

Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP

Curso de Design

Danilo Fernandes Ferreira

Equipamento de iluminação para ciclistas

São Paulo

2011

Danilo Fernandes Ferreira

Equipamento de iluminação para ciclistas

Monografia apresentada à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Design

Orientador: Prof. Dr. Robinson Salata

Danilo Fernandes Ferreira

Equipamento de iluminação para ciclistas

Monografia aprovada em / / para obtenção do título de bacharel em Design

Banca examinadora:

Professor orientador Robinson Salata

Professor convidado Luís Cláudio Portugal

Professor convidado Adriano de Luca

Resumo

O ciclista enfrenta diversas dificuldades nas cidades. Entre eles, falta de iluminação suficiente para viagens a noite. Os refletores usualmente já instalados em bicicletas vendidas não são suficientes por não emitirem nenhum tipo de luz. Há no mercado, mais de 30 fabricantes de equipamentos de iluminação para ciclistas. Nenhum é nacional. Com esse problema em mente feito o projeto de um pequeno farol. Entre os requisitos de projeto perseguidos: ser de fácil de regulagem da área iluminada, possuir resistência a trepidação típica da bicicleta e tamanho reduzido frente a lanternas de mão comuns. Houve uma escolha pelo uso de um dínamo e de uma fotocélula, dispensando uso de pilhas, baterias e controles. A alternativa escolhida possui uma forma simples, mas acinturada, com uma suave pega geométrica. Dois leds serão usados. Um led mais forte constantemente ligado e o segundo led que deve ficar piscando como sinalizador. A saída do dínamo com tensão estabilizada adequada a versão 2.0 do padrão USB permite que outros equipamentos, como celulares, possam ser carregados.

Índice

1. Introdução	6
2. Procedimentos metodológicos	8
3. Pesquisa primária: visitas e entrevistas	9
4. Pesquisa secundária: revisão bibliográfica	14
5. Estado da arte	16
6. Uso de equipamentos de iluminação	29
7. Análise do produto	31
8. Produtos semelhantes ou relacionados	36
9. Materiais, Processos e Tecnologias	38
10. Legislação e normas	49
11. Ergonomia e usabilidade	52
12. Requisitos de Projeto	53
13. Branding	54
14. Pesquisa final	57
15. Desenvolvimento do projeto	61
16. Conclusões	68
17. Anexos	70
18. Bibliografia e referências	78

1. Introdução

1.1. Tema

Desde 1994, quando era adolescente, tive interesse em bicicletas. Usava-a como fonte de diversão e, também, como meio de transporte nos cerca de 6 km entre minha casa e a escola de inglês. Para o tema desse Trabalho de Conclusão de Curso em Design, logo a bicicleta foi considerada. A princípio houve a dúvida entre os subtemas “ergonomia do selim” e “iluminação e sinalização”.

Segundo alguns estudos, o ciclista coloca um quarto do seu peso numa pequena área da frente do selim, fazendo pressão na região do períneo. Assim, a quantidade de oxigênio que atinge o pênis cai rapidamente, o que, além do desconforto, é fator de risco e pode causar impotência sexual no longo prazo. O tema do selim se mostrou complicado de ser estudado. Sendo assim, o tema relacionado à iluminação e sinalização foi o escolhido, por oferecer uma maior possibilidade de trabalhar com a forma do equipamento projetado de maneira criativa.

1.2. Objeto de estudo

A invenção da bicicleta foi de grande valia para a vida humana pois é, energeticamente, a melhor forma de transporte do mundo sendo, inclusive, melhor que a caminhada. No ano de 1862, Ernest Michaux consegue fabricar 142 bicicletas em doze meses, sendo considerado o primeiro fabricante oficial de bicicletas. Foi naquela época que as autoridades de Paris criaram caminhos especiais para que os usuários deste meio de transporte pudessem trafegar sem se misturar com as charretes e carroças tendo, assim, maior segurança. Surgiram, então, as primeiras ciclovias. Em 1885, John Starley e William Sutton lançam uma bicicleta com rodas de tamanho semelhante, quadro de forma aproximadamente trapezoidal, e transmissão do movimento da pedalada para o cubo da roda motriz através de uma corrente. Logo adicionam um guidão com controle direto sobre a roda dianteira e um garfo com final inferior curvado, o que já se assemelha bastante à bicicleta atual.

Atualmente, no mundo todo, são produzidas mais de 100 milhões de bicicletas por ano. De acordo com dados da Abraciclo (Associação Brasileira dos Fabricantes de Motocicletas, Ciclomotores, Motonetas, Bicicletas e Similares) o Brasil, nos últimos anos, tem produzindo cerca de 5% do total mundial, ou seja, cinco milhões por ano. Pouco mais da metade (53%) são bicicletas de transporte. Depois vêm as infantis (29%), de lazer (17%) e esportivas (1%). A bicicleta mais vendida da Caloi, empresa líder de mercado, é um modelo utilitário de transporte

chamado Poti, que custa entre R\$360 e R\$460.

Pode-se afirmar que a bicicleta é o veículo individual mais utilizado nos pequenos centros urbanos do país (cidades até 50 mil habitantes). Os motivos mais indicados pelos ciclistas, segundo o IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada), para as pessoas terem optado por pedalar são o benefício à saúde, a rapidez e o baixo custo. Naturalmente, o uso do transporte individual movido a força humana não constitui uma solução para o problema do excesso de veículos no trânsito, todavia é uma opção a ser considerada para distâncias de até 8 km sem grandes diferenças de altitude e clima razoavelmente estável. Prova disso é a quantidade de ciclistas em Joinville ou Curitiba. A Pesquisa Origem Destino do Metrô (de 2007) mostrou que mais de 300 mil pessoas na cidade de São Paulo usam a bicicleta por dia.

Infelizmente o ciclista enfrenta diversas dificuldades nas cidades: buracos e imperfeições no pavimento das ruas e calçadas, falta de ciclovias ou ciclofaixas, falta de bicicletários ou paraciclos, falhas na integração com outros modais de transporte público, e falta de iluminação suficiente. Nos Estados Unidos, o NCHRP (National Cooperative Highway Research Program) conduz diversas pesquisas sobre problemas que afetam a construção e operação das rodovias, incluindo levantamento de estatísticas sobre todo tipo de acidentes com ciclistas. De acordo com tais levantamentos, ferimentos sérios e fatais com ciclistas ocorrem muito entre 22h e 6h devido a diversos fatores como falta de iluminação e pessoas alcoolizadas (tanto motoristas de automotores como os próprios ciclistas).

Não há estatísticas, no Brasil, específicas sobre horários de acidentes de ciclistas, apenas de viagens feitas. E, a princípio, parece que o uso de refletores que usualmente vêm instalados nas bicicletas compradas seria suficiente para resolver tal problema. Porém, eles possuem dois inconvenientes além de não serem fonte ativa de iluminação:

- São pouco visíveis para pedestres (já que não andam com nenhum tipo de emissão de luz);
- Não são facilmente visíveis sob todas as direções (isto é, só refletem se a luz do farol incide até ângulo de cerca de 20°).

Além disso, refletores instalados nas rodas e pedais não dão a noção exata da velocidade de deslocamento de uma bicicleta em uma via escura. Por isso a importância dos faróis e piscas, que cumprem a função de iluminar o caminho e também sinalizar visualmente a presença dos ciclistas para motoristas e pedestres.

2. Procedimentos metodológicos

Para outras disciplinas do curso de Design já tinha sido feita uma pesquisa sobre história e um pouco da tecnologia construtiva da bicicleta. No primeiro semestre de 2011, após a escolha do tema, sem uma ordem a priori, ou mesmo com fases em paralelo foi feito:

- Revisão bibliográfica sobre uso da bicicleta;
- Estudo básico sobre luminotécnica;
- Levantamento do mercado de faróis e piscas para bicicletas;
- Levantamento de normas e legislação;
- Estudo sobre o funcionamento dos faróis e piscas;
- Visitas, observação de uso e entrevistas;
- Estudo de materiais, processos e tecnologias;
- Estudo de produtos relacionados

Após análise do tema de Iluminação e Sinalização uma conclusão foi que se tratava de assuntos relativamente distintos. A Sinalização poderia ser feita de diversas maneiras, tanto visuais quanto sonoras (ou mesmo, eventualmente, olfativas). Por conseguinte, o título do trabalho passou a ser “equipamento de iluminação para ciclistas”.

Com base nos dados coletados e nos estudos realizados, foi possível realizar uma análise de equipamentos de iluminação para ciclistas. Uma lista de requisitos de projeto preliminar foi criada. O foco passou a ser em ciclistas urbanos que usam bicicletas como meio de transporte. Então houve uma procura por esses ciclistas em bicicletários da cidade para entrevistá-los. A lista de requisitos de projeto foi refinada e logo em seguida foram feitos os primeiros esboços de alternativas projeto. Então foi decidida a fonte de energia usada (o dínamo) e verificado o preço e as dimensões dos componentes eletrônicos a serem utilizados. Foram criados alguns desenhos em 3d da bicicleta e do modelo.

Um modelo preliminar em madeira foi feito. Leds brancos foram comprados para alguns testes. Após o refinamento da lista de requisitos foi feita, em paralelo com outras atividades, foi feito um estudo sobre Branding. Após detalhamento do desenho 3d diversos problemas imprevistos sobre detalhes dimensionais e montagem da peça surgiram e tiveram que ser resolvidos. Por fim, um segundo modelo volumétrico em madeira foi feito.

3. Pesquisa primária: visitas e entrevistas

3.1. Visitas a bicicletarias e lojas

3.1.1. Ravena

A bicicletaria Ravena foi visitada dia 2 de abril, e fica na Rua Diogo Jacome, 690 (Moema, próximo a Av. Hélio Pellegrino). Foi a primeira visita feita. O que saltou aos olhos foram os modelos Cateye com elástico (SL-LD100-W e SL-LD100-R), modelo ainda desconhecido para quem só prestava atenção a faróis com formato mais tradicional.

3.1.2. Moema Bike

A bicicletaria Moema Bike fica na Alameda dos Maracatins, 1592, e dentro do bairro de Moema é a que tem um público alvo mais simples. A visita foi feita no domingo, dia 1º de maio. Ela vende alguns modelos de faróis, luzes traseiras e refletores. Foi a única encontrada que teve um modelo de equipamento de iluminação com dínamo a venda, por R\$55,00. Se tratava de modelo tradicional, cromado, com lâmpada halógena no farol traseiro e na luz traseira. A vendedora informou que pessoas que fazem entrega compram o equipamento com dínamo por que não requerer constante troca de pilhas ou baterias.

3.1.3. Bike Tech Mogi

A bicicletaria Bike Tech Mogi fica na Rua Cavazzola nº 108 (bairro Vila Olímpia, próximo Av. Hélio Pellegrino com Av. Santo Amaro). A visita foi feita dia 16 de maio, com o intuito principal de comprar um novo farol. Havia desde um modelo “genérico” de farol com 5 leds brancos, por R\$30,00, até o Cateye HL-RC-220 com lâmpada halógena de 10 W, por R\$155,00. O modelo comprado foi um Q-Lite QL-230 com 3 leds brancos por R\$35,00, com potência total de 1 W. O farol da Q-Lite pode ficar ligado constantemente ou piscar.

3.1.4. Pedal Power

A Pedal Power fica na Rua Baluarte, 672 (bairro Vila Olímpia, próxima a Av. Santo Amaro). A visita foi feita dia 24 de maio. É uma bicicletaria espaçosa, com um público alvo de maior poder aquisitivo da região. Possui mais marcas de equipamentos a venda, incluindo farol

Cateye modelo HL-EL020, com painel solar.

3.1.5. Decathlon

A Decathlon é uma rede de lojas de artigos esportivos em geral. No dia 4 de junho, a loja do Morumbi (Rua Duquesa de Goiás, 381, próximo a Marginal Pinheiros com ponte Morumbi) foi visitada. Na ocasião não foram encontrados refletores a venda. Havia poucos modelos de equipamento de iluminação para bicicletas.

No entanto, havia algumas marcas de roupas para praticantes de corrida e esportes em geral e também lanternas de mão e para acampamento. Foi observado que há um pouco mais roupas claras para mulheres do que para homens. Procurei especificamente um agasalho leve em cor clara visto no site da rede e não encontrei. Exceto por dois modelos com lâmpadas halógenas, todas as lanternas de mão e de acampamento encontradas utilizam led.

3.1.6. Ciclovece

A bicicletaria Ciclovece fica na Rua Camargo, 379 (no Butantã). É quase tão grande quanto a Pedal Power, contudo no dia 8 de junho, só tinha a um kit de farol com pisca traseiro da marca Power Beam disponível a venda. Não vendiam refletores sem estarem instalados nas bicicletas novas.

3.1.6. Ciclocaravelle

A bicicletaria Ciclocaravelle fica na Rua Pirajuçara, 472 (próxima ao metrô Butantã e a Ciclovece) e foi visitada dia 8 de junho. Também não haviam refletores a venda, apenas os que já vem instalados. Foi encontrado equipamentos de iluminação da Cateye e da Giant. A Giant produz bicicletas e exibe uma grande gama de produtos com sua marca (roupas, bolsas, capacetes, guidões, manoplas, selins e ciclocomputadores entre outros). Havia também produtos com corpo em silicone, semelhantes aos da Knog, marca que será mais discutida posteriormente neste trabalho. O Cateye modelo HL-EL010 chamou a atenção pelo tamanho diminuto e aspecto relativamente delicado.

3.2. Visitas a fabricantes

A fábrica da Itaim Iluminação, na Rodovia Régis Bittencourt, km 276, foi visitada em

11 de abril de 2011. A empresa faz luminárias principalmente para ambientes comerciais (como escritórios, bancos e hospitais). Produzem inclusive luminárias com leds de diversos tipos: embutidos no teto, embutidos no piso, balizadores, arandelas e luminárias de sobrepor no teto. Dois pontos interessantes na visita: o laboratório de testes para luminárias e a sala com diferentes leds próximo ao final da visita. O laboratório faz ensaios para verificar a curva de distribuição luminosa, testa o grau de proteção contra penetração de pó e umidade, a resistência mecânica contra impactos e trepidação e a qualidade do isolamento elétrico. Os leds apresentados eram brancos de baixa potência, brancos de alta potência e coloridos combinados (pequenos leds vermelhos, verdes e azuis em conjunto, que produzem uma luz bem próxima a branca). Uma peculiaridade da led branco de alta potência é que, apesar da sua luz ser fria, seu circuito esquenta, necessitando de dissipador de calor. Mais sobre a tecnologia do led será discutido no item 9 deste trabalho.

3.3. Entrevistas e observação do uso por ciclistas urbanos

3.3.1. Night Bikers

Atualmente há diversos grupos de ciclistas noturnos na cidade de São Paulo. O pioneiro de todos foi o Night Bikers, fundado em 1989 pela arquiteta e videorepórter Renata Falzoni. “Com o Night Bikers, eu pretendia conquistar a simpatia dos motoristas de carro que saíam à noite de bike conosco. Assim, quem sabe eles passariam a respeitar as bicicletas” afirmou Falzoni em entrevista a revista Vida Simples (SGARIONNI, 2008).

Na terça-feira, dia 20 de abril foi feita um passeio noturno com o grupo para ver que quais equipamentos utilizam. Havia apenas 6 ciclistas na ocasião. A própria Falzoni não estava presente. Todos estavam bem equipados, com capacete, bermuda de ciclista, luvas, luzes traseiras e dianteiras. As luzes traseiras são sempre usadas na função “pisca-pisca”. A novidade foi um dos ciclistas que usava uma braçadeira com leds.

3.3.2. Lokobikers

O Lokobikers, criado em 2004, se trata de um grupo de ciclistas que sai ao final da tarde de sábado. Pedalei com eles no dia 7 de maio. É um grupo mais heterogêneo de ciclistas, que faz um passeio mais devagar. Antes de o passeio começar entrevistei duas pessoas.

A primeira pessoa era uma mulher na faixa dos 40 anos, com uma Caloi Andes. Não era uma ciclista com experiência. Tinha instalado na bicicleta uma buzina, retrovisor, um farol

dianteiro pequeno (com dois leds de baixa potência), refletores nas rodas e pedais. Usava capacete. Achava que o farol “iluminavam forte” e informou que o mesmo era alimentados por uma bateria de relógio e tinha função de pisca lento e rápido.

A segunda pessoa era um homem na faixa dos 55 anos, com uma GTS Pro M5. Disse que pedalava a cerca de 10 anos. Usava capacete e luva. Tinha instalado na bicicleta pára-lama, equipamentos de iluminação dianteiro e traseiro, refletores nos pedais. Informou que os dois equipamentos de iluminação usavam pilhas. Achava que com “pilha boa” dava para iluminar o caminho. Ambos tinham função de pisca em mais de duas velocidades. O homem disse que já tinha andado com o equipamento na chuva e eles continuaram a funcionar normalmente.

Durante a pedalada, um ciclista do grupo fez a consideração que as roupas para ciclismo, principalmente as bermudas, eram quase sempre pretas. Na opinião dele, para melhor visibilidade do ciclista, as roupas deveriam ser de cor cítrica. Para melhorar a sinalização com a mão de curva ou mudança de faixa para a esquerda, este líder usava uma bandana amarrada ao pulso esquerdo.

O grupo, naquele dia, reunia 11 pessoas. Uma delas não usava nenhum equipamento de iluminação, apenas refletores nos pedais, dianteiro e traseiro. Todos com capacete, um item considerado essencial em todos os grupos organizados na cidade.

3.3.3. Levantamento estatístico simples

No dia 22 de maio foi feito um levantamento estatístico de quantos ciclistas usam capacete, refletores, faróis ou piscas traseiros. Cinquenta ciclistas foram observados na ciclofaixa próximo ao Parque Ibirapuera, na esquina das avenidas Hélio Pellegrino e Juriti, no horário das 13h40 às 14h. Outros cinquenta ciclistas foram observados dentro do Parque Ibirapuera, a cerca de 30 metros do portão 6, no horário das 17h15 às 17h33 (cerca de 20 minutos antes do pôr do sol naquele dia).

Entre os ciclistas da ciclofaixa, 23 eram homens, 23 mulheres e 4 crianças. A maioria usava mountain bike (74%). Cerca de um terço (36%) utilizava capacete e a mesma quantidade, mas não os mesmos, possuía algum refletor ou farol ou pisca. Entre os ciclistas dentro do Ibirapuera, 26 eram homens, 15 mulheres e 9 crianças ou adolescentes. Novamente a maioria estava com uma mountain bike (74%). Poucos usavam capacete (9%). Alguns possuíam refletores ou farol ou pisca (26%).

Levantamentos com ciclistas em comunidades on-line e visita a empresa de bike courier foram feitas e estão no anexo (itens 17.4, 17.5 e 17.6).

3.4. Entrevista com designer

No dia 21 de maio, o professor e designer Adriano de Luca foi entrevistado no Centro Universitário SENAC. Não foi preparado um roteiro de perguntas, então a entrevista tomou mais a forma de uma conversa. O professor Adriano já projetou um espelho retrovisor para bicicletas inspirado em um modelo da empresa Zéfal. Quando questionado sobre possíveis problemas com vibração ele afirmou que, como o espelho não possui um braço de alavanca há pouca trepidação.

O professor também falou que utiliza farol da Cateye há três anos. Disse que funciona bem e até resiste a respingos de água, porém a trava do encaixe da base é delicada e quebrou. Quando questionado sobre a posição do botão de acionamento também afirmou ser uma falha de projeto pois, ficando atrás, é exatamente na direção e sentido de desencaixe da base. Ao ver o site da Cateye, pode-se ver que o botão tem essa posição em quatro dos nove modelos (HL-EL010, HL-EL520, HL-EL600RC e HL-EL610RC) de faróis para o guidão. O professor terminou a conversa falando da possibilidade do uso de resina epóxi para “encapsulamento” de circuito do farol e pisca como forma de proteção contra impacto.

4. Pesquisa secundária: revisão bibliográfica

Ao se estudar Equipamentos de Iluminação, um requisito a ser buscado, além da segurança, é um melhor conforto luminoso. Conforto tem relação direta com fatores físicos, facilmente quantificáveis por meio de respostas fisiológicas, e com fatores emocionais, com caráter subjetivo e de difícil avaliação (OSRAM, 2007, p. 9).

No fim do século XIX, graças a Thomas Alva Edison, surgiram as primeiras lâmpadas elétricas incandescentes, que, por se revelarem relativamente práticas para produzir luz, passaram a ser utilizadas em larga escala. Nos últimos anos, houve um desenvolvimento de novas fontes de luz, além de sensores e luminárias mais econômicas.

A luz é definida como uma porção de radiação eletromagnética detectada pelo olho humano. Unidades específicas de medida não são usuais para um leigo são usadas para medir a luz. O adjetivo “brilhante” pode se referir a uma fonte de luz com alto fluxo luminoso (medido em lúmens) ou a uma fonte que concentra o fluxo em um feixe estreito (medido em candelas), ou ainda, uma fonte de luz vista contra um fundo escuro. Os conceitos básicos da Luminotécnica ainda incluem iluminância (em lux), potência total (em watts), densidade de potência (em watts por metro quadrado), eficiência energética (em lúmens por watt), índice de reprodução de cores (em %) e temperatura de cor (em kelvin).

Fluxo luminoso é a radiação total da fonte luminosa. A unidade lúmen (lm) pode ser definida como o fluxo emitido segundo um ângulo sólido de um esterradiano, por uma fonte puntiforme de intensidade invariável em todas as direções e igual a 1 candela. As lâmpadas conforme seu apresentam fluxos luminosos diversos para uma mesma potência, isto é, tem eficiências energéticas diferentes.

A iluminância (ou iluminamento), na prática, é a quantidade de luz dentro de um ambiente e pode ser medida facilmente com um aparelho pequeno, o luxímetro. A unidade lux (lx) é definida como o iluminamento de uma superfície de 1 m² recebendo de uma fonte puntiforme a 1 m de distância, na direção normal, um fluxo luminoso de 1 lúmen, uniformemente distribuído. Uma noite clara com Lua cheia não chega a 1 lx.

A norma NBR-5413 estipula a iluminância para estacionamentos internos em 150 lx. A American Association of State Highway and Transportation Officials recomenda uma iluminação média de 5 a 22 lux nas vias. Há diversos guias falando sobre a iluminação necessária no ambiente público. É um tema que requiere detalhamentos considerando não apenas a segurança, mas potencial poluição luminosa, estética e custos energéticos no longo prazo. O estudo sobre a poluição luminosa ainda se encontra no início e por isso os impactos deste problema não são, ainda, totalmente compreendidos. De qualquer modo, sabe-se que é mais frequente, no Brasil,

vias pouco iluminadas e não sofrendo com poluição luminosa. Por conseguinte, o uso de algum equipamento de iluminação faz-se necessário pelo ciclista.

A ISO 6742, que trata de equipamentos de iluminação e retro-reflexão para bicicletas, trás especificações em candelas. A candela (cd) é uma unidade com definição relacionada com a intensidade luminosa emitida por uma fonte, em uma dada direção, de luz monocromática cuja intensidade de radiação em tal direção é de 1/683 watts por esferorradiano.

