

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
PROPAR - Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura

**A ILUMINAÇÃO PÚBLICA COMO ELEMENTO DE COMPOSIÇÃO
DA PAISAGEM URBANA**

CURITIBA, 2005

EDUARDO RIBEIRO DOS SANTOS

**A ILUMINAÇÃO PÚBLICA COMO ELEMENTO DE COMPOSIÇÃO
DA PAISAGEM URBANA**

Dissertação apresentada ao PROPAR – Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, para obtenção do grau de Mestre, sob a orientação da Prof^a Dr^a Lúcia Elvira Raffo de Mascaró.

CURITIBA, 2005

Para Myriam

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha orientadora Prof.^a Dr^a Lúcia Elvira Mascaró pela tolerância e paciência no desenvolvimento deste trabalho.

A todas as pessoas que auxiliaram na confecção do produto final desta dissertação.

SUMÁRIO

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS	6
LISTA DE FIGURAS	7
LISTA DE QUADROS E TABELAS	9
LISTA DE MAPAS	10
RESUMO	11
ABSTRACT	12
1 INTRODUÇÃO	13
2 A EVOLUÇÃO DA ILUMINAÇÃO PÚBLICA	16
2.1 Iluminação pública em Curitiba	24
3 ILUMINAÇÃO PÚBLICA	33
3.1 A iluminação pública funcional	33
3.1.1 Classificação das vias públicas.....	34
3.2 A iluminação pública e a segurança	36
3.3 Poluição luminosa	38
3.4 A iluminação pública e a vegetação	43
4 PAISAGEM URBANA	46
4.1 Aspectos perceptivos	46
4.2 Valorização da paisagem urbana	47
4.2.1 Ambiência.....	48
4.2.2 Plano diretor de iluminação.....	49
4.2.3 Projeto de iluminação.....	55
5 ESTUDO DE CASO: EVOLUÇÃO DA ILUMINAÇÃO PÚBLICA NA AVENIDA IGUAÇU EM CURITIBA	57
5.1 Contextualização do objeto de estudo	57
5.2 Análise dos resultados	60
6 CONCLUSÃO	87
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	91
8 APÊNDICE 1	95
9 ANEXO 1	107

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT	- Associação Brasileira de Normas Técnicas
CFLP	- Companhia Força e Luz do Paraná
CIE	- Commission Internationale de l'Eclairage (Comissão Internacional de Iluminação)
COPEL	- Companhia Paranaense de Energia Elétrica
E	- Iluminância
Eh	- Iluminância horizontal
ELETROBRÁS	- Centrais Elétricas Brasileiras S.A.
Ev	- Iluminância vertical
ILE	- The Institution of Lighting Engineers
IESNA	- The Illuminating Engineering Society of North America
KWh	- Quilowatt/hora
IPPUC	- Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba
NBR	- Norma Brasileira
PDI	- Plano Diretor de Iluminação
PROCEL	- Programa de Combate ao Desperdício de Energia
ULR	- Upward Light Ratio (máxima percentagem do fluxo luminoso total da instalação que pode ser direcionado para o céu)

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1** Iluminação pública da Rua da Alfândega esquina com Regente Feijó, Rio de Janeiro, 1906.
- FIGURA 2** Iluminação pública da Rua da Assembléia, Rio de Janeiro, 1904
- FIGURA 3** Iluminação pública da Avenida Central, Rio de Janeiro, 1905
- FIGURA 4** Iluminação pública da Biblioteca Nacional, Rio de Janeiro, 1906.
- FIGURA 5** Iluminação pública da Biblioteca Nacional, Rio de Janeiro, 1906.
- FIGURA 6** Reconstrução do Viaduto do Chá, São Paulo, 1902.
- FIGURA 7** Bondes no Largo de São Bento, São Paulo, 1900.
- FIGURA 8** Iluminação pública do Viaduto de Santa Efigênia, São Paulo, 1913.
- FIGURA 9** Iluminação pública da Rua José Bonifácio, Curitiba, 1898.
- FIGURA 10** Iluminação pública da Praça Tiradentes, Curitiba, década de 1930.
- FIGURA 11** Iluminação pública da Avenida João Gualberto, Curitiba, década de 1980.
- FIGURA 12** Iluminação pública da Avenida Manoel Ribas
- FIGURA 13** Iluminação do Teatro Paiol, Curitiba.
- FIGURA 14** Relação entre a iluminância e as diferenças de luminância
- FIGURA 15** Iluminância semi-cilíndrica
- FIGURA 16** Esquema de desperdício de luz e energia na iluminação pública
- FIGURA 17** Esquema de desperdício de luz e energia na iluminação pública
- FIGURA 18** Esquema de desperdício de luz e energia na iluminação pública
- FIGURA 19** Esquema de desperdício de luz e energia na iluminação pública
- FIGURA 20** Esquema de desperdício de luz e energia na iluminação pública
- FIGURA 21** Esquema de desperdício de luz e energia na iluminação pública
- FIGURA 22** Interferência da arborização na iluminação pública
- FIGURA 23** Iluminação da Avenida Sete de Setembro, em Curitiba, limite entre a região central e o antigo distrito industrial
- FIGURA 24** Iluminação da Rua XV de Novembro, centro da cidade de Curitiba, que ficou famosa na década de 1970 por ser a “primeira rua de pedestres do Brasil”

- FIGURA 25** Iluminação do Largo da Ordem, Centro Histórico de Curitiba
- FIGURA 26** Iluminação da Praça Tiradentes, Centro de Curitiba
- FIGURA 27** Monumento à Imigração Judaica – localizado em uma rotatória, ao mesmo tempo marco e nó, no bairro Seminário, Curitiba
- FIGURA 28** Iluminação do Teatro Paiol, Curitiba – Antigo paiol de pólvora
- FIGURA 29** Iluminação do Museu Oscar Niemeyer, Curitiba
- FIGURA 30** Iluminação do Castelo do Batel, Curitiba
- FIGURA 31** Localização da Avenida Iguaçu no bairro Água Verde
- FIGURA 32** Avenida Iguaçu em reformas, ano 2003
- FIGURA 33** Trecho entre as Ruas Pasteur e Coronel Dulcídio (2002)
- FIGURA 34** Trecho entre as Ruas Pasteur e Coronel Dulcídio (2005)
- FIGURA 35** Trecho entre as Ruas Coronel Dulcídio e Mauricio Caillet (2002)
- FIGURA 36** Trecho entre as Ruas Coronel Dulcídio e Mauricio Caillet (2005)
- FIGURA 37** Trecho entre as Ruas Mauricio Caillet e Ângelo Sampaio (2002)
- FIGURA 38** Trecho entre as Ruas Mauricio Caillet e Ângelo Sampaio (2005)
- FIGURA 39** Trecho entre as Ruas Ângelo Sampaio e Bento Viana (2002)
- FIGURA 40** Trecho entre as Ruas Ângelo Sampaio e Bento Viana (2005)
- FIGURA 41** Desuniformidade na iluminação para pedestres, Avenida Iguaçu (2005)

LISTA DE QUADROS E TABELAS

- TABELA 1** - Classificação das vias públicas
- TABELA 2** - Iluminância vertical mínima em diferentes situações
- TABELA 3** - Categorias de ambiente
- TABELA 4** - Limitação da luz invasiva e categorias de ambiente
- TABELA 5** - Resultado da medição das iluminâncias no trecho entre as Ruas Pasteur e Coronel Dulcídio
- TABELA 6** - Resultado da medição das iluminâncias no trecho entre as Ruas Coronel Dulcídio e Maurício Caillet
- TABELA 7** - Resultado da medição das iluminâncias no trecho entre as Ruas Coronel Dulcídio e Ângelo Sampaio
- TABELA 8** - Resultado da medição das iluminâncias no trecho entre as Ruas Ângelo Sampaio e Bento Viana

LISTA DE MAPAS

- MAPA 1** Trecho entre as Ruas Pasteur e Coronel Dulcídio (2002)
- MAPA 2** Trecho entre as Ruas Pasteur e Coronel Dulcídio (2005)
- MAPA 3** Trecho entre as Ruas Coronel Dulcídio e Mauricio Caillet (2002)
- MAPA 4** Trecho entre as Ruas Coronel Dulcídio e Mauricio Caillet (2005)
- MAPA 5** Trecho entre as Ruas Mauricio Caillet e Ângelo Sampaio (2002)
- MAPA 6** Trecho entre as Ruas Mauricio Caillet e Ângelo Sampaio (2005)
- MAPA 7** Trecho entre as Ruas Ângelo Sampaio e Bento Viana (2002)
- MAPA 8** Trecho entre as Ruas Ângelo Sampaio e Bento Viana (2005)
- MAPA 9** Trecho entre as Ruas Ângelo Sampaio e Bento Viana (2002)
continuação
- MAPA 10** Trecho entre as Ruas Ângelo Sampaio e Bento Viana (2005)
continuação

RESUMO

O trabalho objetiva demonstrar a importância da iluminação pública na valorização da paisagem urbana noturna.

Procura situar o pensamento histórico dos sistemas públicos de iluminação, ao descrever as modificações na maneira de encarar a iluminação pública, desde o século 16 até a atualidade.

Analisa a função da iluminação pública voltada para o trânsito motorizado, as influências da iluminação no meio ambiente e as interferências da vegetação.

Analisa ainda, a iluminação pública como fator de animação dos ambientes urbanos iluminados. A iluminação compõe a valorização da paisagem urbana ao impor uma identidade luminosa à cidade. Os procedimentos para a implantação do plano diretor de iluminação e suas conexões com o planejamento urbano.

Finalmente apresenta um estudo de caso em um trecho da Avenida Iguazu, em Curitiba, onde o melhoramento na iluminação pública favoreceu a melhor utilização do espaço urbano iluminado.

ABSTRACT

This writing looks forward to demonstrate the importance of urban lighting as a key to urban image improvement.

It tries to demonstrate the changes that occurred since those systems begun by placing the historic philosophic thinking on urban lighting systems, as far as the 16th century up to today.

It brings an analysis of the urban lighting function in roadway transit. Its influence in the environment, Its influence in the urban vegetation.

It also presents street lighting as a way to enhance ambience. A powerful mean to city marketing. The importance of a master plan for the city lighting, and its procedures. The connections of the master plan to the urban planning are presented. A study of case on Avenida Iguaçu, in Curitiba is presented. In this site the improvement of the urban lighting favoured the better use of it.

1 INTRODUÇÃO

As intervenções urbanas são ações que historicamente acompanham o desenvolvimento das cidades e, em muitas situações, têm servido para representar o poder político de governantes ou, mais recentemente, a performance de arquitetos e urbanistas.

Algumas intervenções são exemplos da primeira intenção. Paris, no século XVII e XVIII, sofreu mudanças no seu tecido que, sob a influência dos princípios do barroco, marcou o governo absolutista. No século XIX, o Imperador Napoleão III, juntamente com o prefeito de Paris, George Haussmann, promoveram a mais conhecida reforma urbana da cidade que contemplou a ampliação do sistema viário, a modernização do sistema de infra-estruturas hidráulica e elétrica, bem como a criação de edifícios e jardins públicos.

Aliado a propósitos políticos, Haussmann manteve grande preocupação com os aspectos estéticos da cidade, de modo que, de acordo com Hall (1995), o modelo por ele desenvolvido serviu de referência para o desenvolvimento, no final do século XIX, do movimento denominado *City Beautiful*.

Antes de explicar os princípios que nortearam tal movimento, convém explicar porque eles estão presentes neste trabalho sobre iluminação pública urbana, com ênfase numa pesquisa sobre a Avenida Iguazu, na cidade de Curitiba.

A idéia que orientou esta pesquisa partiu da observação das propostas de iluminação que ocorrem em Curitiba, desde os anos setenta, sempre atreladas a intervenções urbanas, que marcaram por décadas o caráter do urbanismo local, tornando-o conhecido em nível internacional.

Apesar dos aspectos que orientam as propostas de iluminação não ficarem explícitos no desenho urbano proposto pelo arquiteto, um olhar mais apurado percebe que mudanças nessa perspectiva começaram a ocorrer recentemente e, que era antes visto apenas sob o ponto de vista técnico, é hoje analisado também sob o aspecto da percepção do usuário.

Ao considerar tais observações e a inexistência de um estudo sobre iluminação pública atrelado ao planejamento urbano em Curitiba, surgiu esta pesquisa que visa contribuir para a compreensão do papel da iluminação no processo de planejamento, considerando seus aspectos técnicos e outros ligados à

valorização da paisagem urbana.

De modo específico, este trabalho se propõe a analisar o papel da iluminação nas intervenções públicas recentes de Curitiba, tomando como objeto específico de estudos a Avenida Iguaçu, que foi reformada em 2002. A escolha se deu pelo fato dessa avenida marcar uma nova fase nas intervenções urbanas, cujos projetos consideram fenômenos de percepção como dados para sua elaboração. O estudo permite ainda uma análise comparativa da iluminação da Avenida Iguaçu, antes e depois da intervenção, de modo a evidenciar até que ponto a nova iluminação proposta pode ser considerada de boa qualidade, tanto sob o aspecto técnico quanto de valorização da paisagem urbana.

Para desenvolver tais análises partiu-se da premissa de que a iluminação urbana é um importante componente nos projetos de intervenção que visam a modernização e o embelezamento das cidades. Daí a necessidade de conhecer os princípios do *City Beautiful*, que orientaram uma série de reformas urbanas do início do século XX e ainda, segundo Hall (1995), as intervenções desenvolvidas na Alemanha Nazista. De posse de tais elementos é possível compreender o *City Beautification* que orienta as intervenções mais recentes.

Este trabalho de pesquisa partiu de uma revisão histórica sobre a iluminação pública, apresentada no Capítulo 2, e procura inserir Curitiba no panorama nacional e até mesmo internacional, ao apresentar os momentos em que a iluminação surge aqui, no Rio de Janeiro e São Paulo, bem como em cidades da Europa, como Paris e Londres. Nessa revisão tornam-se conhecidas as formas de iluminação que antecederam à eletricidade.

O Capítulo 3 aborda a iluminação funcional, destacando os princípios atuais que norteiam uma iluminação pública de qualidade, quer sejam princípios de ordem técnica, visando eficiência e segurança, quer sejam princípios que apontam para a economia de energia e para o equilíbrio ecológico.

O Capítulo 4 trata da valorização da paisagem urbana e comenta a nova ênfase no embelezamento dos espaços urbanos, o *City Beautification* e a importância de um Plano Diretor de Iluminação para o desenvolvimento da valorização da paisagem urbana noturna.

No Capítulo 5 são apresentados os dados referentes ao levantamento de campo efetuado na Avenida Iguaçu, entre 2002 e 2005, antes e depois da reforma pela qual passou esta via, bem como as tabelas, mapas e fotos de cada período,

que permitem fazer um estudo comparativo.

No Capítulo 6 são apresentados os resultados das análises indicadas no capítulo anterior, bem como as recomendações relativas ao melhor aproveitamento da luz naquela avenida e em outras que incluem a necessidade de iluminar edifícios singulares existentes no trecho.

2 EVOLUÇÃO DA ILUMINAÇÃO PÚBLICA

Desde o Renascimento, quando as técnicas para iluminação começaram a ser desenvolvidas, um dos maiores desafios consiste na iluminação pública. Séculos se passaram até que algum tipo de equipamento pudesse iluminar com eficiência, à noite, o espaço urbano.

Ao longo da história, muitas tentativas, apesar de ineficientes, trouxeram alguma iluminação para as ruas, traduzindo o avanço tecnológico da época. Registros indicam que em Londres, em 1417, lanternas foram colocadas em pontos diferentes da cidade, o que parece ser, segundo cita Pereira (1954), o primeiro registro de iluminação pública. Dois séculos mais tarde, em Paris, foi ordenada a colocação de luzes nas janelas das casas voltadas para a rua, como meio de reduzir o crime, instituindo o binômio iluminação-segurança. Ainda nesta cidade, em 1763, foi utilizado pela primeira vez um refletor metálico denominado *reverbère*. Graças a esse refletor, uma pessoa podia ser reconhecida a uma distância de 30 passos e, em 1777, a estrada de Paris a Versailles foi iluminada permanentemente à noite.

Na Inglaterra, no início do século XIX, William Murdock desenvolveu lampiões a gás obtidos pela destilação do carvão mineral e em 1807 as ruas de Londres começaram a ser iluminadas à noite por bicos de gás. Em 1816, em Baltimore, foi fundada a primeira companhia americana para explorar a iluminação a gás (PEREIRA,1954, p.1).

No Brasil, as primeiras referências à iluminação pública datam do fim do século XVIII. É no Rio de Janeiro que, ao tornar-se capital da colônia em 1763, surgem as primeiras iniciativas de iluminação pública, consistindo então de lampadários suspensos em frente a alguns edifícios, em sua maioria igrejas e capelas, onde à noite acendia-se um candeeiro para a iluminação das imagens dos santos. Esta era a única iluminação das noites da cidade (PEREIRA,1954, p.1).

Em 1790, a iluminação pública totalizava 73 lampadários naquela cidade, distribuídos pelas suas quatro freguesias, mantidos pela população. Somente em 1794 o poder público passou a subsidiar a iluminação pública.



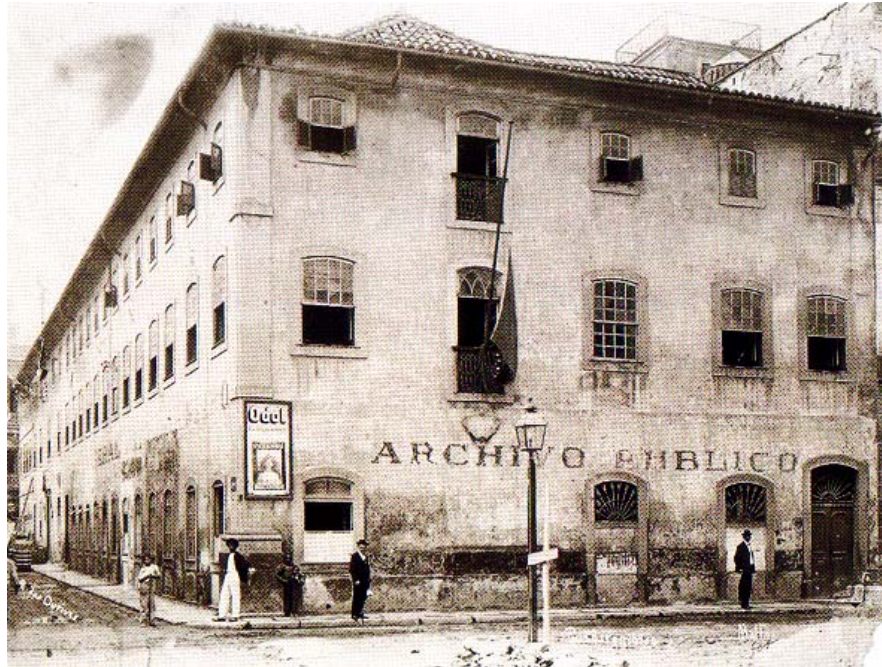
(Fonte: Acervo C. J. Dunlop, 1949)

FIGURA 1 - Iluminação pública da Rua da Alfândega esquina com Regente Feijó, Rio de Janeiro, 1906.

A vinda da família real portuguesa para o Rio de Janeiro, em 1808, exigiu mudanças na infra-estrutura urbana para oferecer melhores condições à corte que ali se estabelecia. Esse fato não deixaria de ter impacto também sobre a iluminação noturna da cidade. Foram instalados lampiões na região central – Paço Real e ruas e logradouros próximos, tendo sido iluminado também o Palácio da Quinta da Boa Vista - residência oficial de D. João VI, juntamente com a estrada que lhe dava acesso. Ao mesmo tempo, fazia-se um grande esforço para ampliar o precário serviço de iluminação pública, que utilizava como combustível o óleo de peixe.

Meio século se passou até que no Brasil fosse adotado o novo sistema de gás iluminante. Em 1851 foi assinado o contrato de concessão desse serviço entre o governo imperial e o Barão de Mauá, que instalou na região onde mais tarde se abriria o Canal do Mangue, a usina de processamento do carvão mineral. Foram construídas as tubulações e todos os equipamentos necessários à iluminação da área central do Rio de Janeiro, finalmente inaugurada em março de 1854. O Rio tornou-se, assim, a primeira cidade da América do Sul a receber a iluminação pública a gás (Dunlop, 1949, p19-20)

Na Figura 2, pode-se identificar, em frente ao prédio do Arquivo Público do Rio de Janeiro, em 1904, poste e luminária a gás.



(Fonte: MALTA et al., 1997, p.77)

FIGURA 2 - Iluminação pública da Rua da Assembléia, Rio de Janeiro, 1904.

Mas, foi no alvorecer do século XX, a partir da gestão do prefeito Pereira Passos, quando o Rio de Janeiro já tinha o status e os privilégios de capital da República, que teve início um intenso programa de urbanização, com vistas ao saneamento e embelezamento da cidade. Esse programa seguiu o modelo adotado por George Haussmann que, como prefeito de Paris, entre 1857 e 1870, promoveu uma reforma de vulto naquela cidade que incluiu a substituição das ruas estreitas e tortuosas, por ruas largas e retas; a construção de grandes obras públicas, como escolas, hospitais, bibliotecas e parques; a redefinição de parâmetros construtivos, com o objetivo de embelezamento da cidade mas, principalmente, a renovação completa dos equipamentos de infra estrutura urbana, hidráulica, de transportes e elétrica, triplicando os pontos de luz, que passaram de 12.400 para 32.320 (MALTA et al, 1997, p 77)

Como Haussmann, Pereira Passos promoveu a remodelação quase completa do Rio de Janeiro, sob a égide da modernização, do embelezamento e do saneamento. Parte desse vasto programa, que incluía aterramentos, alargamento e

abertura de ruas e avenidas, construção do porto e modernização da área central, incluía ainda a implantação da iluminação pública à energia elétrica, fornecida por uma usina térmica, de propriedade da *Société Anonyme du Gas.*, A primeira rua a receber iluminação elétrica foi a Avenida Central, hoje Avenida Barão do Rio Branco, cuja inauguração ocorreu a 15 de novembro de 1905 (MALTA et al., 1997, p 97)



(Fonte: MALTA et al., 1997, p.97)

FIGURA 3 - Iluminação pública da Avenida Central, Rio de Janeiro, 1905

Como se pode observar na Figura 3, na área central da cidade do Rio de Janeiro, em 1905, coexistiam a iluminação a gás (nos passeios laterais) e a iluminação elétrica (nos refúgios centrais).

Cabe chamar a atenção para a função ornamental dos equipamentos de iluminação - como postes, braços e luminárias - que, com suas formas variadas, contribuíam para dar um novo visual aos cenários urbanos

Na Figura 4 vê-se a iluminação em frente ao Convento da Ajuda, no Rio de Janeiro, em 1905, que foi mais tarde demolido, dando lugar à atual Cinelândia.



(Fonte: MALTA et al., 1997, p.115)

FIGURA 4 - Iluminação pública em frente ao Convento da Ajuda, Rio de Janeiro, 1905

O monumental edifício que abriga a Biblioteca Nacional foi alvo de especial atenção quanto à iluminação externa, como mostra a Figura 5.



(Fonte: MALTA et al., 1997, p.105)

FIGURA 5 - Iluminação Pública da Biblioteca Nacional, Rio de Janeiro, 1906.

No entanto, a obtenção de energia elétrica a partir do processamento do carvão mineral, apresentava limitações pela disponibilidade de matéria-prima e pelo custo de produção.

Tanto na Europa como nos Estados Unidos eram desenvolvidas pesquisas na busca de soluções novas para a iluminação das cidades. Nesse sentido, buscava-se desenvolver sistemas que utilizassem a eletricidade como fonte de energia, sendo esse um grande desafio. Uma das primeiras aplicações da eletricidade foram as chamadas velas *Jablochkoff*, lâmpadas de arco voltaico, introduzidas em Paris em 1878 e, em 1879, Londres contava com seis dessas lâmpadas. Nos Estados Unidos, em 1879, o *Public Square* de Cleveland, foi iluminado por *Brush* com doze lâmpadas de arco. O sistema *Brush* foi desenvolvido por Thomson-Houston e em pouco tempo mais de 250.000 lâmpadas de arco aberto estavam em funcionamento nos Estados Unidos (PEREIRA, 1954, p. 1).

No Brasil, também em 1879, foram instaladas seis velas *Jablochkoff* na Estação Central da Estrada de Ferro D. Pedro II, na cidade do Rio de Janeiro. A primeira instalação de iluminação pública por eletricidade foi feita em 1881, no Campo da Aclamação (hoje Praça da República), também no Rio de Janeiro, compreendendo dezesseis velas *Jablochkoff* e ainda sessenta lâmpadas tipo *Edison Electric Co.* no recinto da exposição industrial localizado na atual Praça XV de Novembro (PEREIRA, 1954, p.1)

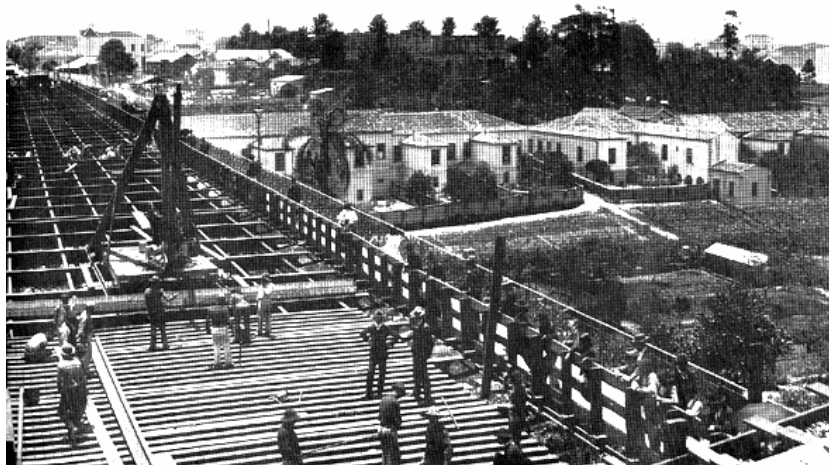
Outras cidades como Campos, no Estado do Rio de Janeiro, seguida por Rio Claro no Estado de São Paulo, Porto Alegre, Juiz de Fora, em Minas Gerais, Curitiba, Maceió e Belém, tiveram na seqüência suas ruas iluminadas pelo invento de Thomas Alva Edison. São Paulo e Rio de Janeiro somente passaram a ter iluminação pública por lâmpadas incandescentes em 1904 e 1905, respectivamente (FERREIRA, 2000, p. 27-29).

