio técnico nacional, o LSB deixou de existir e suas atividades foram absorvidas pela General Electric S.A. Implantou-se, no Brasil, as bases da Luminotécnica e o LSB cumpriu seus objetivos de ser um escritório a serviço da iluminação.

História da Iluminação

Bibliografia

REVISTA ILUMINAÇÃO BRASIL. São Paulo: Editora Iluminação Brasil, Maio/Junho 1990.

REVISTA ILUMINAÇÃO BRASIL. São Paulo: Editora Iluminação Brasil, Julho/Agosto 1990.

REVISTA ILUMINAÇÃO BRASIL. São Paulo: Editora Iluminação Brasil, Novembro/Dezembro 1990.

REVISTA ILUMINAÇÃO BRASIL. São Paulo: Editora Iluminação Brasil, Novembro/Dezembro 1991.

REVISTA ILUMINAÇÃO BRASIL. São Paulo: Editora Iluminação Brasil, Janeiro/Fevereiro 1992.

REVISTA ILUMINAÇÃO BRASIL. São Paulo: Editora Iluminação Brasil, Maio/Junho 1992.

REVISTA ILUMINAÇÃO BRASIL. São Paulo: Editora Iluminação Brasil, Setembro/Outubro 1993.

REVISTA ILUMINAÇÃO BRASIL. São Paulo: Editora Iluminação Brasil, Julho/Agosto 1994.

REVISTA ILUMINAÇÃO BRASIL. São Paulo: Editora Iluminação Brasil, Setembro/Outubro 1994.

REVISTA ILUMINAÇÃO BRASIL. São Paulo: Editora Iluminação Brasil, Janeiro/Fevereiro 1995.

REVISTA ILUMINAÇÃO BRASIL. São Paulo: Editora Iluminação Brasil, Maio/Junho 1995.

REVISTA ILUMINAÇÃO BRASIL. São Paulo: Editora Iluminação Brasil, Novembro/Dezembro 1995.

REVISTA ILUMINAÇÃO BRASIL. São Paulo: Editora Iluminação Brasil, Março/Abril 1996.

REVISTA ILUMINAÇÃO BRASIL. São Paulo: Editora Iluminação Brasil, Março/Abril 1997.

HISTÓRIA DA LUZ E DA ILUMINAÇÃO. Holanda, Eindhoven: Divisão de Iluminação da Philips, 1986.

GOEKING, Werusca. Lâmpadas e Leds. Disponível em: www.oseletrico.com.br.





*História
da Iluminação*



trust

SOLUÇÕES PERSONALIZADAS DE ILUMINAÇÃO PARA O VAREJO



#SOPODERIASERTRUST



@trustiluminacao



@trustiluminacao



@trustiluminacao

(55)(11) 3231-1100 trustiluminacao.com.br