Os raios de luz não são vistos, a menos que sejam refletidos em uma superfície e aí transmitam a sensação de claridade aos olhos. Essa sensação de claridade é chamada de Luminância (e é dada por candelas por metro quadrado).

Lâmpadas halógenas, as mais comuns atualmente em carros e motos, resultam de evolução das incandescentes. São chamadas assim devido à presença de elementos halógenos como o iodo ou bromo no interior do bulbo. Tais elementos permitem que o filamento da lâmpada atinja temperaturas mais elevadas, obtendo-se maior eficiência luminosa e dimensões reduzidas se comparadas às incandescentes comuns. As halógenas, bem como toda incandescente, apresentam ótimos índices de reprodução de cor (ou IRC)

O IRC é baseado em uma tentativa de mensurar a percepção da cor avaliada pelo cérebro. É estabelecido entre 0 e 100%, comparando-se a sua propriedade de reprodução de cor à luz natural (do Sol).

Estuda-se em Luminotécnica, ainda, a durabilidade das lâmpadas. As lâmpadas incandescentes têm vida útil de cerca de 1000 horas, e uma halógenas dura entre o dobro e o quádruplo disso. Um led (diodo emissor de luz) tem vida útil superior a 15 mil horas. Outras vantagens do led são seu diminuto tamanho e sua ausência de filamento, o que o torna mais resistente a impactos.

Como pesquisa secundária, foi feita também uma revisão bibliográfica sobre o uso da bicicleta na cidade de São Paulo e sobre acidentes. As informações levantadas estão no anexo (itens 17.1 e 17.2).

5. Estado da arte

5.1. Iluminação

Foram encontrados mais de 30 fabricantes de equipamentos de iluminação para ciclistas: AY UP Lighting Systems, Bell Cycling Accessories, BLT Light Systems, BR Lights, Bicygnals Bicycle Lights and Torches, Cateye Lights, Cygolite Bicycle Lights Systems, Dinotte Lighting, Eveready, Exposure Lights, Fizik, Giant, Hope Technology, Jetlites, Knog Lights, Ligh & Motion, Lumicycle Cycle Lights, Lupine Lighting Systems, Marvwi Group, Nightlightning Lighting, Nightsun Lighting Systems, Niteflux Bicycle Lighting, Niterider Lighting Systems, Planet Bike Bicycle Accessories, Power Beam, Princeton Tec, Q-Lite Bicycle Lighting Products, RavX Lights, Reelight Battery Free Lights, Serfas Lights, Selle Royal Accessories, Shimano Pro Lights, Supernova, Topeak Cycling Accessories, Trail Tech Bicycle Lights, Turbocat Bicycle Lighting Systems, Magic Shine e Zéfal. Nenhum fabricante nacional foi encontrado. A empresa brasileira com maior variedade de peças produzidas ou com sua marca é a JKS. Ela lista em seu site, entre outras coisas, retrovisores, bombas de ar e manetes de freio. A Associação Brasileira dos Fabricantes, Distribuidores e Exportadores e Importadores de Bicicletas, Peças e Acessórios (Abradibi) reúne basicamente produtores de peças simples.

5.2. Roupas e material reflexivo

Pode-se encontrar bermudas e roupas específicas para a prática do ciclismo (casual ou esportivo) de diversas marcas. É bem comum ver ciclistas usando bermudas justas, confeccionadas em tecido sintético que permite fácil evaporação de suor, usualmente com algum enchimento no entre-pernas. Tradicionalmente, como observado por ciclista do grupo Lokobikers, tais bermudas para ciclistas são pretas. Portanto, pouco chamativas para um ciclista à noite. Mais recentemente modelos coloridos tem se tornado relativamente comuns.

Tão comum quanto as bermudas são os capacetes. Estes variam muito em cores: há desde na cor preta fosca até os mais coloridos com diversos grafismos. Alguns possuem elementos reflexivos tal como os capacetes de motos.

A empresa americana Nathan fabrica (ou vende com sua marca) pulseiras, tornozeleiras e coletes com faixas reflexivas entre outros produtos. A marca inglesa Suck UK desenha, manufatura e distribui acessórios e presentes, entre eles uma luva para ciclistas com o desenho de uma seta em material reflexivo. Há inúmeras roupas para esportistas e trabalhadores em ambientes abertos (como operários, garis, guardas de trânsito e bombeiros), mochilas e tênis com

detalhes ou faixas reflexivos atualmente. O efeito é conseguido com a aplicação de uma resina sobre o tecido. Tanto a resina quanto tintas de placas e auto-adesivos usam a mesma tecnologia para ser reflexiva: microesferas de vidro que funcionam como prismas. As microesferas usam a retroreflexão, princípio também utilizado pelos prismas pentaédricos em tachas rodoviárias (“olhos de gato”) e em refletores comuns de bicicleta. A retroreflexão será melhor explicada posteriormente.

5.3. Fabricantes analisados

5.3.1. Cateye

A Cateye diz ser a líder mundial na produção de ciclocomputadores, luzes e refletores para ciclistas. De fato, quando se fala em ciclocomputadores, a primeira empresa que vem a mente é ela. Muitos pedais possuem refletores amarelos desta empresa japonesa fundada em 1954. O site da Cateye diz que em 1964 o primeiro farol com pisca para ciclistas foi criado por eles. E, em 2001, foram os primeiros a usar leds brancos nestes equipamentos.



Cateye modelo HL-EL010 (usa uma pilha AA, fornece 400 cd de luz, tem 92,0 mm de comprimento)

Além de ciclocomputadores, faróis, piscas e refletores, produzem também atualmente dois modelos relógios, dois de retrovisores e dois de porta-caramanbola (porta-garrafa). Nove faróis da marca utilizam um mesmo encaixe padrão para o guidão, sendo intercambiáveis. O formato padrão, muito copiado por outros modelos de “marcas genéricas” da imagem anterior. Dois faróis usam elásticos grandes, de forma que podem presos na cabeça, de forma semelhante a luz de capacete de mineiro. Eis um deles:



Cateye modelo OD-EL20 (usa três pilhas AAA, fornece 500 cd de luz) e imagem ilustrativa de uso

Todos os faróis fabricados atualmente utilizam leds. A empresa vende peças separadas pelo site. No Brasil ainda podem ser encontrados modelos mais antigas com lâmpadas halógenas na faixa dos R\$30,00. Há oito modelos de luzes para sinalização traseira. O mais tradicional, usado no canote do selim, é o seguinte:



Cateye modelo TL-LD150-R (usa duas pilhas AAA)

5.3.2. JetLites

A JetLites é uma empresa americana fundada em 1997 que fabrica apenas equipamentos de iluminação, baterias e carregadores. Mesmo os equipamentos de entrada de linha são mais potentes e mais caros que os da Cateye.



Jetlite modelo I3 Halogen (usa bateria de NiMH ou LiPoly, pode vir com lâmpada halógena de 16 ou 25W)

São basicamente quatro modelos com algumas combinações: há intercambialidade de baterias, encaixes no guidão ou capacete. No modelo mais simples pode-se fazer “upgrade” da lâmpada. Três deles tem a aparência bem semelhante ao I3 Halogen da figura acima. O diferente é o único com led, da figura seguinte:



Jetlite modelo A-51 (usa bateria Li-ion)

5.3.3. Knog Lights

A Knog Lights é uma empresa australiana fundada em 2003. Fabrica travas, ciclocomputadores, pequenos estojos de ferramentas, luvas, mochilas e equipamentos de iluminação e sinalização. Apresentam produtos com bastante opções de cores e linhas mais “descontraídas”.



Knog modelo Gekko com leds brancos e leds vermelhos (utiliza duas pilhas AAA cada, fornece luz de 45 cd)

O corpo dos equipamentos é feito em silicone, de modo que as travas são presas na bicicleta por pressão elástica. De acordo com o site todos são a prova de água. Sempre são modelos de baixa potência. Possuem um modelo (Boomer Rechargeable) com bateria de Li-ion recarregável via USB. Mais detalhes sobre tecnologias de baterias serão discutidas posteriormente.



Knog modelo Skink com leds brancos e vermelhos (utiliza duas pilhas AAA cada, fornece luz de 60 cd)

5.3.4. Light & Motion

A Light & Motion, empresa americana fundada em 1989, se divide essencialmente em dois ramos principais: iluminação com LED para ciclistas e vídeo subaquático. Dentro de iluminação para ciclistas há três linhas: Performance, Multi-sport e Commuter. O mais simples, da figura seguinte, pode fornecer 175, 350 ou 700 lm. Pode ser instalado no guidão ou no capacete.



Light & Motion modelo Seca 700 (utiliza bateria de Li-ion com carregador próprio, fornece até 700 lm)

Nota-se visivelmente a presença de aletas vermelhas para dissipar o calor gerado pelo circuito dos leds de alta potência. A linha Multi-Sport contém cinco modelos. O intermediário, da figura seguinte, também pode ser instalado no guidão ou no capacete.



Light & Motion modelo Stella 200 (utiliza bateria de Li-ion com carregador próprio, fornece até 200 lm de luz)

Apenas um modelo da linha Commuter tem a bateria unida à própria unidade com o led. Todos os demais possuem um fio que liga o farol a fonte de energia. Vale notar que o site informa testes comparativos de fluxo luminoso de faróis da própria marca e de outras (Lupine, Cygolite, Hope, NiteRider e MagicShine).

5.3.5. Lupine

A empresa alemã Lupine, fundada em 1991, oferece equipamentos divididos em três linhas principais: Bikelights, Headlights e Flashlights. Respectivamente, são produtos para se instalar no guidão ou no capacete, produtos com elástico para cabeça (tal como o Cateye OD-EL20) e lanternas de mão. A empresa oferece diversas opções de combinações de baterias, carregadores e cabos de extensão. Oferece ainda, para alguns modelos, opção de upgrade para conjuntos mais fortes de leds ou opção de troca da lente (para que a luz fique mais ou menos espalhada). Sem contar as combinações de baterias são seis modelos. Mesmo o mais simples já fornece uma luz relativamente forte, sendo mais indicados para ciclistas fora de cidade ou onde não há iluminação pública alguma.



Lupine modelo Tesla 5 (utiliza bateria, tem um único led de 12W, fornece até 700 lm de luz)

O modelo Wilma 10, da imagem seguinte, vem em um estojo com: o próprio farol, a bateria de 10 Ah, recarregador para tomada de parede de 100 a 240 V, recarregador para saída 12 V de carro, cabo extensor de 1,2m, e suporte com fivelas para instalação em capacete. Para se prender no guidão, o farol utiliza um elástico. A bateria de 10 Ah é do tamanho de uma garrafa de aproximadamente um litro, podendo ser acomodada no porta-caramanhola. Um único botão fornece diversas regulagem de potência ou função de pisca. Pode-se usar o farol a 1, 2, 5, 9 ou 17 W de potência. Quatro leds coloridos na parte superior indicam a carga da bateria ou a potência sendo usada no momento. A capa metálica que segura a lente é prateada. Há outras

cores, vendidas separadamente, com outras cores: amarelo, laranja, vermelho, azul e chumbo.



Lupine modelo Wilma 10 com todos os seus acessórios (utiliza bateria, com quatro leds, fornece até 1100 lm)

5.3.6. Planet Bike



Planet Bike modelo Blaze 2W (utiliza duas pilhas AA, com um led)

A empresa americana Planet Bike produz ou comercializa com sua marca diversos produtos para bicicleta, incluindo equipamentos de iluminação e sinalização, pára-lamas, ciclocomputadores, bombas de ar, correntes e travas, selins, luvas e bagageiros. Seis modelos da marca têm o formato muito semelhante ao da figura anterior. Fundada em 1996, a Planet Bike tem os produtos razoavelmente semelhantes aos da Cateye quando se considera formato e potência média das luzes. Um produto diferente da marca é o BRT Strap, da figura abaixo. Trata-se de uma baixa reflexiva para ser usada no braço ou perna e que possui uma fita de leds vermelhos que piscam.




Planet Bike modelo BRT Strap (utiliza bateria tipo CR 2032, a mesma usada em placas mãe de computador)

5.4. Síntese

Para os faróis de bicicleta, pode-se considerar três grandes faixas de preço, a partir dos valores encontrados na Amazon:

- Produtos de baixa potência, encontrados por até US\$50,00;
- Produtos intermediários, com valores aproximados de US\$50,00 até cerca de US\$200,00;
- Produtos de alto desempenho

Segue uma tabela comparativa com os produtos de baixa potência:

	Marca e modelo	Características	Preço
	RavX Opti-Bar X1	5 leds 4 pilhas AAA	US\$20,74 (R\$189,90)

	Planet Bike Beamer 3	3 leds 2 pilhas AA	US\$21,02
	Cateye HL-EL010	1 led 1 pilha AA	US\$27,00 (R\$95,00)
	Bell iPulse	5 leds 4 pilhas AAA	US\$19,13
	Blackburn Voyager 3.3	3 leds 4 pilhas AAA	US\$21,99
	Knog Gekko	3 leds 2 pilhas AAA	US\$26,73 (R\$52,90)

Tabela comparativa de modelos mais baratos (os preços foram obtidos de <http://www.amazon.com> em 06/06/11 e, quando encontrados, os mais baixos de <http://www.buscape.com.br> em 09/06/11)

A não ser pelos modelos da Knog, os faróis mais baratos com led se assemelham bastante a lanternas de mão com um mecanismo para afixação no guidão. As dimensões são basicamente ditadas pelo tamanho das pilhas usadas. O Knog tem o corpo em silicone, enquanto os demais utilizam plástico rígido.

Entre os produtos intermediários, é comum o uso de baterias separadas da unidade que contém os leds. Estes passam a ser de alta potência, necessitando frequentemente de aletas ou uma maior superfície para dissipar o calor gerado no circuito. Torna-se praxe para produtos um pouco mais caros, o fabricante explicitar no site o fluxo luminoso gerado, o peso do equipamento (com e sem a fonte de energia), e o tempo de duração da bateria em vários modos de uso. Três modelos representativos desses faróis são o NiteRider Minewt Mini.150 USB&Plus, o Light & Motion Stella 200 e o CygoLite MityCross 350.

O preço deles é (no dia 6 de junho de 2011), respectivamente, US\$81,79, US\$149,99 e US\$179,98. O NiteRider gera luz de até 150 lm, pesa 175 g com a fonte de energia que dura de 3 a 6 h. O Light & Motion gera luz de 200 lm, pesa no total 216g, e fica ligado entre 3h15 e 10h com uma carga. O CygoLite possui corpo em alumínio, gera luz de até 350 lm, pesa 240 g, e sua bateria dura até 17 h. Os três podem ser presos no guidão ou no capacete.

Na categoria de alto desempenho pode ser citado o Lupine Tesla 5, que não custa menos de quinhentos dólares. Na potência máxima ele dura três horas ligado (com luz de 700 lm), pesa no total 350 g.

5.5. Produtos diferenciados

Alguns produtos saem do padrão. Considerando a fonte de energia pode-se citar o exemplo do Cateye HL-EL020 e de toda a linha de produtos da Reelight. O HL-EL020 utiliza energia solar que carrega uma bateria LiMH e também duas pilhas AA. Sinceramente, a primeira impressão é que o produto parece a nave Enterprise da série de filmes Star Trek.



Cateye modelo HL-EL020 (com um led fornece intensidade luminosa de 400 cd)

No entanto, ao ver o produto ao vivo na Pedal Power, a impressão se desfaz. Trata-se de um equipamento com aspecto delicado. A Reelight, empresa dinamarquesa fundada em 2003, utiliza o princípio da indução eletromagnética para gerar energia para seus equipamentos.



Parte dianteira de modelo não identificado da Reelight (Fonte: Flickr)

A Reelight, empresa dinamarquesa fundada em 2003, utiliza o princípio da indução eletromagnética para gerar energia para seus equipamentos. A ideia de dispensar baterias e pilhas é semelhante a do dínamo, atualmente raro de ser encontrado em uso. Dois ímãs são presos aos raios de cada roda. E, com o giro desta, os ímãs passam por uma bobina fixa, gerando corrente. Logo, as luzes acendem forte duas vezes a cada giro de roda. Um capacitor guarda alguma energia, mantendo as luzes ligadas por alguns instantes (de trinta segundos a dois minutos, de acordo com relatos encontrados na internet) após o fim do movimento. Em 2008 a empresa recebeu o prêmio Eurobike Award na categoria equipamento.

Uma inovação recente é, ao menos em um modelo de luz traseira e outro de dianteira da Cateye, a inclusão de um sensor de luz e outro de movimento. Assim, a luz se liga sozinha

quando necessário. E desliga automaticamente cinquenta segundos após a parada.



Capacete Angel da Bicygnals

Há os produtos que se diferenciam pela forma. O capacete Angel da empresa Bicygnals imita uma auréola (figura acima). Uma ideia curiosa é a de três californianos que resolveram se juntar para levantar fundos pelo site Kickstarter para desenvolver o projeto Revolights. A ideia pretende atacar simultaneamente o problema de sinalização e iluminação, como pode ser visto na figura abaixo.



Projeto Revolights: foto lateral, dianteira e traseira do equipamento.

Leds são colocados em um anel paralelo ao aro da roda dianteira e outro anel paralelo ao aro da roda traseira. Não é todo o anel que acende. Ele é programado para acender em uma frequência tal que apenas a parte (cerca de um terço) da frente da roda da frente e a parte da roda de trás fiquem acesas. Visualmente, o equipamento faz lembrar as motos do o filme Tron. Em termos práticos, pelas imagens e vídeos no site www.revolights.com a luz dianteira acaba ficando muito baixo e pouco focada. Cada anel fornece 134 lm.

6. Uso de equipamentos de iluminação

6.1. Geometrias de bicicleta

Mesmo considerando que a geometria básica da maioria das bicicletas é a mesma, há diferentes tipos de modelo. No começo dos anos 1960, nos Estados Unidos, foram criadas as BMX (Bicycle Moto-Cross) com rodas de aro 20. Na década seguinte, outra mudança aumentou as vendas de bicicletas. Ciclistas californianos fizeram uma adaptação a partir da BMX, só que usando modelos de rodas aro 26, para descer trilhas de montanhas. O resultado foi a mountain bike (em Portugal, chamada de bicicleta para todo terreno). A mountain bike é hoje um tipo muito comum. Podem ter suspensão dianteira e/ou traseira. Além dela e da BMX, pode-se considerar para adolescentes e adultos:

- a bicicleta urbana que usa rodas aro 700 (maiores que a aro 26), com geometria mais voltada para o conforto e estabilidade, normalmente mantendo uma posição do ciclista mais em pé;
- a bicicleta dobrável, usualmente aro 20, feita para ser carregada quando dobradas;
- a bicicleta de estrada (ou speed), com aro 700, específicas para uso em asfalto, são leves, com pneus finos e guidão curvo para baixo, mantém o ciclista bem inclinado para frente;
- a tandem, que possui quadro maior para abrigar duas ou mais pessoas;
- a bicicleta reclinada (ou recumbent), na qual o ciclista vai sentado ou eventualmente deitado, com o conjunto de pedais localizado à sua frente;
- a bicicleta utilitária ou de transporte, equipada com pára-lamas e bagageiro, usualmente sem marcha e com equipamentos mais simples.

6.2. Grupos de ciclistas urbanos e o uso de equipamentos

Só na cidade de São Paulo há diversos grupos de livre associação que se reúnem para pedalar a noite, a passeio, entre eles: Clube Amigos da Bike, Lokobikers, Nightbikers e Saia na Noite. Todos estes grupos sempre pedem que seja usado no mínimo capacete. Os participantes não só utilizam capacete como estão usualmente bem equipados com roupas adequadas, faróis e piscas. Em várias cidades do país, nas últimas sextas-feiras de cada mês, acontece a Bicletada, onde ciclistas se juntam com o objetivo de “divulgar, estimular, promover e criar condições favoráveis para o uso da bicicleta como meio de transporte”.

Conforme já mencionado, metade (53%) das vendas no Brasil de bicicletas é do tipo utilitária. Exemplos de bicicletas assim são a Caloi Poti e Monark Barra Circular. Não é o tipo de bicicleta usado pelos grupos urbanos organizado, mas sim por entregadores de comida, gar-

rafões de água, farmácia e mercados além de carteiros. Estes não são vistos pedalando sequer com capacete. O único equipamento usado, na chuva, é uma capa impermeável.



Bicicletas utilitárias com bagageiros usadas para entregas de um pequeno mercado. Nota-se que sequer há o cuidado de manter o pedal em bom estado.

Bike courier é uma versão “desmotorizada” do motoboy e podem se considerados entregadores mais profissionais que usam bicicleta. De acordo com a Sindomotosp (GUEDES, 2011) há 2 mil bike couriers na cidade de São Paulo frente a 200 mil motoboys. Esses utilizam com mais frequência capacete, diferentemente dos entregadores comuns. Tanto ciclistas quando vendedores em bicicletarias concordam que a maioria dos equipamentos de iluminação serve mais para evidenciar a presença do ciclista, portanto sinalizam mais que iluminam. De fato, alguns ciclistas do Nightbikers e do Lokobikers tinham mais de um farol instalado no guidão numa tentativa de realmente iluminar o caminho.

Reforçando o já explicitado no início deste trabalho, simples refletores podem ser pouco visíveis dependendo de sua posição em relação a fontes de luz. Além disso, se colocados nas rodas podem confundir. A confusão é causada pela trajetória realizada pelos refletores: uma ciclóide. Esta forma de onda percorre um caminho maior que a própria bicicleta e a uma velocidade horizontal diferente dela (DE VALOIS; TAKEUCHI; DISH, 2002). Em condições precárias de iluminação e/ou de contraste, para melhor informar a velocidade da bicicleta para as pessoas fora dela, seria melhor utilizar aros ou pneus com faixas reflexivas no lugar dos refletores tradicionais ou então fontes que emitam luz.

7. Análise do produto

7.1. Componentes do equipamento de iluminação

Para uma melhor compreensão da construção e funcionamento de um farol para bicicleta foi feita a análise a partir de seus componentes. Já que muitos modelos mais comuns (os de baixa potência de acordo com a classificação criada no item 5.4 deste trabalho) são semelhantes, a análise parte basicamente de um deles: o Q-Lite QL-230. Quando pertinente alguma comparação com modelos bem diferentes foi feita.



Q-Lite modelo QL-230 desmontado

Pode-se facilmente observar quatro grupos de componentes: carcaça (com botão ou controle externo e capa da lente); suporte de pilhas; braçadeira do guidão (com pequena tira de borracha avulsa); e conjunto de circuitos e leds (com botão interno).

7.1.1. Carcaça

Quando o produto está montado com a capa da lente, a carcaça abriga o suporte de pilhas e o conjunto de circuitos e leds. Ela é feita em plástico rígido opaco com superfície externa levemente fosca. Modelos bem semelhantes da mesma marca são em plástico translúcido sem

cor. Provavelmente o processo de fabricação é o de injeção com bom cuidado de acabamento, já que não são visíveis linhas de divisão. Em produtos “genéricos” é possível ver claramente as linhas de divisão do molde. Internamente há detalhes que funcionam como guias para que o suporte de pilhas seja instalado apenas na posição correta.