A iluminação elétrica teve seu maior impulso e expansão a partir do acordo celebrado em 1905 entre o governo do então Distrito Federal com a empresa *Light*, que já operava em São Paulo desde 1899. A companhia passava a assumir a responsabilidade pela produção, transmissão e distribuição de energia elétrica gerada por força hidráulica.

No final do século XIX, São Paulo conheceu um intenso crescimento econômico. A expansão da cultura do café, a progressiva substituição do trabalho escravo pela mão-de-obra de imigrantes europeus, a diversificação dos

investimentos que ampliaram o número de estabelecimentos industriais e bancários, tornaram a cidade um mercado atraente para o capital internacional. Antevendo o acelerado processo de urbanização e industrialização pelo qual passaria a cidade e diante da alta rentabilidade que prometiam os investimentos em dois setores fundamentais, transporte urbano e produção e distribuição de energia elétrica, a empresa canadense *Light* disputou e obteve a concessão desses serviços, já em 1899 (ELETROPAULO, 1990).

A cidade passou por um intenso período de obras, que prepararam as vias públicas para receber a infra-estrutura necessária à circulação de bondes elétricos. A Figura 6 mostra a reconstrução do Viaduto do Chá, em 1902, que recebeu reforço para suportar a passagem do bonde.



(Fonte: ELETROPAULO, 1990, v.1, p.25)

FIGURA 6 - Reconstrução do Viaduto do Chá, São Paulo, 1902

Com o objetivo de implementar um ambicioso plano de transporte urbano através de bondes elétricos, a prefeitura paulistana implantou uma extensa malha de linhas para interligar pontos extremos da cidade como Penha, Santana, Lapa, Pinheiros, Santo Amaro. Em 1912, chegava-se a um total de 188,7 quilômetros de linhas.

A Figura 7 mostra a parada de bondes no Largo de São Bento, em 1900, onde se destaca a luminária característica da época.



(Fonte: ELETROPAULO, 1990, v.1, p.105)

FIGURA 7 - Bondes no Largo de São Bento, São Paulo, 1900.

À medida que a rede de energia elétrica se espalhava pela cidade para movimentar os bondes, chegava também a iluminação das ruas que, além de atender aos itens segurança e conforto, cumpria também função estética, como, por exemplo, na imagem do Viaduto Santa Efigênia, em 1913, mostrada na Figura 8.



(Fonte: ELETROPAULO, 1990,v. 2, p. 61)

FIGURA 8 - Iluminação pública do Viaduto de Santa Efigênia, São Paulo, 1913.

Os investimentos no setor energético asseguraram a expansão da iluminação pública e a disponibilização da eletricidade para uso doméstico e industrial. A iluminação elétrica expandiu-se em todo o Brasil, onde a lâmpada incandescente, em toda a sua gama de potências, encontrou enorme campo de aplicação.

2.1 Iluminação pública em Curitiba

A iluminação pública em Curitiba, desde cedo teve seus percalços. De acordo com a narrativa de Osvaldo Pilotto, que se reporta ao período em que o Paraná ainda era a Quinta Comarca de São Paulo:

É deste tempo, o projeto de outro melhoramento notável; o referente à iluminação pública e de que resultou a aprovação, a 13 de abril de 1849, do plano de distribuição dos dezessete lampiões encomendados para a cidade, pelo qual eram designadas as casas em que seriam eles colocados. É de crer, houvesse sido bem estudada essa distribuição. Conclui-se de outra parte a ciumeira dos não contemplados, nas fachadas das suas casas com tais fontes de iluminação. Houve reclamações e conseqüentemente algumas modificações no plano. Seria uma vida nova para as noites escuras de Curitiba. Não mais haviam de tropeçar em obstáculos que às vezes eram animais. Os atoleiros das ruas ficariam visíveis aos que retornassem de visitas noturnas a amigos. O melhoramento mereceu os aplausos dos habitantes da cidade (PILOTTO, 1967, p 13).

De acordo com Pilotto (1967), as providências de execução do plano não se fizeram esperar. Em sessão da Câmara, de 19 de abril de 1849, o Presidente da Província declarou que "procurando tratar com o machinista Theodoro para este colocar os lampiões nos lugares constantes não pode conseguir que o fizesse por menos de 80\$000". Mas em junho a Câmara foi convocada para providenciar sobre o assunto pois aquele maquinista havia desistido do trabalho. Nomeou-se, então, uma comissão de vereadores que orçou em quatro mil réis a colocação de cada lampião, que só seriam pagos depois que a referida comissão verificasse se estavam mesmo bem colocados. A 23 de fevereiro do ano seguinte ficou deliberado que se recolhessem os lampiões por falta de azeite. E os curitibanos ficaram sem a iluminação pública. A 3 de fevereiro de 1852 providenciava-se azeite para três lampiões, um no quartel e dois na cadeia. Era o que sobrava do grande esforço no desejo de iluminar a cidade.

Em *Curityba de Outr'ora e de Hoje*, o historiador Romário Martins descreve o

panorama da cidade e a situação da iluminação pública nas primeiras décadas da segunda metade do século XIX:

Em 1863, apenas 10 anos após a sua elevação à capital da Província, Curitiba possuía apenas 282 casas, das quais 10 eram de sobrado. Havia mais 101 casas em construção, mas dentre estas muitas abandonadas. A Rua das Flores, actual 15 de Novembro, era a que tinha mais prédios, sendo estes em numero de 40, e 18 em construção. Dentre os 10 sobrados da cidade, 5 se encontravam nesta rua. Nela se ficavam as repartições da Policia e das Terras, e também um hotel, talvez o único, que se dava ao luxo de ter um lampeão á porta, facto certamente de importância na época porque o referem os chronicistas. A Praça da Matriz se presumia ser o centro de mais incremento urbano e representativo da capital. Tinha 43 casas, mas somente 2 em construção e quanto a sobrado...só a cadeia. Em compensação tinha 2 lampeões, 1 relógio e 1 pára-raios. A Matriz em construção era o seu orgulho, pois já por esse tempo empinavam-se-lhe aos flancos as suas torres, que se fenderam, obrigando a sua demolição em 1876 (MARTINS, 1922).

É bem verdade que Curitiba teve, a exemplo de outras cidades, um sistema público de iluminação que antecedeu à disponibilidade da energia elétrica. Houve tempos, como em 1870, que as únicas luzes disponíveis nas ruas e praças vinham de candeeiros abastecidos com óleo de peixe ou de mamona, sistema que evoluiu em 1874 com o uso de querosene, inaugurado com grande festa. Relatos da época contam que defronte da Câmara Municipal, então na Praça Tiradentes, o Presidente da Província, Frederico Abranches, inaugurou a iluminação pública a querosene dando vivas "à Sua Majestade Imperial" e agradecendo o empenho do Presidente da Câmara, João José Pedrosa (MARTINS, 1922, p. 18).

Depois disso, em 1876, registra-se nova tentativa de iluminar as noites curitibanas, quando uma empresa do Rio de Janeiro propôs, a pedido da Secretaria da Presidência da Província do Paraná, iluminação pública a gás para Curitiba e Paranaguá (BOLETIM DO ARQUIVO PÚBLICO DO PARANÁ, 1983).

No dia 9 de setembro de 1890, foi assinado o contrato entre o presidente da Intendência Municipal, Vicente Machado da Silva Lima, e a Companhia Água e Luz do Estado de São Paulo, para dotar a cidade de um sistema de iluminação com, no mínimo, intensidade correspondente a quatro mil velas esteáricas. Pelo contrato, a empresa paulista comprometia-se a fornecer essa iluminação "*todas as noites do seguinte modo: no inverno, das seis horas da tarde às quatro e meia da manhã; no verão, das sete horas da tarde às quatro da manhã; inclusive as noites de luar*" (BOLETIM DO ARQUIVO PÚBLICO DO PARANÁ, 1983)



(Fonte: acervo da Casa da Memória, Curitiba, 2001)

FIGURA 9 - Iluminação pública da rua José Bonifácio, Curitiba, 1898.

A primeira lâmpada elétrica a funcionar no Paraná, em 1886, em caráter demonstrativo transformou-se num grande acontecimento social. Isso ocorreu na noite de 19 de dezembro no Passeio Público, diante de 3 mil pessoas. Assim relatou o administrador do logradouro Francisco Fontana, em carta ao presidente da Província:

Graças ao cavalheirismo e desinteresse do Sr. Schewing, foi colocado um foco elétrico no Passeio, produzindo excelente resultado. Importante foi o auxílio do engenheiro J. Lazzarini que, com a maior vontade e sumo desinteresse, tomou a seu cargo a colocação dos fios elétricos". (BOLETIM DO ARQUIVO PÚBLICO DO PARANÁ, 1983)

Os jornais, a exemplo da Gazeta Paranaense, também destacaram a realização, ao ressaltar que *"a lâmpada elétrica produziu uma luz firme e maravilhosa. O gerador foi instalado para informar à Província sobre o mais novo prodígio da ciência moderna - a luz elétrica"* (COPEL, 1990, p 11). Inaugurada oficialmente a 12 de outubro de 1892, a usina – construída e dirigida pelo engenheiro Leopoldo Starck - operava com duas máquinas a vapor fabricadas na Hungria, que produziam 44 cavalos de força consumindo 200 metros cúbicos de lenha por dia. A população de Curitiba, na época, era estimada em 40 mil habitantes (COPEL, 1990).

A concessão permaneceu com a companhia paulista apenas até o ano de 1898, quando foi adquirida, juntamente com a usina já mencionada, pelo grupo curitibano José Hauer e Filhos. A partir de 1910 passou para o grupo canadense Amforp, que constituiu a Companhia Força e Luz do Paraná.

Com a chegada da energia elétrica no final do século XIX a iluminação pública tornou-se parte integrante do cotidiano. No início do século XX finalmente os curitibanos puderam trafegar durante a noite em segurança. Mudanças profundas começaram a ter lugar também em outros aspectos da vida na cidade. A possibilidade de iluminar o espaço urbano durante o período noturno gerou repercussão nos hábitos e costumes dos curitibanos e surgiram novas opções de lazer e entretenimento.

Um exemplo interessante é o do *Colyseu Curitybano*, a respeito do qual relata Angela Brandão:

Os cartazes já deviam estar espalhados por toda a cidade. Pairava uma certa curiosidade em torno àquele novo lugar, que seria inaugurado dentro de alguns dias, construído num dos pontos centrais da pequena cidade de Curitiba. Era o ano de 1905. O novo centro de diversões se propunha a oferecer aos freqüentadores as mais variadas atrações. Diziam os cartazes: *Domingo, 12 do corrente, terá lugar a inauguração deste maravilhoso Colyseu, Paraíso das Famílias, onde passarão horas agradabilíssimas devido a imensidade de folguedos infantis. Estréia do sensacional FERRO CARRIL AÉREO. Tiro ao alvo. Guerra aos ovos dançantes. Kalloscopedio automático, vistas panorâmicas das grandes cidades do mundo e das mais célebres demi mondaines. GALINHAS MÁGICAS as quais podem botar milhares de ovos de alumínio, bonito presente para as crianças. POLYPHON – A última criação musical automática Exposição de chimpanzés amestrados e a Águia Real. Inauguração do moderno Sport Skating Rink (patinação) cujo circo foi construído com todas as comodidades apetecíveis. BOSQUE DE BOLOGNE Funcionará o surpreendente carrossel mecânico, divertimento Muito apreciado nas grandes capitais do mundo. Às seis horas da tarde, elevação de dois grandes Balões, um sistema Santos Dumont e outro Seveco. EXCELENTE SERVIÇO DE BOTEQUIM. DUAS BANDAS DE MÚSICA ABRILHANTARÃO A FESTA .ENTRADA FRANCA! DOMINGO, TODOS AO COLYSEU! AO COLYSEU, TODOS, DOMINGO!* (BRANDÃO, 1994, p 16)

A inauguração foi assunto de destaque na imprensa local. Um cronista, no dia seguinte à inauguração, além de outros comentários, destacava: *“A noite achava-se profusamente iluminada à luz elétrica...”* (BRANDÃO, 1994, p.17)

A área central da cidade foi a primeira a ser contemplada com os benefícios da iluminação pública. Na praça Tiradentes, em frente à Igreja Matriz, observa-se em fotos da década de 1930, postes e luminárias similares aos utilizados hoje em dia nas ruas centrais e praças da cidade. Nessa época, foram instaladas também

luminárias suspensas por cabos de aço e equipadas com lâmpadas incandescentes no eixo das principais ruas e avenidas de Curitiba.



(Fonte: Acervo da Casa da Memória, Curitiba, 2001)

FIGURA 10 - Iluminação pública da Praça Tiradentes, Curitiba, década de 1930.

A partir de 1930, a cidade de Curitiba e região circunvizinha foram abastecidas pela Companhia Força e Luz do Paraná - CFLP, absorvida posteriormente pela Companhia Paranaense de Energia - COPEL, atual concessionária desse serviço.

Nas décadas de 40 a 50 a CFLP realiza esforços para ampliar a oferta da pioneira usina hidrelétrica – Usina de Chaminé -, construindo mais uma usina hidrelétrica – Guaricana - e uma usina diesel elétrica – a de Capanema, alcançando 402.561.000 kWh em 1970. O atendimento, em 1971, abrangia 118.000 consumidores na área de sua concessão, que abrangia além de Curitiba, os municípios de Rio Branco do Sul, Bocaiúva, Almirante Tamandaré, Piraquara e Mandirituba. Com referência à expansão do serviço de iluminação pública, em menos de um ano a CFLP duplicou o total de lâmpadas instaladas em Curitiba, elevando seu montante de 10 para 20 mil – um recorde sem dúvida notável (CFLP, 1971, p. 03).

Até 1992, a responsabilidade pela iluminação pública cabia à empresa concessionária de energia elétrica, a quem cabia também o planejamento e a

execução da expansão, manutenção e modernização do sistema. A partir dessa data, houve uma divisão de responsabilidades entre a COPEL e o Município, respondendo a primeira pela infra-estrutura de distribuição: postes, condutores, transformadores e pelo fornecimento de energia, assumindo a Prefeitura a tarefa de planejar, executar serviços de manutenção e substituição de braços, luminárias e lâmpadas, elementos diretamente ligados à iluminação.



(Fonte: Acervo da Casa da Memória, Curitiba, 2001)

FIGURA 11 - Iluminação pública da Avenida João Gualberto, Curitiba, década de 1980.

O quadro da iluminação pública mais recente de Curitiba e das questões a ela relacionadas podem ser fornecidos por uma série de matérias publicada nos jornais locais, principalmente no Jornal Gazeta do Povo:

Curitiba é considerada uma das capitais brasileiras mais iluminadas, cujo sistema de iluminação pública está dotado de lâmpadas incandescentes nas ruas menos movimentadas da periferia da cidade, de luminárias mais claras e potentes a vapor de mercúrio nas vias de maior circulação de veículos e faróis a vapor de sódio nas vias rápidas e ruas principais do anel central (GAZETA DO POVO, 08/09/85)

Alguns anos mais tarde, nova matéria faz referência ao tema ao comentar a palestra proferida em Curitiba pelo engenheiro Jean-Louis Mignard, do Centro de Segurança e de Técnicas Viárias da França que, ao analisar a iluminação pública de Curitiba, introduz conceitos ambientais na iluminação de ruas e recomenda:

Antes de se fazer qualquer projeto de iluminação pública é importante refletir sobre os objetivos que se quer atingir e, a partir de então, pensar na concepção do projeto. A instalação pública também envelhece com o tempo. É preciso associar nesta concepção também as responsabilidades pela manutenção.[...] A iluminação não pode ser considerada somente para circulação viária. Ela deve conceber outras funções para a noite, participando do ambiente geral da cidade. Cada lugar tem funções particulares, um passado diferente (GAZETA DO POVO, 06/09/96).

Em 1997, a prefeitura iniciou a substituição gradativa das 114 mil lâmpadas utilizadas na iluminação pública em Curitiba, das quais 92% utilizavam vapor de mercúrio, pelas de vapor de sódio. A prioridade era para ruas importantes do sistema viário, de passagem do transporte coletivo, locais onde o comércio tivesse sido ampliado ou que apresentassem problemas de violência. Segundo o Jornal Diário Popular, o IPPUC havia adotado esse procedimento porque, além de não serem prejudiciais ao meio ambiente, as lâmpadas de sódio reduzem o custo de manutenção, tinham vida útil duas vezes maior e fluxo luminoso 55% acima das lâmpadas tradicionais (DIÁRIO POPULAR, 30/07/97).

Em 1999, nova matéria do Jornal Gazeta do Povo aborda a preocupação crescente das autoridades do município com o necessário controle do consumo e economia de energia e revela as medidas tomadas na área da iluminação pública para a redução do consumo:

Curitiba participa hoje do Programa de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica – o Procel – da Eletrobrás, cujo objetivo é promover a redução do consumo de energia elétrica das cidades, uma vez que criar novas fontes (as usinas hidroelétricas) representa um investimento bastante pesado para a União. A partir de maio, 86.201 (83,7% do total de pontos de iluminação pública da cidade) lâmpadas a vapor de mercúrio, da iluminação pública de Curitiba, serão substituídas por modelos a vapor de sódio, que é considerado mais econômico e com maior poder de luminosidade. Curitiba tem hoje uma rede de iluminação pública com 118 mil luminárias, das quais 102,9 mil ficam nas ruas e 15,1 mil nos parques e praças. A rede já conta com 7,8 mil luminárias de vapor de sódio, localizadas principalmente nas ruas mais centrais e com maior movimento da cidade. Todas as luminárias de mercúrio serão substituídas (GAZETA DO POVO, 24/11/99).

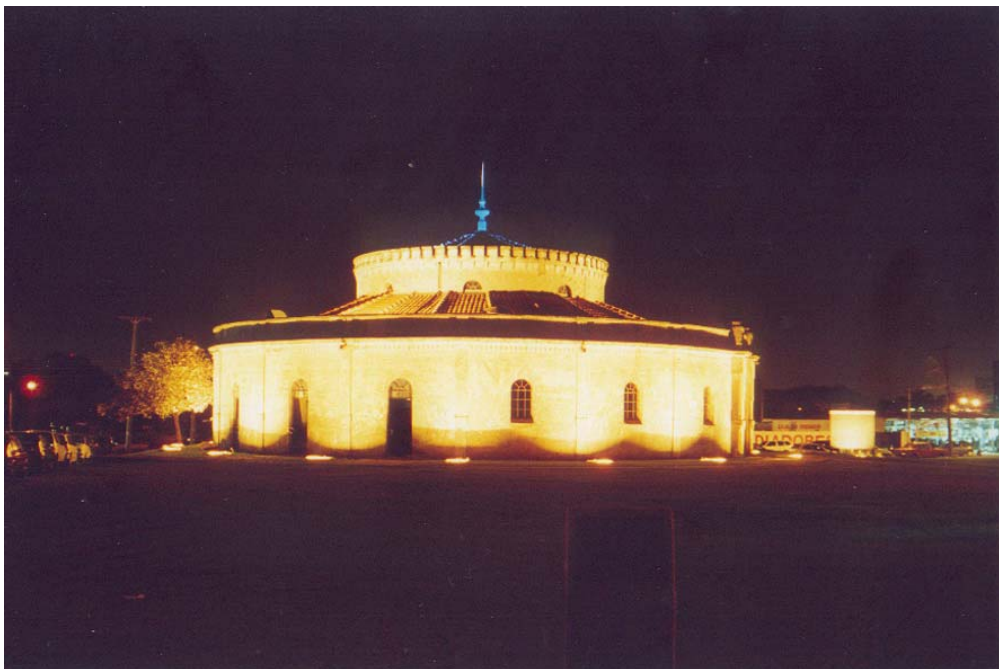
No ano de 2002, ocorreram os primeiros projetos para utilização de iluminação pública como fator de animação do ambiente urbano. A primeira iniciativa deu-se em direção ao movimento de valorização da paisagem noturna com o projeto de reforma da Avenida Iguaçu e, posteriormente, da Avenida Manoel Ribas, essa última pelo seu potencial turístico.



(Fonte: ERS, Curitiba, 2005)

FIGURA 12 - Iluminação pública da Avenida Manoel Ribas

Também o Teatro Paiol foi alvo de projeto específico, no ano de 2004, com a utilização da iluminação para revalorização do edifício.



(Fonte: ERS, Curitiba, 2005)

FIGURA 13 - Iluminação do Teatro Paiol, Curitiba, 2004.

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

Este pensamento cenográfico tem desdobramentos que serão analisados na seqüência deste trabalho.

3 ILUMINAÇÃO PÚBLICA

Uma das finalidades da iluminação pública é fornecer visibilidade para trânsito de veículos em ruas e rodovias, para pedestres nas calçadas, parques e praças, em pátios de estacionamento ou de indústrias.

O espaço arquitetônico é percebido e apreciado basicamente pelo seu aspecto visual. Os espaços são concebidos e construídos para permitir o desenvolvimento das atividades humanas - e têm fortes ligações com a visão.

Assim, além de proporcionar iluminância suficiente para oferecer segurança ao trânsito de veículos e de pedestres, facilitar a manutenção da lei e da ordem e definir hierarquia de vias e eixos de referência, o resultado que ainda se espera da iluminação pública é a de destacar, tornar visível e valorizar obras com significado importante para a cidade. A apreciação e utilização dos espaços somente será satisfatória se houver iluminação condizente.

3.1 A iluminação pública funcional

Todo projeto de iluminação pública deve ter como meta fornecer a quantidade de luz necessária para garantir segurança, conforto e eficiência às atividades que serão desenvolvidas. Deverá também minimizar a fadiga visual, pela adoção de medidas contra o ofuscamento e pela manutenção de uniformidade. A seleção das lâmpadas obrigatoriamente deve levar em consideração a reprodução de cores, que muitas vezes é negligenciada sob a crença, com base em aspecto puramente técnico, que apenas a identificação de obstáculos ou pessoas é suficiente. O projeto deve ser ecologicamente correto e utilizar lâmpadas e luminárias que sejam energeticamente eficientes e que não causem poluição luminosa.

Segundo o CIE – *Comission Internationale de l'Eclairage*, duas grandes áreas devem ser enfatizadas para o desenvolvimento harmonioso dos projetos: a interação entre iluminação para os automóveis e a destinada aos pedestres em termos de conforto, segurança, preservação do meio ambiente e a conservação de energia.

No Brasil, como os projetos de iluminação das cidades geralmente são desenvolvidos pelo poder público e com a finalidade de buscar menor investimento e condições mínimas de utilização, o enfoque mais comumente adotado é o da Norma

Brasileira - NBR 5101, da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, na qual a pista de rolamento é o objetivo principal. Todos os cálculos são desenvolvidos com o intuito de prover a iluminância determinada pela norma, sem a preocupação com o ambiente arquitetônico. A iluminância necessária para uma boa iluminação da via pública é função da intensidade do trânsito e da velocidade média dos veículos que por ela circulam. A classificação e zoneamento das vias, portanto, é feita segundo sua importância para cada um dos usos principais (trânsito de veículos, trânsito de pedestres, comércio, entre outros aspectos).

3.1.1 Classificação das vias públicas

A norma brasileira NBR 5101, referente à Iluminação Pública classifica as vias públicas pela sua natureza, pelo volume de trânsito motorizado e pelo trânsito de pedestres. A classificação das vias públicas pela NBR 5101 é mostrada na Tabela 1.

TABELA 1 - Classificação das vias públicas

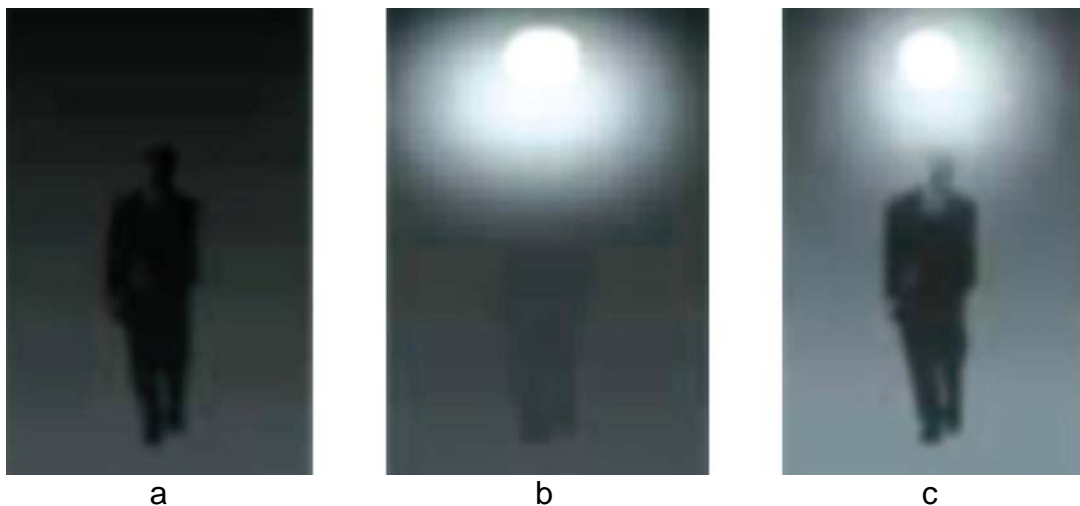
PELA SUA NATUREZA	
Classificação	Tipos de vias
Classe A	Vias rurais ou estradas
Classe B	Vias de ligação entre centros urbanos e suburbanos
Classe C	Vias urbanas, caracterizadas pela existência de construções ao longo da via e a presença de trânsito motorizado ou de pedestres em maior ou menor escala
Classe D	Vias especiais
PELO VOLUME DE TRÂNSITO MOTORIZADO	
Classificação	Volume de trânsito noturno* de veículos por hora em ambos os sentidos, em uma única pista
Leve (L)	150 a 500
Médio (M)	501 a 1200
Intenso (I)	Acima de 1200
PELO TRÂNSITO DE PEDESTRES	
Classificação	Pedestres cruzando vias com trânsito motorizado
Sem (S)	Como nas vias arteriais rurais
Leve (L)	Como nas vias residenciais médias
Médio (M)	Como nas vias comerciais secundárias
Intenso (I)	Como nas vias comerciais principais

(*) O volume de trânsito noturno refere-se às médias obtidas nos períodos entre 18 e 21 horas, nas velocidades regulamentadas por lei.