O botão, em plástico brilhante de outra cor, é preso a carcaça junto com um pequeno “c” metálico que funciona como mola. Alguns modelos semelhantes apresentam o botão em borracha ou plástico mais maleável.



Parte de baixo e traseira da carcaça do Q-Lite modelo QL-230

Na parte de trás temos uma alça, onde pode-se encontrar marcas do processo de fabricação (ver foto acima). Na parte de baixo há um encaixe especial para o trilho da braçadeira do guidão. Esta área não tem acabamento fosco, mas sim liso. Ainda na imagem acima pode-se ver um pequeno rebaixamento para trava da braçadeira.

No rebaixamento frontal para o encaixe da capa há um anel de borracha vedante. A capa da lente é do mesmo material do restante da carcaça, com acabamento externo fosco. A lente em si varia para cada modelo. Como o QL-230 possui três leds, a lente dele possui três saliências convexas que funcionam como três lentes convergentes, isto é, concentram a luz. Outros modelos mais simples têm a lente menos bem pensada, deixando a luz com foco muito aberto, o que não é desejado para um equipamento de pouca potência.

7.1.2. Suporte de pilhas

O suporte de pilhas do QL-230 abriga 4 pilhas AAA. E as posiciona mecanicamente de modo a ficarem eletricamente em série, isto é, somem sua tensão. A pressão das molas é normalmente suficiente para manter as pilhas bem fixas mesmo em quedas. O QL-230 não possui botão nenhum no suporte, enquanto outros modelos possuem. Há grande variedade de suportes dado que, mesmo o padrão sendo 4 pilhas AAA, cada marca e modelo utiliza um número e tipo de pilha diferente.

7.1.3. Braçadeira do guidão

A braçadeira também é feita em plástico preto, contudo sem o cuidado de acabamento fosco. A parte interna possui um pouco de borracha embutida. Vem com o produto uma tira avulsa de borracha que pode ser usada com a braçadeira. Há dois eixos metálicos: um responsável pela abertura da braçadeira, e outro pela abertura do parafuso de travamento. O parafuso de travamento possui uma ponta plástica com uma pega semelhante a uma torneira, de modo que não é necessário uso de ferramentas para abrir ou fechar a braçadeira. Na parte de cima há uma pequena plataforma presa por um parafuso. Essa plataforma permite que o farol gire cerca de 10° para cada lado quando a braçadeira já está presa no guidão. Essa mesma plataforma possui um sistema simples de trilhos com um gatilho que solta a trava que prende o farol a braçadeira.



Fechamento da braçadeira do Q-Lite modelo QL-230

O fechamento da braçadeira é simples e eficiente, como ilustra a imagem anterior. A braçadeira se fecha em torno do guidão, e então o parafuso de travamento é abaixado e apertado pela “ponta-torneira”. Em guidões com diâmetros próximos de 21 mm a 24 mm pode-se prender essa braçadeira do QL-230.

Cada marca possui um sistema característico de braçadeira, trilhos e travamento do

farol. A Cateye utiliza o modelo básico de braçadeira para guidão e a o sistema para prender a lanterna no capacete da imagem abaixo:



Braçadeira FlexTight e tira de velcro com plataforma do farol, ambos da Cateye.

7.1.4. Conjunto de circuitos e leds

O circuito contém um botão, um diodo, dois resistores, um capacitor, um transistor, um componente encapsulado em resina (certamente um controlador das funções de liga/pisca/desliga) e os três leds. Em torno do circuito há um plástico transparente. Não existe nenhum elemento refletor da luz, de modo que há um pouco de perda da luz emitida pelos leds. Uma ponta da placa do circuito sobressai um pouco de modo que só é possível encaixar o conjunto de uma maneira dentro da carcaça.

Apesar do QL-230 ter sido vendido como sendo um farol de 1 W, a medição indicou algo bem inferior. Utilizando-se pilhas recarregáveis de 1000 mAh com carga total verificou-se surpreendentemente uma potência consumida de apenas 0,28 W.

7.2. Peças e componentes relacionados ao equipamento de iluminação

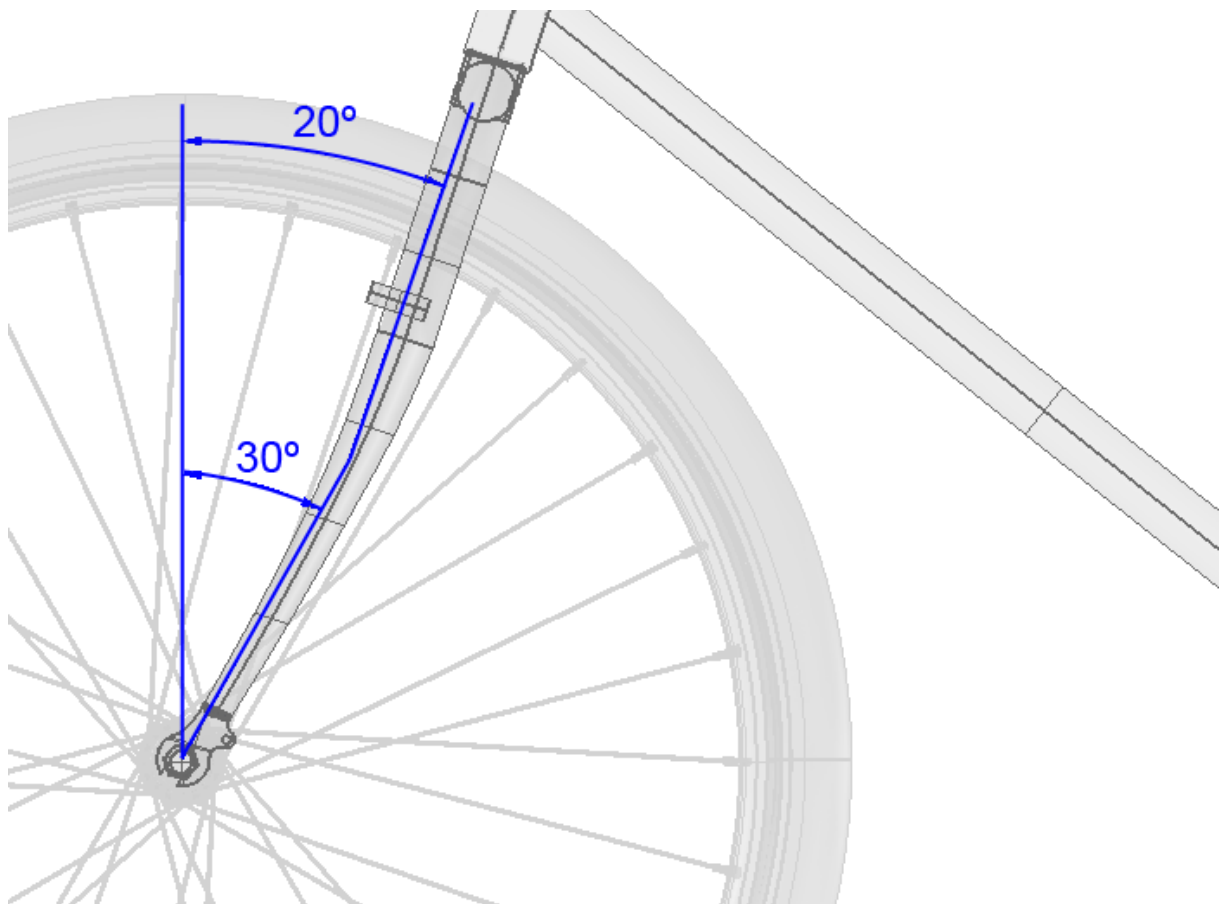
Certas peças e componentes estão geralmente relacionadas com o equipamento de iluminação e os de sinalização.

O guidão de uma bicicleta varia conforme seu tipo, e é nele que se prendem muitos faróis. As mountain bikes possuem guidão reto ou levemente curvado para cima. As bicicletas utilitárias possuem guidões um pouco curvados para cima ou então do tipo BMX. O diâmetro do

guidão varia entre 22 e 32 mm. No guidão temos usualmente as manoplas, alavancas de troca de marcha e manetes de freio. É também onde tradicionalmente se instalam ciclocomputadores e faróis. A mesa (ou avanço) é a peça que segura o guidão. As duas peças podem ser em aço, alumínio ou fibra de carbono.

O canote é o tubo que segura o selim. Nele se prende a maior parte dos equipamentos de sinalização. Pode ter de 22 a 32 mm de diâmetro. Na maior parte dos modelos, possui na ponta superior um mecanismo que prende os trilhos do selim. É no canote que se costuma colocar refletores traseiros. Os selins variam bastante de tamanho e forma. Alguns poucos modelos possuem um sistema que permite o encaixe de luzes.

O garfo é a peça que liga a roda ao restante do quadro. A maioria dos garfos rígidos (sem suspensão), na parte superior, fazem um ângulo bem próximo de 20° com a vertical. E na parte inferior, há uma pequena curvatura para frente, que faz com que ele tenha um ângulo bem próximo de 30° . Essa curvatura do garfo tem o papel de amortecer vibrações e impactos do solo. Bicicletas de estrada normalmente possuem uma curvatura maior. Alguns poucos garfos rígidos são retos. Bicicletas reclinadas e dobráveis têm garfos com ângulos diversos.



Ângulos do garfo no plano vertical

8. Produtos semelhantes ou relacionados

Tanto na internet quanto ao vivo, no Parque Ibirapuera, foi verificado o eventual uso de lanternas de mão presas ao guidão. No bicicletário da FAU USP é possível observar frequentemente uma bicicleta Peugeot com um pequeno farol preso por fita adesiva na mesa. Além disso, é notória a semelhança formal entre muitos faróis de bicicleta e lanternas de mão. Portanto, foi feita uma breve análise nos modelos destas. A Lupine, empresa analisada no item 5.3.5, produz lanternas de mão. Inclusive o modelo Wilma tem uma variante como tal.

Como o modelo para bicicletas, o fluxo luminoso é de até 1100 lm. Dado que a eficiência energética muda de acordo com o tipo de lâmpada, para se ter o mesmo fluxo, seria necessário uma incandescente de 80 W ou 100 W. Ou uma fluorescente compacta de pelo menos 23 W. Lanternas táticas são produtos compactos e muito resistentes e normalmente de uso policial, militar ou por equipes de emergência e resgate.

Uma marca que fabrica uma diversidade de lanternas táticas é a Surefire. Um de seus modelos, a a lanterna G2D Fire Rescue, com 154,9 mm, é pensada para ser usada por bombeiros, paramédicos e outros profissionais que necessitam chegar rápido a algum local. A G2D Fire Rescue utiliza led, possui o corpo em alumínio com uma pega em material polímero fluorescente com adesivos reflexivos para que, em tese, seja visível em ambientes escuros ou esfumados. O botão de acionamento permite escolher entre luz baixa (de 15 lm), média (de 60 lm) e alta (de 115 lm).



Lanternas Surefire modelos: Kroma MilSpec e G2D Fire Rescue

Uma marca conhecida que começou sua produção pensando em lanternas táticas é a Maglite. O fundador, Anthony Maglica, nos anos 70 conheceu e contratou Don Keller, que era ex-policial e portanto, conhecia problemas da força policial com o uso de lanternas: fragilidade do produto, interruptor inadequado, falta de ajuste do fecho de luz (LIDWELL; MANACSA, 2009, p. 116). As lanternas mais usadas até então eram de plástico, se quebravam na queda e

tinham um interruptor deslizante. O produto criado e lançado em 1979 para resolver tais problemas, que ainda é base da maioria dos modelos, tem corpo em alumínio e botão de borracha num pequeno rebaixo do corpo. A pega é texturizada e exatamente no centro de gravidade da lanterna. Um quarto de giro da cabeça da lanterna ajustar a abertura do fecho de luz. A tampa traseira possui, nos modelos tradicionais, uma lanterna halógena reserva. Os modelos da imagem anterior são o Magcharger e o LED 2-Cell D, respectivamente com 319,7 e 254,0 mm de comprimento. A Magcharger utiliza lâmpada halógena, tem fluxo de 221 lm, e deve suportar queda de 1 m. Há modelos ainda maiores, que chegam a ser usados como cassetetes. A Led 2-Cell D utiliza um led fornece 114 lm e também deve suportar queda de 1 m. Um adaptador colorido opcional (branco, amarelo ou vermelho) pode ser colocado na ponta de modo que a lanterna se transforma em um sinalizador de trânsito.



Lanternas Maglite modelos Magcharger e LED 2-Cell D

Uma pesquisa sobre outros equipamentos semelhantes, faróis automotivos e lanternas para espeleologia, caving e mineração, estão no anexo (itens 17.6 e 17.7).

9. Materiais, Processos e Tecnologias

9.1. Processos de conformação

9.1.1. Processos de usinagem e torneamento

O termo usinagem compreende todo processo mecânico onde a peça é o resultado de um processo de remoção de material, por isso inclui diversas formas de trabalho. A usinagem também é usada como método posterior a conformação, para dar acabamento e acrescentar detalhes como roscas. Um tipo de acabamento usinado é dado pelo processo de recartilhamento que gera o padrão texturizado da pega das lanternas Maglite. A usinagem pode ser aplicada a metais, plásticos ou outros materiais sólidos.

O vasto repertório de técnicas permite produções com elevados volumes ou criação de peças únicas. Em geral, o preparo da máquina e sua posterior reconfiguração retarda as velocidades de produção. Existe a usinagem controlada por computador (Controle Numérico Computadorizado ou CNC) que fabrica lotes pequenos ou mesmo unidades como moldes para injeção ou protótipos.

9.1.2. Termoconformação e moldagem por compressão

Termoconformação é um método comum para produção de componentes plásticos. A chapa de plástico é aquecida e então colocada junto à forma com eventual auxílio de vácuo ou pressão. Tanto itens unitários como lotes podem ser produzidos. É possível fazer decoração intramolde e também fazer reentrâncias, embora seja necessário o uso de ferramental especial. O mais comum é se trabalhar com termoplásticos. Porém, processo semelhante pode ser utilizado para ligas de alumínio em produção de larga escala (LEFERTI, 2009).

Para plásticos termofixos é possível utilizar a moldagem por compressão. O processo industrial utiliza moldes bipartidos (machos e fêmeas) e oferece bom acabamento de superfície. O processo permite variação nas seções e espessura das paredes da peça produzida, no entanto, é mais adequado a formas sem reentrâncias. Uma variante do processo é a moldagem por transferência, na qual a resina do polímero é aquecida e colocada em um carregador. Então um êmbolo comprime o material, transferindo-o para a cavidade de um molde fechado. Com a moldagem por transferência, o custo de ferramental é maior, e é possível atingir maior precisão do que a moldagem por compressão comum.

9.1.3. Processos de injeção

A moldagem por injeção descreve a produção em massa de uma série de produtos que possuem uma cavidade interna, como garrafas ou carcaças de lanternas simples. Há muitas formas de moldagem que podem ser usadas com plásticos, incluindo a injeção simples, a com estiramento de molde, a auxiliada por gás e a com injeção de água. O processo geralmente inicia-se com um objeto pré-formado dentro de um molde bipartido. O molde fecha, cortando o material no comprimento adequado e formando um selo em uma das extremidades do plástico. Então o ar é soprado no pré-formado, forçando o plástico a se expandir contra a cavidade do molde. O custo do ferramental é alto, por isso a ordem de produção costuma ser da ordem de centenas de milhares de unidades. Usualmente o acabamento é bom, mas ficam linhas de divisão ao longo do produto.

É possível injetar gás na cavidade do molde enquanto o plástico ainda está derretido. Esta força interna contrabalança o encolhimento natural do material, forçando-a manter contato com a superfície do molde até que a peça se solidifique. O acabamento superficial das peças produzidas é superior ao da injeção tradicional. O controle sobre tolerâncias das medidas também é maior. A injeção com uso de água é uma tecnologia relativamente nova. A ideia é também forçar o material contra o molde, sem o inconveniente da migração do gás para os plásticos (LEFERTI, 2009). Outro processo relativamente novo é a injeção de metais, que pode ser aplicado a ligas com alto ponto de fusão e baixo coeficiente de dilatação. Formas complexas e pequenas podem ser produzidas em metal por injeção.

9.2. Polímeros e metais

9.2.1. Termoplásticos

Termoplástico é um polímero artificial que, a uma dada temperatura, apresenta alta viscosidade podendo ser conformados e moldados. Segue uma rápida análise dos termoplásticos mais comuns em equipamentos para ciclistas e que foram considerados no projeto deste TCC.

O acrilonitrila-butadieno-estireno (ABS) é resistente ao desgaste, ao calor, à manchas e ao impacto. É muito comum na indústria sua mistura com o policarbonato (PC). O PC sozinho é um dos materiais transparentes mais resistentes disponíveis, sendo muito usado em vitrines e lentes. Sua densidade é de cerca de 1120 kg/m^3 e ponto de fusão de 150°C .

O cloreto de polivinila (PVC) é impermeável a gases e líquidos utilizado em tubos, encanamentos, toalhas de mesa e cortinas de chuveiro. É bom isolante térmico, elétrico e acústico.

O polietileno de alta densidade (PEAD) é resistente à tração mas pouco a impacto, é utilizado na fabricação de recipientes para líquidos e revestimentos para piscinas.

Com propriedades parecidas ao polietileno temos o polipropileno (PP). Usado em tubos de canetas esferográficas e cabos de ferramentas, o PP possui alta resistência à fratura por flexão ou fadiga e também é facilmente colorido.

O náilon, nome genérico de uma família de poliamidas, é um termoplástico. É considerado auto-lubrificante. Seu ponto de fusão é alto.

O acrílico ou polimetil-metacrilato (PMMA) possui alta transparência óptica e excelente resistência à exposição ao tempo.

9.2.2. Termofixos

Um termofixo claramente identificado foi o silicone nos produtos da Knog nos produtos analisados. O silicone é hidrofóbico, inodoro, insípido e incolor e possui grande elasticidade. Já a resina epóxi, outro termofixo, é usada em encapsulamentos de componentes eletrônicos, pranchas de surfe e tintas anticorrosivas.

9.2.3. Metais

Aço carbono é o material ferroso mais comum e conhecido que se tem, é muito utilizado na indústria em geral. O alumínio é o metal não ferroso mais amplamente utilizado no mundo. É leve (densidade de 2697 kg/m^3), muito maleável, resistente à corrosão e cerca de 5 vezes melhor condutor de calor que o aço. O alumínio pode ser combinado com a maioria dos metais de engenharia, formando ligas. Geralmente, os quadros de bicicleta são das ligas 6061 (com magnésio e silício) e 7075 (com zinco). Mesmo com as melhores ligas, um quadro de bicicleta não costuma durar mais que 10 anos (PEVELER, 2011). Um quadro de aço, se bem cuidado com relação à ferrugem, geralmente dura mais pois resiste melhor a fadiga mecânica.

A camada de óxido de alumínio que se forma naturalmente sobre o alumínio ou sobre suas ligas é bem fina, mas pode ser aumentada pela anodização. Tais camadas são como filmes que podem ser coloridos, além de fornecerem aumento na resistência à abrasão.

9.3. Luminescência

Luminescência é a emissão de luz por uma substância quando submetida a algum tipo estímulo mecânico, luminoso, elétrico, químico ou por radiação ionizante. Diferentemente da

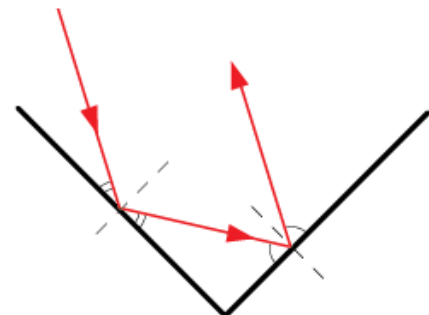
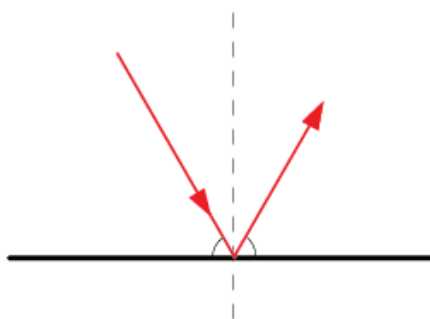
incandescência, a luminescência é uma reação com pouca ou nenhuma geração de calor. Além da fosforescência e da fluorescência, bem conhecidas, há diversos tipos de luminescência, por exemplo: bioluminescência, quimioluminescência e eletroluminescência (nome técnico do princípio de funcionamento de um led).

Bastões de luz usados em festas, em acampamentos, em explorações subaquáticas, ou em situações de sinalização de emergência utilizam quimioluminescência. Esses bastões geram luz por alguns minutos até várias horas através da reação entre um peróxido e um éster. Uma das substâncias fica contida em uma ampola flutuante que, ao ser quebrada dobrando o bastão, se mistura à outra. Um determinado corante usado na solução química dá cor característica a luz. Tais bastões são interessantes por não necessitarem de fonte tradicional de energia elétrica e por não gerarem faísca alguma.

9.4. Reflexão e retroreflexão

Quando um raio de luz se propaga em um meio e encontra uma fronteira que leva a um segundo meio, parte do raio incidente é refletida para o primeiro meio. A reflexão em uma superfície polida é chamada de reflexão especular, e acontece de modo organizado, com os raios paralelos uns aos outros. Quando a superfície não é polida, a superfície refletirá os raios em várias direções, na chamada reflexão difusa. Numa estrada seca, a luz dos outros carros é espalhada em diferentes direções pelo pavimento (reflexão difusa) e a estrada fica bem visível. Entretanto, numa noite de chuva, as irregularidades do asfalto ficam cheias de água. Assim, a reflexão passa a ser especular (SERWAY, 1996).

Quando um raio passa para outro meio, a parte não refletida entra um pouco desviada. Diz-se que o raio é refratado. A diferença de ângulo entre o raio que entra e o refratado se deve a diferença de velocidade da luz nos diferentes meios.



Diferença entre reflexão especular e retroreflexão (a direita)

O efeito de retroflexão pode ser claramente observado em fotografias de gatos feitas com flash. E é explicado simplificadaamente pelo diagrama acima.

Na retroreflexão um dispositivo reflete a luz de volta a sua origem na mesma direção com um mínimo de espalhamento da luz, mesmo os raios não chegando ortogonais a superfície do dispositivo. Este dispositivo pode ser simplesmente constituído de três espelhos perpendiculares entre si ou com a quina de um cubo transparente (que forma um prisma pentaédrico). Uma esfera transparente também pode ser um retrorefletor, desde que o índice de refração do material seja exatamente duas vezes o índice de refração do meio do qual a radiação é incidente.