A partir da definição desses parâmetros, a NBR 5101 prevê a iluminância e uniformidade necessárias.

A iluminância média é um dos pontos básicos de um projeto de iluminação. O valor mais baixo da iluminância (E mínimo) sobre o eixo das pistas não deverá ser inferior a um quarto da iluminância máxima (E máximo) sobre o mesmo eixo (fator de uniformidade no eixo da pista superior a 0,25). Para que o trânsito seguro de automóveis e pessoas possa ser garantido, outros parâmetros também deverão ser incluídos como estratégia de projeto. Os critérios básicos devem ser voltados para a reprodução de cores e contra a ocorrência de ofuscamento e poluição luminosa.

A identificação de obstáculos e pessoas depende dos contrastes. É a luminância que garante a sensibilidade ao contraste. Assim, quanto maior o brilho, maior a percepção dos detalhes. Por outro lado, o contraste excessivo causa ofuscamento. Em decorrência, a uniformidade passa a ser fator de segurança. Não basta que os cálculos indiquem iluminâncias corretas se ocorrerem diferenças muito pronunciadas de luminâncias. Essas diferenças ocasionam uma camuflagem no caminho, dificultando a percepção de obstáculos e a identificação de pessoas, como é exemplificado na Figura 14.



14a) em condições de baixa iluminância o reconhecimento fica prejudicado. 14b) ofuscamento causado pelas diferenças muito acentuadas na luminância. 14c) incremento na luminância do ambiente torna o objeto visível

(Fonte: FGL, 2004)

FIGURA 14 - Relação entre a iluminância e as diferenças de luminância

O controle do ofuscamento traz conforto, segurança e diminui a poluição luminosa. O ofuscamento pode ser apenas desconfortável porém, em casos

extremos, chega a ser inabilitador, o que pode ocorrer quando a luz de um farol incide diretamente na direção do observador. Existe uma outra forma de ofuscamento, chamada ofuscamento psicológico que ocorre quando existe uma diferença de luminâncias muito grande no campo visual e o olho não consegue adaptar-se a essa diferença. A fonte luminosa lança luz difusa e intensa sobre a retina que cria um efeito semelhante a um véu, reduzindo o contraste das imagens do conjunto (Figura 14b). Esse tipo de ofuscamento pode ser evitado pela especificação correta dos equipamentos de iluminação ou pelo incremento da luminância do ambiente (Figura 14c).

Para vias de trânsito intenso, sem pedestres, os critérios de projeto devem ater-se à norma, uma vez que as influências arquitetônicas e de percepção ambiental serão mínimas. No entanto, para ruas residenciais ou comerciais, onde a presença de pedestres é maior e o trânsito motorizado é mais lento, será necessário um cuidado maior por parte das premissas de projeto. A iluminação, nesse caso, passa a desempenhar um papel importante na paisagem urbana noturna e ajuda a moldar o caráter do ambiente, a transmitir segurança e a conferir uma identidade ao local.

3.2 A iluminação pública e segurança

Considera-se que 80% das impressões sensoriais que registramos devem-se à visão. Portanto, parece lógico que condições de pouca ou de má iluminação reduzam as informações que chegam ao cérebro. No caso de trânsito motorizado, falta ou excesso de iluminação pode se constituir numa condição muito perigosa. Uma pesquisa efetuada pelo Ministério dos Transportes da Alemanha concluiu que, ao dobrar a luminância das ruas, o número de acidentes diminui em 28% (FGL, 2004). Para pedestres, má iluminação causa insegurança tanto pela possibilidade de acidentes, bem como de assaltos ou atos criminosos.

A iluminação deve permitir o reconhecimento de pessoas a distâncias razoáveis, garantindo a sensação de segurança. Em zonas públicas pode-se definir como razoável a distância entre 10 e 3 metros, sendo este último o limite para adoção de ações evasivas. Massera (2000) cita o Guia para Iluminação de Áreas Urbanas da CIE, que recomenda a distância mínima de 4 metros para que se

reconheçam sinais de hostilidade e sejam adotadas ações defensivas, atingido através de iluminância adequada, vertical à altura do rosto.

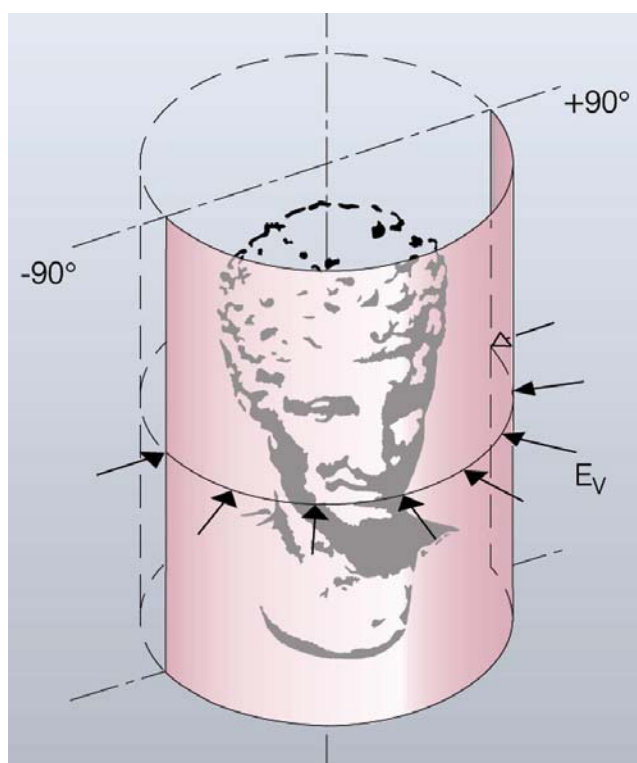
Massera (2000) recomenda ainda a iluminância vertical (E_v) mínima adequada para diferentes situações, mostrada na Tabela 2.

TABELA 2 - Iluminância vertical mínima em diferentes situações

Situação	E_v Mínima
Reconhecimento de rostos (locais de reunião de pessoas, parques, praças)	8 Lux*
Para caminhos em parques públicos e zonas residenciais	1 Lux
Zonas de pedestres no centro das cidades	5 Lux
Locais de paradas e permanência (parada de ônibus, etc.)	15 Lux

(*) Nessas situações a Iluminância horizontal (E_h) mínima recomendada é de 20 Lux. (Fonte: Massera, 2000, p.52-55)

Recomenda-se uma iluminância semi-cilíndrica mínima de 1 Lux a 1,5 metros de altura sobre o piso para que seja possível o reconhecimento de atitudes a uma distância de 4 metros. A 10 metros de distância (maior tempo de reação), recomenda-se 2,7 Lux.



(Fonte: FGL, 2004)

FIGURA 15 - Iluminância semi-cilíndrica

A relação para uma iluminação bem balanceada deverá ser $0,8 < E_v/E_h < 1,3$ Lux. O aspecto do rosto de uma pessoa não deve ser extremamente duro, com acentuados contrastes, nem plano e uniforme. O modelado das feições deve permitir destacar suas características e a naturalidade na aparência geral das pessoas. Este aspecto é também considerado na escolha de luminárias, altura de montagem e reprodução de cores da lâmpada, principalmente em locais de maior uso peatonal (MASSERA, 2000, p.52-55).

3.3 Poluição luminosa

Nos últimos anos, o termo poluição luminosa tem se popularizado na Europa e também nos Estados Unidos. No Brasil, a preocupação com o problema está restrita aos círculos especializados, principalmente em arquitetura, eletricidade e astronomia.

O crescimento urbano fez aumentar a necessidade da iluminação pública. O uso sem critérios de luminárias, sem refletores adequados, sem direcionamento racional da luz e sem controle de ofuscamento, provoca poluição luminosa. Esse tipo de poluição, que passa despercebida pela maioria das pessoas, não permite ver as estrelas, causa ofuscamento e distrações que podem causar acidentes.

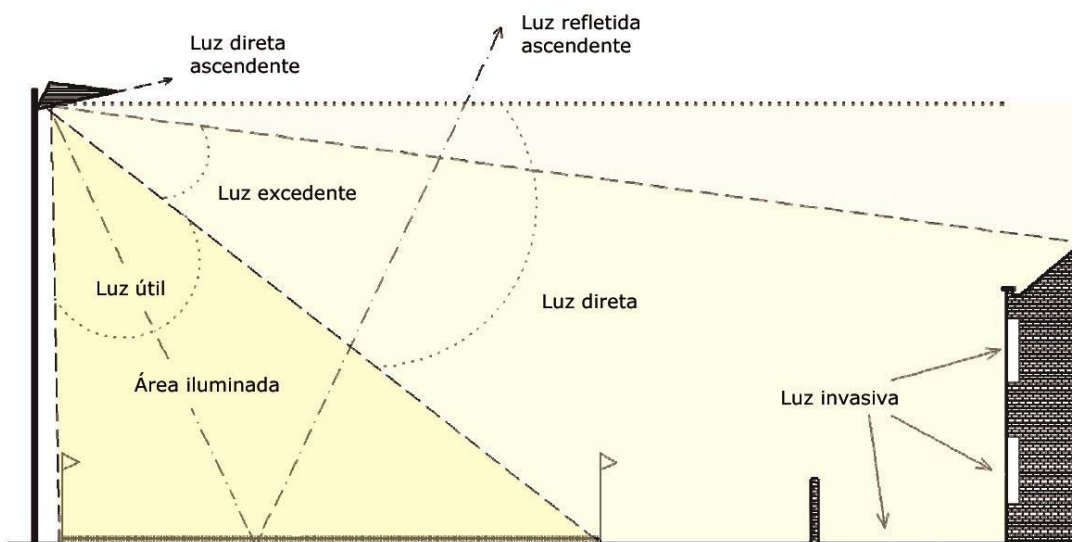
As conseqüências mais comuns da poluição luminosa são o ofuscamento, a invasão luminosa e o desperdício de energia. O ofuscamento pode variar de uma situação incômoda até cegueira momentânea e, sempre que existe ofuscamento, há também perda de luz e a conseqüente perda de energia. A invasão luminosa diz respeito ao desperdício causado pelo excesso de iluminação de casas, quintais e pátios e que se agrava pela iluminação excessiva em *shoppings*, super mercados e postos de serviço. Toda vez que a iluminação é direcionada para onde não foi planejada, existe desperdício de energia, uma vez que a condição ideal da iluminação seria a de dirigir totalmente o fluxo luminoso para o ponto a ser iluminado.

Até recentemente, a poluição luminosa não era considerada um problema para o meio ambiente. Atualmente sabe-se que esse tipo de poluição modifica as condições normais de luminosidade e interfere no desenvolvimento da vegetação e no ciclo de vida dos animais. Existe, atualmente, um movimento internacional

alertando para o problema, o que tem levado muitos países a propor legislação apropriada, no sentido de regulamentar limites e padrões que controlem a iluminação pública. Estudos indicam que grande parte da energia que lhe é destinada está sendo desperdiçada anualmente pela sua utilização ineficiente ou ineficaz.

A prevenção da poluição luminosa pode trazer muitos benefícios para as cidades. Ao economizar energia, diminui-se a poluição ambiental pelo menor consumo de combustíveis fósseis e de eletricidade, com menor necessidade de usinas hidrelétricas e redução dos impactos ambientais delas decorrentes. Ainda, a utilização racional da iluminação pública pela instalação de luminárias com controle rígido de direcionamento do fluxo luminoso, além de economizar energia, “trará de volta” as estrelas e aumentará a segurança de pedestres e motoristas.

Com alguns cuidados simples a maior parte da poluição luminosa poderia ser evitada. O problema pode ser controlado pelo direcionamento correto das fontes de luz, controle do ofuscamento e utilização correta das lâmpadas que podem reduzir a poluição ao mínimo. A Figura 16 mostra esquematicamente como ocorre o desperdício de luz e energia na iluminação pública.



A poluição luminosa ocorre fora da área delimitada como luz útil. (Fonte: IEL, 2003)

FIGURA 16 - Esquema de desperdício de luz e energia na iluminação pública.

O IESNA – Illuminating Engineering Society of North América, em 1999, propôs a regulamentação de luminárias para iluminação pública baseada na linha de

corde da emissão luminosa "*cutoff*". Pela proposição, somente seriam permitidas luminárias que não emitissem radiação luminosa acima de 90° do eixo da luminária, ainda que somente 10% da emissão luminosa estivesse na faixa entre 80° e 90°.

O ILE– Institution of Lighting Engineers (2003) indica alguns procedimentos para a diminuição dos efeitos da poluição luminosa:

- Não super iluminar. O excesso de iluminação é a causa principal da poluição luminosa e do desperdício de energia. A correta aplicação de normas e regulamentos poderá auxiliar no dimensionamento correto dos equipamentos. Este procedimento indica claramente que somente pessoas qualificadas devem ser responsáveis pelas políticas de iluminação pública;

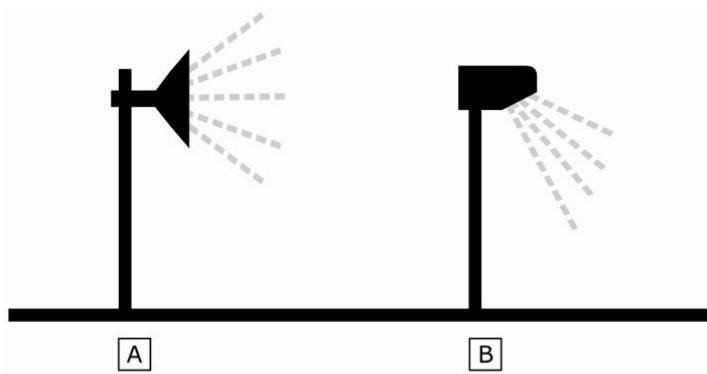
- Desligar a iluminação que não for necessária para segurança, serviços ou para o realce da paisagem noturna. Esse procedimento necessita de regulamentos ou legislação que determinem que, durante um certo período da noite, quando o número de pessoas é menor, as luzes não essenciais sejam desligadas. Esse procedimento poderia ser adotado principalmente em instituições e edifícios não residenciais onde não exista atividade noturna. Letreiros e *outdoors* deveriam ser dotados de *timers* para que após uma determinada hora as lâmpadas fossem desligadas;

- O uso de equipamento de iluminação que não permita ou que minimize a dispersão da luz acima da horizontal.(Figuras 17 a 21) A seleção dos equipamentos de iluminação deve ser tal, que o ofuscamento e a invasão luminosa seja mínima. O ofuscamento também é reduzido pelo uso de luminárias com distribuição assimétrica do fecho luminoso, direcionada corretamente para a superfície a ser iluminada. Para iluminação monumental devem ser selecionadas luminárias com fachos bem definidos, de modo a que a iluminação possa ser direcionada exclusivamente para o objetivo, reduzindo a invasão e o ofuscamento.



Situação A não aconselhável – Situação B desejável (Fonte: IEL, 2003)

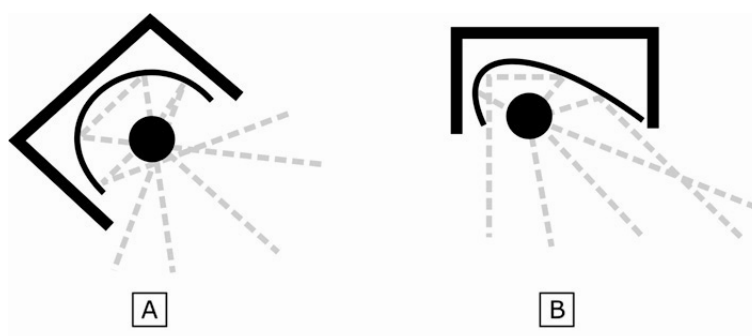
FIGURA 17 - Esquema de desperdício de luz e energia na iluminação pública.



Situação A não aconselhável – Situação B desejável (Fonte: IEL, 2003)

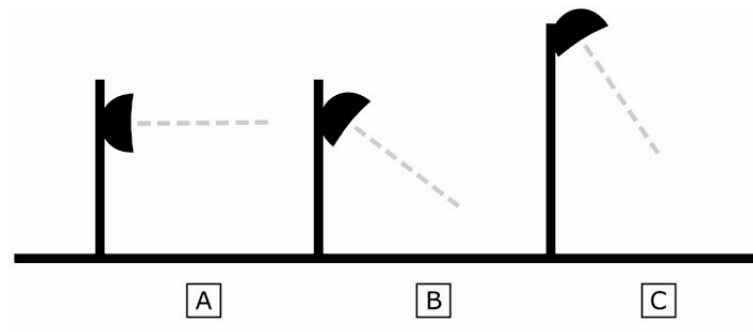
FIGURA 18 - Esquema de desperdício de luz e energia na iluminação pública.

- O ofuscamento será mínimo se o direcionamento da luminária em direção ao observador for mantido abaixo de 70° . Alturas de montagem mais altas permitem ângulos menores, reduzindo o ofuscamento. Em áreas com pouca iluminação, o ofuscamento pode ser inabilitador, assim o cuidado com o posicionamento e o direcionamento dos equipamentos de iluminação deve ser muito maior. Na iluminação de estruturas verticais, letreiros, *outdoors* e monumentos, sempre que possível direcionar a luz de cima para baixo. Se não for possível, o uso de anteparos, aletas ou *louvres*, ajudam a reduzir a dispersão da luz a um mínimo.



Situação A não aconselhável – Situação B desejável (Fonte: IEL, 2003)

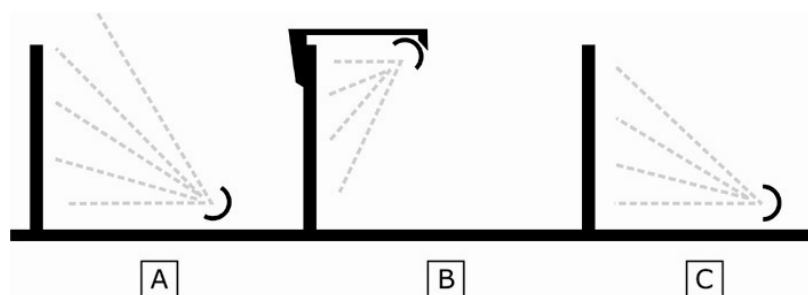
FIGURA 19 - Esquema de desperdício de luz e energia na iluminação pública.



Situação A não aconselhável – Situação B tolerável – Situação C desejável (Fonte: IEL, 2003)

FIGURA 20 - Esquema de desperdício de luz e energia na iluminação pública.

- Na iluminação de ruas, a luz próxima e acima da horizontal deve ser reduzida ao mínimo para eliminar ofuscamento e invasão luminosa. O uso de luminárias com *cutoff* total instaladas horizontalmente, permite que a invasão e a dispersão luminosas sejam mínimas.



Situação A não aconselhável – Situação B e Situação C desejável (Fonte: IEL, 2003)

FIGURA 21 - Esquema de desperdício de luz e energia na iluminação pública.

A princípio pode parecer que existe uma exclusão mútua entre a valorização urbana e o controle da poluição luminosa. Um plano diretor convenientemente discutido promoverá os dispositivos legais necessários para que os resultados possam contemplar os dois aspectos do problema.

No ILE (2003), existe uma recomendação que atribui valores máximos para invasão luminosa, que pode ser tomado como base para a coexistência dos dois programas. Nessa recomendação são definidas categorias de ambiente e a limitação da luz invasiva em instalações de iluminação pública de acordo com as categorias de ambiente, como se pode observar nas Tabelas 3 e 4.

TABELA 3 - Categorias de ambiente

	Categoria	Exemplos
E1	Áreas intrinsecamente escuras	Parques Nacionais, áreas de beleza natural relevantes, etc.
E2	Áreas pouco iluminadas	Vilas e pequenas localidades rurais
E3	Áreas medianamente iluminadas	Centro de pequenas cidades ou localidades
E4	Áreas muito iluminadas	Centro de grandes cidades, locais onde existe grande atividade noturna

(Fonte: IEL, 2003)

TABELA 4 - Limitação da luz invasiva e categorias de ambiente

Limitação da Luz Invasiva em Instalações de Iluminação Pública							
Ambiente	Brilho do Céu ULR*	Luz invasiva através de janelas Ev** (Lux)		Intensidade da Fonte I*** (kcd)		Luminância**** do Edifício (4) antes do horário de corte	
		Antes do corte (2)	Após o corte	Antes do corte	Após o corte	Média L (cd/m ²)	Máximo L (cd/m ²)
E1	0	2	1*	0	0	0	0
E2	2,5	5	1	20	0,5	5	10
E3	5	10	2	30	1	10	60
E4	15	25	5	30	2,5	25	50

(*)ULR – Upward Light Ratio (máxima percentagem do fluxo luminoso total da instalação que pode ser direcionado para o céu.

(**)Ev – Iluminância Vertical

(***)I – Intensidade Luminosa (Candela)

(****)L – Luminância (Candela /m²)

3.4 A iluminação pública e a vegetação

A arborização tem funções muito importantes para o meio ambiente urbano e que não podem ser negligenciadas pois, de acordo com Pivetta e Silva Filho (2002) proporciona bem estar psicológico, melhora o efeito estético da cidade, fornece

sombra para pedestres e veículos, protege e direciona o vento, diminui a poluição sonora, reduz a erosão e preserva a fauna silvestre.

A implantação das redes de facilidades, tais como água, esgoto e eletricidade e, por conseqüência, da iluminação pública, gera interferências e conflitos com a arborização urbana, principalmente pela falta de coordenação entre os responsáveis pelos projetos de implantação de um e do outro sistema.

Segundo Scherer Jr. (1995), existe uma constante incompatibilidade entre iluminação pública e a arborização urbana. A crescente utilização de lâmpadas à vapor de sódio e a necessidade de grandes alturas de montagem, de modo a obter rendimento máximo, geram conflitos com a vegetação e, como conseqüência, a diminuição da eficiência do sistema e o aumento de zonas de sombra que gera insegurança para o cidadão, como se pode observar na Figura 17.

Essas influências comumente não são previstas na implantação da arborização urbana, com as árvores ainda baixas. Os obstáculos à luz se apresentam à medida em que elas crescem quando recorre-se então às podas, que muitas vezes destroem a função vital e o aspecto da árvore (MANZANO et al., 1995). As plantas somente se desenvolvem corretamente em local apropriado, caso contrário podem ocorrer alterações no porte, floração e frutificação, além de tornarem-se mais suscetíveis às pragas e doenças (PIVETTA e SILVA FILHO, 2002).

A solução para esses conflitos deve passar por uma integração dos órgãos municipais responsáveis pela urbanização e pela arborização e também pelas concessionárias de energia. O desenvolvimento coordenado dos projetos de implantação de redes e da arborização pode minimizar custos e melhorar o recinto urbano. Dependendo do tipo de arborização, itens como distância entre os pontos de iluminação, altura de montagem e tipo de luminária devem ser ajustados. Deve-se ainda considerar, na seleção das espécies a serem plantadas, a sua capacidade de adaptação, sobrevivência e desenvolvimento no local de plantio. (Geolinks Geólogos Associados Ltda, 1999).



(Fonte: ERS, Curitiba, 2005)

FIGURA 22 - Interferência da arborização na iluminação pública

No projeto, além da escolha da espécie mais apropriada ao ambiente, bem como o afastamento entre elas, a localização dos equipamentos de iluminação deverá ser cuidadosamente estudada. Para vias expressas, onde o trânsito é basicamente automotivo, devem ser projetadas luminárias com altura de montagem maior, intercaladas dos dois lados da pista para melhor aproveitamento da luz. Locais onde os pedestres desenvolvem atividades devem ter iluminação suplementar com altura de montagem menor, preferencialmente abaixo do início da copa das árvores. A utilização de luminárias baixas direcionadas para o piso das calçadas elimina a insegurança gerada pela penumbra provocada pela vegetação. É ainda necessário especial cuidado quanto as podas para evitar o desequilíbrio na formação das árvores. As podas freqüentemente modificam totalmente a forma da árvore, retirando o efeito estético e deixando-a suscetível a fungos e doenças. O ideal é que as podas sejam de formação, orientando o crescimento da árvore desde jovem, quando sua capacidade de regeneração é maior. (SCHERER Jr., 1995)

4 PAISAGEM URBANA

4.1 Aspectos perceptivos

A paisagem urbana compõe-se dos vários elementos formadores do ambiente das cidades e está diretamente relacionada à expectativa de qualidade de vida das pessoas. É um direito do cidadão, um bem público, que deve ser protegida e valorizada. Melhorias na paisagem levam os cidadãos a um envolvimento maior com a cidade e seus recursos.