9.5. Leds

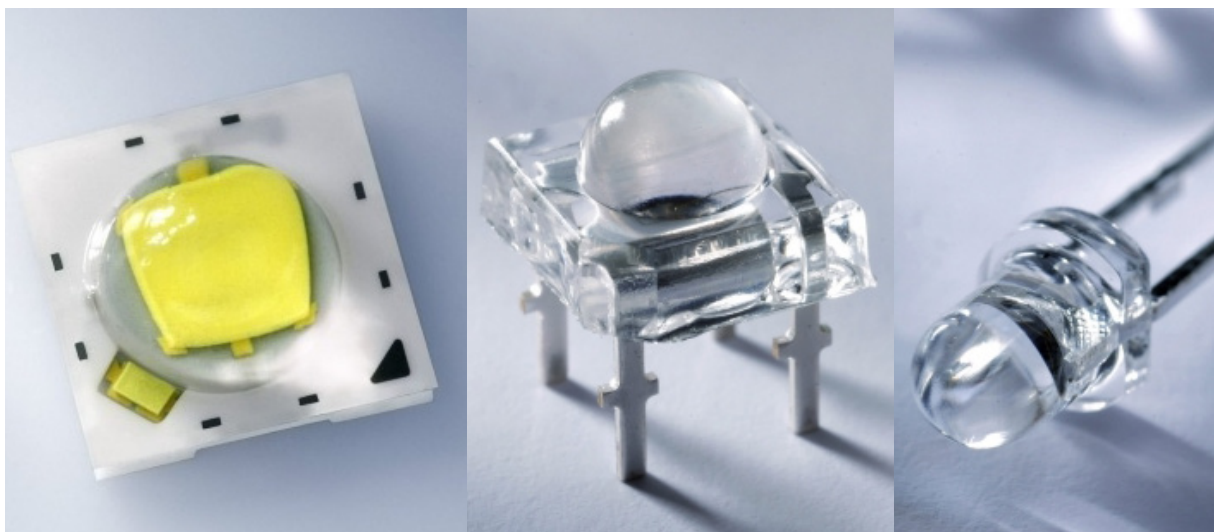
Um diodo é um dispositivo eletrônico semicondutor que permite a passagem de corrente elétrica num único sentido. Um dispositivo semicondutor é geralmente feito de silício com um pouco de outros átomos, de modo que há corrente de elétrons livres e de “lacunas” (faltas de elétrons). Ao se aplicar uma fonte de corrente contínua através de um diodo, ocorre a polarização direta que pode permitir a passagem de corrente, desde de que se ultrapasse a tensão mínima de condução do diodo (aproximadamente 0,7 V). Num diodo com polarização direta, os elétrons livres se movem e caem de um nível mais alto de energia para um nível mais baixo, e irradiam energia. Nos diodos comuns essa energia é dissipada somente na forma de calor. Porém, no diodo emissor de luz (ou led) a energia é irradiada sob a forma de luz (MARTINS, E. R., 2005). O material usado para construir o diodo determina a cor emitida.

Até o início dos anos 90 existiam poucas cores de leds. Para produzir luz branca era necessário combinar leds vermelhos, verdes e azuis (de modo análogo ao que é feito em monitores e televisores). Há certa dificuldade de se manter o padrão da cor realmente branca numa produção em escala, devido a variações individuais de cada led. Uma forma um pouco mais recente de produzir leds brancos é semelhante a usada nas lâmpadas fluorescentes. É utilizado fósforo que absorve luz azul e emite luz branca. Deste modo há um único componente semicondutor no encapsulamento.

Leds de maior potência podem consumir até 1 A de corrente, e emitir centenas de lumens. Entretanto, necessita-se considerar o projeto com dissipadores de calor. Se o calor não é removido do led de alta potência ele pode falhar em questão de segundos.

Em 2011 a OSRAM chegou à marca de 142 lm/W a partir de um led com índice de reprodução de cores (IRC) de 81. As mais eficientes lâmpadas hoje são as de vapor de sódio, superando 150 lm/W. Elas emitem uma luz amarelada e são muito usadas em iluminação de vias públicas. Tais lâmpadas apresentam o inconveniente de terem baixo IRC, inferior a 40. Lâmpadas incandescentes comuns tem eficiência energética em torno de 12 lm/W com IRC 99. Fluorescentes compactas tem eficiência de cerca de 55 lm/W com IRC próximo de 85%.

O diodo orgânico emissor de luz (OLED), diferente dos leds comuns, pode ser diretamente aplicado sobre uma superfície, usando um tipo de impressão. Telas com OLEDs podem ser feitas no formato de folhas grandes, finas, flexíveis e até transparentes quando desligadas. Atualmente, os OLEDs são usados em algumas telas. No entanto, ainda são caros, são vulneráveis à água e tem menor eficiência luminosa que os LEDs. Há atualmente alguns projetos não-comerciais utilizando OLEDs em luminárias ou lanternas. A Toshiba criou e doou para a cidade japonesa de Kesennuma, que foi atingida por ondas do Tsunami em março de 2011, cinquenta lanternas de OLED. Com fluxo luminoso de 53 lm, a lanterna se assemelha a um celular grande e funciona com quatro pilhas AAA ou uma bateria recarregável via USB. Não há planos de comercializar o produto (HORNYAK, 2011).



LEDs da Nichia, modelos NCSL119T-H1, NSPLR70BSS e NSPW310DS (potências médias, respectivamente, de 1,75 W, 0,14 W e 0,1 W)

9.6. Fontes de energia

9.6.1. Baterias e pilhas

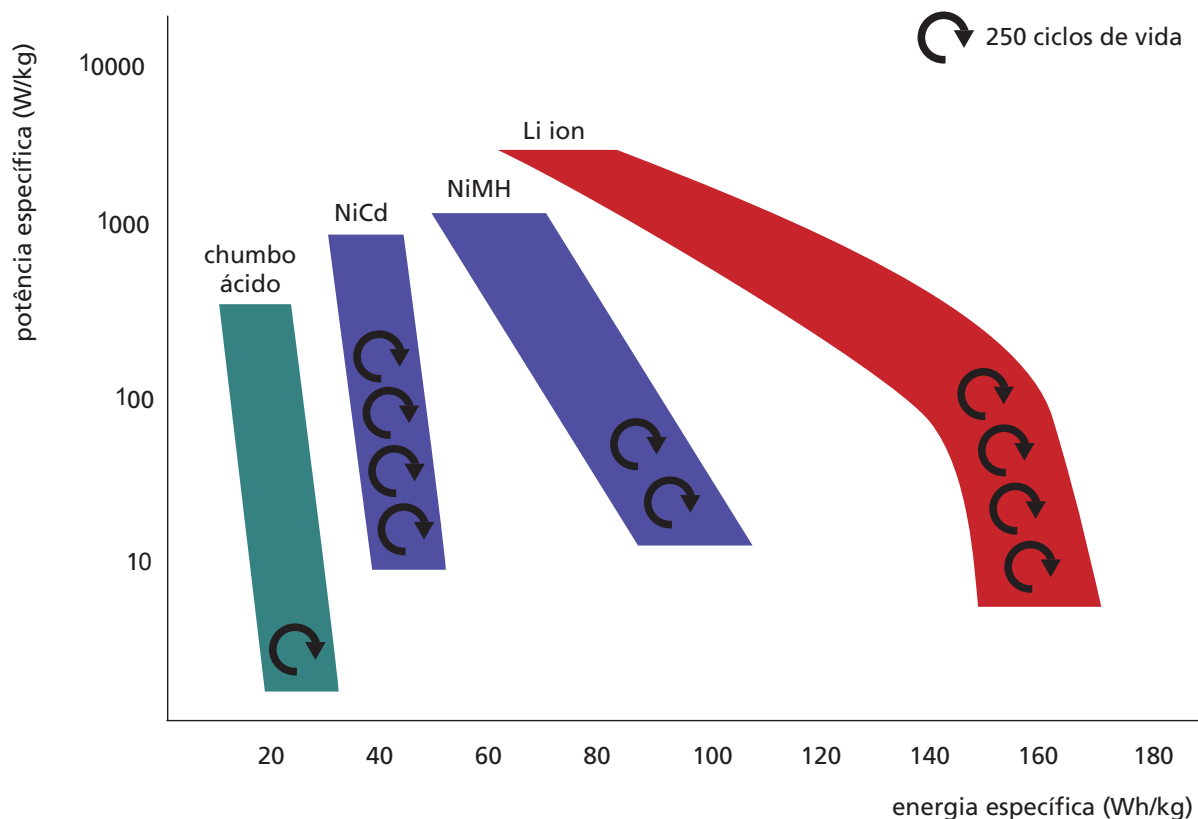
As baterias são divididas em duas categorias: primárias (não recarregáveis) e secundárias (recarregáveis). Ambas funcionam por oxidação e redução. Nas secundárias o processo é reversível. O físico francês Gaston Planté inventou a bateria de chumbo e ácido em 1859, o primeiro tipo de bateria recarregável a ser comercializado. Ela era colocada em frascos de vidro, armazenada em caixas de madeira, e fornecia 2 V. O mesmo princípio é utilizado em baterias de carro hoje em dia.

Em 2009, as secundárias tinham 73,4% do mercado global, segundo a consultoria Frost & Sullivan. As baterias também podem ser classificadas de acordo com seus elementos quími-

cos, voltagem, energia específica ou potência específica. Algumas podem ter alta capacidade, mas baixa potência, ou vice-versa. As baterias de lítio estão entre as grandes responsáveis pela atual onda de portabilidade tecnológica. Elas estão nos notebooks, nos telefones celulares, nos tocadores de MP3 e em virtualmente qualquer aparelho eletrônico.

Para baterias recarregáveis, por ciclo de vida entende-se, o número de ciclos de carga/recarga completos possíveis. Após dezenas de recargas, a capacidade da bateria vai gradualmente reduzindo. Normalmente descarta-se (ou recicla-se) aquela cuja tensão quando totalmente carregada fica entre 60% e 80% da nominal.

Efeito memória, também conhecido vício de bateria, refere-se à redução da capacidade da bateria manter carga total. O nome se deve ao fato da bateria “lembrar” o estado totalmente carregado quando na verdade não está. O efeito pode ser explicado pelo crescimento de cristais que reduzem o potencial energético. Ao contrário das baterias com níquel, as com chumbo e as com lítio não possuem efeito memória, de forma que não existe necessidade de descarregar a bateria completamente antes de carregar. Por outro lado, há um pequeno risco de explosão de uma Li íon caso seja sobrecarregada. Para controlar o risco, elas possuem um circuito limitador. Assim, é difícil fabricar pilhas com o lítio.



Comparativo de tecnologias de baterias e pilhas: capacidade de fornecer energia versus capacidade de carga. Também representado o número de ciclos de vida, com a ressalva de que o número de ciclos de recarga da Li íon pode mudar de acordo com material do cátodo. (Baseado em diferentes gráficos de batteryuniversity.com).

Nas baterias de Li íon, o cátodo pode ser formado a partir de um composto de óxido de metal de transição intercalado com íons lítio, materiais orgânicos poliméricos e materiais compreendidos entre orgânicos e inorgânicos. Dentre os materiais mais utilizados como cátodos são os óxidos de metais de transição por apresentarem alta energia específica. Um dos materiais mais comuns é o óxido de cobalto lítio (LiCoO_2) que exibe uma alta capacidade específica, baixa auto-descarga e excelente ciclo de vida. Já os ânodos são constituídos por lítio metálico, grafite intercalado e até mesmo por ligas metálicas contendo lítio. Inúmeras soluções eletrolíticas são encontradas podendo variar desde o sal, quanto o solvente que formam tais soluções.

Dentro da família do lítio, temos as baterias Li poly, que são baterias “secas”, pois utilizam um tipo de filme plástico como eletrólito, em vez de utilizar líquido. Isto permite produzir células ultrafinas, com até 1 mm de espessura. A principal limitação é que o polímero não é bom condutor, fazendo com que a bateria seja incapaz de fornecer grandes cargas. Para resolver isso surgiram baterias “híbridas”, que utilizam gel como eletrólito.

9.6.2. Dínamos

O físico inglês Michael Faraday, em 1831, demonstrou que força eletromotriz é induzida num circuito em virtude de um campo magnético variável. A partir da lei de indução de Faraday é que foi possível partir para a criação de dínamos, geradores, motores, transformadores e soldas por indução.

(No Model.)

E. TILMANN.
MAGNETO ELECTRIC MACHINE.

No. 523,247.

Patented July 17, 1894.

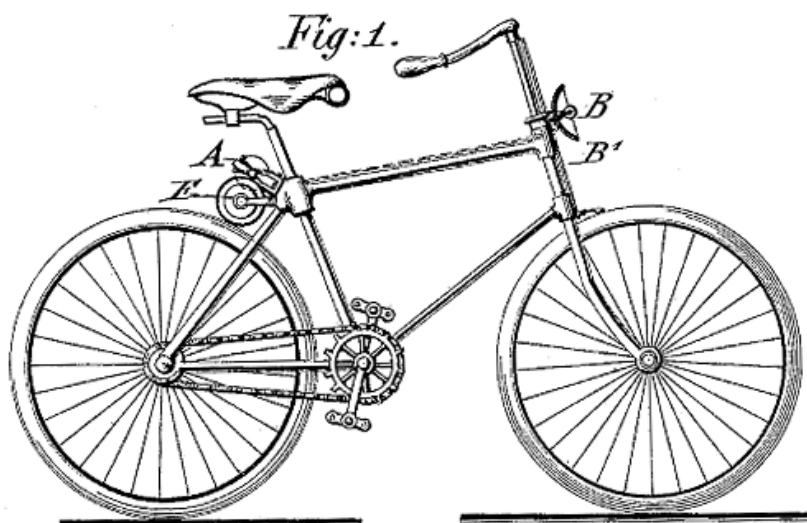


Imagem de patente registrada nos EUA de “máquina eletromagnética”, um dínamo, de 1894.

O primeiro dínamo produzido com base na teoria de Faraday foi o do francês Hippolyte Pixii, em 1832. Esse dínamo usava um ímã permanente que era rotacionado por uma manivela. O ímã rotacionava de modo a passar por um pedaço de aço enrolado por um fio isolado. Pixii descobriu que cada vez que o ímã passava pelo aço um pulso de corrente surgia no fio. O pólo norte e sul do ímã produzia correntes em direções opostas.

No final do século XIX já há patentes de dínamos para bicicletas. Em 1937 o desenho de dínamos para equipamentos de iluminação de bicicletas é basicamente o mesmo que poderia ser ainda encontrado em 2011, na bicicletaria Moema Bike (ver item 4.1.2). Se trata de um objeto parecido com uma garrafa que é preso junto à parede lateral do pneu. O giro deste faz com que a ponta da garrafa gire. Então, por indução, é gerada energia elétrica.

No entanto, deve-se ressaltar que o dínamo é difícil de ser encontrado atualmente em São Paulo. Pessoalmente, já vi o dínamo semelhante a uma garrafa (de pneu), mas nunca o modelo de cubo (eixo de roda).

O dínamo de cubo tem algumas vantagens sobre o de pneu:

- Quando se pedala em lugares molhados ou sob chuva, a ponta que gira da garrafa acaba escorregado da parede do pneu, e então essa ponta não gira e nenhuma energia é gerada;
- Deve-se ficar regulando a pressão que a ponta exerce sobre o pneu e a posição da garrafa;
- A parede do pneu acaba sendo gasta pelo atrito

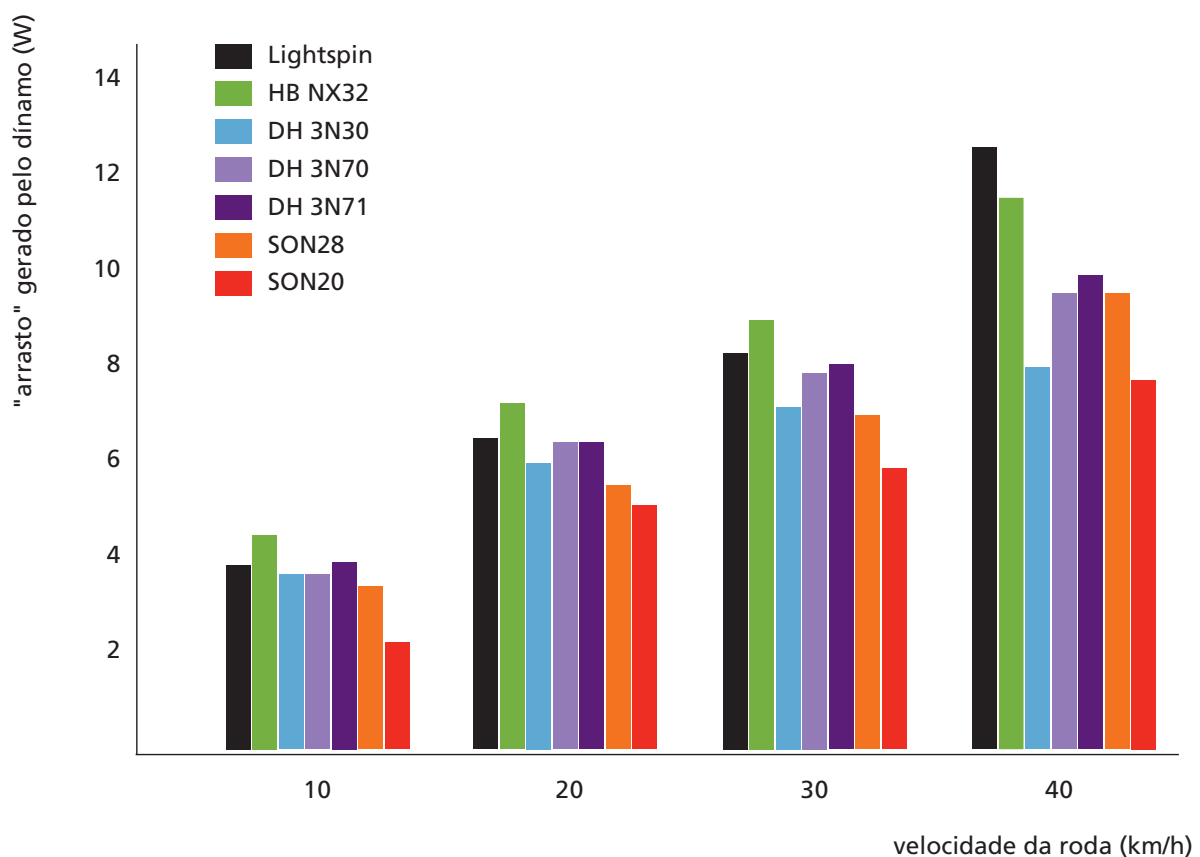
Por outro lado, é mais fácil tirar totalmente o dínamo de pneu, eliminando qualquer resistência rapidamente. O dínamo de cubo, mesmo desligado, está sempre presente tirando energia da pedalada. É mais fácil trocar toda a roda com o pneu do que trocar de cubo.



Bicicleta simultaneamente com dínamo tipo “garrafa” e de cubo. (Fonte: Flickr).

Em 2005, a revista Vintage Bicycle Quarterly (HEINE; OEHLER, 2005) fez um teste comparativo de um dínamo de pneu, o Dynosys Lightspin (modelo de 2004), com seis dínamos de cubo: Shimano HB-NX32 (2004), Shimano DH-3N30 (2004), Shimano DH-3N70 (2004), Shimano DH-3N71 (2005), Schmidt Maschinenbau SON28 (2005), Schmidt Maschinenbau SON20 (2005). A Shimano é uma tradicional fabricante japonesa de peças de bicicleta e a Schmidt é alemã.

Quando a luz é ligada, a resistência mecânica dos dínamos aumenta, dificultando a pedalada. Quando as luzes estão desligadas a menor resistência oferecida é pelo dínamo de pneu. Os desempenhos gerais dos modelos alemães foram superiores. Com a luz desligada o SON28 reduz a velocidade da bicicleta em cerca de 0,1 km/h. Com a luz ligada ele reduz a velocidade de 10,0 km/h para 8,4 km/h, ou de 20,0 km/h para 18,9 km/h, ou ainda de 30,0 km/h para 29,3 km/h. O gráfico da página seguinte mostra a diferença da resistência oferecida ao se utilizar uma lâmpada de 3 W ligada. Como referência, é interessante saber que para manter uma velocidade de 20 km/h no plano um ciclista com 70kg gasta cerca de 80 W (WHITT; WILSON, 1995). Ou seja, nesta velocidade aproximadamente 7,5% da energia gasta pelo ciclista vai para o dínamo.



Resistência mecânica criada por diferentes modelos de dínamo (adaptado de Vintage Bicycle Quarterly).

Na Amazon não foi encontrado o preço de nenhum dínamo da Schmidt. No site www.peterwhitecycles.com, de uma bicicletaria dos EUA, o Schmidt SON28 foi encontrado (em 18/06/11) custando mais de US\$253,00. Ou a partir de US\$348,00 se vier pronto, montado em alguma roda. Dínamos de cubo da Shimano custam de US\$97,00 a US\$235,00 dependendo do modelo (na Amazon, em 18/06). Para efeito de comparação, um kit da Reelight, produto mostrado no item 5.5 deste trabalho, custa de US\$32,97 a US\$67,99.



Dois modelos de dínamo de cubo e dois de pneu: Shimano DH-3D70 , Son 20R, Tung Lin Easy-rolling e Busch + Müller Dymotec 6 . Este já tentando fugir do formato tradicional de garrafa. Fontes: shimano.com, peterwhitecycles.com, bikester.co.uk e bikester.co.uk.

Existem equipamentos que interligam dínamos a celulares, smartphones, tocadores de MP3, aparelhos de mapa GPS e afins. Um exemplo é o Nokia DC-14 Bike Charger, que consiste de um dínamo de pneu, um transformador com circuito controlador, cabos e um apoio de celular para guidão. No site britânico da Nokia tal conjunto é vendido (em 18/06/11) a £24,99. O celular começa a ser carregado a partir da bicicleta se movendo a 6 km/h. O carregamento é cortado, certamente por excesso de tensão gerada, a 50 km/h.

10. Legislação e normas

10.1. Código Brasileiro de Trânsito

O atual Código Brasileiro de Trânsito, instituído pela Lei nº 9.503 de 1997, cita a bicicleta ou o ciclista em 10 de seus artigos. Quatro deles são particularmente interessantes. O artigo 58, diz que “Nas vias urbanas e nas rurais de pista dupla, a circulação de bicicletas deverá ocorrer, quando não houver ciclovia, ciclofaixa, ou acostamento, ou quando não for possível a utilização destes, nos bordos da pista de rolamento, no mesmo sentido de circulação regulamentado para a via, com preferência sobre os veículos automotores”. O artigo 105 afirma que para as bicicletas é obrigatório o uso de “campainha, sinalização noturna dianteira, traseira, lateral e nos pedais, e espelho retrovisor do lado esquerdo”. E o artigo 201 configura como infração média não “guardar a distância lateral de um metro e cinquenta centímetros ao passar ou ultrapassar bicicleta”. O mais curioso é o 255, que estabelece como infração média “conduzir bicicleta em passeios onde não seja permitida a circulação desta, ou de forma agressiva”.

10.2. Leis em outros países

Um ciclista recebendo multa parece impensável de acontecer no Brasil, embora aconteça nos EUA e no Canadá. De acordo com matéria do The New York Times (GRYNBAUM, 2010), de janeiro a outubro de 2010, 26 mil multas foram dadas a ciclistas na cidade de Nova Iorque. Cada estado americano tem leis diferentes no que se refere a uso de equipamentos de iluminação. O mais comum, para luzes dianteiras, é a lei exigir o uso entre o pôr e o nascer do sol. Em Toronto, durante apenas três dias, 211 ciclistas foram multados por não respeitar semáforos no vermelho ou placas de pare e 32 multados por equipamento de iluminação irregular (CASEY, 2010).

A figura da próxima página mostra como a província canadense de Ontário pede que o ciclista esteja visível. As luzes e refletores são exigidos para quem pedala meia hora após o nascente, e meia hora antes do poente. A multa para quem desobedece é de vinte dólares canadenses. Quem não usa capacete recebe multa três vezes maior.

A lei dinamarquesa é mais detalhada para os ciclistas no que se refere a luzes. Os ciclistas dinamarqueses devem usar luzes dianteiras e traseiras entre poente e nascente e também em dias nublados. As luzes devem ser vistas a uma distância de 300 m. Luzes dianteiras brancas podem ser piscantes mas amarelas não. As luzes traseiras devem ser vermelhas e podem piscar com frequência mínima de 120 vezes por minuto.

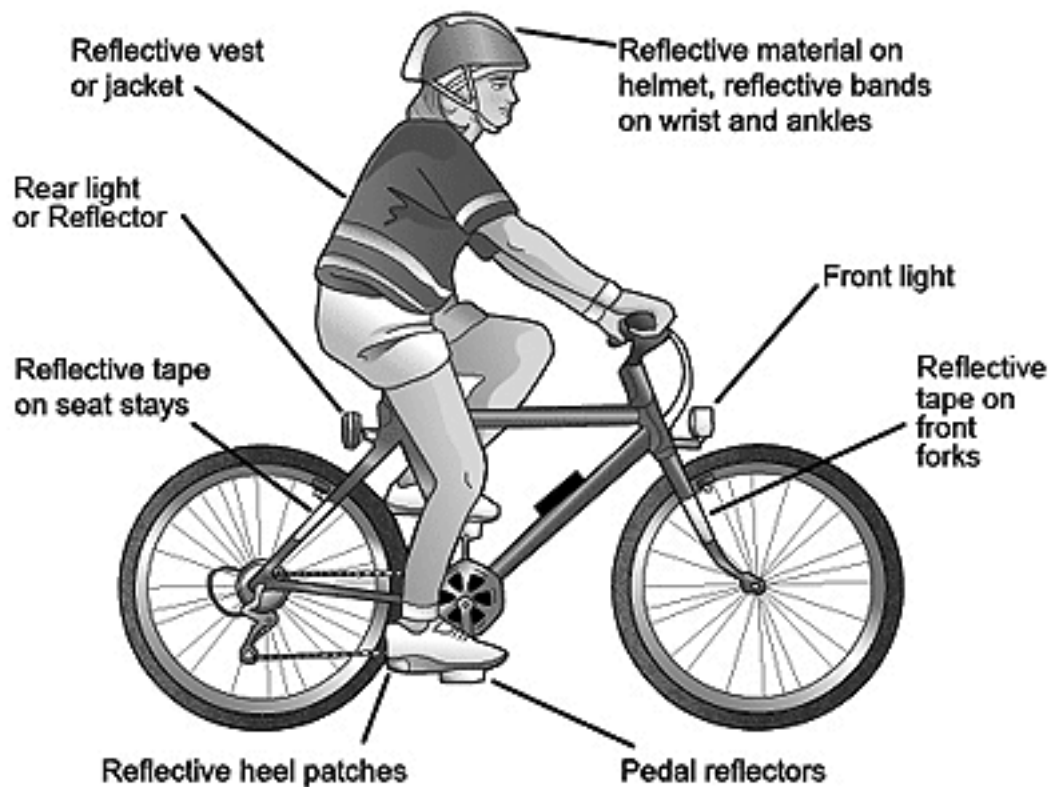


Ilustração explicativa de como deve andar o ciclista na província de Ontário (fonte: www.mto.gov.on.ca)

10.3. Norma ISO 6742

A norma ISO 6742 trata de equipamentos de iluminação e retro-reflexão para ciclistas. É dividida em duas partes. A parte sobre equipamentos de iluminação é de 1987 e a sobre refletores é de 1985. De acordo com o site da ISO, ambas devem ser revisadas. O que é de se esperar, pois a norma ainda não considera o uso de leds, ainda pouco comuns na época.

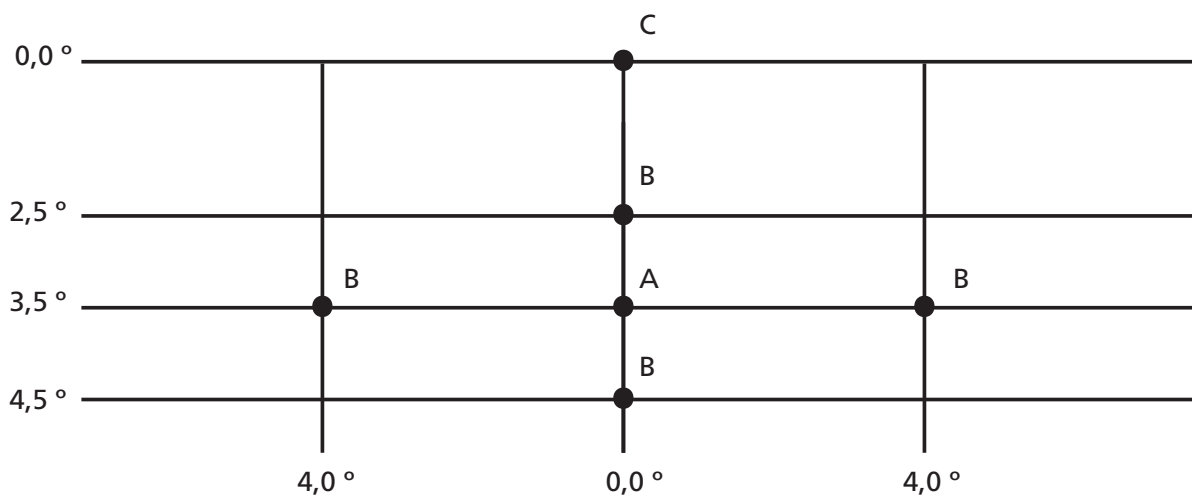


Diagrama explicativo da norma ISO para farol dianteiro da bicicleta

A norma ISO indica que a luz dianteira não deve ter menos que 0,05 cd entre 15° para cima ou para baixo e entre 80° para esquerda ou direita a partir do centro da fonte (ponto C do diagrama da página anterior). A intensidade luminosa deve ter maior que 400 cd no ponto a 3,5° abaixo do centro da fonte (ponto A). Logo acima e abaixo quanto a direita e a esquerda (pontos B) a luz não pode ter menos de 250 cd de intensidade.

Para o farol traseiro a intensidade luminosa deve ser acima de 0,75 cd no ponto logo a frente do centro da fonte. Nos pontos a 10,0° para cima, para baixo e ambos os lados, a intensidade deve ser pelo menos 0,10 cd. Num cone formado pela rotação de vetor a 45,0° do eixo vertical do centro da fonte de luz, a intensidade não pode ficar abaixo de 0,02 cd. A cor vermelha também é especificada dentro do diagrama CIE.

A norma ainda estabelece requisitos de performance para os geradores ou baterias, para o botão, resistência a vibração, temperatura e umidade. O botão deve: ter posições ligado e desligado definidas; não causar movimentação da bateria ao ser acionado; e ser testado por no mínimo 5000 acionamentos. Por fim, há indicação de que informações devem estar na embalagem: como instalar, como operar, tipo de bateria, tempo de recarga recomendado, tempo de descarregamento após longo período sem uso e instruções de como trocar peças.

11. Ergonomia e usabilidade

Entre os controles de ativação e regulação de um produto, há variações de tamanhos, resistência, textura e outras características que podem influir no seu desempenho. Para o controle de ativação, os mais eficientes são o botão liga-desliga, interruptor e pedal (IIDA, 2005). O mais comum de se encontrar em equipamentos de iluminação para ciclistas são botões no próprio corpo do produto. Um botão é bom para dois estados: liga-desliga. Porém, quando há uma ou mais função de pisca ou regulação de potência, um simples botão deixa a desejar, como é o caso do Wilma 10 relatado na página 26. Uma possibilidade de regulação de abertura de fecho tal como a das Maglite (ver página 42) poderia ser incluída nos equipamentos ciclísticos.

O posicionamento do controle também deve ser considerado. Como confirmado pelo professor Adriano de Luca, o acionamento do botão de muitos Cateye fica exatamente na direção e sentido de desengate da base. Também deve ser considerada a posição do botão em relação ao ponto de apoio do produto no guidão. Ao se acionar um botão distante do ponto de apoio, há uma pequena força aplicada em alavanca. Isso pode fazer com que o posicionamento do equipamento todo seja mudado.

Em vias com boa iluminação pública, a luz de um farol comum de bicicleta de potência média ou baixa não é percebida facilmente. É interessante que o equipamento forneça alguma indicação de acionamento ou modo de funcionamento para o ciclista. Vários faróis, a exemplo do RavX Opti-Bar X1 ou do Bell iPulse, possuem um anel ou elemento transparente na lateral que permitem que o usuário perceba que eles estão ligados. Foi notado que o Q-Lite QL-230 não informa se e como está ativado: frequentemente é necessário colocar a mão na frente da lente para ter confirmação de que se ele está ligado no modo contínuo ou no modo pisca.

Outra questão de usabilidade é a troca de pilhas ou baterias. Esta deve ser feita de modo fácil sem comprometer a estanqueidade do produto. Por colocação fácil de pilhas ou baterias entende-se que só seja possível a instalação na posição correta.

12. Requisitos de Projeto

São requisitos importantes de projeto para o equipamento a ser projetado:

- Oferecer conforto luminoso;
- Oferecer facilidade de regulação na área iluminada;
- Ser fácil de usar;
- Possuir resistência a trepidação típica da bicicleta;
- Ter um posicionamento de controle adequado;
- Não ter partes que possam ferir o usuário;
- Oferecer informação de ativamento ou modo de funcionamento

São requisitos moderadamente desejáveis:

- Possuir resistência mecânica a quedas de 1,5 m com velocidade horizontal de 40 km/h;
- Sinalizar a presença do ciclista;
- Resistência a entrada de água no caso de chuva;
- Tamanho reduzido frente a lanternas de mão comuns;
- Possibilidade de integração com outros equipamentos;
- Preço entre a faixa básica e a intermediária (acordo com item 5.4), ou seja, próximo de US\$50,00, de modo que pessoas que nunca tiveram um farol possam adquiri-lo

13. Branding

13.1. Análise de marcas

Nos anos 50, nas primeiras referências sobre marca na literatura de marketing, é reconhecido que a marca é mais que o nome para diferenciar fabricantes. Trata-se de um símbolo representativo de ideias e atributos funcionais e emocionais.

A marca pode ser definida como um conjunto de sinais que são uma promessa de satisfação. Ou ainda, contrato não escrito que norteia as relações entre uma empresa/grupo e seu consumidor/sociedade. A identidade de marca é a expressão visual e verbal da marca. Ela começa com um nome e um símbolo e evolui para tornar-se uma matriz de instrumentos de comunicação (WHEELER, 2008). Branding é o termo designado para a construção e gerenciamento de uma marca junto ao mercado.

Foi feita uma análise das marcas Cateye, Knog Lights, Light&Motion, Lupine e também da Shimano. A Shimano não é conhecida como fabricantes especificamente de equipamentos de iluminação, mas de ciclismo em geral (câmbios, freios, trocadores, cubos) e, também, de remo e pesca.

Diferentes metodologias de avaliação de marcas são propostas por consultorias especializadas em avaliação de marcas e o valor delas. Dentre as metodologias, algumas possuem enfoque qualitativo, visando a avaliar a força da marca, enquanto outras possuem um enfoque quantitativo, visando a calcular o valor monetário da marca.

Dentro das possibilidades de análise qualitativas, pode-se recorrer a Semiótica. O semioticista lituano Algirdas Julien Greimas apresentou na década de 60 uma teoria de análise estrutural do texto por meio do estudo de sua significação.

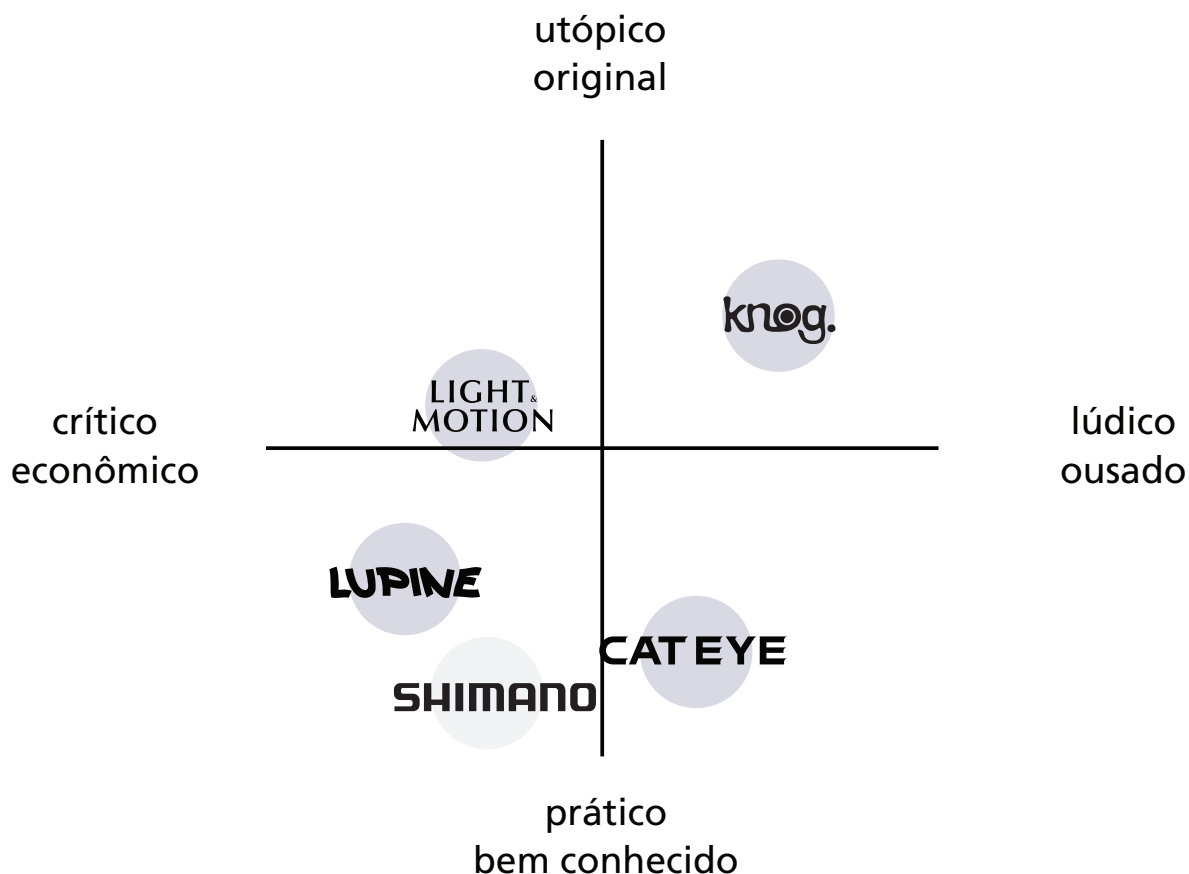
Um de seus mais próximos colaboradores, o publicitário francês Jean-Marie Floch, é considerado um dos fundadores da semiótica visual, tendo analisado fotografias, histórias em quadrinhos, anúncios publicitários e obras de arte. Uma “ferramenta” que Floch usava era adaptada da teoria de Greimas: o quadrado semiótico.

O consultor e professor italiano Andrea Semprini partiu do quadrado semiótico para criar o mapeamento semiótico como uma forma de simplificar a análise visual. São colocados em eixos os “valores de consumo”. As relações entre esses valores (utópico, lúdico, crítico e prático) se dão por oposição ou por sobreposição. Para entender as marcas dentro desse mapeamento é necessário verificar a parte estética e também a ética. Usualmente o designer está acostumado a lidar com a parte estética. A parte ética pode ser verificada na missão, valores e políticas das empresas/grupos.



Logotipos de fabricantes de equipamento de iluminação para ciclistas

A Cateye, muito citada nesse trabalho, é a mais tradicional das marcas. Seu logo é, muito adequadamente, um rosto de gato. Sua missão pode ser considerada vaga: “to promote health and happiness through the enjoyment of nature and the world around us”. A Knog, claramente mais irreverente e descontraída, propõe fazer “innovative and stylish products for the fashion conscious cyclist”. Pode-se encontrar peças publicitárias no site da Knog que reforçam essa proposição. A Light & Motion parece ter mudado seu logo entre 2010 e 2011 pois tem fotos de produtos sem o símbolo atual. Declara que tem a intenção de ser “a great company that our employees and our community can be proud of”. Já a alemã Lupine tem o logo sem preocupações de alinhamento como uma letra escrita a mão, razoavelmente condizente com sua política de “use manufacturing techniques that couldn’t be implemented in mass production, as careful assembly by hand allows us to put together the most complex of designs”.



Mapeamento semiótico das marcas

Com base nesse levantamento da parte estética e ética, foi possível colocar as empresas dentro do mapeamento semiótico, conforme a imagem acima. A Shimano parece se aproximar de sua contrerrânea Cateye. Também é tradicional, e atualmente, vista como pouco inovadora. Aliás, pode-se dizer que, conforme as empresas vão ficando mais consolidadas, suas marcas vão “descendo” no mapeamento semiótico, indo do utópico para o prático.

13.2. Criação de uma marca

O processo de análise das marcas auxiliou a iniciar a criação da marca para o projeto desenvolvido deste TCC. E a ideia básica do que seria a marca ajudou a reforçar os Requisitos de Projeto. No quadrado semiótico, a marca deverá ser próxima a Light & Motion. Em suma, deverá transmitir confiabilidade e resistência num equipamento de dimensões reduzidas. O processo completo de criação de uma identidade de marca deveria incluir fases diversas. Para uma empresa esse processo incluiria:

- Pesquisa. Nessa fase torna-se clara a estratégia e valores, verifica-se as necessidades e percepções dos stakeholders, e levanta-se a concorrência e a tecnologia atual;
- Classificação da estratégia. Nessa fase sintetiza-se o que foi reunido na pesquisa, é feito um briefing que deve ser aprovado e começa a ser criado o nome da marca;
- Design da identidade. É quando se cria o logotipo e verifica-se suas variações e aplicações;
- Lançamento e gestão. Por fim, deve ser criada uma sinergia ao redor da marca nova e as diretrizes de padronização e normatização devem ser seguidas

Infelizmente não houve tempo até a confecção deste documento para desenvolvimento do logotipo da marca do projeto. Apenas foi feito um brainstorming e seleção de um nome para a marca. Entre os mais promissores estavam Centelha e Onix. Usualmente, na determinação de qual nome é mais interessante, deve-se testar atento a conflitos com marcas já existentes e também a conotações culturais.

Ônix é uma pedra semi-preciosa preta ou marrom, uma variedade de quartzo. Uma boa ideia para transmitir resistência num equipamento de dimensões reduzidas. Por isso foi escolhido. Além de transmitir mais confiabilidade que Centelha, que remete ao fugaz. O Ônix era uma muito usada como amuleto pelos antigos. Um possível slogan para a marca poderia apelar para esse aspecto.

14. Pesquisa final

14.1. Visitas a bicicletários

Na busca por pessoas que usam a bicicleta como meio de transporte, foram feitas visitas a bicicletários. Foi feita uma tentativa de entrevistar aqueles com tinham bicicletas mais simples. Atualmente, há mais de 30 bicicletários públicos na cidade de São Paulo.



Bicicletário da estação Vila Olímpia

O primeiro bicicletário visitado, em 23 de agosto, foi o da estação Vila Olímpia da CPTM. O site da CPTM informa que há 94 vagas. É possível deixar a bicicleta por até 2 dias. Até por volta das 16h, o dia tinha sido chuvoso. Por isso, talvez, foram vistos entre as 19h20 e 20h20 foram vistos 7 ciclistas entrando ou saindo. Destes apenas dois usavam algum equipamento de iluminação. Um ciclista homem, que chegava com uma bicicleta utilitária foi abordado, mas afirmou estar com pressa para ir trabalhar.

O segundo bicicletário visitado, em 24 de agosto, foi o da estação terminal Jabaquara, que possui mais de 200 vagas. Chuviscava e fazia cerca de 17 °C. Entre 18h20 e 19h20 foram vistos apenas 6 ciclistas. Sendo que todos estavam saindo. Apenas dois com equipamento de iluminação. A mulher que trabalha controlando a entrada e saída dos ciclistas disse que seria melhor chegar mais cedo pois haveriam maior tráfego.

No dia 29 de agosto o bicicletário da estação Butantã do Metrô foi visitado. Entre 17h50 e 18h50, saíram seis ciclistas e entraram dois. Dois dos que chegavam tinham equipamento de



Bicicletário da estação terminal Jabaquara



Bicicletário da estação Butantã

traseira com leds, e um possuía equipamento para sinalização traseira e um farol dianteiro. Um homem e uma mulher foram abordados. A mulher se dirigia a estação para pegar o metrô e afirmou estar com pressa. O homem, na faixa dos 28 anos, levava uma mountain bike simples. Disse ter outra bicicletea melhor, mas usava aquela para transporte até o trabalho. Afirmou pedalar todo dia útil cerca de 3 km. Usualmente não pedala de noite. Já escurecia (eram 18h40) e ele disse ser incomum andar já de noite ou antes de amanhecer. Usava capacete e refletos nos pedais mas nenhum farol ou pisca. Por fim, disse não sentir falta de equipamento de iluminação na sua pedalada.

O bicicletário da estação terminal Jabaquara foi novamente visitado em 13 de setembro. Das 17h30 até 18h50 foram vistos 16 ciclistas entrando ou saindo. O céu estava limpo e fazia cerca de 19° C. Segue tabela explicativa dos equipamentos usados:

	sexo	sai ou entra	tipo de bicicleta	equipamento de sinalização ou iluminação
1	homem	sai	mountain bike	refletor no pedal
2	homem	sai	mountain bike	refletor no pedal e pisca traseiro
3	homem	sai	mountain bike	refletor no pedal
4	homem	sai	mountain bike	-
5	homem	sai	mountain bike	refletor no pedal
6	homem	sai	beach bike	-
7	homem	sai	mountain bike	-
8	homem	sai	mountain bike	refletor no pedal e pisca traseiro
9	homem	sai	mountain bike	refletor no pedal
10	homem	sai	aro 20	refletor no pedal e pisca traseiro
11	homem	sai	mountain bike	mountain bike refletor no pedal
12	homem	entra	beach bike	-
13	homem	entra	mountain bike	-
14	casal	entra	tandem	luz traseira
15	homem	entra	mountain bike	refletores nas rodas, nos pedais, mais refletores dianteiro e traseiro

Dados das pessoas no bicicletário da estação Jabaquara entre 17h30 e 18h50 do dia 13/09/11

O quarto e o sétimo ciclistas responderam quando abordados as seguintes perguntas:

1. Qual a distância pedalada?
2. Quantas vezes por semana?
3. Pedala com frequência a noite ou antes de amanhecer?
4. Usa refletor, farol e capacete?
5. Se não, já sentiu falta desses equipamentos?