A percepção da paisagem urbana se dá basicamente através de seus espaços abertos, que são suas ruas, avenidas, parques e praças, que conferem à cidade uma identidade. Neles a vida urbana se desenvolve. Encarar esses espaços apenas como corredores para circulação de veículos motorizados resulta em um ambiente pobre e agressivo, tanto no aspecto estético quanto no ambiental.

Na maior parte das vezes, edificações que circundam e limitam os espaços abertos normalmente são banais esteticamente e arquitetonicamente. Os edifícios e outros monumentos que sejam importantes para a memória ou para a história da cidade devem ser conservados e tratados com destaque para que se preserve o patrimônio cultural (WILHEIM, 2002).

A atual carência de jardins privados e a impermeabilização do solo pela ênfase na verticalização das cidades tornam importante a arborização de ruas, praças e parques. O efeito estético da vegetação urbana proporciona bem estar psicológico aos cidadãos. O conforto ambiental é melhorado pela sombra, pela proteção e direcionamento dos ventos, pela atenuação sonora. Ainda, a arborização tem papel ecológico importante ao preservar a fauna silvestre, diminuir os efeitos de erosão e melhorar a qualidade do ar. A arborização de ruas e praças marca a paisagem urbana.

O ambiente urbano é também marcado por estruturas destinadas à sustentação de fios e cabos que conduzem eletricidade, telefonia e televisão a cabo, entre outros, para suprir as necessidades cotidianas dos seus habitantes. Esses componentes, muitas vezes invisíveis, contudo transformaram-se em marcos na percepção ambiental. Essas estruturas também sustentam outro componente importante na paisagem urbana: a iluminação pública.

Existe uma tendência mundial pela valorização da paisagem urbana e embelezamento das cidades. O planejamento e a melhoria da iluminação pública, para valorizar os recintos urbanos é uma das ênfases dessa tendência. As ações para o embelezamento da cidade são tomadas a partir de um plano diretor que, prevendo as interferências entre os equipamentos urbanos, coordena as entidades responsáveis. Assim, mobiliário, arborização e iluminação, entre outros, são integrados e fazem parte do mesmo projeto.

4.2 Valorização da paisagem urbana

O modelo denominado *City Beautiful* foi desencadeado pelo arquiteto Daniel Hudson Burnham(1846-1912), que adquiriu experiência em planejamento urbano desenvolvendo o projeto da *White City*, às margens do lago Michigan, uma bela cidade feita para durar apenas um verão. Trouxe depois o modelo para a cidade real, acreditando que com isso conseguiria reverter problemas comuns às cidades americanas naquele momento. Em Cleveland, cidade denominada por agitações operárias, em 1902, propõe a construção de um Centro Cívico que agrupe as edificações municipais mais importantes num conjunto de parques públicos, ao longo da orla, formando um enorme espaço aberto. Posteriormente, em 1905, propõe para São Francisco algo mais grandioso: um novo Centro Cívico que deveria constituir o núcleo de um conjunto de bulevares irradiantes que serviriam para alterar a quadrícula da cidade, dotando-a de uma nova lógica.

Mais tarde novas iniciativas foram desenvolvidas na Austrália e também na Europa. Para Hall (1995) o movimento do *City Beautiful* se manifestou de diversas formas, atendendo a diferentes circunstâncias econômicas, políticas e sociais. E ainda que não se faça referência específica ao papel de iluminação pública nesse contexto, sua importância nessas intervenções são mencionadas e analisadas por Bernman (1986).

Atualmente, a valorização da paisagem urbana para embelezamento da cidade, denominada *City Beautification*, tem sido considerada como uma forma de gerar empregos, negócios e incrementar o turismo.

Resultados animadores em algumas cidades têm estimulado esse movimento. A iluminação é uma das ferramentas utilizadas para o embelezamento

das cidades. A iluminação pública e arquitetural adequada permite que habitantes e turistas sintam-se seguros, facilita a locomoção e a orientação no período noturno. A iluminação confortável para pedestres, monumentos artisticamente iluminados ou logradouros com ambiência contribui para o bem estar dos usuários. Um projeto de valorização da imagem da cidade deve obrigatoriamente envolver a iluminação. Muito mais do que valorizar o patrimônio, a imposição de uma identidade urbana noturna pode ser considerada uma exigência quando se trata de embelezamento da paisagem urbana.

A iluminação para valorizar a cidade envolve um planejamento muito maior do que simplesmente iluminar um monumento ou uma praça. O projeto deve partir de um conceito abrangente. Em uma situação ideal, os recursos tecnológicos mais recentes devem ser utilizados, o que não impede intervenções localizadas ou mais econômicas, desde que façam parte do projeto global. A esta ação projetual dá-se o nome de Plano Diretor de Iluminação (PDI).

O PDI é responsável por vários aspectos da valorização urbana: criar ambiências, valorizar monumentos arquitetônicos e, igualmente importante, promover a requalificação de bairros menos favorecidos, pela renovação e/ou construção de uma identidade própria (FGL, 2003).

4.2.1 Ambiência

Existe atualmente uma crise entre espaço urbano construído, sua percepção e o modo de vida contemporâneo. A industrialização, os regimes de trabalho sedentários, a massificação dos procedimentos (transporte, *shopping centers*), e a crescente sensação de insegurança face à violência urbana, fazem com que as pessoas passem mais de 90% de seu tempo em ambientes fechados. Como conseqüência são afetados por fadiga crônica, depressão, *stress* e outras doenças psicossomáticas (ENRECH, 2004).

Na procura por soluções rápidas, é muito freqüente a maquiagem dos espaços e a adoção de soluções simplistas causa/efeito - como no caso em que instalar um equipamento de ar condicionado é mais cômodo que prever a melhor orientação para o edifício.

Nos anos sessenta, quando Jane Jacobs escreveu "The Death and Life of

The Great American Cities”, a discussão sobre a crise das cidades foi enfocada a partir a valorização da vizinhança e apontava para movimentos de revitalização como meio de promover o bem comum (JACOBS, 1961).

Pela valorização da paisagem urbana, procura-se propiciar situações que possam vir a melhorar o bem estar individual e coletivo. Por isso a importância do entendimento da inter-relação do cidadão com a cidade como suporte ao planejamento urbano. A noção de ambiência como elemento para a valorização da paisagem urbana passa, portanto, pela análise das relações entre os cidadãos e seus anseios, e as características objetivas da organização espacial, da percepção ambiental e seus relacionamentos (ENRECH, 2004).

4.2.2 Plano diretor de iluminação

Para o desenvolvimento da valorização da paisagem noturna, recomenda-se que seja desenvolvido um plano diretor de iluminação para a cidade ou logradouro.

Para o desenvolvimento do PDI é fundamental uma reflexão sobre a iluminação urbana para descobrir a identidade luminosa do local e, na seqüência, propor as etapas para implementação dos potenciais a serem explorados, sejam eles patrimônios naturais ou construídos, reequilibrar conflitos entre objetos arquitetônicos e os espaços e, finalmente, estabelecer as hierarquias do projeto (ENRECH,2004).

As características do sítio da cidade e sua vocação devem ser os primeiros parâmetros a serem analisados. É importante também, avaliar a localização de parques, conjuntos arquitetônicos, lagos ou mar e os caminhos que habitantes e turistas utilizam. O centro histórico e outras características específicas próprias da cidade também devem fazer parte plano diretor de iluminação.

Kevin Lynch, no seu livro “A imagem da cidade”, chegou à conclusão que as pessoas percebem a cidade baseados em cinco elementos: rotas, limites, distritos, nós e marcos (LYNCH, 1997). O Plano Diretor de Iluminação deve utilizar estes elementos e as teorias de Lynch como ferramentas para estabelecer as hierarquias de projeto.

As rotas e limites são constituídos por ruas, avenidas e estradas, geralmente com tráfego rápido e sem a presença de pedestres (Figura 18). Nelas prevalece a

iluminação de segurança. Porém, no PDI podem ser incluídos equipamentos que permitam um detalhe característico para a iluminação, modificando o aspecto árido comum na iluminação pública.



(Fonte: Rui Takeguma, 2004)

FIGURA 23 – Iluminação da Avenida Sete de Setembro, em Curitiba, limite entre a região central e o antigo distrito industrial.

Os distritos são partes não muito grandes da cidade. São setores da cidade onde a atividade humana se desenvolve: ali as pessoas vivem, trabalham e passam suas horas de lazer. Nesses locais, a ambiência deverá ser enfatizada. Ruas de pedestres, praças secas, parques e jardins podem ser considerados distritos, de acordo com a teoria de Lynch e peças de importância capital para o planejamento da valorização urbana (Figura 19). As praças historicamente tem papel de reunir pessoas para lazer, comércio ou para manifestações culturais e sua natureza pode ser enfatizada e realçada pela iluminação. A vegetação e os acidentes geográficos podem ser explorados com efeitos muito estimulantes.



(Fonte: Rui Takeguma, 2004)

FIGURA 24 – Iluminação da Rua XV de Novembro, centro da cidade de Curitiba, que ficou famosa na década de 1970 por ser a “primeira rua de pedestres do Brasil”.

Uma vez definida a vocação principal da praça, uma de três estratégias de projeto poderá ser escolhida: para praças onde frequentemente são realizados eventos, deve ser projetada uma iluminação uniforme, sem ênfases; para praças com muitas funções, a divisão em zonas de iluminação é a estratégia mais aconselhável; nos casos em que as edificações que circundam a praça sejam de interesse histórico ou arquitetônico, a iluminação pontual ressaltando esses aspectos deve ser adotada (Figura 20).



(Fonte: site Paraná Geográfico, 2005)

FIGURA 25 – Iluminação do Largo da Ordem, Centro Histórico de Curitiba.

Os pontos nodais ou nós são pontos de interesse ao longo dos caminhos. Geralmente são cruzamentos ou rotatórias onde estão implantados monumentos, que podem e devem ser valorizados pela iluminação (Figura 21)



(Fonte: site Paraná Geográfico, 2005)

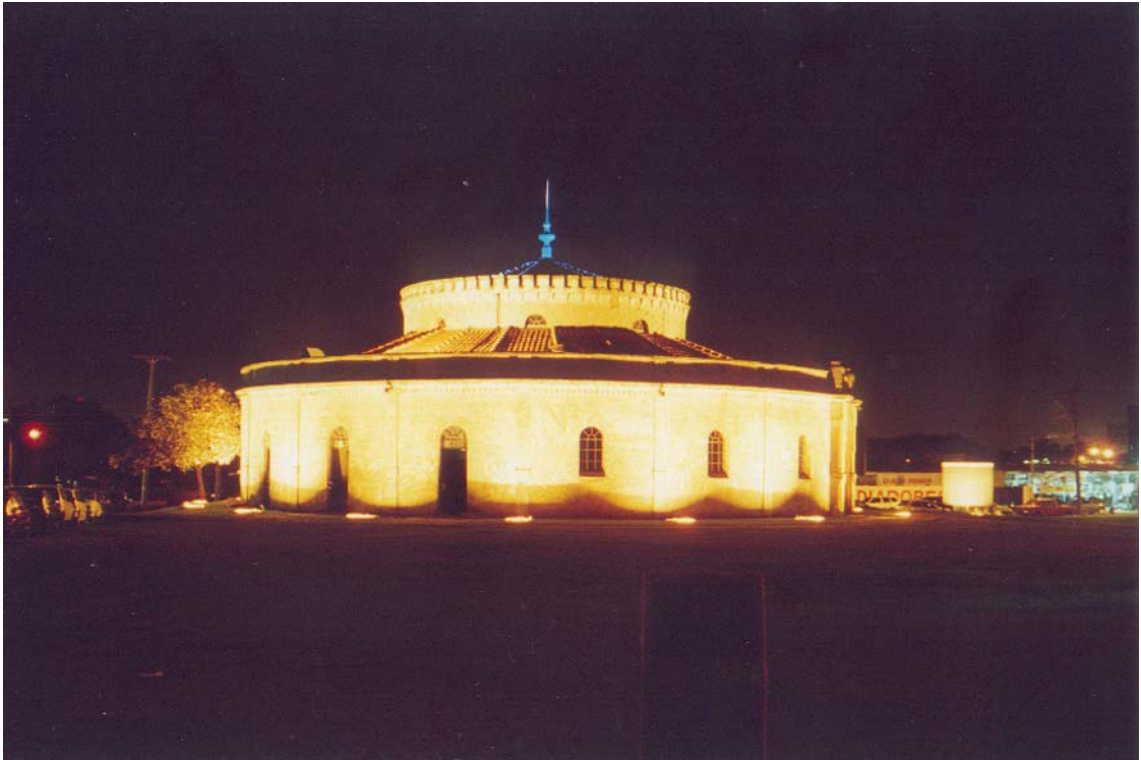
FIGURA 26 – Iluminação da Praça Tiradentes, Centro de Curitiba.

Marcos são monumentos que fazem parte do patrimônio artístico, histórico ou sentimental da cidade. São edificações marcantes e portanto necessitam de iluminação dramática, que realce a arquitetura e cause impacto visual (Figuras 22, 23 e 24).



(Fonte: Nani Gois, 2004)

FIGURA 27 – Monumento à Imigração Judaica – localizado em uma rotatória, ao mesmo tempo marco e nó, no bairro Seminário, Curitiba.



(Fonte: ERS, 2005)

FIGURA 28 – Iluminação do Teatro Paiol, Curitiba – Antigo paiol de pólvora.



(Fonte: site Paraná Geográfico, 2005)

FIGURA 29 – Iluminação do Museu Oscar Niemeyer, Curitiba.



(Fonte: ERS, 2005)

FIGURA 30 – Iluminação do Castelo do Batel, Curitiba.

A classificação dos cinco elementos propostos por Lynch nem sempre é clara. Um caminho, por exemplo, pode também ser um limite. Por isso, a obtenção de mapas cognitivos dos cidadãos é uma ferramenta fundamental para o desenvolvimento do PDI, uma vez que estabelecerá claramente como valorizar a paisagem urbana através da utilização da iluminação (FGL, 2003).

4.2.3 Projeto de Iluminação

A partir das diretrizes do PDI é desenvolvido o Projeto de Iluminação propriamente dito. Geralmente o Projeto de Iluminação é um planejamento de longo prazo – 15 a 20 anos e tem a função de orientar os programas de desenvolvimento da iluminação pública, gerenciar e corrigir eventuais desvios. O produto final define precisamente o número de luminárias, sua localização, detalhes de montagem, ângulos de fecho luminoso e temperatura de cor de cada lâmpada (ENRECH, 2004).

A definição das ambiências permite que seja determinada a temperatura de

cor da iluminação. Essa variável irá transmitir o caráter e o humor dos vários recintos urbanos a serem iluminados. Para cada atividade a ser desenvolvida na área de abrangência do projeto é então atribuída uma determinada temperatura de cor. Finalmente, ocorre a definição dos equipamentos de iluminação e sua localização.

É muito importante que o Plano Diretor de Iluminação faça parte de um programa mais amplo de valorização da paisagem urbana. Os resultados somente serão atingidos se as ações forem coordenadas de modo a contemplar as diversas disciplinas que compõem o planejamento (Ver Anexo 1).

5 ESTUDO DE CASO: EVOLUÇÃO DA ILUMINAÇÃO PÚBLICA NA AVENIDA IGUAÇU EM CURITIBA

Nesta etapa do trabalho foram feitos os levantamentos de campo, que serviram para avaliar a aplicação prática dos conceitos de iluminação pública estudados até então. Como objeto de estudos foi escolhido um trecho da Avenida Iguaçu em Curitiba, compreendido entre as Ruas Pasteur e Bento Viana, no bairro Água Verde.

A Avenida Iguaçu é uma via de grande importância no conjunto viário local, que se desenvolve a partir das vias estruturais e, com a Avenida Silva Jardim, forma o sistema trinário da Avenida Sete de Setembro. O tráfego da Iguaçu se desenvolve no sentido Centro-Bairro, servindo de ligação com os bairros Água Verde, Santa Quitéria, Vila Isabel e Portão, entre outros.

A escolha desta via deveu-se ao fato que, no ano de 2002, ali estava sendo iniciada uma reforma que incluía nova pavimentação da pista de rolamento, reforma das calçadas e uma renovação completa no sistema de iluminação pública, com a conseqüente valorização da paisagem urbana. Naquele momento foram iniciados os levantamentos do nível de iluminância da avenida para que, após a conclusão da reforma proposta, fossem feitas novas medições que permitissem avaliar as mudanças executadas.

5.1 Contextualização do objeto de estudo

O bairro Água Verde é um dos bairros mais antigos da cidade de Curitiba. Faz divisa com os bairros Centro e Batel ao norte, Guairá e Parolin ao sul, Vila Isabel e Seminário a oeste e Rebouças a leste.

Tem este nome devido às algas que formam massas verdes no rio que corta o bairro e davam uma coloração esverdeada à água. Isto levou os antigos moradores da região a batizar o rio que cortava suas fazendas e chácaras com o nome de "Água Verde".



(Fonte: IPUC, 2005)

FIGURA 31 – Localização da Avenida Iguaçu no bairro Água Verde

A Avenida Iguaçu, até 2002, era constituída por pista de rolamento asfaltada e dois passeios laterais com canteiros de grama e árvores de médio porte, espaçadas regularmente. A pavimentação das calçadas era de lajotas de granito 20x20cm, rejuntadas com argamassa de cimento e areia. A iluminação pública era constituída por luminárias instaladas a 9,00m de altura, nos postes da rede elétrica, espaçados a cada 30 metros e utilizava lâmpadas a vapor de mercúrio (Figura 25).



(Fonte: IPPUC, 2005)

FIGURA 32 – Avenida Iguaçu em reformas, ano 2003.

Atualmente na Avenida Iguaçu existe pista de rolamento de concreto claro. Nos passeios laterais, além das lajotas originais e dos canteiros com arborização de médio porte, existe uma faixa de pavimentação asfáltica em cada um dos canteiros, proposta para ser utilizada como ciclovia ou pista para caminhadas. A iluminação pública foi reformulada com a instalação de lâmpadas a vapor de sódio, em substituição às de vapor de mercúrio, com a implantação de iluminação específica para pedestres, instalada em postes com 4,5m de altura, com luminárias equipadas com lâmpadas a vapor de sódio, espaçadas a cada 25 metros.

Antes da reforma, não existia influência da arborização na pista de rolamento, ao contrário do que ocorria nos passeios, onde provocava sombras.

O trabalho de campo foi dividido em duas medições da iluminação: a primeira em 2002, no período anterior à reforma, e a outra em 2005, dois anos após a conclusão das obras, por entendermos que é necessário um período para que a população/usuários possa incorporar as mudanças no seu cotidiano. Só dessa forma é possível afirmar que houve requalificação daquele espaço urbano. Todo o trabalho foi acompanhado do registro fotográfico de cada quadra.

Os objetivos específicos da pesquisa foram avaliar como a melhoria da iluminação contribuiu para a ambiência e para a utilização mais intensa do espaço urbano considerado; avaliar as interferências da vegetação e outros obstáculos na criação de zonas de sombras e recintos inseguros no trecho em estudo; e, ainda, avaliar os aspectos da iluminação suplementar para pedestres implantada nos passeios.

As medições foram executadas como auxílio de um luxímetro digital, marca Icel, modelo LD-500, alcance 0-50000 Lux, que registrou a medição da iluminância horizontal e da iluminância semi-esférica, cujos resultados estão tabulados no anexo III.

No ano de 2002, as iluminâncias do trecho em estudo foram medidas. Para tanto tomou-se o poste de iluminação como pólo e estabeleceu-se uma grade com trinta pontos de medição (5x6), distantes entre si de 5,00m. A medição foi efetuada fixando a célula fotoelétrica do luxímetro em um tripé, a 1,30m de altura.

Para que a comparação fosse efetiva, o mesmo critério foi utilizado nas medições de 2005.

Ainda foram medidas as iluminâncias próximas aos postes de iluminação suplementar para pedestres. As medidas, nestes casos foram tomadas a 1,00m do eixo da luminária, tanto à direita como à esquerda.

Os valores máximos próximos aos equipamentos de iluminação estão registrados nos mapas adiante.

Também foram localizadas nos mesmos mapas, as medidas das iluminâncias verticais nos locais onde as iluminâncias horizontais apresentaram menos valor.

Para o registro fotográfico foi utilizada uma câmera fotográfica convencional, marca Cânon, modelo EOS 3000, objetiva 25mm. As fotos foram feitas com abertura 5,6 e tempo de exposição 4 segundos. Nas fotos do ano de 2002 foram utilizados filmes Fuji 400 ASA e, nas fotos de 2005, filme Kodak 400 ASA .

5.2 Análise dos resultados

Para melhor visualização dos resultados e para facilitar a análise são apresentados dois mapas de cada quarteirão. No primeiro deles está representada a condição do ano de 2002 e, no segundo, as condições do ano de 2005.

Nos mapas referentes à situação de 2002 estão apresentadas os maiores valores das iluminâncias medidas e a utilização dos imóveis na época. Nos mapas referentes a 2005 estão indicadas as iluminâncias verticais mais significativas, os locais com as menores iluminâncias horizontais e as ocupações das edificações, muitas delas modificadas.

No trecho entre as Ruas Pasteur e Coronel Dulcídio ocorreram as seguintes alterações de uso das edificações (ver mapa 2): a residência (A) transformou-se em clínica, o restaurante (B) foi construído em parcela do lote do escritório (C), o restaurante (D) foi reformado e ampliado e foi implantado um quiosque de cachorro-quente (E).

Quanto à iluminação pública, ocorreu um incremento na iluminância conforme os mapas 1 e 2, onde estão indicadas as medidas das iluminâncias tomadas em 2002 e em 2005, respectivamente.

No ano de 2002 a iluminância média para o trecho era de 8,3 Lux, com fator de uniformidade 0,1 na pista de rolamento. No ano de 2005 a iluminância média para o trecho é de 21,3 Lux, com fator de uniformidade 0,30 na pista.

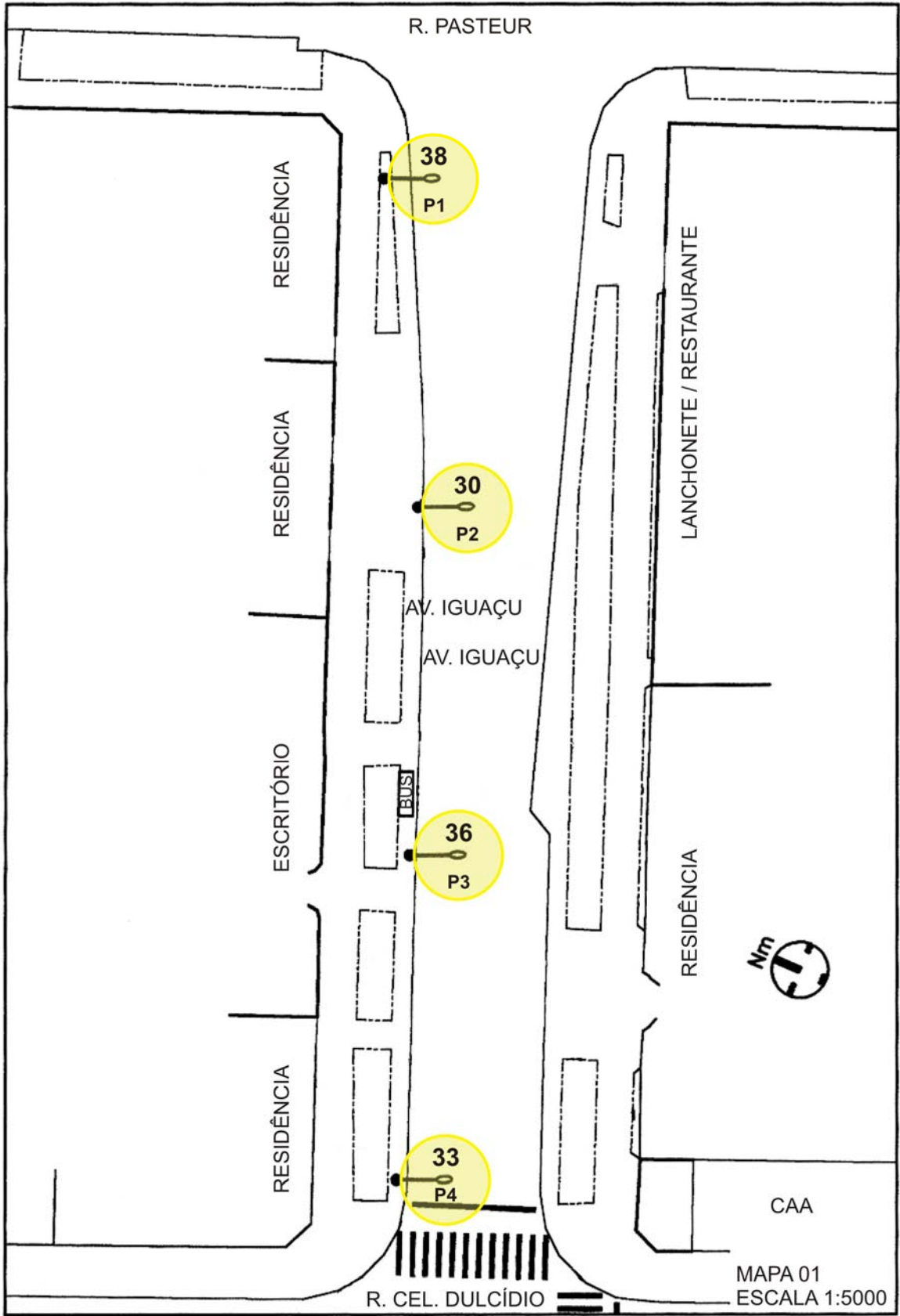
A iluminância vertical medida nos pontos de menor iluminância horizontal variou entre 4 e 8Lux (Pontos F e G, mapa 2).