Segue consolidação das respostas:

Homem por volta dos 26 anos, com cerca de 1,80m e 80kg, numa bicicleta sem marca aparente	Homem por volta dos 22 anos, com cerca de 1,72m e 65 kg, também em bicicleta sem marca
---	--

1	Não tinha certeza, acha que cerca de 5km	Não tinha ideia. Falou inicialmente 500km!
2	Duas a quatro	Duas
3	De manhã um pouco, menos a noite	De noite
4	Nenhum equipamento	Nenhum equipamento
5	“Só mesmo quando sofrer acidente, né?”	Não

Respostas dadas pelos ciclistas no bicicletário da estação Jabaquara

O prédio da IBM na rua Tutóia (esquina com avenida 23 de Maio) possui um pequeno bicicletário de acesso restrito, para seus funcionários. Há 12 vagas. Usualmente podem ser encontradas ali pelo menos 2 bicicletas.

Uma das pessoas que usa esse bicicletário três vezes por semana foi entrevistada em 9 de novembro. Se trata de um homem de 33 anos, Cientista da Computação com mestrado em Engenharia Elétrica. Ele afirmou pedalar 7km na ida e outros 7 km na volta, sendo a volta às vezes a noite. Usa sempre capacete e farol. Sua bicicleta é de estrada. Ao ver o modelo preliminar de madeira (foto esse modelo adiante, no item 16 desse documento) afirmou que não usaria algo tão pequeno. Achou que seria fraco. Não gostou quando foi informado que possuía um cabo ligando o dínamo ao farol, nem mesmo quando informado que o dínamo poderia carregar um celular ou outro equipamento com entrada USB.

14.2. Tendência de preços

Os preços de leds brancos de alta potência têm caído constantemente nos últimos anos, de acordom com informações do site www.ledinside.com, que reúne análises e médias de preços a cada quadrimestre. O led da Nichia modelo NCSL119-H1, usado como referência nesse trabalho foi encontrado ao 1,62€ (para compras superiores a 100 unidades) no site www.ledrise.com, em 14 de novembro. Entre os leds, conectores e toda a parte de eletrônica, os itens mais caros são os cabos USB (Universal Serial Bus), que giram em torno de US\$5,00.

Os parafusos, também são peças fabricadas em larga escala, por isso podem ser encontrados no mercado por menos de US\$1,00 cada. O que custaria mais caro no produto, se entrasse em fabricação, seriam as peças em plástico injetado e as peças de alumínio.

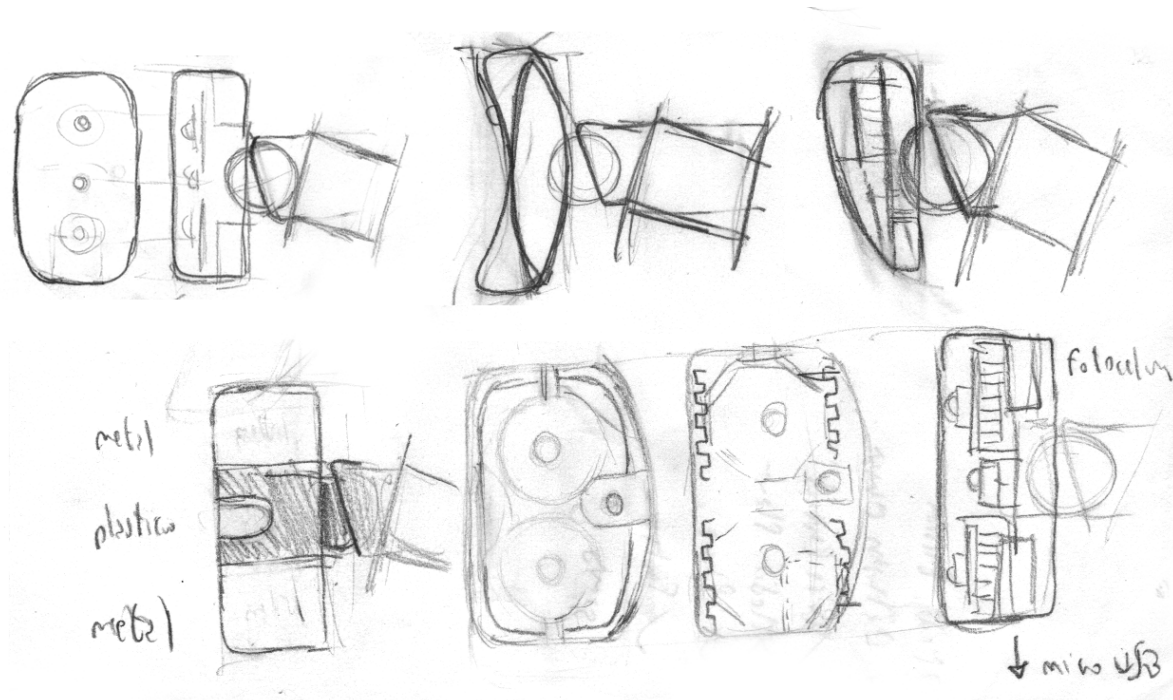
15. Desenvolvimento do projeto

15.1. Alternativas projetuais

Foi imaginada a alternativa de utilizar OLED. Como ainda estão entrando no mercado, os preços são altos e a alternativa foi descartada. Após ser medida a potência consumida do farol Q-Lite QL-230, chegou-se a conclusão que o farol deveria ter apenas dois ou três leds. Um deles ficaria piscando e o(s) outros(s) constantemente ligados.

Uma das decisões iniciais importantes foi onde encaixar o farol. Tradicionalmente ele fica preso ao guidão ou no capacete. Como a intenção é atingir pessoas que nunca tiveram um farol, incluindo entregadores, foi pensada na possibilidade de prender o farol em vários tubos da bicicleta. Foi até imaginado que o farol pudesse ser preso ao braço do ciclista. Ideia logo descartada devido a diversas dificuldades que isso traria.

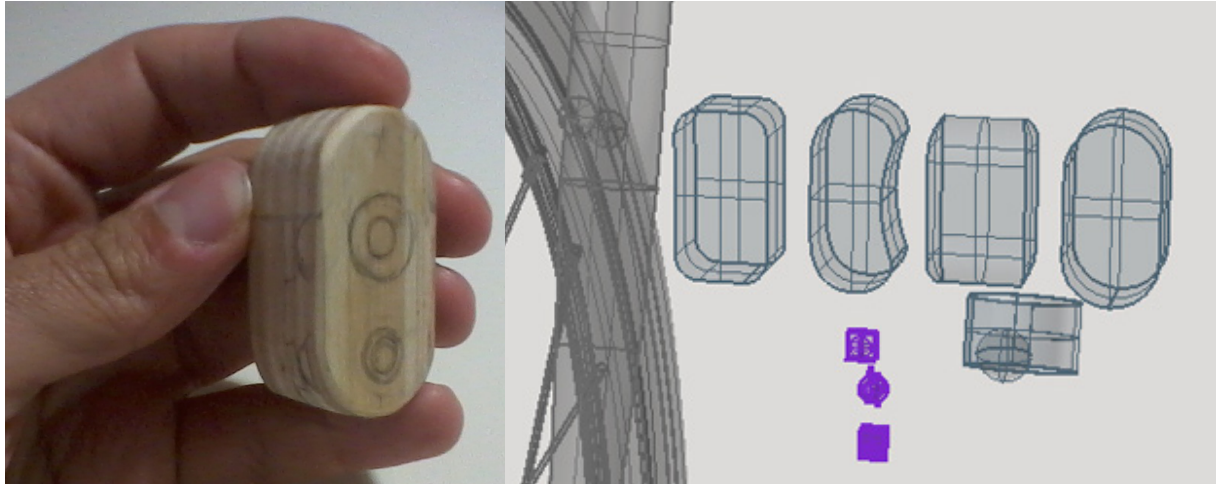
Nos primeiros esboços foi considerada a possibilidade do usuário prender o farol no garfo, no guidão ou mesmo no tubo de um bagageiro dianteiro ou haste de apoio de cesta. Isso trouxe o problema de cabeamento até o controle. E no caso de uso de dínamo, deveria haver ainda outro cabo. Então pensou-se em usar uma fotocélula. Assim, não haveria nenhum comando. O farol ligaria quando estivesse escuro sem interferência do usuário.



Esboços sobre alternativas da forma

Como o farol poderia ficar em diversos tubos, ele deveria ter uma boa regulagem de posicionamento e direção. Logo se pensou numa junta esférica que permite grande liberdade

de ajustes. Para que o farol não ficasse caindo ou saindo da posição, obviamente, essa junta deveria ser bem justa. Deveria também haver uma braçadeira. A princípio imaginou-se que no tubo entre a junta e a braçadeira deveria passar o cabo de energia, mas isso traria complicações desnecessárias. Assim, o cabo vai direto para o corpo do farol.



Modelo volumétrico preliminar e estudo comparativo de escala e formas junto a leds

Sempre foi pensado o pior caso de instalação: o garfo da bicicleta, que, por ser inclinado e próximo a roda, traria limitações. Um modelo volumétrico preliminar, em madeira, foi feito de acordo com medidas dos leds encontradas.

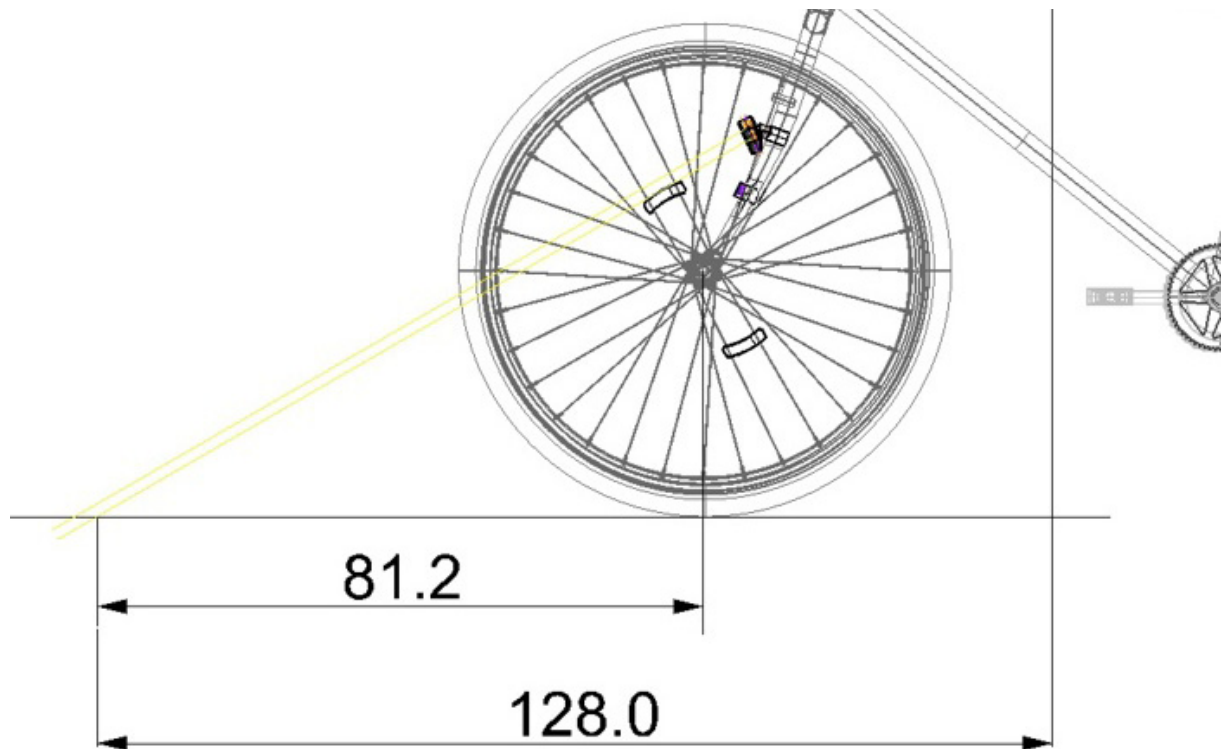
15.2. A alternativa escolhida



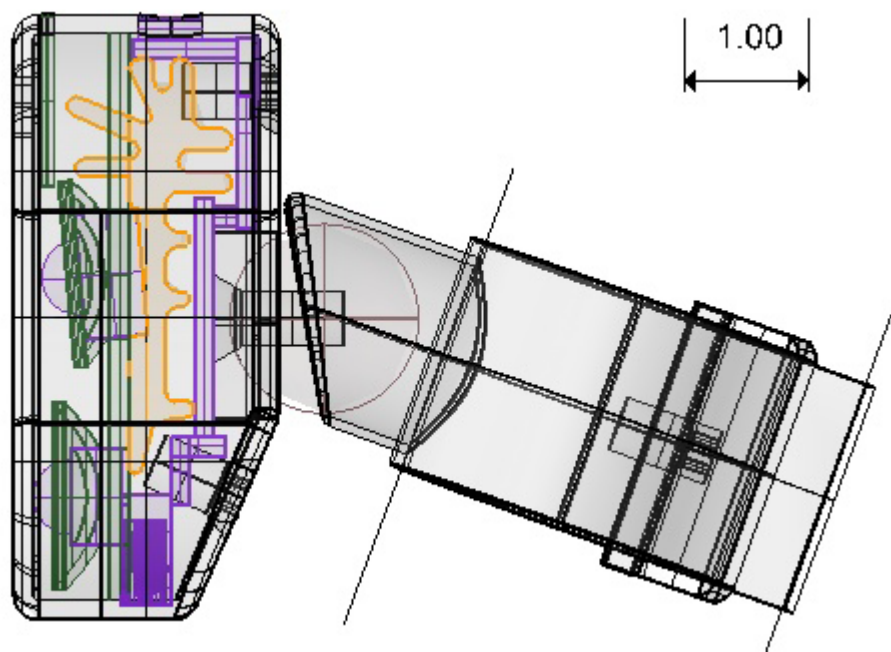
Forma final do corpo em modelo volumétrico em madeira e modelo digital

A alternativa escolhida foi por uma forma simples, mas acinturada, com uma insinuação de pega geométrica. Dois leds seriam usados. A parte superior teria uma parte em alumínio anodizado colorido como forma indicativa de que se trata de uma área que aquece (devido ao led

de alta potência). O led inferior é mais fraco e ficaria piscando. Foi escolhido utilizar o dínamo com o mesmo princípio de funcionamento do Reelight (ver foto no item 5.4). Foi necessário fazer um recorte na parte inferior de modo que fosse possível inclinar bem o corpo do farol, colocando o foco do luz para próximo da roda. O led superior foi inclinado 5° para baixo.

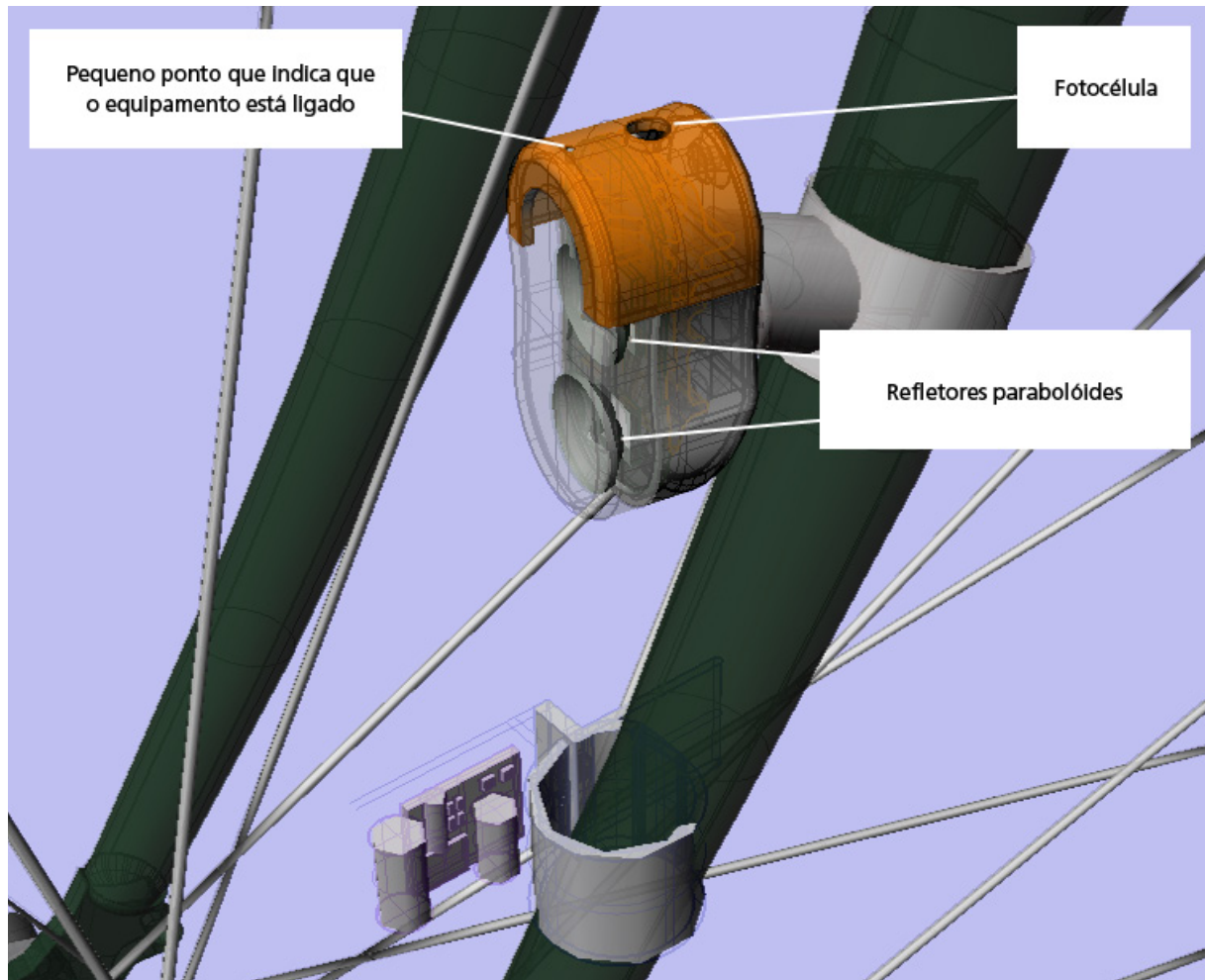


Farol inclinado no máximo para baixo



Vista lateral com detalhamento do interior

A fotocélula seria na parte superior e a haveria uma entrada mini USB vinda do dínamo. Um perfil extrudado de alumínio foi incluído como dissipador de calor. Foi colocado um pequeno tubo de acrílico na parte da frente que passa o alumínio anodizado, de forma que há um ponto de luz ao se ver de cima do farol. Assim há uma indicação que ele está ligado.



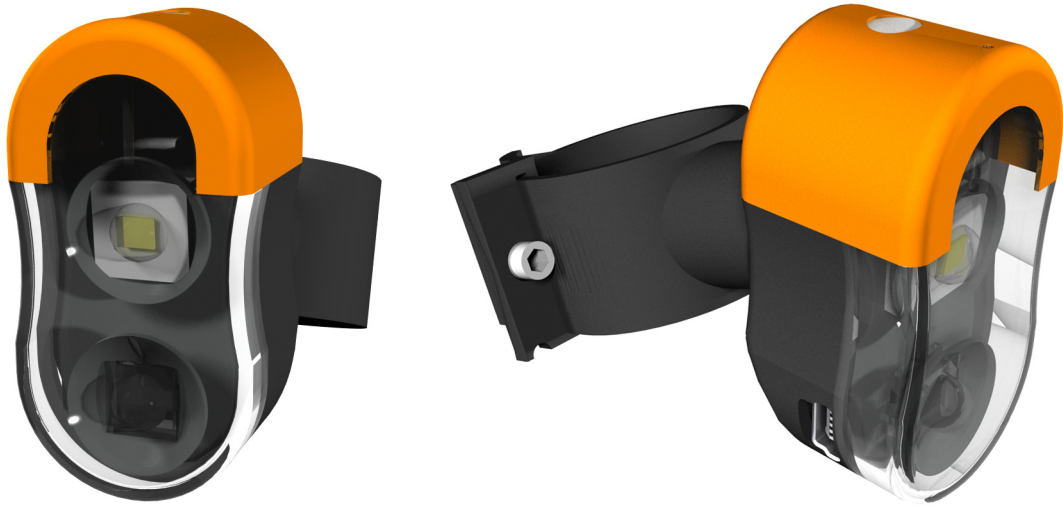
Detalhes do exterior: indicador de farol ligado e fotocélula aparecendo na parte superior em alumínio anodizado.

Detalhe do interior: refletores parabolóides. A parte do dínamo ainda não resolvida.

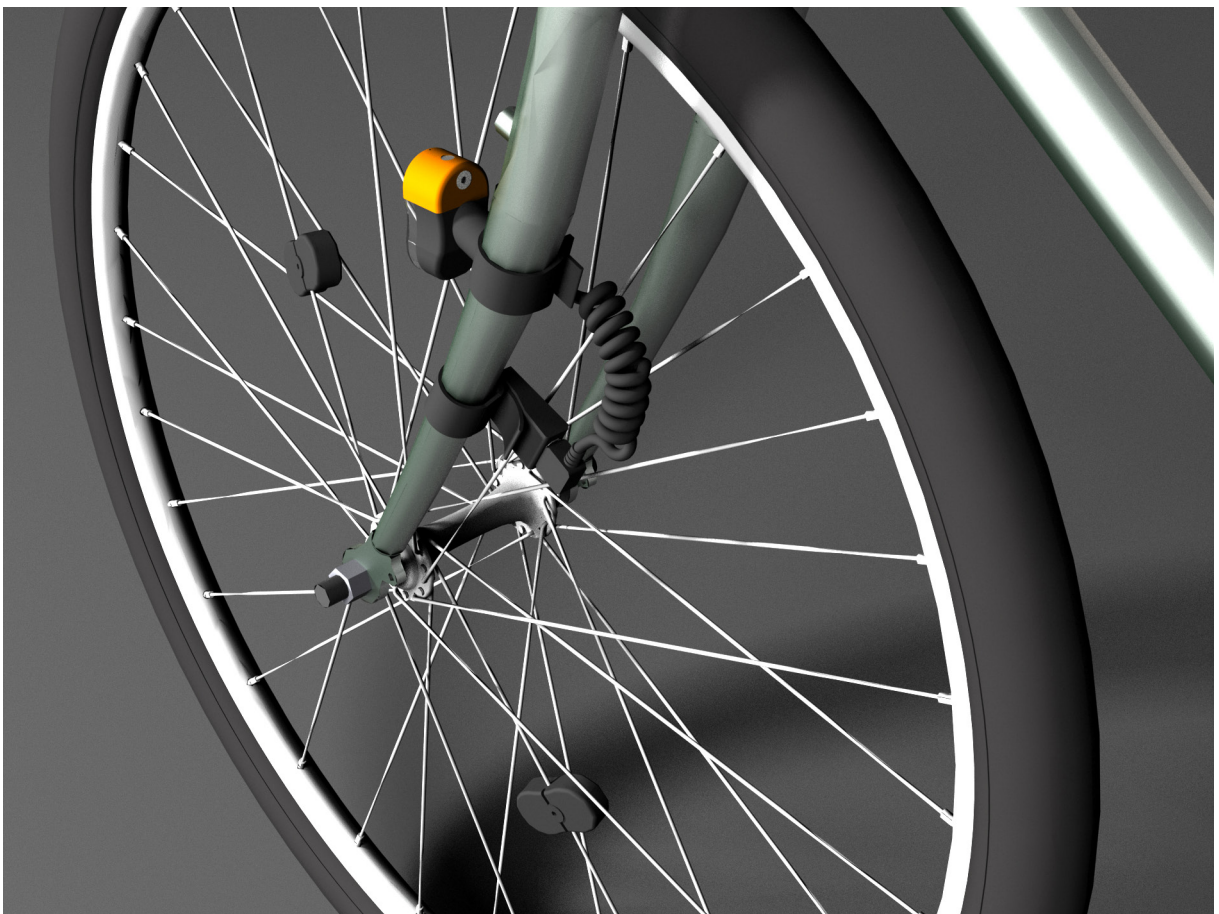
A braçadeira demorou um pouco pra ser desenhada. E a configuração do dínamo foi um pequeno desafio. Várias configurações foram tentadas para que se chegasse as menores dimensões possíveis. O dínamo deve ter, de qualquer modo, duas peças internas relativamente grandes: a bobina e um capacitor eletrolítico. O resto do circuito do dínamo serve como retificador de corrente. Assim, será possível carregar um celular também com o mesmo.