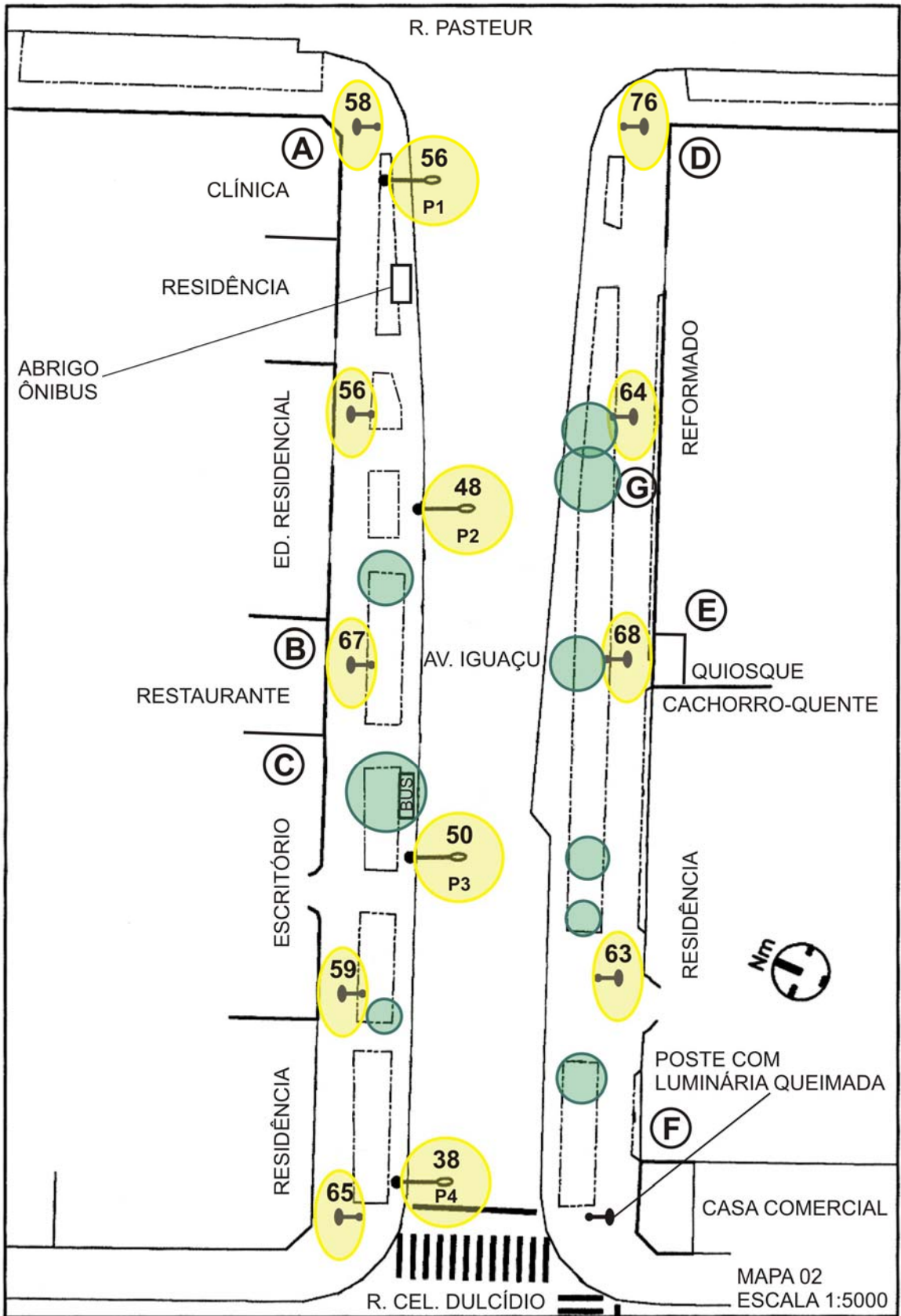
(Fonte: ERS, 2005)

FIGURA 33 - Trecho entre as Ruas Pasteur e Coronel Dulcídio (2002)

MAPA 1 - Trecho entre as Ruas Pasteur e Coronel Dulcídio (2002)



MAPA 2 - Trecho entre as Ruas Pasteur e Coronel Dulcídio (2005)





(Fonte: ERS, 2005)

FIGURA 34 - Trecho entre as Ruas Pasteur e Coronel Dulcídio (2005)

No trecho entre as Ruas Coronel Dulcídio e Maurício Caillet ocorreram as seguintes alterações de uso das edificações (ver mapa 4): a loja (A) foi aberta durante este período, a loja (B) e a panificadora (C) foram reformadas.

Quanto à iluminação pública, ocorreu um incremento na iluminância conforme os mapas 3 e 4, onde estão indicadas as medidas das iluminâncias tomadas em 2002 e em 2005, respectivamente. No ano de 2002 a iluminância média para o trecho era de 8,2 Lux, com fator de uniformidade 0,1 e, no ano de 2005, a iluminância média para o trecho é de 16,0 Lux, com fator de uniformidade 0,25 na pista. A iluminância vertical medida no ponto de menor iluminância horizontal foi 2,0 Lux (Pontos D e E, mapa 4)

Tabela 5 - Resultado da medição das iluminâncias no trecho entre as Ruas Pasteur e Coronel Dulcídio

Poste 1 medição de 2002

01	08		10	03	03	01
04	18		18	05	03	01
05	LV	30	38	18	05	03
04	18		18	05	03	01
01	08		10	03	03	01

Poste 1 medição de 2005

11	12		13	07	05	03		
18	19		23	08	06	22		
56	LP	LV	55	56	23	05	LP	76
12	33		49	10	03	18		
08	ABRIGO		17	10	03	03		

* LP – iluminação para pedestres LV – Iluminação para veículos

Poste 2 medição de 2002

02	09		03	03	03	01
02	18		08	06	02	01
02	LV	30	30	06	01	01
02	18		18	06	01	01
01	09		03	03	03	01

Poste 2 medição de 2005

12	12		09	04	06	12	
56	LP	19	29	06	06	LP	64
17	LV	42	48	07	04	15	
13	23		30	07	03	04	
07	14		13	04	04	02	

* LP – iluminação para pedestres LV – Iluminação para veículos

Tabela 5 (cont.) - Resultado da medição das iluminâncias no trecho entre as Ruas Pasteur e Coronel Dulcídio

Poste 3 medição de 2002

01	01	04	03	03	01
01	01	08	04	01	01
02	LV 30	36	04	04	01
01	18	06	04	03	01
01	10	03	03	02	01

Poste 3 medição de 2005

09	04	09	06	12	08
06	18	15	08	06	12
17	LV 55	54	23	05	LP 63
59 LP	21	32	16	04	12
17	18	17	10	03	06

* LP – iluminação para pedestres LV – Iluminação para veículos

Poste 4 medição de 2002

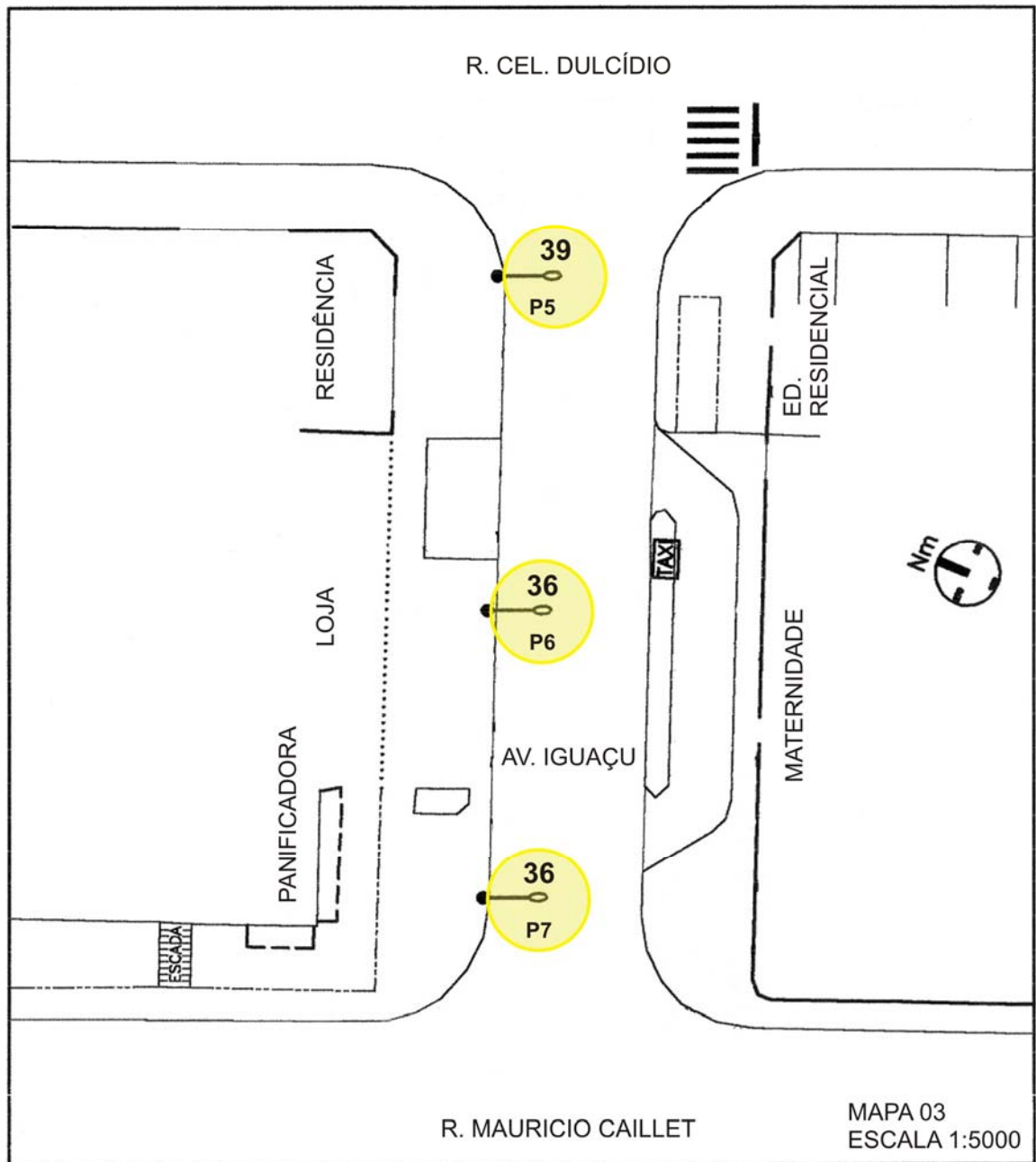
01	01	03	05	03	01
01	10	158	05	02	01
02	LV 30	33	19	06	01
02	14	18	15	07	01
01	03	03	03	03	01

Poste 4 medição de 2005

04	08	09	06	02	01
32	20	09	06	01	01
65 LP	LV 35	38	15	03	LPQ 03
61	23	32	11	05	03
14	18	13	08	12	19

* LP – iluminação para pedestres LV – Iluminação para veículos

MAPA 3 - Trecho entre as Ruas Coronel Dulcídio e Mauricio Caillet (2002)



MAPA 4 - Trecho entre as Ruas Coronel Dulcídio e Mauricio Caillet (2005)

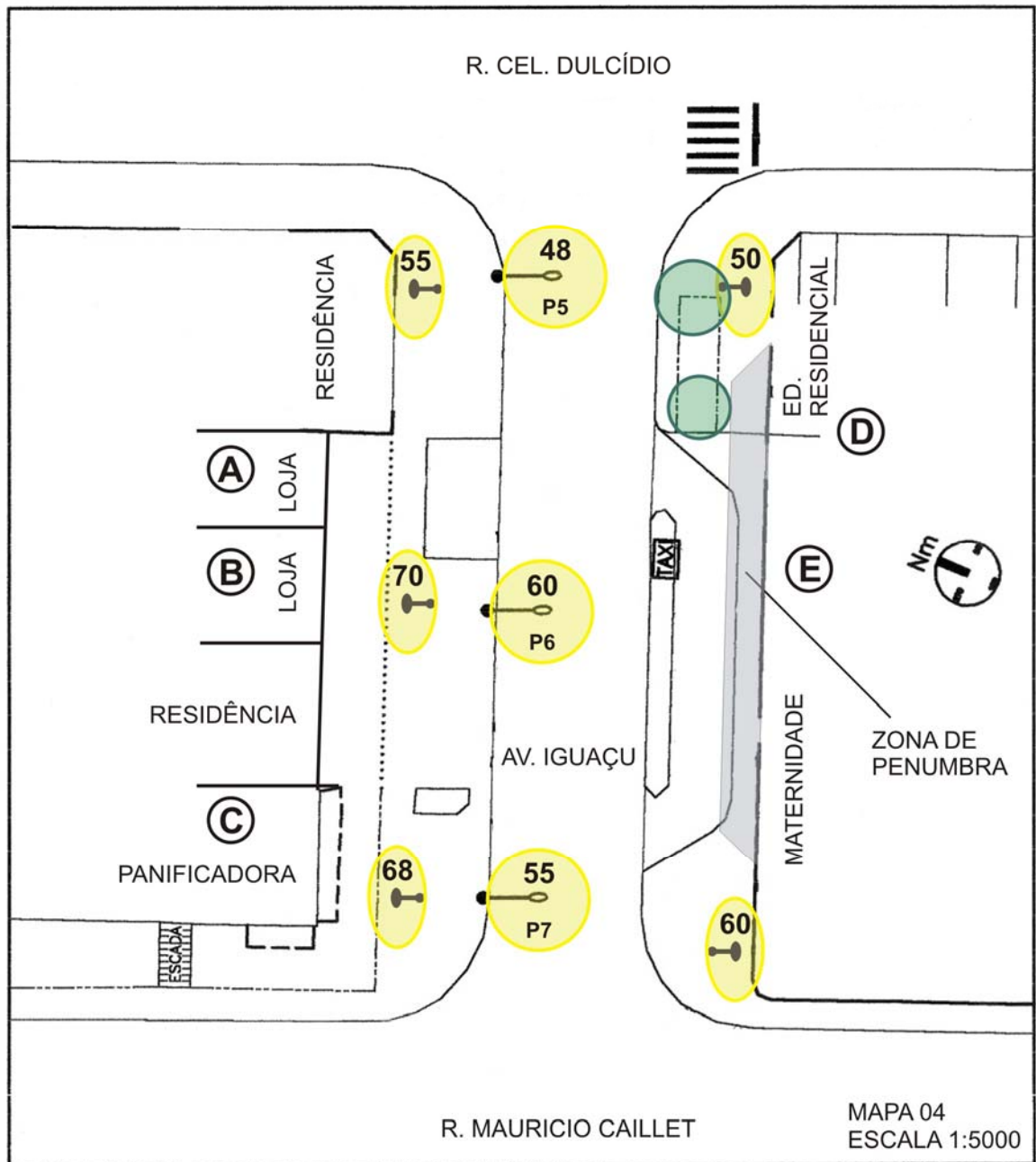


Tabela 6 - Resultado da medição das iluminâncias no trecho entre as Ruas Coronel Dulcídio e Maurício Caillet

Poste 5 medição de 2002

03	06	07	04	03	01
04	17	18	07	03	01
04	LV 31	39	17	04	01
04	17	18	07	02	01
03	07	07	04	03	01

Poste 5 medição de 2005

23	16	17	08	10	06
19	20	29	08	21	12
55 LP	LV 28	48	08	41	LP 50
16	23	26	05	03	04
05	08	12	05	03	02

* LP – iluminação para pedestres LV – Iluminação para veículos

Poste 6 medição de 2002

03	07	08	04	01	01
04	18	20	16	01	01
01	LV 30	36	10	03	01
04	13	19	06	01	01
01	06	08	05	01	01

Poste 6 medição de 2005

05	12	08	06	03	03
18	20	21	12	05	03
70 LP	LV 33	60	18	03	01
18	18	32	10	03	02
08	12	11	08	03	01

* LP – iluminação para pedestres LV – Iluminação para veículos

Tabela 6 (cont.) - Resultado da medição das iluminâncias no trecho entre as Ruas Coronel Dulcídio e Maurício Caillet

Poste 7 medição de 2002

01	08	10	03	03	01
04	18	18	05	03	01
05	LV 30	36	18	05	03
04	18	18	05	03	01
01	08	10	03	03	01

Poste 7 medição de 2005

14	22	13	05	03	01
34	36	19	08	05	18
68 LP	LV 50	55	22	05	LP 60
12	25	22	10	07	12
15	16	14	08	03	01

* LP – iluminação para pedestres LV – Iluminação para veículos



(Fonte: ERS, 2005)

FIGURA 35 - Trecho entre as Ruas Coronel Dulcídio e Mauricio Caillet (2002)



(Fonte: ERS, 2005)

FIGURA 36 - Trecho entre as Coronel Dulcídio e Mauricio Caillet (2005)

No trecho entre as Ruas Maurício Caillet e Ângelo Sampaio ocorreram as seguintes alterações de uso das edificações (ver mapa 6): a loja (A) reformada durante este período, a farmácia (B) foi ampliada e foi aberta uma clínica (C).

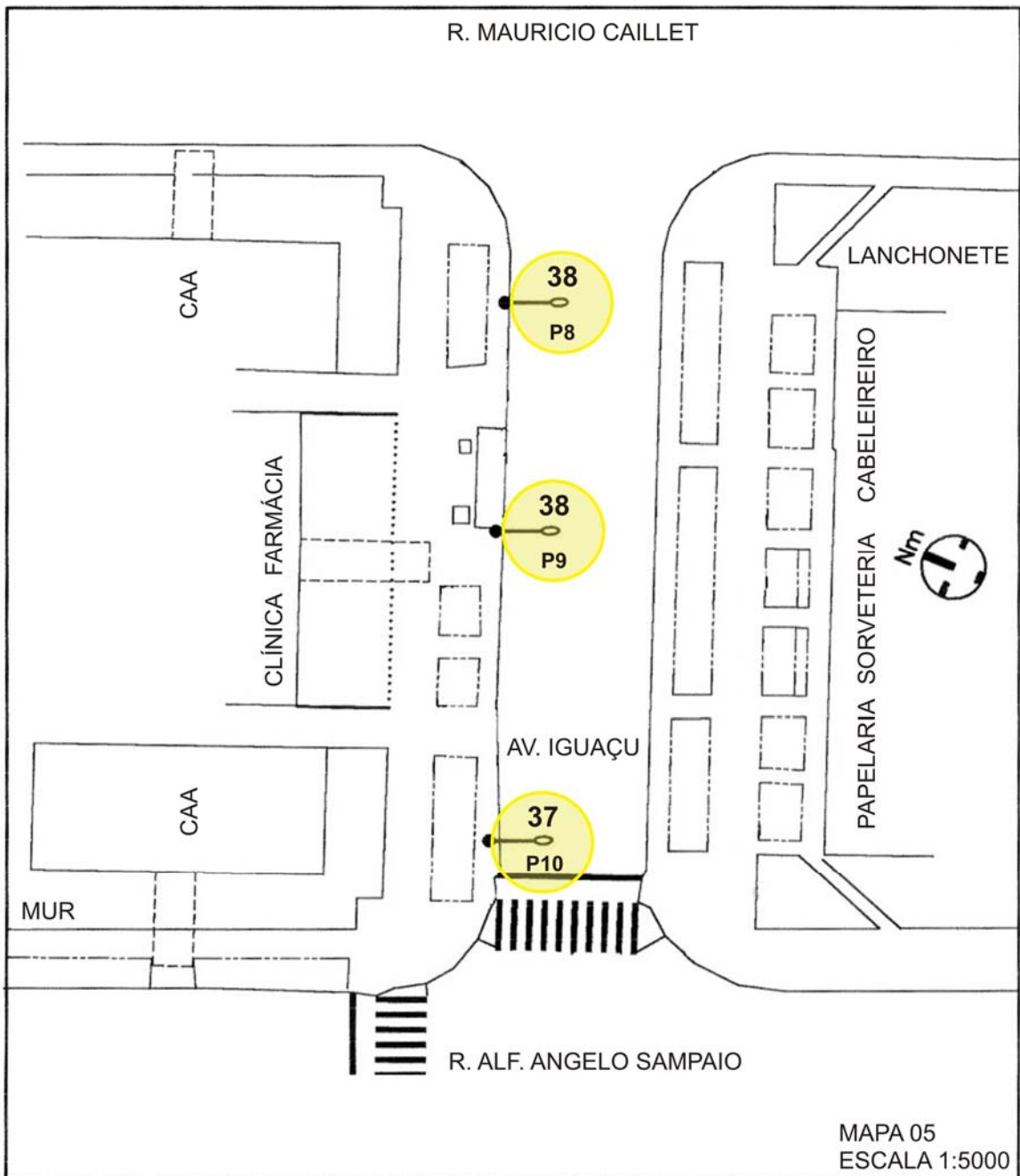
Quanto à iluminação pública, ocorreu um incremento na iluminância conforme os mapas 5 e 6, onde estão indicadas as medidas das iluminâncias tomadas em 2002 e em 2005, respectivamente. No ano de 2002 a iluminância média para o trecho era de 7,5 Lux, com fator de uniformidade 0,12. No ano de 2005 a iluminância média para o trecho é de 22,0 Lux, com fator de uniformidade 0,30 na pista. A iluminância vertical medida no pontos de menor iluminância horizontal foi 5,0 Lux (Pontos D e E, mapa 4).



(Fonte: ERS, 2005)

FIGURA 37 - Trecho entre as Ruas Maurício Caillet e Ângelo Sampaio (2002)

MAPA 5 - Trecho entre as Ruas Mauricio Caillet e Ângelo Sampaio (2002)



MAPA 6 - Trecho entre as Ruas Mauricio Caillet e Ângelo Sampaio (2005)

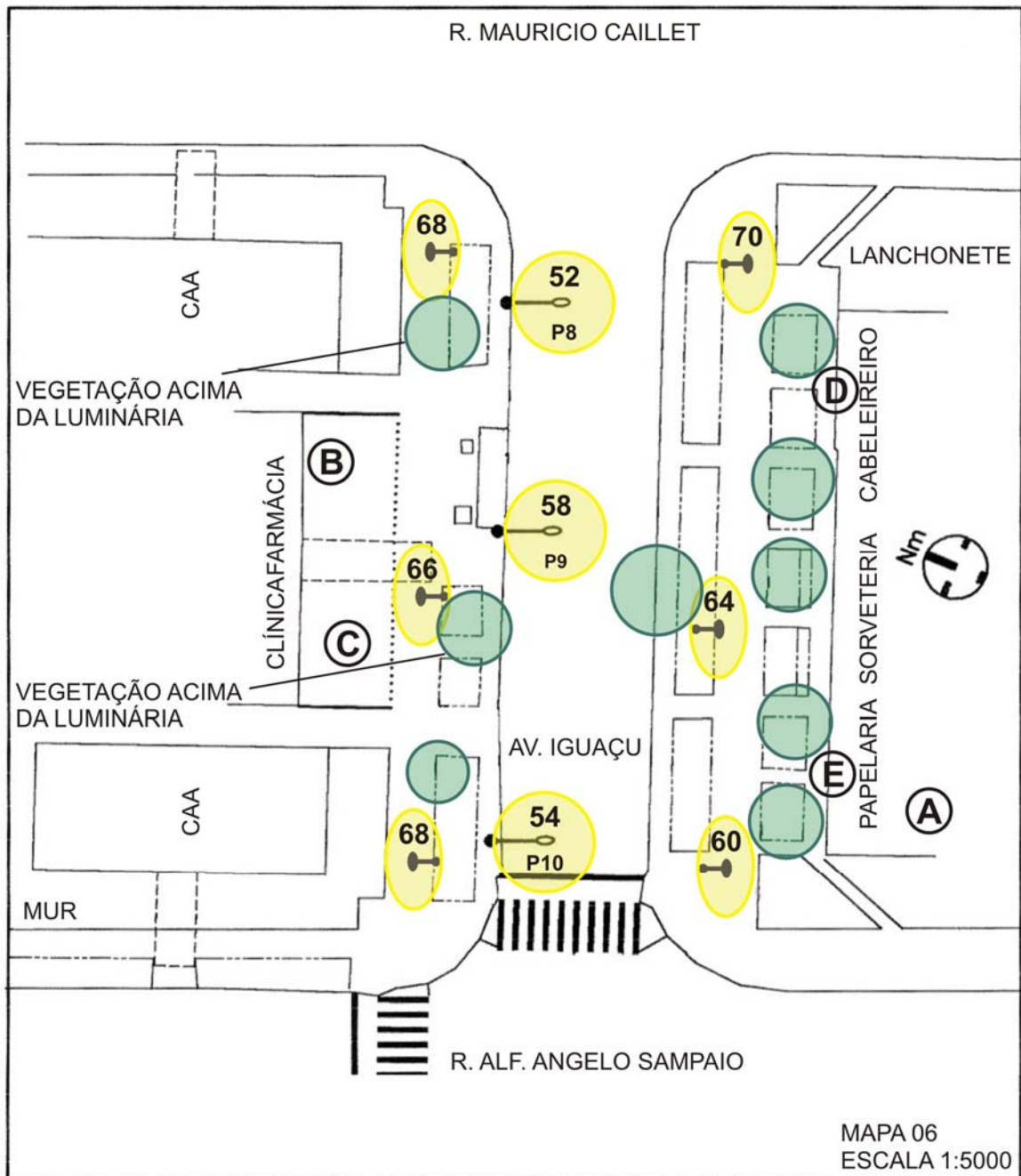


Tabela 7 - Resultado da medição das iluminâncias no trecho entre as Ruas Maurício Caillet e Angelo Sampaio

Poste 8 medição de 2002

01	08	10	03	03	01
04	18	18	05	03	01
05	LV 30	38	18	05	03
04	18	18	05	03	01
01	08	10	03	03	01

Poste 8 medição de 2005

11	12	13	07	05	03
26 LP	16	26	08	06	18
15	LV 50	52	23	05	LP 70
12	33	28	10	03	18
08	18	17	10	03	03

* LP – iluminação para pedestres LV – Iluminação para veículos

Poste 9 medição de 2002

01	08	10	03	03	01
04	18	19	05	03	01
05	LV 30	38	15	05	03
04	18	16	05	03	01
01	08	09	02	03	01

Poste 9 medição de 2005

09	09	12	06	05	02
12	19	23	18	06	19
22	LV 49	58	28	05	LP 64
66 LP	23	32	10	03	11
08	10	15	10	03	03

* LP – iluminação para pedestres LV – Iluminação para veículos

Tabela 7 (cont.) - Resultado da medição das iluminâncias no trecho entre as Ruas Maurício Caillet e Angelo Sampaio

Poste 10 medição de 2002

02	06	05	04	01	01
04	13	15	07	02	01
04	LV 31	37	15	03	01
02	13	15	07	02	01
02	06	07	05	02	01

Poste 10 medição de 2005

11	12	13	07	05	03
18	22	23	08	06	18
68 LP	LV 49	54	23	05	LP 60
12	28	49	10	03	18
08	19	17	10	03	03

* LP – iluminação para pedestres LV – Iluminação para veículos



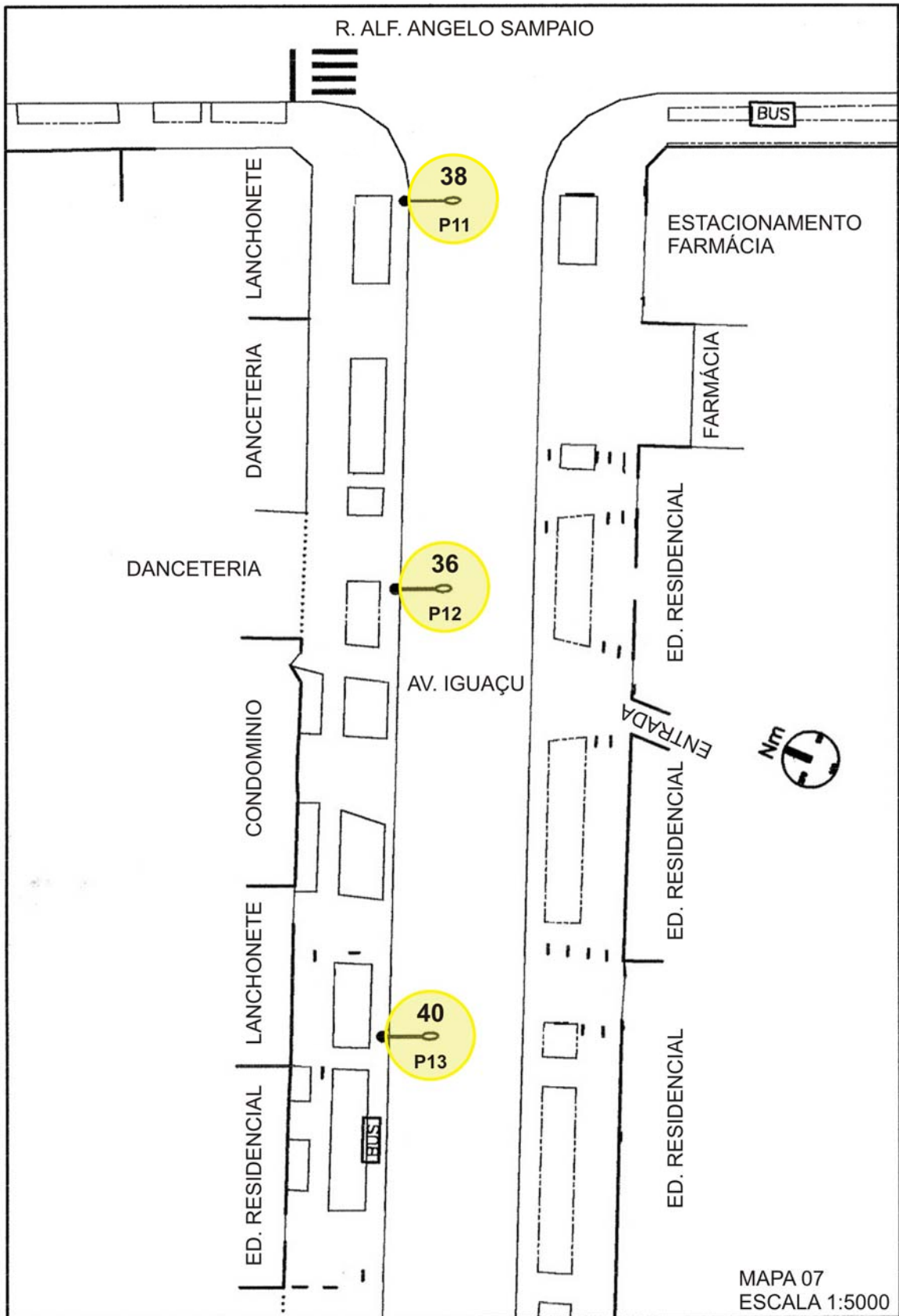
(Fonte: ERS, 2005)

FIGURA 38 - Trecho entre as Ruas Mauricio Caillet e Ângelo Sampaio (2005)

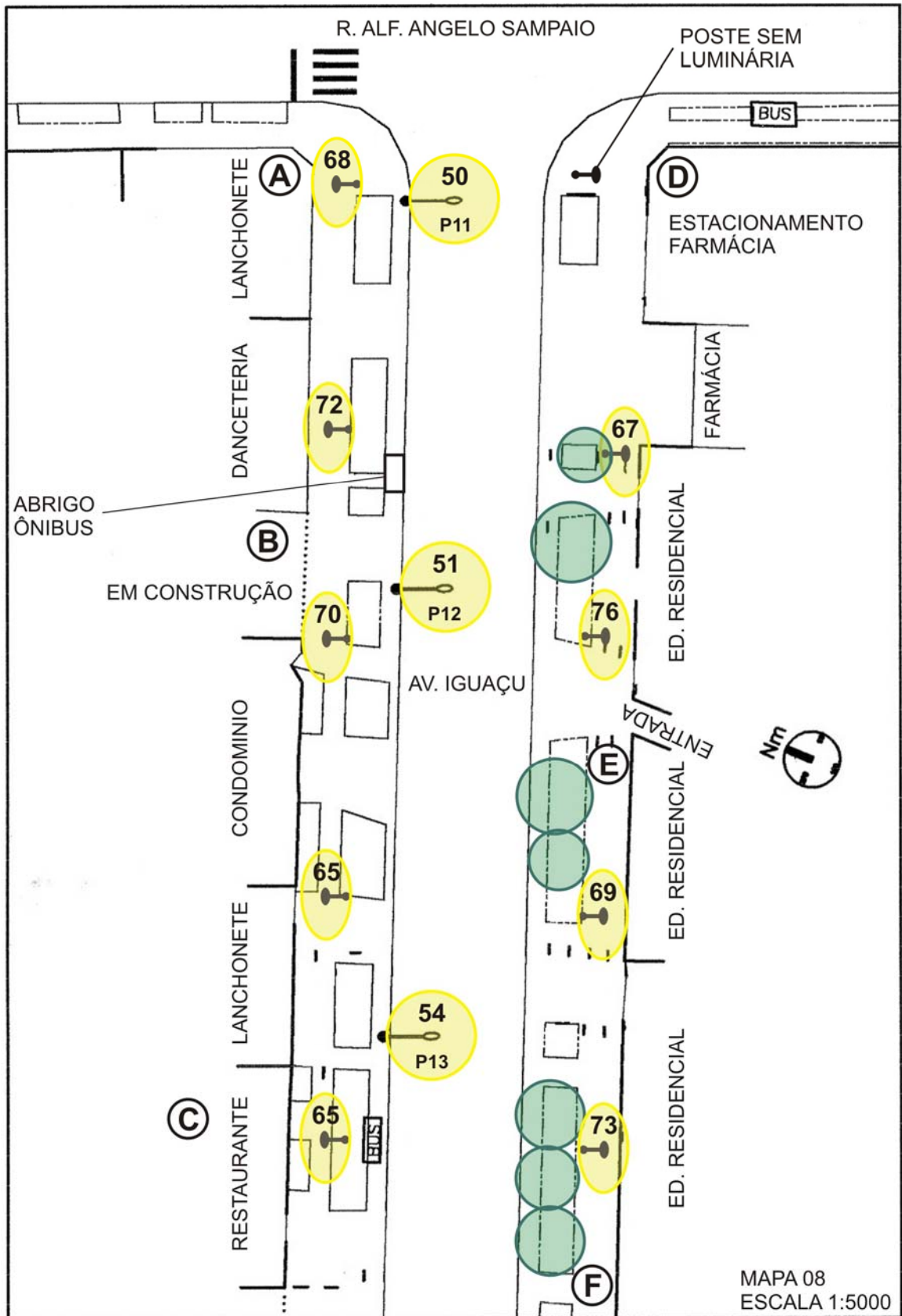
No trecho entre as Ruas Ângelo Sampaio e Bento Viana ocorreram as seguintes alterações de uso das edificações (ver mapas 8 e 10): a lanchonete (A) foi transformada em restaurante, a danceteria foi demolida e edificada uma loja (B), o edifício residencial foi transformado em restaurante (C), a residência (D) foi transformada em loja.

Quanto à iluminação pública, ocorreu um incremento na iluminância (conforme os mapas 7, 8, 9 e 10), onde estão indicadas as medidas das iluminâncias tomadas em 2002 e em 2005, respectivamente. No ano de 2002 a iluminância média para o trecho era de 7,2 Lux, com fator de uniformidade 0,1. No ano de 2005 a iluminância média para o trecho é de 19,0 Lux, com fator de uniformidade 0,27 na pista. A iluminância vertical medida no pontos de menor iluminância horizontal foi 6,0 Lux (Pontos D e E, mapa 8).

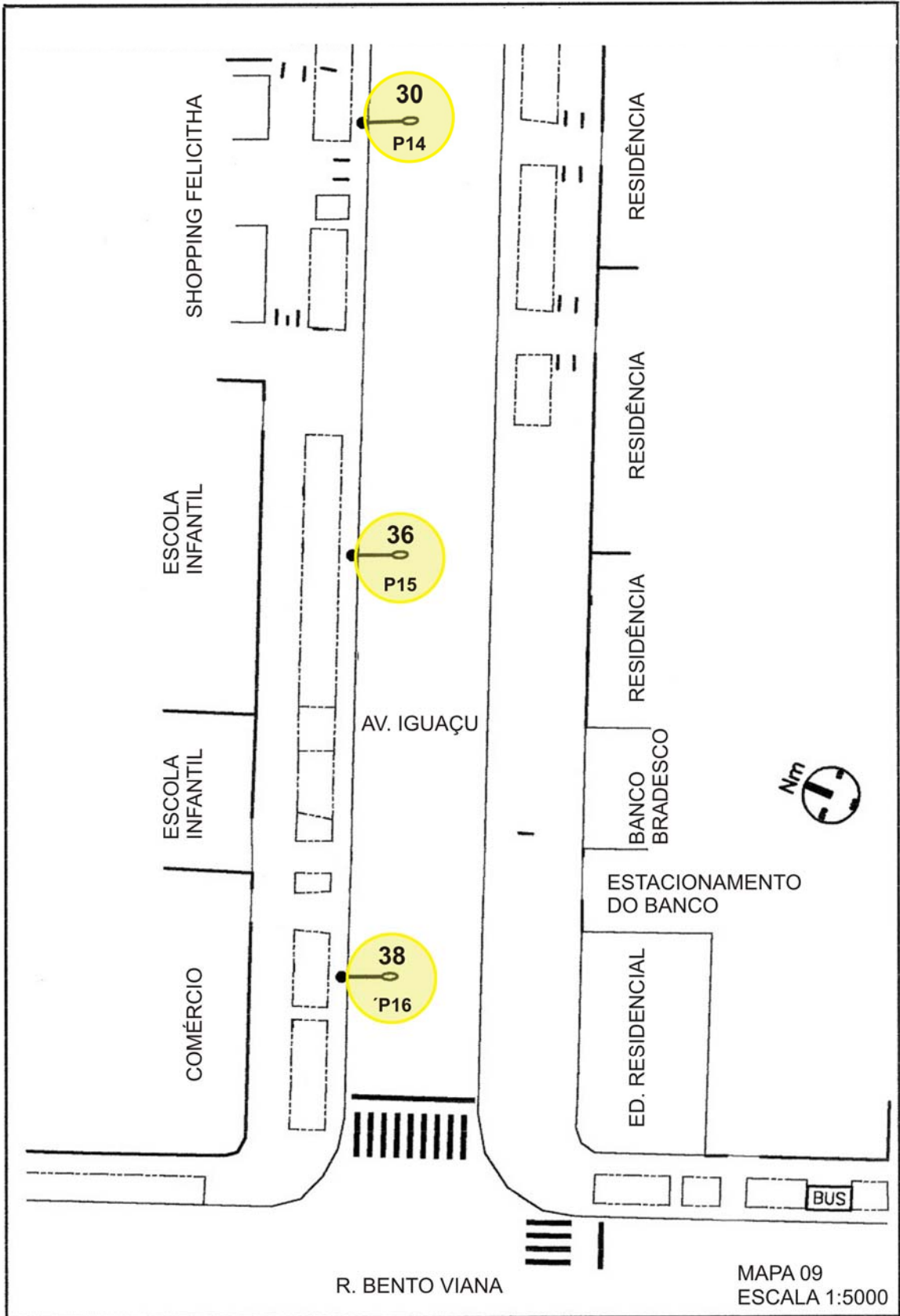
MAPA 7 - Trecho entre as Ruas Ângelo Sampaio e Bento Viana (2002)



MAPA 8 - Trecho entre as Ruas Ângelo Sampaio e Bento Viana (2005)



MAPA 9 - Trecho entre as Ruas Ângelo Sampaio e Bento Viana (2002) cont..



MAPA 10 - Trecho entre as Ruas Ângelo Sampaio e Bento Viana (2005) cont.

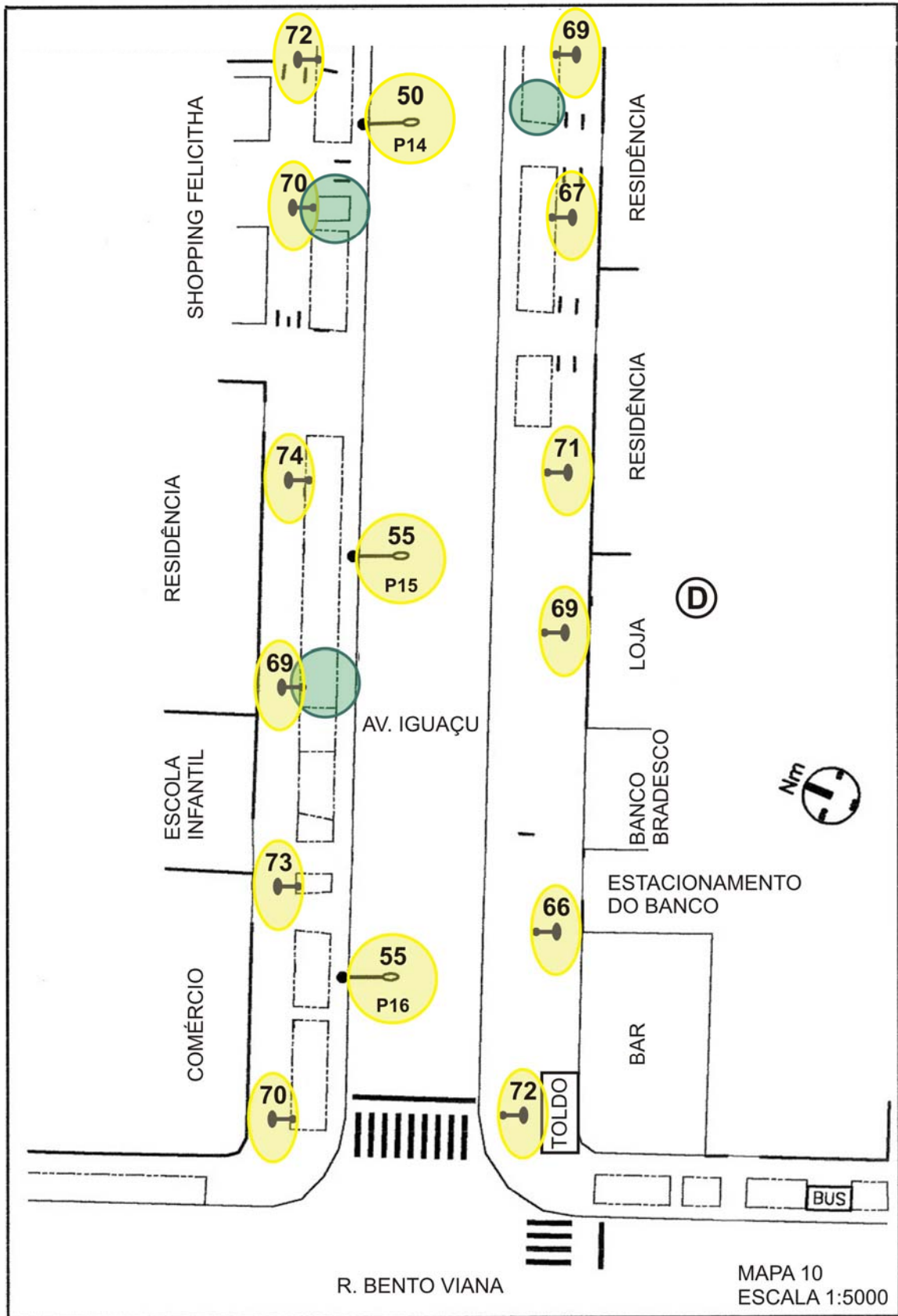


Tabela 8 - Resultado da medição das iluminâncias no trecho entre as Ruas Ângelo Sampaio e Bento Viana

Poste 11 medição de 2002

01	06	08	05	01	01
01	15	10	07	02	01
04	LV 32	38	18	04	01
03	12	10	05	01	01
01	05	03	02	01	01

Poste 11 medição de 2005

11	13	13	07	05	03
68 LP	26	22	08	06	02
15	LV 47	50	23	05	LP 01
12	22	28	10	03	03
08	18	17	06	03	05

* LP – iluminação para pedestres LV – Iluminação para veículos

Poste 12 medição de 2002

01	09	11	03	02	01
04	18	18	04	03	01
03	LV 30	36	19	05	01
04	18	18	03	03	01
01	08	10	02	01	01

Poste 12 medição de 2005

10	12	13	07	05	03
28	18	20	06	05	18
70 LP	LV 49	51	23	05	LP 76
12	28	35	08	03	18
08	10	17	05	03	03

* LP – iluminação para pedestres LV – Iluminação para veículos

Tabela 8 (cont.) - Resultado da medição das iluminâncias no trecho entre as Ruas Ângelo Sampaio e Bento Viana

Poste 13 medição de 2002

01	09	13	08	02	01
04	17	18	04	03	01
05	LV 33	40	19	05	01
04	16	17	04	03	01
01	08	10	03	02	01

Poste 13 medição de 2005

65 LP	12	18	10	05	69 LP
18	19	23	08	06	18
26	LV 51	54	23	05	05
12	33	49	10	03	18
65 LP	22	17	10	03	70 LP

* LP – iluminação para pedestres LV – Iluminação para veículos

Poste 14 medição de 2002

01	06	09	03	02	01
04	19	18	05	03	01
05	LV 28	30	17	05	01
04	18	15	05	03	01
01	06	10	03	03	01

* LP – iluminação para pedestres LV – Iluminação para veículos

Poste 14 medição de 2005

72 LP	13	10	10	05	69 LP
18	18	22	08	06	15
10	LV 48	50	20	11	05
12	33	49	08	03	18
70 LP	22	17	10	03	67 LP

* LP – iluminação para pedestres LV – Iluminação para veículos

Tabela 8 (cont.) - Resultado da medição das iluminâncias no trecho entre as Ruas Ângelo Sampaio e Bento Viana

Poste 15 medição de 2002

01	06	08	05	03	01
04	15	15	08	03	01
05	LV 30	36	10	05	03
04	18	18	08	03	01
01	07	10	03	03	01

Poste 15 medição de 2005

74 LP	22	18	10	05	71 LP
18	25	28	08	06	15
26	LV 51	55	23	05	03
12	33	40	10	03	19
69 LP	20	17	10	03	69 LP

* LP – iluminação para pedestres LV – Iluminação para veículos

Poste 16 medição de 2002

01	08	10	03	03	01
04	18	15	07	03	02
05	LV 32	38	18	05	03
03	18	18	05	03	01
01	08	10	03	03	01

Poste 16 medição de 2005

73 LP	12	18	10	05	66 LP
18	19	24	08	06	23
26	LV 50	55	22	05	07
12	32	33	10	03	19
65 LP	19	15	08	10	70 LP

* LP – iluminação para pedestres LV – Iluminação para veículos



(Fonte: ERS, 2005)

FIGURA 39 - Trecho entre as Ruas Ângelo Sampaio e Bento Viana (2002)



(Fonte: ERS, 2005)

FIGURA 40 - Trecho entre as Ruas Ângelo Sampaio e Bento Viana (2005)

A comparação da documentação fotográfica, com fotos tiradas nos mesmos locais, em 2002 e de 2005, mostra que existiu uma grande modificação no aspecto físico da rua. O fato de ter sido implantada a faixa de asfalto dos dois passeios incentivou a sua utilização como pista para caminhadas e ciclovia.

A iluminação para pedestres, localizada nos passeios, apresenta grande desuniformidade (Figura 34), dando ao passeio um aspecto zebrado que, no entanto, não chega a causar insegurança.



(Fonte: ERS, 2005)

FIGURA 41 - Desuniformidade na iluminação para pedestres, Avenida Iguaçu.

No quarteirão entre as Ruas Coronel Dulcídio e Mauricio Caillet, existe uma maternidade. Esta edificação deveria estar iluminada, se seguida a orientação dos preceitos da valorização da paisagem urbana. Trata-se de edifício com valor sentimental para a cidade. Como não existe iluminação suplementar naquele trecho, formou-se uma zona de penumbra bastante extensa.

6 CONCLUSÃO

Ao ordenar que as ruas fossem iluminadas para proporcionar segurança “à boa vila de Paris”, Luis XIV, em 1662, verbalizou o pensamento de que a iluminação pública seria apenas fator de segurança.

Edison e sua lâmpada incandescente, ao final do século XIX, modificou o paradigma, ao optar pelo aspecto apenas funcional e materialista da iluminação.

A valorização exacerbada do automóvel (característica do século XX) retirou do pedestre a primazia das ruas e da iluminação pública.

No final do século, a partir dos anos 80, nova mudança. Os objetivos dos novos projetos de iluminação pública tornaram-se ao mesmo tempo funcionais e cenográficos pois assim exigem as vertiginosas transformações sociais e culturais contemporâneas.

Diante das exigências de melhor utilização dos recursos naturais e da preocupação com o meio ambiente, estuda-se atualmente os efeitos da poluição luminosa, causada em grande parte pela má utilização dos equipamentos de iluminação e que indica desperdício de energia, ou seja, má utilização dos recursos naturais. Uma vez que a produção de energia elétrica provoca alterações profundas no meio ambiente, a poluição luminosa tem como efeito imediato a criação de um véu sobre as cidades que interfere na vida silvestre e impede a observação astronômica.

Com o objetivo de procurar ainda a otimização do uso da iluminação pública estão sendo estudadas outras influências, entre elas a arborização urbana e ambiência.

A arborização muitas vezes é prejudicada por podas desfigurantes, na tentativa de diminuir as zonas de sombra indesejáveis que podem favorecer acidentes e fazem os pedestres inseguros.

A redescoberta da necessidade do convívio e vizinhança, como reação aos preceitos mecanicistas do modernismo, trouxe o conceito de ambiência e valorização da paisagem urbana. Assim, a criação de uma identidade noturna valoriza o patrimônio cultural e natural das cidades e agrega diferentes segmentos da sociedade em torno de um objetivo comum.

O ambiente público iluminado interfere diretamente no ir e vir da população,

aliado às teias viárias, aos meios de transporte e ao traçado urbano. Entre outros elementos, é fundamental para a constituição de um território adequado para a realização dos laços que definem a relação social.

Os ambientes urbanos, que tradicionalmente eram pensados apenas para iluminação natural, necessitam de um novo tratamento. As variações das condições atmosféricas no decorrer do dia, fazem com que a iluminação natural raramente seja objeto de planejamento para a valorização de elementos do projeto. Durante o dia temos uma contínua mudança de intensidades luminosas, brilhos, contrastes e sombras. A iluminação artificial, por ser fixa e passível de planejamento, é utilizada para a valorização de detalhes, espaços e formas.

A nova função da iluminação pública deve ser a mais abrangente possível. É no jogo de luz e sombra das áreas a serem atendidas que as referências e os espaços serão recriados e propiciarão aos usuários as sensações estéticas e psicológicas necessárias ao seu conforto.

A visão do planejamento urbano que se alinha com essas idéias deve integrar a iluminação pública como modo de valorização da urbe. A via pública não pode valorizar exclusivamente o automóvel. O cidadão e a valorização das referências locais, funcionais e culturais passam a exercer papel principal nesse contexto. Por referências locais e funcionais entenda-se as condições sensoriais das mídias e equipamentos que as pessoas reconhecem como seguros e confortáveis.