Um erro percebido posteriormente foi o posicionamento da entrada mini USB do corpo do farol. Foi ignorado o plug e o cabo que vem do dínamo, se posicionados em baixo, iriam atrapalhar a inclinação do corpo. Assim a entrada foi mudada para a lateral. Outro erro percebido é que o produto não poderia ser desmontado. Portanto não poderia ser feita manutenção.

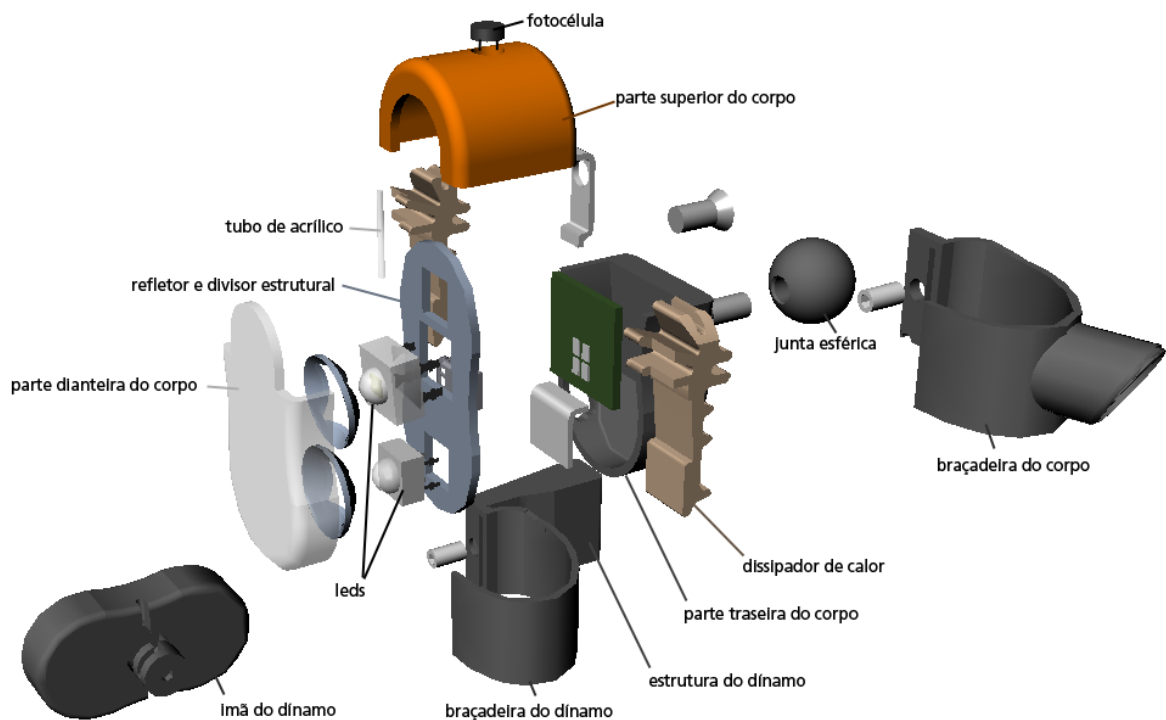
O dissipador de calor foi então dividido em duas partes iguais. A parte inferior do corpo, em plástico, a não transparente, foi alterada de modo que só fosse necessário um parafuso no corpo, além do que segura a junção esférica. A maioria das peças do corpo do farol é encaixada. Há quatro parafusos que necessitam de uma chave allen de 2,5 mm. Dois apertam e fixam a braçadeira no lugar. A estrutura do dínamo não pode ser desmontada.



Renderização do corpo do farol e sua braçadeira



Renderizações do produto completo (com ímãs do dínamo e cabo instalados.)

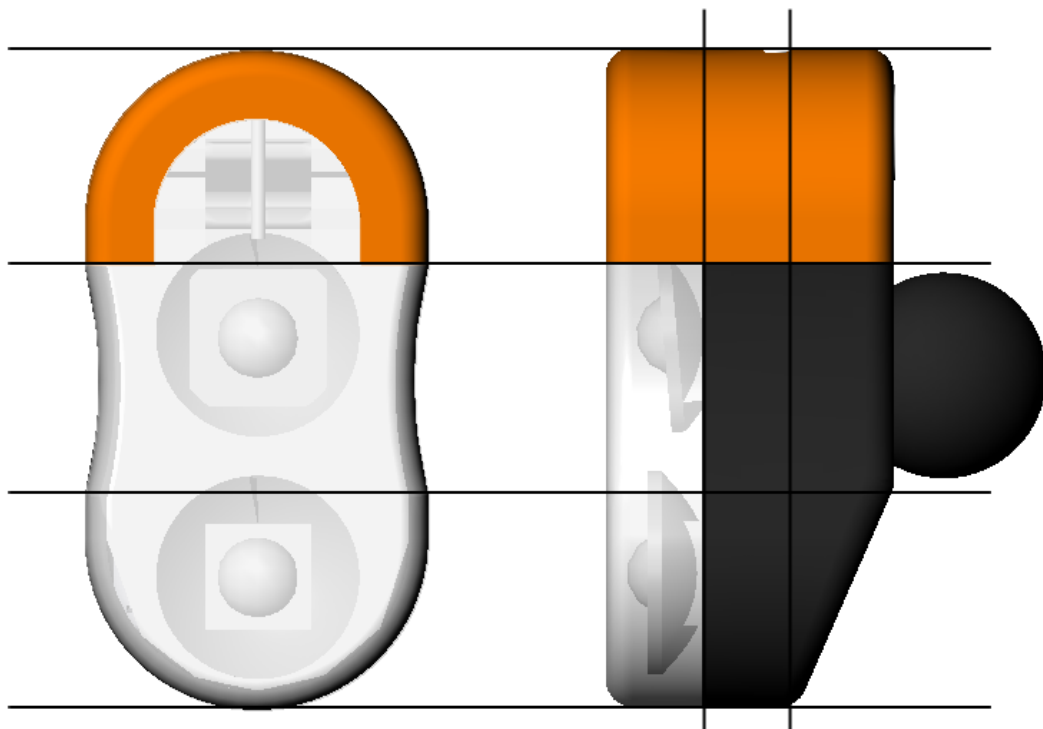


Perspectiva explodida do produto (não foram detalhadas a rosca dos parafusos nem as ranhuras das braçadeiras)

O produto deve utilizar:

- Dois ímãs e fixadores com entrada para chave allen;
- Um led forte (usado como referência um Nichia NCSL119-H1 com 1,75 W de potência, 80 a 140 lm de fluxo dependendo da corrente aplicada, 3500 K de temperatura de cor, feixe de abertura com 110°);
- Um led fraco (usado como referência um Nichia NSPLR70BSS com 0,14 W de potência, 6 lm de fluxo, 2800K de temperatura de cor, feixe de abertura com 120°);
- Uma parte dianteira do corpo em policarbonato transparente e sem cor;
- Dois refletores parabólicos de alumínio prata ou plástico com acabamento prateado;
- Uma placa que serve como refletor e divisor estrutural, em alumínio prata ou plástico com acabamento prateado;
- Dois parafusos allen sem cabeça em aço inoxidável e dois com cabeça em náilon;
- Uma estrutura de dínamo com saída USB (com tensão estabilizada) unido a uma braçadeira em polipropileno;
- Um cabo espiral com uma ponta lateral USB e outra lateral mini USB;
- Duas metades de um dissipador de calor em alumínio;
- Uma parte traseira do corpo em polipropileno;
- Junta esférica em náilon com 15 mm de diâmetro;

- Uma braçadeira para o corpo em polipropileno ligada a um tubo que segura a esfera;
- Um anel interno a esse tubo em náilon;
- Um circuito controlador dos leds que inclui um capacitor capaz de manter uma carga por cerca de um minuto mesmo sem receber energia;
- Um conector mini USB;
- Uma fotocélula;
- Dois pedaços de aço que seguram a placa do circuito, a fotocélula e a a entrada mini USB;
- Um tubo de acrílico



Divisão geométrica do corpo

O corpo possui 48 mm de altura, 21 mm de profundidade, 25 mm de largura máxima (e 23 mm na parte cinturada). A estrutura do dínamo, sem a braçadeira, possui as dimensões máximas de 33, 22 e 12 mm. Por fim, vale ressaltar que a parte externa do corpo do farol foi pensada geometricamente. A parte de alumínio ocupa o um terço superior da altura. A parte transparente o um terço da frente da lateral. E o corte para permitir o giro para baixo, está também situado em um terço da altura e um da largura, conforme se pode ver na figura acima.

16. Conclusões

Faróis e piscas cumprem a função de iluminar o caminho e também sinalizar visualmente a presença dos ciclistas para motoristas e pedestres. Há diversos modelos no mercado internacional. Porém, não é observado o uso deles por boa parcela dos ciclistas. Sequer o uso de capacete é difundido. Na ciclofaixa próxima ao Parque Ibirapuera, em 22 de maio, foram observadas apenas 36% com capacete. Dentro do Parque e nos bicicletários visitados esse índice foi ainda menor. Assim, fica difícil prever o sucesso de mais um farol no mercado.

Foi possível projetá-lo de modo que fosse instalável em qualquer tubo da bicicleta. Dada a potência usada no led superior, ele consegue fornecer conforto luminoso e sinaliza sem irritar pois o led que pisca é relativamente fraco.

Apesar da instalação exigir uma chave allen, o farol não deve requerer mais quase nenhuma atenção. O usuário só deve ter algum cuidado com o cabo, de modo que ele não fique folgado e enrosque na roda. Justamente para reduzir a chance do enroscamento é usado um cabo espiral. Uma opção seria usar cabos mais rígidos como o gooseneck (presente em algumas luminárias e microfones). Todavia, um cabo assim pode forçar os conectores USB.

Devido ao uso da fotocélula, não é necessário nenhum controle ou botão. Foi considerada a possibilidade de que houvesse algum tipo de regulação da velocidade do pisca e potência fornecida via comandos entrados pelo USB. Mas isso deverá requerer maiores, mais caros e mais complexos circuitos. No caso da marca Onix ter uma linha de produtos, um segundo modelo pode ter essa regulação via USB.

O ajuste da posição da luz é fácil, embora deva exigir um pouco de força para que seja feito. A junta esférica de náilon deve estar justa no tubo que a envolve de modo que o corpo do farol não mude de posição com a trepidação típica da bicicleta.

O farol não possui cantos vivos que possam ferir o usuário. Porém, a parte de alumínio deve esquentar graças ao led superior. Por isso ela é colorida em laranja ou vermelho como forma de alerta.

Haverá um pequeno ponto luminoso que pode ser visto de cima indicando que o farol está ligado. Essa informação chega a ser redundante, dado que o farol se desliga quando está num ambiente claro.

Entre os requisitos moderadamente desejáveis, foi possível atender principalmente a questão do tamanho reduzido e a possibilidade de integração com outros equipamentos. A saída do dínamo com tensão estabilizada adequada a versão 2.0 do padrão USB permite que outros equipamentos, como celulares, possam ser carregados.

O tamanho diminuto e ausência de pilhas (parte mais pesada em uma lanterna ou

farol tradicional de bicicleta) possivelmente tornará o produto resistente a quedas a 1,5 m em velocidade. Obviamente, apenas um teste com o produto terminado verificará a resistência mecânica. Outro teste interessante, como visto na visita a Itaim Iluminação feita em abril, é o de resistência a entrada de partículas e água. As luminárias da empresa são classificadas de acordo com o código IP (Ingress Protection). Graças a entrada mini USB comum o produto deste TCC deverá, com o cabo conectado, provavelmente resistir a respingos de chuva leve, mas não a imersão. Existem conexões USB a prova de água, no entanto, custam bem mais caro. Talvez um outro produto da Onix pudesse ter essa característica.

Quanto às dificuldades de projeto principais, deve-se salientar que, apesar do desenho não ter evoluído muito da forma inicial imaginada nos primeiros esboços feitos em setembro, existiram diversas dificuldades devido ao tamanho reduzido do produto. Diversos detalhes tiveram que ser pensados e refeitos. Possivelmente a criação de mais modelos reais tivessem ajudado a prever essas dificuldades encontradas.

Outra dificuldade foi a de encontrar pessoas dentro do público alvo previsto. Ao final percebe-se que mais entrevistas teriam enriquecido muito o trabalho. A presença do cabo, como levantado em entrevista a funcionário da IBM (no item 14.1), pode desagradar muitas pessoas. Entretanto, trata-se um trade-off: para que o corpo do farol possa ser instalado em diversos locais e também possa carregar outros equipamentos o cabo faz-se necessário. Foi aventada a possibilidade do cabo ser embutido na bicicleta, porém isso seria tão pouco prático quanto os dinamos de cubo.

Faltou também uma pesquisa de uso de materiais alternativos. Mais uma vez, um outro produto da Onix pudesse ter outros acabamentos. Enfim, esse projeto de equipamento de iluminação parece ser interessante e diferente da maioria encontrada no mercado. Fica a dúvida de que rumos a Onix tomaria e que novas versões e lançamentos de produtos poderiam feitos após a apreciação deste primeiro produto pelo mercado.

17. Anexos

17.1. Uso da bicicleta

Em São Paulo temos a seguinte evolução do uso da bicicleta (em comparação com viagem a pé e todos os modais) em milhares de viagens diárias:

	1987	1997	2007
Bicicleta	108	162	305
A pé	10.650	10.812	12.672
Todos os modais	29.400	31.432	38.235

Fonte: Metrô - Pesquisa OD 2007

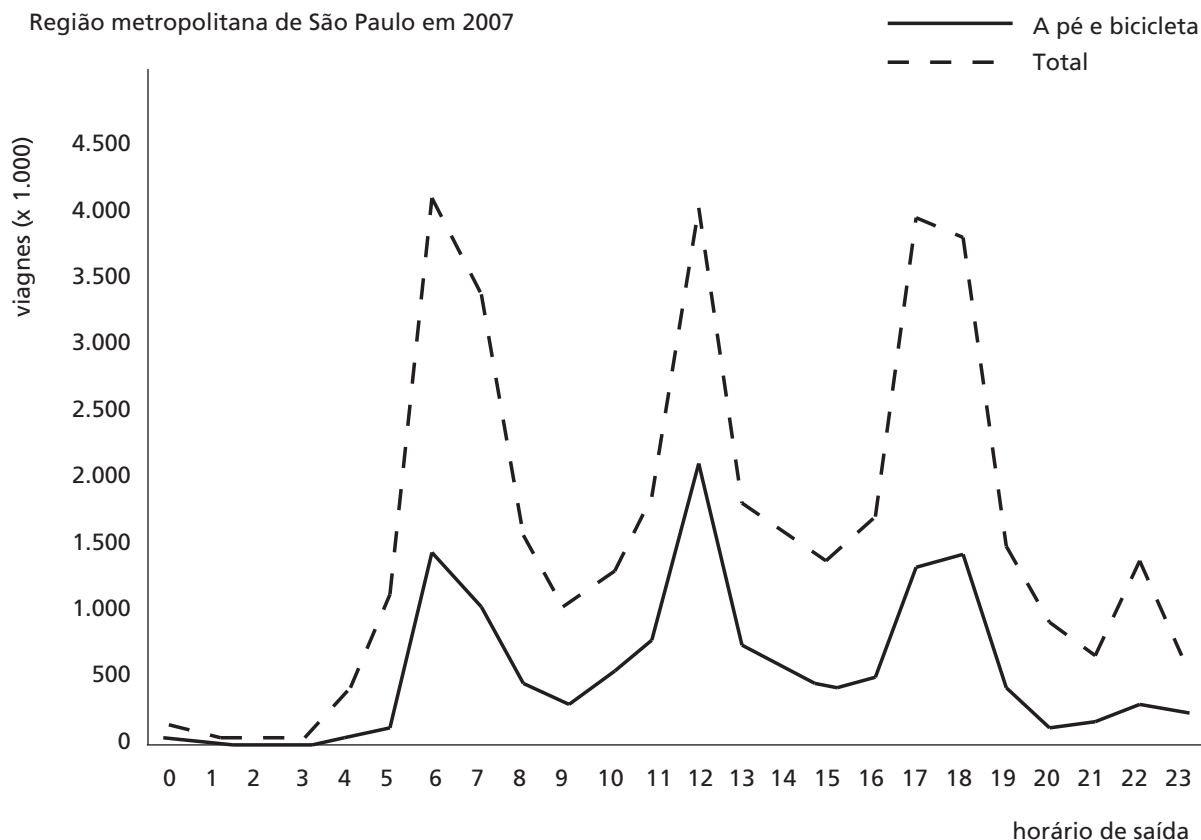
E os motivos para ser fazer a viagem são (comparando com viagem a pé e todos os modais), em milhares de viagens diárias:

	trabalho	educação	compras	saúde	lazer	outros
Bicicleta	216	38	4	0	12	35
A pé	3.389	7.280	455	205	452	891
Todos os modais	6.932	113.216	1.462	1.499	1.563	3.563

Fonte: Metrô - Pesquisa OD 2007

Pode-se notar que o principal motivo do uso da bicicleta é o transporte para o trabalho (1,28% das viagens na cidade) seguido de lazer (0,77% das viagens). A mesma pesquisa do Metrô informa que o tempo médio das viagens de bicicleta é de cerca de 26 minutos, a pé é de 16 minutos e a média de todos os modais é 39 minutos.

Na cidade de São Paulo, cerca de um terço das viagens a pé e de bicicleta são feitas durante a noite (ver gráfico na página seguinte). Por hipótese, estendendo a média para apenas viagens de bicicleta, temos em torno de 100 mil viagens feitas por ciclistas sem a luz do dia. Nas capitais brasileiras, cerca de 3,2% das viagens são feitas de bicicleta (IPEA, 2011, p. 7). Nas outras cidades menores, a proporção aumenta para mais de 8,5%. Em Joinville, a terceira cidade brasileira com a maior malha cicloviária, com atuais 78 quilômetros são 10,74% das viagens diárias de bicicleta. No mundo, as cidades com maior proporção são Amsterdam com 40% e Copenhagen com 32%. De modo geral, na Europa, há forte sentimento de que o uso da bicicleta deve ser estimulado.



Flutuação horária das viagens na cidade. Adaptado de Pesquisa OD 2007 do Metrô.

Com a implantação de ciclorrotas na cidade São Paulo (BRANCATELL, 2011) aumenta o fluxo de ciclistas e portanto, a necessidade de uso de equipamentos de segurança, iluminação e sinalização. A propósito, vale ressaltar aqui a diferença entre ciclovia e ciclofaixa. Uma ciclovia é um espaço projetado especificamente para a circulação de pessoas utilizando bicicletas, com segregação física do espaço destinado ao automóvel e ao pedestre. Uma ciclofaixa é uma faixa das vias de tráfego, geralmente no mesmo sentido de direção dos demarcada apenas por pintura no chão, e/ou por cones.

Uma ressalva óbvia que pode ser feita é que São Paulo é uma cidade não planejada com mais de 11 milhões de habitantes em toda a área metropolitana. Já Curitiba tem menos de 2 milhões de habitantes. Por conseguinte, um comparativo com outras grandes metrópoles do mundo é mais razoável. De acordo com matéria do The Wall Street Journal (JOYCE, 2010), a cidade Tóquio, em 2008, tinha 14% das viagens feitas por bicicleta e Londres, em 2007, 3%. A população de ambas é aproximadamente 13 milhões.

A situação de precariedade da mobilidade para meios é comum em países de terceiro mundo. Uma exceção é a Colômbia, mais especificamente com Bogotá, que tem mais de 300 km de ciclovias, e o uso da bicicleta é de 6,5% do total de viagens.

17.2. Acidentes com bicicletas

O DER-SP (Departamento Estadual de Estradas e Rodagem do Estado de São Paulo), para implantação de ciclovia na rodovia SP-062, localizada no nordeste do Estado, fez uma pesquisa junto aos ciclistas que circulavam ali no período do pico da tarde. A iluminação foi apontada como o item mais importante por 36% a ser considerado na construção da ciclovia pretendida.

Há estudos indicando que implantação de alguma estrutura cicloviária pode diminuir ou aumentar o número de acidentes envolvendo ciclistas. Em geral, quando a estrutura existe há uma maior circulação. Em Nova Iorque, em ciclovia ao lado do Central Park, a circulação de bicicletas entre 7h e 19h aumentou 190% durante os dias de semana (NYC DEPARTMENT OF TRANSPORTATION, 2011, p. 5). O número de acidentes entre todas as pessoas (de bicicleta, a pé ou de carro) caiu 21%. Entretanto, a ciclovia foi feita do lado esquerdo da via e foi mantido o lugar de estacionamento para carros. A Federal Highway Administration, com dados da década de 90, informa que 69% dos acidentes ciclísticos não estão relacionados com veículos motores. Especificamente entre os acidentes entre ciclistas e pedestres, 60% aconteceu na calçada. Isso ressalta a importância de boa iluminação para ver obstáculos e pessoas na via ou na calçada, além da função secundária de chamar a atenção dos motoristas.

Na iluminação de uma ciclovia ou ciclofaixa recomenda-se, quando da utilização de postes da rede elétrica existente, a colocação de hastes metálicas em posição mais baixa do que a normalmente utilizada para iluminação de toda a via (IPEA, 2011, p. 156).

17.3. Entrevistas on-line com ciclistas fora de estrada (mountain bikers)

Em pesquisa com caráter bem informal feita no fórum de discussão on-line DH Brasil (<http://www.dhbrasil.com.br>), três pessoas responderam as seguintes perguntas:

1. Há quanto tempo pedala?
2. Onde pedala?
3. Que equipamentos de segurança utiliza?
4. Usa faróis ou piscas? Qual (is) marca (s)?
5. Farol com bateria, pilha ou dínamo?
6. Tem regulagem de foco ou potência?
7. Já deixou o farol cair?
8. Já andou com o farol na chuva?
9. O peso é um fator importante na escolha do farol?