Não se pode esquecer que a observação dos acontecimentos físicos, ou seja o sistema sensorial, pode receber uma enorme contribuição dos sistemas de iluminação. Basta comparar com o que existe há muito tempo em palácios, catedrais e teatros. Então, porque não utilizar os mesmos recursos para iluminação das áreas urbanas? Por que não observar de forma concreta como se processa a absorção e a reflexão nos objetos (aqui entendidos como edificações, automóveis, esquinas, ruas, etc.)?

As funções da iluminação pública pedem uma revisão conceitual, de maior abrangência que a simples escolha da luminária mais estética. Os preceitos de economia de energia, direcionamento das intensidades luminosas, as preocupações com a poluição luminosa e como utilizar as ênfases de iluminação no espaço urbano devem passar a ser utilizadas nos projetos.

No início dos anos 60, Jacobs em seu livro *The Death and Life of Great American Cities*, defendeu ferrenhamente as vizinhanças e provocou uma revolução

no pensamento urbanístico. Como não poderia deixar de acontecer, alguns adeptos mais ortodoxos de sua filosofia passaram a utilizar suas idéias à exaustão, esquecendo de converter a receita às condições particulares do local de implantação do projeto.

O estudo da teoria de Jacobs, entretanto, indica uma série de itens que podem ser implementados nas cidades brasileiras e, entre elas, Curitiba. Evidentemente os tempos são outros e as condições de uso do recinto urbano iluminado para a promoção da integração somente poderão ser estimuladas se enfrentadas com decisão. A transformação passa, porém, por fatores estéticos, psicológicos, urbanísticos, entre outros. Como se espera, nestes tempos de crise de ideologia, novos conceitos se impõem, novas causas serão defendidas para que a cidade seja utilizada em seu máximo potencial.

A paisagem urbana é uma realidade física, composta por edificações e equipamentos, percebida, em conjunto ou em detalhe, pelos moradores e pelos usuários de uma cidade. A paisagem urbana é resultado da interação do homem com o meio ambiente natural ou fabricado. A criação de ações que a valorizem provoca integração e a mobilização dos cidadãos em prol da sua cidade.

Como parte integrante e atuante dessa valorização, a iluminação pública, tomada como um todo (funcional e cenográfica), tem papel fundamental para a constituição de ambiências e da identidade da cidade.

Embora pouco valorizada como fator para integração da população na cidade de Curitiba, a iluminação pública em conjunto com reformas na infra-estrutura e nas ambiências, foi utilizada com sucesso para a revitalização desta área urbana,.

Este estudo procurou determinar como as influências da iluminação pública afetam a interação com o espaço urbano iluminado, utilizando como objeto de estudo a Avenida Iguaçu, em Curitiba.

Um estudo mais acurado da ambiência certamente proporcionaria melhor resultado. A falta de uniformidade na iluminação suplementar apesar de não prejudicar a utilização do passeio, forma zonas de sombra desagradáveis.

A falta de iluminação de ênfase para a Maternidade Victor do Amaral, entre as ruas Coronel Dulcídio e Maurício Caillet, além de formar uma zona de penumbra muito grande, deixa de valorizar um edifício de grande valor sentimental para a cidade. A Maternidade Victor do Amaral, é uma edificação sem grande valor estético,

porem é parte da memória da cidade. Nas décadas entre 1940 e 1970 no século passado foi o local de nascimento de boa parte da população.

A oportunidade de valorizar a edificação com um sistema de iluminação que possa criar um marco luminoso naquela avenida, foi até agora negligenciada.

Mesmo com as deficiências apontadas pelas medições e pelo registro fotográfico, a implantação de postes de iluminação suplementar destinada aos pedestres, criou condições para a melhor utilização do espaço.

Houve uma mudança de atitude das pessoas que ocupam aquele espaço: pessoas caminhando, jovens conversando sentados nas soleiras dos edifícios, quiosques de cachorro quente, restaurantes agora remodelados e bares com cadeiras na calçada, tornam a rua viva e alegre.

Os cidadãos que se utilizam do espaço urbano - denominados usuários – quando vistos de perto, tornam-se pessoas. O espaço urbano é ocupado por pessoas. As pessoas sentem, pensam e procuram ser felizes. As reações à valorização da paisagem urbana têm sido muito positivas. O caso em estudo comprova a melhoria da qualidade de vida, o sentimento nascente de vizinhança e o incremento na utilização do equipamento urbano.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARNHEIM, R. *Arte e percepção visual: uma psicologia da visão criadora*. Trad. Ivonne Terezinha de Faria. São Paulo: Livraria Pioneira Editora, 1994.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Iluminação pública*, NBR 5101. Rio de Janeiro, 1990.
- BENEVOLO, L. *A História da Cidade*. São Paulo: Editora Perspectiva, 1983.
- BERNMAN, M. *Tudo o que é sólido se desmancha no ar: uma aventura da modernidade*. Trad. Carlos Felipe Moisés e Ana Maria L. Loratti, São Paulo: Companhia das Letras, 1986.
- BRANDÃO, A. *A Fábrica de Ilusão: o espetáculo nas máquinas num parque de diversões e a modernização de Curitiba (1905-1913)*. Curitiba, Prefeitura Municipal de Curitiba, Fundação Cultural de Curitiba, 1994.
- BRANDI, U.; GEISSMAR-BRANDI, C. *Lightbook – The practice of lighting design*. Suíça: Birkhäuser-Publishers for Architecture, 2001.
- COATON, J. R.; MARSDEN, A. M. *Lamps and lighting*. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2001.
- COMPANHIA FORÇA E LUZ DO PARANÁ. *Trabalho Ontem, Trabalho Hoje, Trabalho Amanhã!* Curitiba, 1971.
- COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA ELÉTRICA –COPEL. *100 anos de eletricidade em Curitiba*. COPEL Informações, ano XX, n.159, 1990.
- COSTA, G. J. C. *Iluminação econômica: cálculo e avaliação*. 2.^a ed., Porto Alegre: EDIPRUCS, 2000.
- CURITIBA. BOLETIM DO ARQUIVO PÚBLICO DO PARANÁ, ano 8, n.12, 1983.
CURITIBA. CASA DA MEMÓRIA. Acervo. Curitiba, 2001.
- DIÁRIO POPULAR. *Iluminação amplia segurança*. Curitiba, Paraná. Reportagem publicada na edição de 30/07/97.
- DUNLOP, C. J. *Apontamentos para a história da iluminação da cidade do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: Cia. de Carris, Luz e Força do Rio de Janeiro Ltda., 1949.
- ECKHARDT, W. *A crise das cidades: um lugar para viver*. Trad. Edmond Jorge. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1975.
- ELETROPAULO - Superintendência de Comunicação. *A cidade da Light: 1899 – 1930*. São Paulo, 1990.

- ENRECH, C. Série de palestras proferidas para curso do GTU – Gestão Técnica do Meio Urbano, disponível em CD Rom da autora. Curitiba, 2004
- FARINA, M. *Psicodinâmica das cores em comunicação*. São Paulo: Edgard Blücher, 1982.
- FERREIRA, M. M. *A modernização da metrópole*. **Trust**,: v.8, Rio de Janeiro, 2000, p. 67-9.
- _____. *Primórdios: soluções que antecederam a eletricidade*. **Trust**, v.3, Rio de Janeiro, nov./dez 2000, p. 27-29.
- FGL - FORDERGEMEINSCHAFT GUTES LICHT. *Good lighting for safety on roads, paths and squares*. Braunschweig, Westermann Druck, 2004.
- FITT, B.; THORNLEY, J. *Lighting Technology*. Oxford: Focal Press, 2002.
- GARCIA JÚNIOR, E. *Luminotécnica*. 1^a. ed. São Paulo: Érica, 1996.
- GAZETA DO POVO. *Curitiba bem servida em iluminação pública*. Curitiba, Paraná. Reportagem publicada na edição de 08/09/85.
- _____. *Especialista avalia a iluminação em Curitiba*. Curitiba, Paraná. Reportagem publicada na edição de 06/09/96.
- _____. *Lâmpadas de mercúrio serão substituídas a partir de maio*. Curitiba, Paraná. Reportagem publicada na edição de 24/11/99.
- GEOLINKS GEÓLOGOS ASSOCIADOS LTDA. *Manual de Arborização e poda*. Site Rio Grande Energia. Outubro de 1999 – Março de 2000.
- HALL, P. *As Cidades do Amanhã*. São Paulo: Editora Perspectiva, 1995.
- HOCHBERG, J. E. *Percepção*. Trad. Álvaro Cabral. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1966.
- HOPKINSON, R. G. PETHERBRIDGE, P.; LONGMORE, J. *Iluminação Natural*. Trad. Antonio Sarmiento Lobato de Faria. 2.^a ed. Lisboa : Fundação Calouste Gulbenkian, 1980.
- IEP Iluminación. *Sanwin: programa de calculo*, Version 1.2. Barcelona, Espanha, [19--].
- ILE – INSTITUTION OF LIGHTING ENGINEERS. *Guidance notes for the reduction of light pollution*. Londres: Institution of Lighting Engineers, 2003.
- JACOBS, J. *The death and life of great american cities*. New York: Vintage Books, [196-].

- KIRSCHBAUM, C. F.; MÉRIDA, D.; ISSOLIO, I. *Alumbrado público y conductores de vehículos*. Conferência apresentada no Terceiro Congresso Panamericano de Iluminação. Montevideo, Uruguay, novembro, 1995.
- KIRSCHBAUM, C. *Iluminación y accidentes de tránsito*. Conferência apresentada no II Congresso Regional de Iluminação. Tucumán, 1993.
- LYNCH, K. *A imagem da cidade*. São Paulo: Editora Martins Fontes, 1997
- MALTA, A.; REBELO, M.; BULHÕES, A. *O Rio de Janeiro do bota-abaiixo*. Rio de Janeiro: Salamandra, 1997.
- MANZANO, E.; SANDOVAL, J.; ALVAREZ, M. *Preferencias en la iluminación de calles internas en parques*. Uerta Grande, Argentina: Sexta Jornada Argentina de Iluminação, 1998.
- MARTINS, R. *Curityba de outr'ora e de hoje*. Prefeitura Municipal de Curitiba: Edição Comemorativa da Independência do Brasil, 1922.
- MASCARÓ, L. E. R.; VIANNA, N. S. *Iluminação natural nos edifícios*. Porto Alegre: Faculdade de Arquitetura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1980.
- MASSERA, E. M. *Repotenciacion y eficiencia del alumbrado público*. 3ª parte. **Luminotecnia**, nº 64, Buenos Aires, 2000, p. 52-55.
- MICHEL, L. *Light: the shape of space. Designing with space and light*. Nova York: John Wiley & Sons, 1996.
- MIGUEZ, J. C. *L'urbanisme lumière: Uma nova luz para as cidades*. **Lumière**, v.42, São Paulo, 2001, p. 62-68.
- MOREIRA, V. A. *Iluminação elétrica*. São Paulo : Edgard Blücher, 1999.
- OKAMOTO, J. *Percepção ambiental e comportamento*. São Paulo: Plêiade, 1996.
- PEREIRA, D. A. *Iluminação pública*. General Electric S. A. Separata da **Revista G.E.**, abr. 1954.
- PILOTTO NETO, E. *Cor e iluminação nos ambientes de trabalho*. São Paulo: Ciência e Tecnologia, 1980.
- PILOTTO, O. *Ação urbanística em Curitiba da quinta comarca de São Paulo*. Curitiba: Separata do Boletim do Instituto Histórico, Geográfico e Etnográfico Paranaense, v. VIII, 1967.
- PIMENTA, J. L.; CANDURA, P. *Novas tecnologias em iluminação pública*. **Lumière**, v.37, São Paulo, 2001, p. 72-8.
- PISANI, E. M.; BISI, G. P.; RIZZON, L. A.; NICOLETTO, U. *Psicologia Geral*. Porto Alegre: Educ's, 1987.

- PIVETTA, K. F. L.; SILVA FILHO, D. F. *Arborização urbana*. Boletim Acadêmico, Série Arborização Urbana. Jaboticabal: Oficina da Paisagem, 2002
- PRITCHARD, D. C. *Lighting*. 2.^a ed. New York: Longman, 1978.
- RAINWATER, J.. *A visão: como vemos, porque vemos e o que vemos*. Trad. Tomé Santos Júnior. Lisboa: Verbo, 1969.
- RE, V. *Iluminação externa: cálculo e realização*. Trad. Agatha M. Auersperg. São Paulo: Hemus, 1978.
- SCHERER Jr. *Poluição luminosa*. In: MASCARÓ, L. et al. *Iluminação Pública*. Porto Alegre: PROPAR-UFRGS, 2003. Relatório de Pesquisa.
_____. *Arborização viária e iluminação pública*. Porto Alegre: UFRGS, Faculdade de Arquitetura. Relatório de Pesquisa. Texto datilografado.
- SCHREUDER, D. A. *Road lighting in developing countries*. CIE 119 –23RD session, New Delhi. 1995.
- SEPÚLVEDA, R.; ALVAREZ, A.; KIRSCHBAUM, C. *Alumbrado público: gerenciamento para la reconversion y mantenimiento*. Conferência apresentada ao Terceiro Congresso Panamericano de Iluminação. Montevideo, Uruguay, novembro 1995.
- SILVA, M. L. *Luz, lâmpadas e iluminação*. Porto Alegre: M.L. da Silva, 2002.
- SMIT, L. *Iluminação 1ª parte: Iluminação interna*. Biblioteca Técnica Philips, 1964.
- VIANNA, N. S.; GONÇALVES, J. C. S. *Iluminação e arquitetura*. São Paulo: Virtus, 2001.
- WILHEIM, J. et al. *Intervenções na paisagem urbana de São Paulo*. São Paulo: Instituto Florestan Fernandes, 2000.

APÊNDICE 1

LUZ E VISÃO

A luz

A luz, se relacionada diretamente às sensações humanas, pode ser definida como uma manifestação visual da energia radiante, deixando em segundo plano as considerações da física relativas a comprimento de onda, espectro luminoso e outras.

A energia radiante visível mede-se pelo ritmo de transferência avaliada em termos de seu efeito sobre o sentido visual humano médio. Este fluxo luminoso exprime-se em lumens. A distribuição de luz sobre uma superfície exprime-se em termos de lumens por unidade de área e tem a designação de iluminância. (HOPKINSON et al., 1980)

A simples incidência de luz sobre um objeto não pressupõe resposta visual. É muito importante lembrar que a luz, em si, é invisível. Para que exista o registro visual há necessidade de que o fluxo luminoso seja refletido em direção aos olhos. O brilho que será percebido pelos olhos varia de acordo com o grau de reflexão da superfície. Se o objeto iluminado for totalmente preto, reflexão nula, não poderá ser visto. Ao contrário, o brilho será máximo se a superfície for branca.

É de interesse para este trabalho apenas a faixa do espectro eletromagnético que vai de 380 nm até 780 nm, a gama de comprimentos de onda que proporciona a sensação da visão.

A radiação visível pode ainda ser subdividida nas faixas de frequência em que se identificam as cores: de 380 a 435 nm, o violeta; de 436 a 495 nm, o azul; de 496 até 565nm, o verde; de 566 a 589 nm, o amarelo; de 590 a 627 nm, o laranja e, finalmente, de 628 a 780 nm, o vermelho.

A Visão

O olho é como um instrumento de precisão de alta tecnologia. Para descrevê-lo é possível fazer uma analogia com a câmara fotográfica. O cristalino e a íris funcionam como a lente e o diafragma, e a retina funciona como o filme onde a imagem ficará gravada.

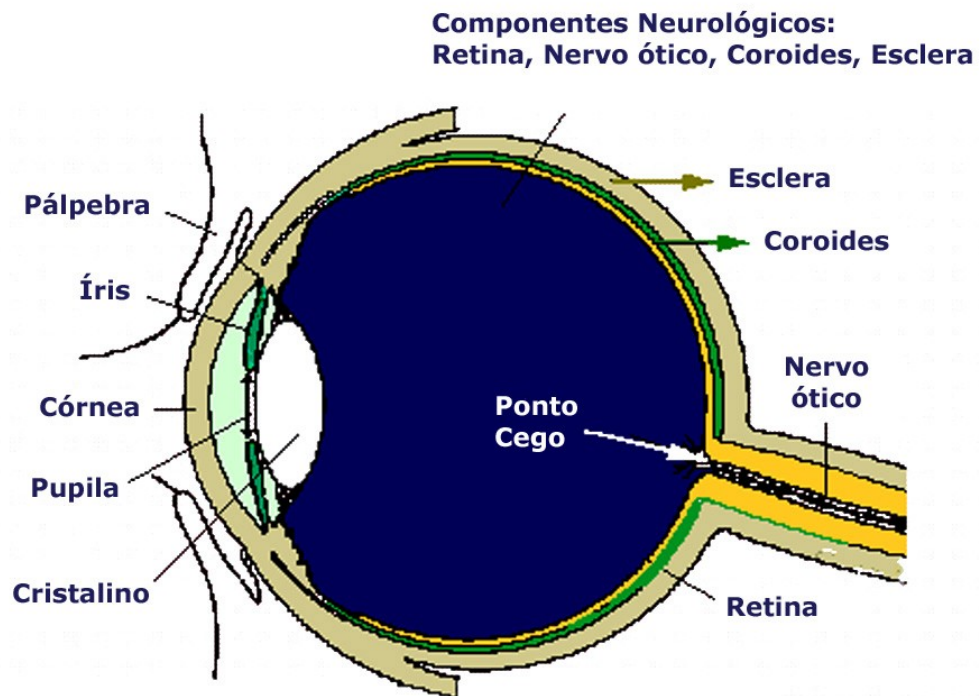


Figura 1 - Corte esquemático do olho humano (Fonte: Catálogo IEP Iluminación, 2002)

A retina compõe-se de milhões de células sensíveis à luz chamadas cones e bastonetes. As funções visuais dos cones e bastonetes são tão diferentes que pode-se dizer que o homem possui dois olhos num só. Os cones, por serem muito menos sensíveis à luz do que os bastonetes, permitem a visão para alta luminância (acima de 3cd/m^2). Os bastonetes, ao contrário, permitem ver sob condições de baixa luminância (abaixo de 3cd/m^2), quando os cones começam a perder sua sensibilidade; portanto, a visão noturna é propiciada pelos bastonetes. Os bastonetes têm maior sensibilidade à cor azul esverdeada.

A íris muda bastante de tamanho, funciona como o diafragma de uma câmara fotográfica. Com baixa iluminância, a íris diminui de superfície fazendo com que o orifício em seu centro, chamado pupila, se alargue e permita que mais luz alcance a retina. Ao contrário, sob alta iluminância a íris ficará maior, diminuindo a pupila, protegendo a retina do excesso de luz. Atrás da íris localiza-se o cristalino que, juntamente com a córnea e o humor aquoso, compõem o conjunto que faz com que as imagens sejam focalizadas na retina. Esta habilidade denomina-se focalização.

A habilidade de focalização diminui com a idade e, ao mesmo tempo, a pupila diminui. Isto explica a necessidade do aumento na iluminância para possibilitar que pessoas idosas desenvolvam suas atividades visuais com conforto.

Esse trabalho desenvolvido pelo conjunto córnea, humor aquoso e cristalino denomina-se acomodação. À habilidade de abertura da pupila conforme os níveis de iluminação dá-se o nome de adaptação.

A adaptação à escuridão é muito mais lenta do que à luminosidade. Normalmente a adaptação a um recinto escuro ocorre em minutos, porém quando se sai de um recinto escuro para um local com muita iluminação a adaptação é muito rápida, geralmente em poucos segundos.

Denomina-se visão fotópica a visão associada aos cones, à alta luminância e às cores. Chama-se visão escotópica a visão associada aos bastonetes, ao preto e branco e poucos detalhes. Os cones concentram-se basicamente no centro da retina numa região conhecida como fóvea, que permite a chamada visão central. Como na iluminação pública usualmente tem-se luminâncias entre 0,1 a 2,0cd/m², diz-se que estamos na faixa mesópica, em que tanto as células cones como as células bastonetes estão ativas. Os bastonetes, em número 20 vezes maior que os cones, estão localizados em maior densidade na zona periférica da retina. A sensibilidade maior para os cones ocorre em 555 nm e a sensibilidade maior para os bastonetes ocorre em 505 nm, segundo estudos realizados por Fraunhofer e posteriormente Purkinje.

Os pontos de máxima acuidade são os pontos em que a visão é mais confortável, ou seja, em que menos energia é exigida para a mesma impressão visual. Esse fenômeno explica as diferenças de eficiência por tipo de lâmpadas.

Desde o século XIX sabe-se que o olho humano tem sensibilidade diferente sob condições de alta ou baixa luminância.

A figura 2 apresenta a curva de sensibilidade dos cones e bastonetes; a sensibilidade mesópica é a combinação das sensibilidades fotópica e escotópica

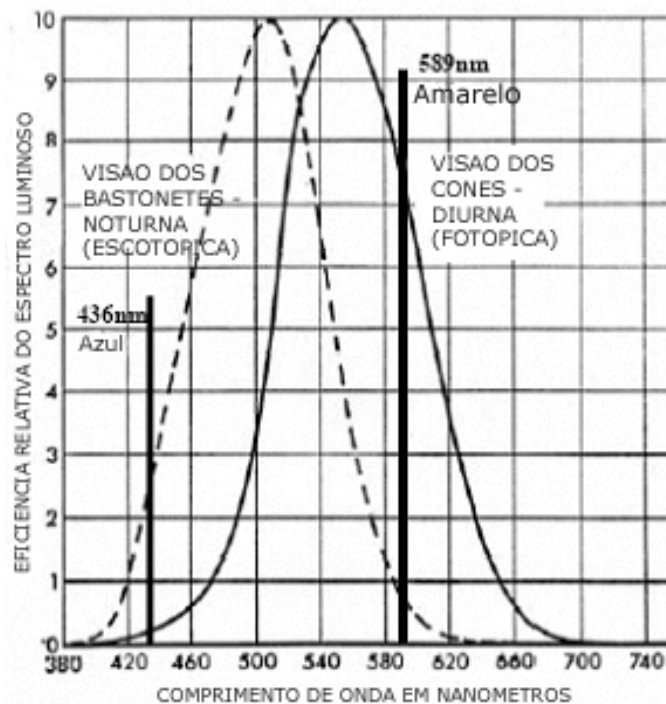


Figura 2. A curva $V(\lambda)$ de visão fotópica e a curva de visão escotópica

A visão dos **detalhes** ou a capacidade de perceber detalhes, denominada **acuidade visual**, é função da luminância e do tamanho do objeto. Quanto menor o objeto, maior a dificuldade para distinguir detalhes, em caso extremo não existe capacidade de reconhecimento. Experiências mostram que quanto maior a quantidade de luz que incide sobre um objeto qualquer, melhor se consegue distinguir os detalhes.

A acuidade visual não depende apenas da iluminação. Pessoas com idade acima de 45 anos, por dificuldade de contração do diâmetro da pupila, têm dificuldade em distinguir detalhes para uma mesma luminância.

Ao passar por uma pessoa na rua pode-se observá-la em detalhes porque sua velocidade é baixa. Quando um automóvel passa em alta velocidade poucos detalhes são percebidos. Isso ocorre porque a retina necessita de um tempo mínimo para fixar a imagem. Se o objeto se move com rapidez, perde-se a capacidade de distinguir seus detalhes. Este tempo mínimo é chamado **persistência visual**, que tem sua utilidade como no caso da televisão e do cinema.

O **contraste** é a diferença entre a luminância do objeto focalizado e o seu espaço imediato. Apesar de a vista se adaptar rapidamente à luminância média do ambiente, quanto maior o contraste maior a facilidade de distinguir detalhes e conseqüentemente mais fácil a execução da tarefa visual. Contraste baixo requer maior iluminação. Um exemplo é o caso de objetos verdes em fundo azul. Para que os detalhes sejam perceptíveis a luminância deverá ser elevada. Para objetos pretos sobre fundo amarelo ou branco a luminância poderá ser menor, e ainda assim, o resultado será o mesmo com referência à exigência visual.

Na descrição do funcionamento do olho humano, ficou evidenciado que os bastonetes têm sensibilidade maior à baixa luminância, enquanto os cones têm sensibilidade à cor e iluminação mais intensa. Quando se diminui quantidade de luz, existe uma modificação na percepção da cor e dos detalhes. Esta característica leva a erros de julgamento quanto a tamanho e forma dos objetos. Assim, existe uma **luminância mínima** necessária para que a segurança, principalmente no caso da iluminação pública, possa ser assegurada.

Ofuscamento é o fenômeno fisiológico que reduz a capacidade visual pela ocorrência de excesso de iluminação. A visão será confortável quando o objeto focalizado for o de maior luminância no campo visual. Quando isso não acontece, ou seja, quando objetos estranhos muito mais brilhantes surgem no campo visual, ocorre uma dificuldade de adaptação e a visão poderá ficar inibida. Fontes de luz muito intensas, como faróis de automóveis, uma janela ao final de um corredor ou uma lâmpada, podem provocar um efeito de perda momentânea de visão.

Atividades como escrita, desenho ou leitura são eminentemente bidimensionais. A maior parte das atividades do homem, porém, requerem a tridimensionalidade. Para que as

formas possam ser percebidas há necessidade da existência de **sombras**. O efeito estereoscópico proporcionado pelos olhos, somente é alcançado se os relevos forem salientados.

Objetos iluminados por apenas uma fonte luminosa produzem sombras nítidas e recortadas, que proporciona uma modelagem desagradável, e pouco revela da sua forma e textura. A utilização de várias fontes de luz de intensidade relativa semelhante produz múltiplas sombras nítidas em várias direções. Consegue-se melhor modelagem no caso de iluminação difusa, onde não existe uma fonte de luz predominante.

Unidades

No Brasil, a **iluminância** tem por unidade o **lux** (lúmen por metro quadrado). Nos países de língua inglesa utiliza-se o foot-candle (fc) que corresponde a aproximadamente 0,1 lux.

A iluminância varia com o inverso do quadrado das distâncias, ou seja, ao dobrar a distância entre a fonte luminosa e o objeto a ser iluminado reduz-se a iluminância a 25% da original.

Intensidade luminosa é o termo utilizado quando se considera o fluxo luminoso em uma determinada direção. A intensidade luminosa é medida em candelas.

Quando a luz incide sobre uma superfície, espalhando sobre ela um fluxo luminoso, e este é refletido para os olhos pelo poder refletor da superfície, a sensação luminosa que se recebe do brilho da superfície é regida por dois fatores: a luz recebida da superfície e a luz total recebida do campo de visão. A quantidade de fluxo luminoso que penetra nos olhos estimula a retina, este estímulo depende do fluxo luminoso que penetra nos olhos. O processo visual é muito complexo e o estímulo visual que ocorre nos olhos é também influenciado pelo brilho de todos os componentes da cena visual. Os olhos possuem uma sensibilidade característica adaptável, de modo que uma certa quantidade de fluxo, que estimula a retina em determinadas circunstâncias, produzirá uma sensação de brilho diferente da originada pela mesma quantidade de fluxo, em outras circunstâncias. Por exemplo, a iluminância de 50 lux parece demasiada na iluminação pública, porém se esta mesma iluminância for utilizada em uma sala de trabalho será muito difícil o desenvolvimento de qualquer atividade. Devido ao mecanismo de sensibilidade de adaptação, um determinado brilho, visto com fundo escuro, parecerá muito mais brilhante aos olhos do que o mesmo brilho, visto com fundo claro.

Por esta razão, a distinção entre o brilho físico de um objeto, medido por um fotômetro, que não se adapta do mesmo modo que os olhos, e o brilho subjetivo desse objeto, visto pelos olhos adaptados aos ambientes.

A palavra **luminância** emprega-se para especificar a quantidade física de brilho, isto é, o brilho que pode ser medido por um fotômetro físico. Os termos brilho aparente, brilho subjetivo e luminosidade, são empregados para indicar o efeito subjetivo. O brilho físico será sempre expresso pelo termo luminância. O termo brilho significará brilho aparente ou subjetivo.

A unidade de luminância para o sistema métrico decimal é candela por metro quadrado, também conhecida por nit.

A **refletância** exprime a proporção de fluxo luminoso incidente sobre uma superfície que é refletida na direção do observador, para dar à superfície a sua luminância. Exprime-se geralmente em percentagem ou, menos freqüentemente, como uma proporção ou fração da unidade. Portanto, uma superfície realmente branca deveria: ter uma refletância de 100%, uma superfície cinzenta clara, digamos 50%, uma superfície cinzenta escura talvez 10% e uma superfície totalmente negra, tal como a do veludo preto, uma refletância de apenas 1%.

Os aspectos elementares de luz e visão podem ser expressos de um modo satisfatório, em termos destes quatro conceitos: (1) fluxo luminoso (expresso em lúmens); (2) distribuição do fluxo luminoso sobre uma superfície ou iluminância (expressa em lux); (3) luminância ou brilho físico de uma superfície (expressa em candela por metro quadrado) e (4) refletância ou poder refletor de uma superfície (expressa em percentagem).

Lâmpadas utilizadas em iluminação pública e de exteriores

O fluxo luminoso das lâmpadas é o produto da energia emitida dentro do espectro luminoso, e pode ser representado pela curva de sensibilidade do olho.

Os valores do fluxo luminoso das lâmpadas, divulgados pelos fabricantes e usados pelos profissionais de projeto, são baseados somente na resposta espectral dos cones da retina. As lâmpadas de sódio tem alta eficiência energética (lumens/Watt) devido à maior sensibilidade dos cones na região do amarelo, que é a faixa em que estas lâmpadas emitem mais energia. As lâmpadas multi vapores metálicos produzem uma gama mais extensa de radiações, incluindo azul e verde, como a quantidade de radiação na região do amarelo é baixa, estas lâmpadas tem eficiência energética menor.

Na figura 3 estão apresentados os limites das luminâncias previstas para iluminação pública nas normas do CIE e do IESNA.

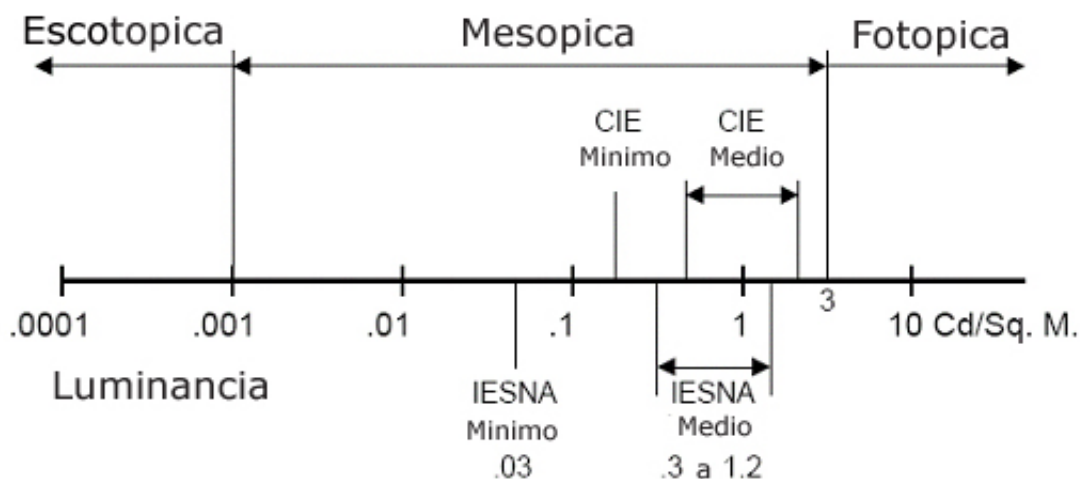


Figura 3. Variação dos níveis fotópicos, mesópicos e escotópicos de luz.

Para a iluminação pública as sombras, se excessivas, causam problemas, obstáculos e defeitos na pista ou em calçadas tornam-se imperceptíveis. A uniformidade, portanto, é importante. A norma brasileira prevê fator de uniformidade 1:4. O valor mais baixo da iluminância (E mínimo) sobre o eixo das pistas não deverá ser inferior a um quarto da iluminância máxima (E máximo) sobre o mesmo eixo.

As lâmpadas mais utilizadas em instalações para iluminação pública são as lâmpadas à descarga, principalmente as de vapor de mercúrio, vapor de sódio e de iodeto metálico. Nessas lâmpadas o fluxo luminoso é gerado pela passagem de corrente elétrica através de um gás ou mistura de gases ou vapores. São constituídas por um bulbo interno contendo gases ou vapores onde se estabelece o arco elétrico mantido entre dois eletrodos metálicos; esse componente também é conhecido como tubo de descarga. O tubo de descarga geralmente é construído em cristal de quartzo para suportar as temperaturas elevadas da descarga dos eletrodos. Os metais mais usados na construção dos eletrodos são o níquel, tungstênio e o nióbio. Todos esses componentes são envolvidos por um bulbo externo. As lâmpadas são adaptadas aos soquetes através de rosca.

Vapor de mercúrio

As lâmpadas de vapor de mercúrio foram as primeiras lâmpadas a descarga a serem utilizadas em iluminação pública. O fluxo luminoso é produzido por um arco elétrico dentro do tubo de descarga que é preenchido com vapor de mercúrio a uma pressão que pode variar de 2 a 4 atmosferas. Requer um reator para seu funcionamento, sendo que o fluxo luminoso total só é atingido após alguns minutos depois que a tensão é aplicada.

O rendimento é considerado baixo para os padrões atuais. Não permitem igualmente a boa reprodução de cores. Além disso, a emissão de radiação ultra-violeta é bastante

intensa.

Na maioria das grandes cidades as lâmpadas de vapor de mercúrio estão sendo substituídas por lâmpadas de vapor de sódio ou mesmo pelas de iodeto metálico, energeticamente mais eficientes.

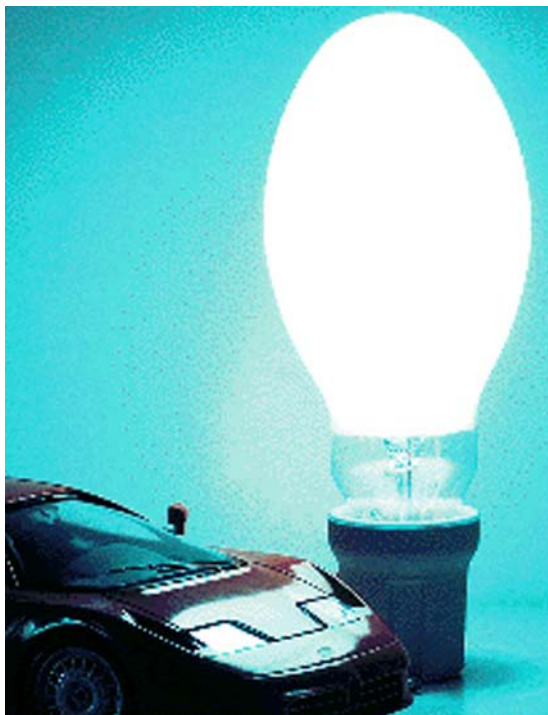


Figura 4 – Lâmpada a Vapor de Mercúrio e aparência de cor resultante em uma superfície vermelha.

Fonte: Catálogo IEP Iluminación

Vapor metálico (iodeto metálico)

As lâmpadas de iodeto metálico são semelhantes às de vapor de mercúrio, mas ao vapor de mercúrio adicionam-se outros elementos como escândio, sódio e iodeto de tálio.

Seu funcionamento é semelhante ao da lâmpada de vapor de mercúrio, a mistura de gases também mantida à alta pressão (2 a 4 atmosferas) no tubo de descarga. Esta mistura de gases faz com que as características de reprodução de cores sejam melhoradas. O índice de reprodução de cores destas lâmpadas chega a 90%. Assim é aplicada em locais onde a valorização das cores é necessária ou desejada.

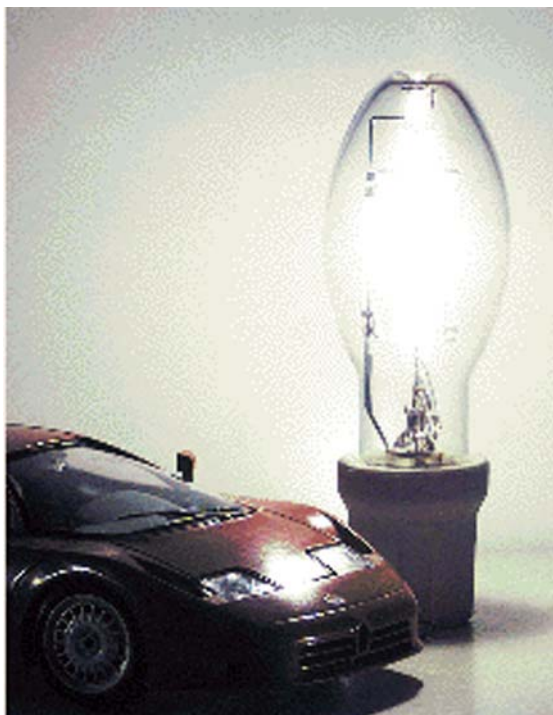


Figura 5 – Lâmpada a Vapor Metálico e aparência de cor resultante em uma superfície vermelha.

Fonte: Catálogo IEP Iluminación

Essa categoria de lâmpadas tem como vantagem a disponibilidade de uma gama muito extensa de potências (desde 150W até 2000W), alta eficiência se comparada à lâmpada de vapor de mercúrio, além da boa reprodução de cores.

Vapor de sódio

As lâmpadas de vapor de sódio têm como principal característica a emissão da maior parte de sua energia radiante entre 589 e 589,6 nm, que são frequências para as quais a vista humana apresenta um máximo de acuidade visual.

Existem dois tipos de lâmpadas de vapor de sódio: alta e baixa pressão. Seu funcionamento é semelhante ao das lâmpadas de vapor de mercúrio ou iodeto metálico. Nas lâmpadas de baixa pressão o vapor de sódio é mantido à pressão de 0,006 atmosferas e nas de alta pressão a 0,25 atmosferas. O conceito de alta e baixa pressão refere-se apenas à comparação entre estes dois tipos de lâmpadas.

As lâmpadas de vapor de sódio apresentam muitas vantagens em relação às outras, principalmente por apresentarem alta eficiência luminosa (130 a 180 lm/W) o que as coloca no topo da classificação de eficiência energética. Outra característica relevante é sua vida média que chega a 24.000 h.

A reprodução de cores, porém, é muito pobre (IRC 20 a 39). Para o caso de iluminação pública, isso não apresenta grande inconveniente, uma vez que a luz

proveniente dos veículos, *out-doors* e iluminação marginal parcialmente “corrige” as necessidades de percepção de cores. Outro fator a ser considerado é a “memória” subjetiva que também faz uma auto correção da cores.

Características (dos modelos mais comuns em iluminação pública)	Vapor de mercúrio de cor corrigida	Vapor de mercúrio de iodeto metálico (multivapores)	Vapor de sódio de alta pressão	Vapor de sódio de baixa pressão
Custo da lâmpada	Elevado	Muito elevado	Muito elevado	Muito elevado
Custo da luminária	Médio	Médio	Médio	Elevado
Resistências às Contingências de uso	Boa	Boa	Boa	Regular
Necessita equipamento auxiliar	Sim	Sim	Sim	Sim
Cor da luz	Branca-azulada	Branca	Dourada	Amarela
Reprodução das cores	Boa	Muito boa	Razoável	Precária
Eficiência luminosa aproximada (lm/W)	50 a 60	70 a 100	100 a 130	140 a 185
Vida aproximada (h)	16.000 a 18.000	6.000 a 18.000	18.000 a 24.000	10.000 a 20.000

As pesquisas com relação a fontes de luz que possam atuar em faixas maiores de eficiência, vida média e reprodução de cores não param.

Na década de 1980, os primeiros resultados na produção de luz através da ionização de gases por alta frequência começaram a ser divulgados. São lâmpadas que dispensam eletrodos, por isso mesmo classificadas pelo nome *Electrodeless Lamps*. A sua principal vantagem consiste na elevada vida média, se comparadas com as lâmpadas convencionais de descarga, a manutenção praticamente inexistente. Várias fábricas já lançaram produtos com essa tecnologia, porém o custo elevado limita sua utilização.

Na década de 90 foi apresentada ao público a lâmpada de enxofre. Essas utilizam o enxofre na composição do gás, produzindo luz com características semelhantes à luz solar. Operam com frequência de 2,4 GHz (semelhante à frequência de um forno de microondas), a eficiência é da ordem de 120 lumens por watt e vida média de 60.000 h. A médio prazo espera-se aplicações mais frequentes deste tipo de iluminação.

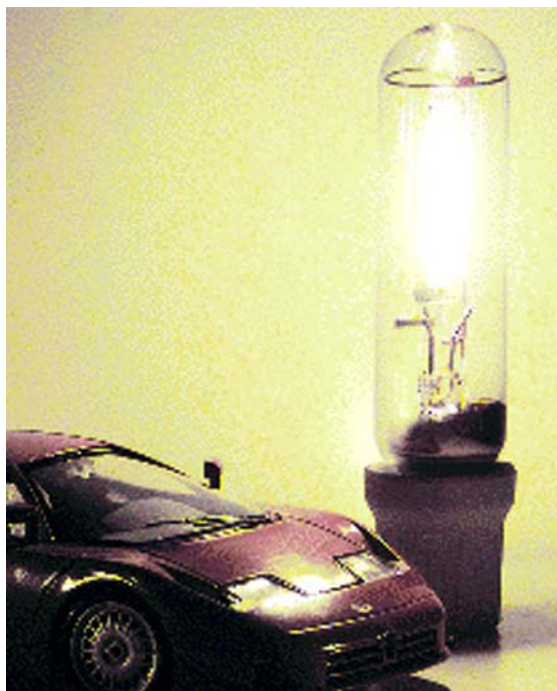


Figura 6 – Lâmpada a Vapor sódio e aparência de cor resultante em uma superfície vermelha.

Fonte: Catálogo IEP Iluminación, 2002

Luminárias

Luminárias são equipamentos que distribuem, filtram ou transformam a luz emitida por uma ou várias lâmpadas, além de abrigarem todos os acessórios necessários para fixação, proteção e conexão ao circuito de alimentação.

Para a seleção de uma luminária em particular se deve levar em conta sua aplicação, o tipo e número de lâmpadas, sua característica de funcionamento: aberta ou fechada, montagem, características lumínicas, características elétricas, mecânicas, altura de montagem, construção e desenho.

Componentes principais de uma luminária:

Refletor: tem a finalidade de dirigir, distribuir ou filtrar o fluxo luminoso das lâmpadas utilizadas. Podem ser constituídos por espelhos ou prismas em cristal ou ainda por alumínio polido; o refletor deve ser projetado para oferecer máximo rendimento. O tipo mais usado é de alumínio polido e anodizado, ou metalizado (pesados e frágeis) ou em aço pintado (para aparelhos simples e de baixo custo).

Equipamento de partida e acessórios elétricos: são os equipamentos necessários para a conexão à rede elétrica, o ignitor, o reator e ainda soquetes, conectores e proteção elétrica.

Características ópticas

As luminárias devem dirigir o fluxo luminoso de acordo com a iluminação desejada para prevenir ofuscamentos e eventuais desconfortos visuais aos usuários, além de adaptar a distribuição luminosa à superfície que se deseja iluminar.

Características estéticas

No projeto da iluminação pública é importante que a estética não seja esquecida, uma vez que durante o dia as luminárias serão percebidas como componentes da paisagem.



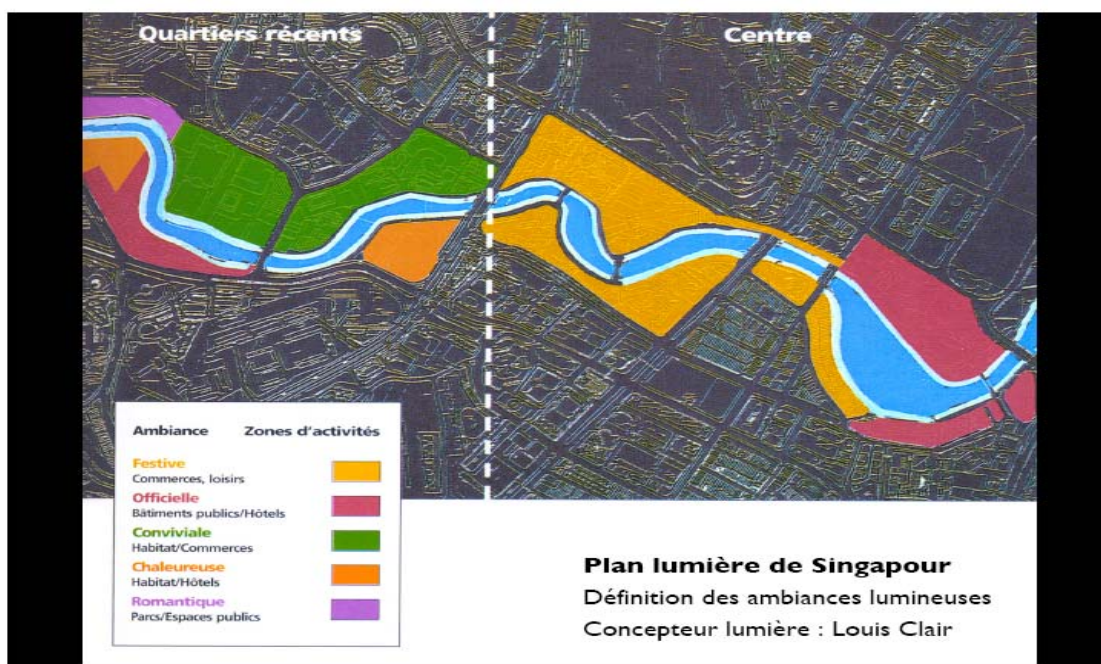
Figura 7 - Av. Abolição - Fortaleza (CE) projeto elaborado e executado pela Citéluz

ANEXO 1

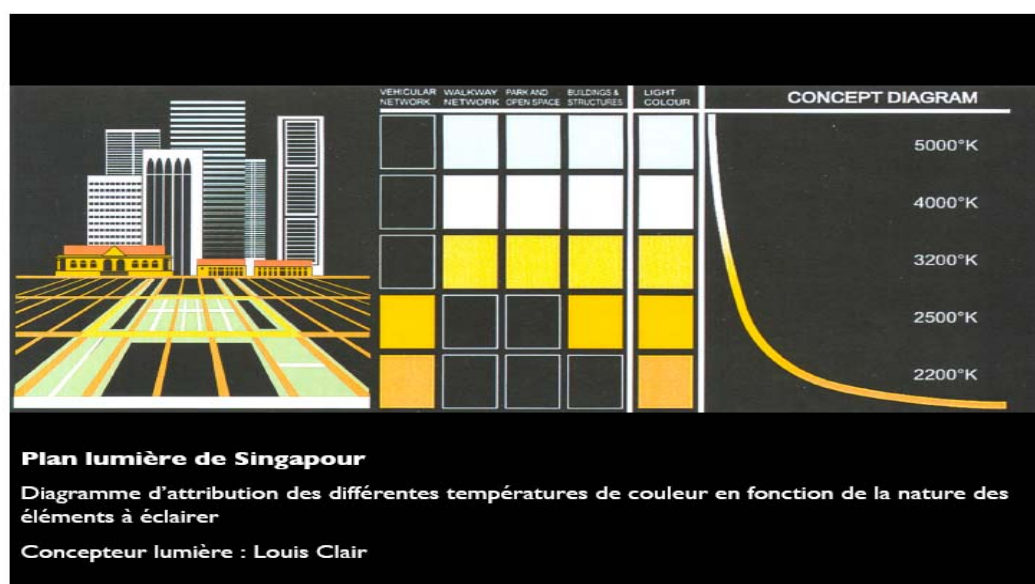
EXEMPLO DE PROJETO DE ILUMINAÇÃO

Apresentamos, como exemplo, o Projeto de Iluminação desenvolvido por Louis Clair para Singapura, citado por Enrech (2004).

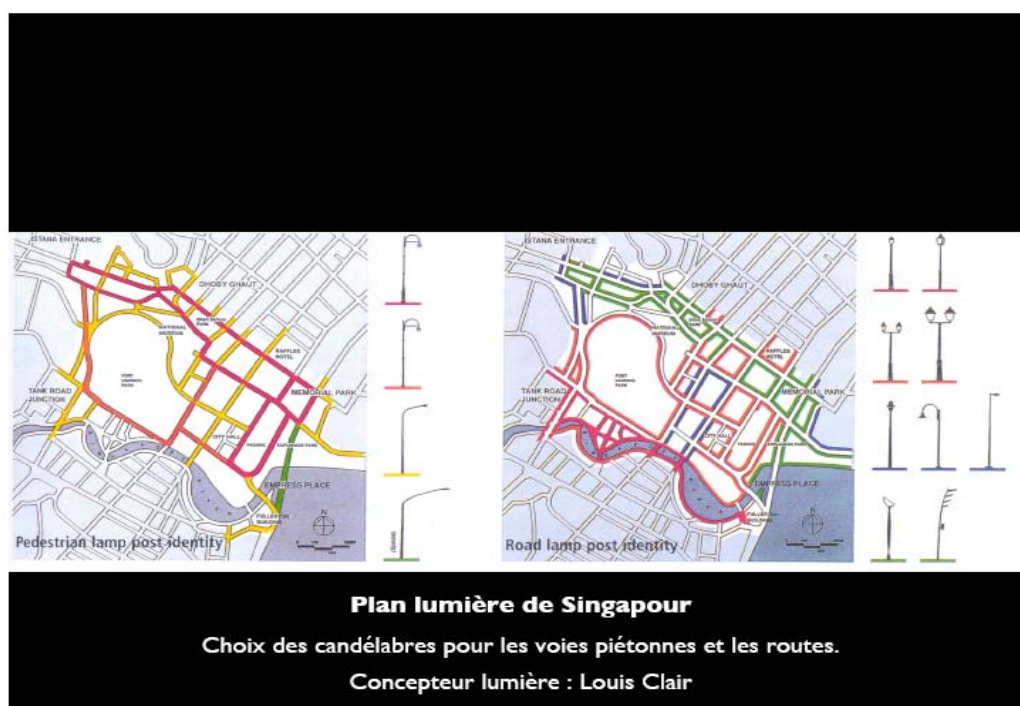
Primeiro passo: Definição das ambiências




Segundo passo: atribuição de uma determinada temperatura de cor em função os elementos a iluminar.




Terceiro passo: definição de equipamentos e sua localização e definição do horário de funcionamento da iluminação, de acordo com a economia de energia.



CROQUIS CONCEPT



PRINCIPE D INSTALLATION



HORAIRE	19H, 23H	23H, 03H	03H, 07H
LAMPES EN FONCTION	1	1	1
ECLAIREMENT MOYEN, LUX	25 LUX	15 LUX	10 LUX
COULEUR DE LA LUMIERE, T°K	3000° K	2000° K	4000° K
QUALITE DE LA LUMIERE, IRC	>60	20	40
PUISSANCE UTILISEE	500 W	250 W	250 W
TYPE DE LAMPES	SHP+ MBF	SHP	MBF
DUREE D UTILISATION JOURNALIERE	4 HEURES	4 HEURES	4 HEURES

Plan lumière de Jakarta
 Concept et principes de l'éclairage routier
 Concepteur lumière : Louis Clair