Segue consolidação das respostas:

1	Três anos no Cross Country*.	Desde 1993.	Dez anos.
2	Em diversas trilhas pelo Estado de São Paulo.	Normalmente em trilhas. Poucas vezes na cidade.	Preferencialmente em estradas secas, sem lama.
3	Luvas e capacete.	Capacete e óculos.	Luvas, capacete e joelheira.
4	Farol Cateye.	Na cidade farol Cateye.	Alguns “genéricos”.
5	Pilha.	Pilha.	Pilha.
6	Regulagem de potência.	Não.	Não.
7	Diversas vezes.	Não.	Sim.
8	Sim.	Não lembra.	Sim.
9	Não muito, já que anda de bicicleta por lazer.	Não.	Não.

Tabela com respostas dadas no fórum DH Brasil.

* Observação: Cross Country é uma modalidade do Mountain Bike na qual o ciclista passa por pistas de terra com pedras, raízes e obstáculos naturais. As bicicletas devem ser leves mas resistentes, preferencialmente tendo pelo menos suspensão dianteira. Outras modalidades são: Downhill, Uphill, Freeride, Slalom e Trip Trail.

Obviamente, três pessoas apenas não constitui amostra suficiente para se considere um levantamento estatístico. A mesma ressalva vale para o próximo item.

17.4. Entrevistas on-line com cicloturistas

Em outra pesquisa bem informal feita na comunidade Cicloturismo do Orkut. Também três pessoas responderam perguntas semelhantes. A terceira pergunta foi alterada para “Em que tipo de estradas pedala?” e a nona foi eliminada.

Segue consolidação das respostas:

1	Tem 41 anos e pedala desde criança.	Desde o início de 2010.	Desde 2006.
2	De noite em pistas com asfalto e iluminação.	Em estradas com e sem iluminação. Em estradas de terra só durante o dia.	Na grande maioria dos casos, em asfalto, iluminação das mais variadas.

3	Luvas, capacete, farol e pisca.	Capacete, luvas, e lanternas traseiras e dianteiras.	Farol e luz traseira.
4	Farol e pisca Q-Lite.	Farol traseiro Cateye e na dianteira uma lanterna de mão.	Cateye atrás, Princeton Tec e Q-Lite na frente.
5	Pilha.	Farol com pilha e lanterna com bateria recarregável.	Pilha.
6	Regulagem de potência.	Regulagem de potência na lanterna. No farol não.	Sim.
7	Sim.	A lanterna não. O farol sim.	Sim.
8	Sim.	Não lembra.	Sim.

Tabela com respostas dadas na comunidade Cicloturismo do Orkut

As pessoas afirmam que os equipamentos costumam funcionar normalmente na chuva e até mesmo depois de quedas.

17.5. Entrevistas e observação do uso por entregadores

No dia 10 de junho foi feita uma visita a sede da Classboys Express, empresa de entregas que emprega bike couriers (também chamados de bikeboys ou cicloboyes), motoboyes e motoristas de van. Os entregadores de bicicleta carregam documentos e encomendas com até 2 kg. Infelizmente, no horário da visita, 15h20, não havia nenhum entregador presente. Foi possível conversar apenas com a gerente comercial. Ela informou que são nove bikeboys trabalhando no horário comercial, portanto apenas de dia.

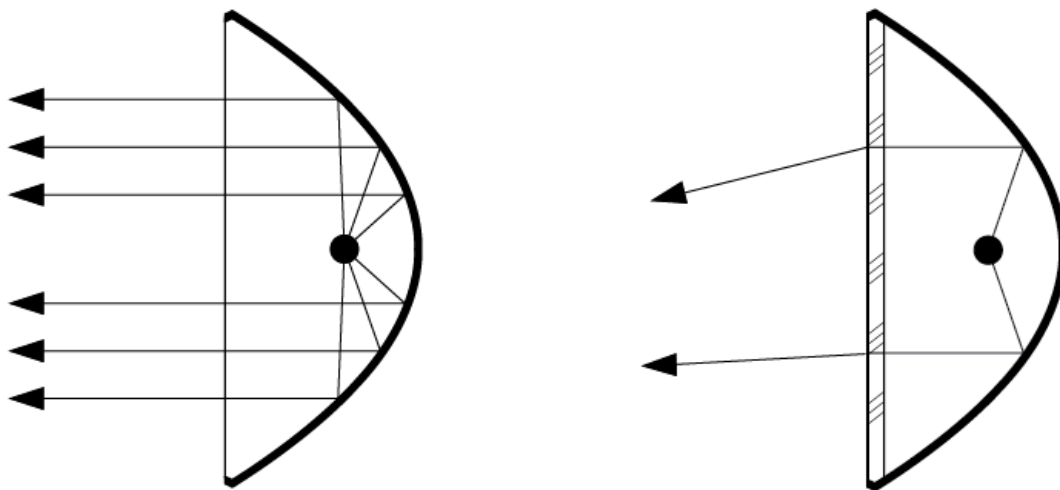
17.6. Faróis automotivos e motociclísticos

Os equipamentos de iluminação de automóveis e motocicletas devem cumprir certos requisitos além do simples iluminar o caminho: não cegar os motoristas na mão contrária e auxiliar a dar personalidade ao veículo. Os faróis de carro ou moto tem força na comunicação visual da identidade de um veículo.

Essencialmente um farol se constitui de fonte de luz, refletor e lente. Era comum o refletor ter a forma de uma parabolóide, dirigindo a luz toda da fonte para a frente. Então a lente

deveria direcionar a luz para o local desejado.

Nas últimas duas décadas, novos refletores que contam com numerosos prismas elipsoidais têm feito o trabalho da lente. E esta tem se limitado a servir de fechamento protetor. O Fiat Marea de 1998 foi pioneiro entre os nacionais nesse tipo de conjunto de refletor e lente. Com

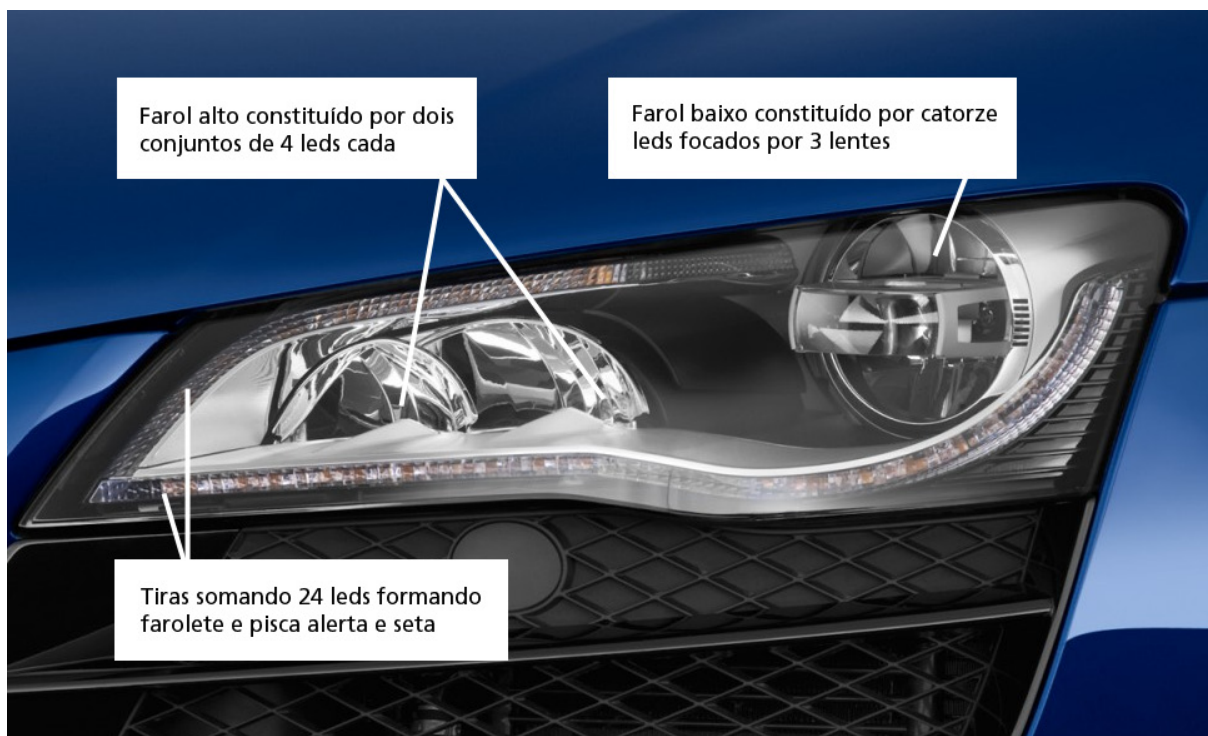


Farol veicular tradicional até os anos 90: a esquerda, sem a lente, a luz é dirigida para frente pelo refletor; a direita, a luz focada pela lente. (Modificado de imagem do site www.bosch-automotive.com).

Lâmpadas de alta intensidade possuem dois eletrodos dentro do bulbo que é preenchido com gás xenônio. Entre os eletrodos forma-se um arco que emite luz forte. Essas lâmpadas apareceram nos veículos em 1991, na Série 7 da BMW, e já têm uso relativamente comum nos carros a partir da categoria média do mercado americano e europeu. Os faróis com lâmpadas de xenônio têm temperatura de cor entre 4100 K e 4400 K, portanto mais próxima da obtida pela luz solar que a das lâmpadas halógenas (em torno de 3200 K). Por outro lado, apesar de “mais branca”, a luz tem um índice de reprodução de cor menor (em torno de 0,75) se comparado com as halógenas (acima de 0,98). O fato de não ter filamento e ser mais compacta que as halógenas permite que a lâmpada de alta intensidade dure mais.

Leds têm sido utilizados em equipamentos de iluminação de série em carros. O Audi R8, lançado em 2008, foi o primeiro veículo a ter um farol dianteiro totalmente baseado em led. A Audi acredita que um automóvel que utilize apenas leds na dianteira e na traseira reduziria o gasto de 652 W/h para 168 W/h (MAZAROTTO; VOZ, 2010). No entanto, o custo de instalação de faróis apenas com leds não é interessante para as montadoras.

Há um detalhe projetual a ser considerado nos faróis que utilizam leds: a dissipação desse calor. Leds de alta potência necessitam de dissipadores. Isso pode ser um problema pois a temperatura dentro do compartimento do motor, onde alojam-se os faróis, pode ultrapassar facilmente os 65°C (MARTINS, E. R., 2005).



Farol do Audi modelo R8 de 2010. (Modificado de imagem do motorauthority.com)

17.7. Lanternas para espeleologia, caving e mineração

A espeleologia é a ciência que estuda cavernas, cânions e rios subterrâneos. Muitos equipamentos utilizados por espeleólogos e mineradores é igual ou semelhante ao usado por praticantes do caving (exploração de cavernas como esporte recreativo). De acordo com o site How Stuff Works, a peça mais importante do equipamento no caving é a luz. É recomendado que o explorador tenha três fontes de luz independentes, e que tenha também lâmpadas e baterias reservas. A fonte de luz mais importante é a que é presa no capacete.

No início do século XX, os mineiros utilizavam principalmente lanternas a acetileno. Esta lanterna contém dois recipientes sobrepostos acoplados. O superior contém a água com uma pequena válvula que vai pingando no inferior contendo carbureto de cálcio. O contato dos dois gera gás acetileno, que escapa por um bico onde é queimado. Um refletor fica atrás do bico projetando a luz da chama para frente. Quando todo o carbureto reagiu totalmente e o gás escapou a substância que sobra é hidróxido de cálcio (cal extinta). Estas lanternas a acetileno eram consideradas melhores que as com lâmpadas incandescentes por serem mais leves. Mas as lanternas que utilizam leds são mais leves ainda.

Já foram mostrados alguns produtos mais recentes que podem ser instalados no capacete. A empresa Princeton Tec é uma que faz equipamentos de iluminação para bicicletas e também específicos para capacetes. O modelo EOS II é um destes, produz fluxo de 70 lm. O site

da empresa recomenda o produto para atividades diferentes: acampamento, caving, escalada, caiaque e em corridas a pé.



Princeton Tec modelo EOS II (funciona com 3 pilhas AAA)



Uma empresa com foco um pouco diferente é a francesa Petzl, fundada em 1996, que tem sob sua marca cordas de escalada, mosquetões, polias e lanternas para capacete, entre outros produtos. O modelo Ultra é o topo da linha da marca. O fluxo produzido pelos seus seis leds é de até 350 lm. A título de comparação, o Ultra custa US\$430,00 enquanto o EOS II custa US\$53,00 (segundo pesquisa no site da Amazon em 16/06/11).



Petzl modelo Ultra (funciona bateria de Li-ion recarregável de 2000 mAh)

18. Bibliografia e referências

18.1. Bibliografia básica

BALLANTINE, Richard G. **Ultimate Bicycle Book**. DK Living. Londres, 1998.

Código de Trânsito Brasileiro, Lei 9.503, de 23/09/97, Diário Oficial da União nº 184, de 24/09/97. GOVERNO FEDERAL.

IIDA, Itiro. **Ergonomia: projeto e produção**. Edgard Blücher. São Paulo, 2005.

ISO 6742. 1987, **Cycles - Lighting and retro-reflective devices - Photometric and physical requirements**. ISO.

LEFERTI, Chris. **Como se faz: 82 técnicas de fabricação para design de produtos**. Edgard Blucher. São Paulo. 2009.

LIDWELL, Willian; MANACSA, Gerrym. **Deconstructing product design: exploring the form, function, usability, sustainability, and commercial success of 100 amazing products**. Rockport. Beverly, Massachusetts. 2009.

OSRAM. **Iluminação: Conceitos e Projetos**. 2007. Disponível em < http://www.osram.com.br/osram_br/Ferramentas_&_Catlogos/Downloads/Iluminacao_Geral >. Acessado em 21/05/11

Resolução nº 46, de 21/05/98. CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO.

SERWAY, Raymond A. **Física 3 para Cientistas e Engenheiros – com Física Moderna**. LTC. Rio de Janeiro, 1996.

WHITT, Frank R. e Wilson, David G. **Bicycling Science**. MIT Press. Londres, 1995.

18.2. Bibliografia auxiliar

2011 Bike Lights Shootout. Comparativo entre lançamentos de equipamentos de iluminação para bicicleta. **Moutain Bike Review**. Disponível em < <http://reviews.mtbr.com/blog/2011->

bike-lights-shootout >. Acessado em 04/04/11 e 21/05/11

ADAMI, Marcos. Pedalada noturna. **Bikemagazine**. Disponível em <<http://www.bikemagazine.com.br/2011/03/pedalada-noturna/>>. Acessado em 07/05/11 e 21/05/11

ALCORTA, Arturo. A História da Bicicleta no Brasil. **Escola de Bicicleta**. Disponível em <<http://www.escoladebicicleta.com.br/historiabicicletaBrasilA.html>>. Acessado em 21/05/11 e 07/06/10

BARBOSA, Vanessa. As 10 melhores cidades para andar de bicicleta. **Exame**. 2010. Economia. Disponível em <<http://exame.abril.com.br/economia/meio-ambiente-e-energia/noticias/as-dez-melhores-cidades-para-andar-de-bicicleta>>. Acessado em 25/05/11

Baterias ultra-rápidas poderão ser recarregadas em segundos. **Inovação Tecnológica**. 2011. Disponível em <<http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=baterias-ultra-rapidas-recarregadas-segundos>>. Acessado em 26/04/11 e 21/05/11

Bicicletas inteligentes terão sistema regenerativo. **G1**. 2011. Respirar. Disponível em <<http://g1.globo.com/sao-paulo/respirar/noticia/2011/06/prefeito-de-copenhague-aceita-desafio-e-anda-de-bicicleta-por-sp.html>>. Acessado em 08/06/11

Bike Radar Bikes & Gear Reviews. Diversas análises de equipamentos ciclísticos. **BikeRadar**. Disponível em <<http://www.bikeradar.com/gear/category/accessories/lights>>. Acessado em 07/05/11 e 14/11/11

BLANDFORD, Rafe. Nokia Bike Charger accessory now available in select markets. **All About Symbian**. 2011. Disponível em <http://www.allaboutsymbian.com/news/item/12549_Nokia_Bike_Charger_accessory_n.php>. Acessado em 04/06/11 e 18/06/11

BRANCATELL, Rodrigo. Vai de bicicleta? SP ganha 1º mapa de ciclorrotas. **O Estado de S. Paulo**. 2011. Notícias São Paulo. Disponível em <<http://www.estadao.com.br/noticias/impresso,vai-de-bicicleta-sp-ganha-1-mapa-de-ciclorrotas-,791996,0.htm>>. Acessado em 30/10/11 e 15/11/11

BOEWE, Alexandra. How to Choose a Bicycle Seat. **Livestrong.com** (Lance Armstrong

Foundation). Disponível em < <http://www.livestrong.com/article/187434-how-to-choose-a-bicycle-seat/> >. Acessado em 08/04/11 e 21/05/11

BRESSANE, Ronaldo. Os selvagens da bicicleta. **Alfa**. 2011. Cultura e Sociedade. Disponível em < <http://revistaalfa.abril.com.br/cultura-e-sociedade/sociedade/os-selvagens-da-bicicleta/> >. Acessado em 22/05/11

CASEY, Liam. Hundreds of cyclists, pedestrians caught in blitz. **The Star**. 2010. News. Disponível em < <http://www.thestar.com/news/gta/article/853106--hundreds-of-cyclists-and-pedestrians-caught-in-safety-blitz> >. Acessado em 12/06/11

CHEVALIER, Michel; MAZZALOVO, Gerald. **Pró Logo - Marcas Como fator de progresso**. Panda Books, São Paulo. 2007

COLVILLE-ANDERSEN, Mikael. Lights of my Life - Danish Bike Light Regulations. **Copenhagenize.com**. 2007. < <http://www.copenhagenize.com/2007/07/lights-of-my-life.html> >. Acessado em 04/04/11 e 14/06/11

COMPANHIA DO METROPOLITANO DE SÃO PAULO (Metrô). **Pesquisa Origem e Destino 2007 – Região Metropolitana de São Paulo: Síntese das Informações Pesquisa Domiciliar**. São Paulo: STM, 2008.

CRUZ, Willian. Uso da bicicleta nas ruas. **O Estado de S. Paulo**. 2011. Notícias São Paulo. Disponível em < <http://www.estadao.com.br/noticias/cidades,uso-da-bicicleta-nas-ruas,701636,0.htm> >. Acessado em 08/05/11 e 21/05/11

Dados do Setor de Bicicletas. **Abraciclo**. Disponível em < http://www.abraciclo.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=56:bicicleta&catid=21:dados-do-setor-introducao&Itemid=37 >. Acessado em 21/05/11 e 08/06/11

DE VALOIS, Karen; TAKEUCHI, Tatsuto; DISH, Michael. In the Dark: Seeing Bikes at Night. **Access**, Berkeley, n 20, p. 14-20, 2002. (University of California Transportation Center). Disponível em < <http://www.uctc.net/access/access20.pdf> >. Acessado em 22/05/11

Definitions of Bicycle Crash Types. **Bikesafe** (US Department of Transportation). Disponível

em < http://www.bicyclinginfo.org/bikesafe/crash_analysis-types.cfm >. Acessado em 21/05/11

Em SP, 70% dos ciclistas usam bicicleta para trabalhar. **O Estado de S. Paulo**. 2011. Notícias Geral. < <http://www.estadao.com.br/noticias/geral,em-sp-70-dos-ciclistas-usam-bicicleta-para-trabalhar,694572,0.htm> >. Acessado em 08/05/11 e 22/05/11

FALZONI, Renata. Cai o número de ciclistas mortos em São Paulo. **ESPN Brasil**. 2011. Disponível em < http://espn.estadao.com.br/renatafalzoni/post/188152_CAI+O+NUMERO+D+E+CICLISTAS+MORTOS+EM+SAO+PAULO >. Acessado em 22/05/11 e 28/05/11

Federal Highway Administration University Course on Bicycle and Pedestrian Transportation. **Federal Highway Administration** (US Department of Transportation). Disponível em < <http://www.fhwa.dot.gov/publications/research/safety/pedbike/05085/> >. Acessado em 21/05/11

FREUDENRICH, Craig. Como funcionam os diodos de emissão de luz orgânicos (OLEDs). **How Stuff Works**. Disponível em < <http://eletronicos.hsw.uol.com.br/led-organico-oled2.htm> >. Acessado em 06/11/11

GUEDES, Denize. Bikeboys se espalham pela cidade (e rápido). **O Estado de S. Paulo**. 2011. Notícias São Paulo. Disponível em < http://www.estadao.com.br/estadaodehoje/20110412/not_imp704992,0.php >. Acessado em 12/05/11 e 09/06/11

GRANDE, Paulo Campo. Sem medo do escuro. **Quatro Rodas**. 2006. Novas tecnologias. Disponível em < http://homolog.quatrorodas.abril.com.br/reportagens/novastecnologias/conteudo_143937.shtml >. Acessado em 18/06/11

GRYNBAUM, Michael M. City Will Crack Down on Scofflaw Cyclists. **The New York Times**. 2010. N.Y. / Region. Disponível em < <http://www.nytimes.com/2010/10/22/nyregion/22bike.html> > Acessado em 12/06/11

HARRIS, Tom. Como funcionam os bastões luminosos. **How Stuff Works**. Disponível em < <http://ciencia.hsw.uol.com.br/bastoes-luminosos.htm> >. Acessado em 15/06/11

HEALEY, Matthew. **What is branding?** RotoVision, Mies. 2008.

HORNYAK, TIM. Toshiba OLED lamp shining on earthquake zone. **CNET**. News. Disponível em < http://news.cnet.com/8301-17938_105-20068432-1/toshiba-oled-lamp-shining-on-earthquake-zone/ >. Acessado em 06/11/11.

INSTITUTO CICLOBR. **4º Desafio Intermodal de São Paulo**. 2009. Disponível em < http://www.ciclobr.com.br/diasemcarro/noticias93_4_Desafio_Intermodal_de_Sao_Paulo.asp >. Acessado em 08/05/11 e 21/05/11

IPEA. **Mobilidade Urbana - Sistemas de Indicadores de Percepção Social**. 2011. Disponível em < http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/SIPS/110504_sips_mobilidadeurbana.pdf >. Acessado em 09/05/11

IPPUJ. **Projetos viários vão contemplar ciclovias**. 2010. Disponível em < <http://www.ippuj.sc.gov.br/conteudo.php?paginaCodigo=51&conteudoCodigo=310> >. Acessado em 25/05/11

JOYCE, Andrew. The Rise of Tokyo's Bike Commuters, or 'Tsukin-ists'. **The Wall Street Journal**. 2010. Japan Real Time. Disponível em < <http://blogs.wsj.com/japanrealtime/2010/06/17/the-rise-of-tokyos-bike-commuters-or-tsukin-ists/> > Acessado em 07/05/11 e 12/06/11

HEINE, Jan; OEHLER, Andreas. Testing the Efficiency of Generator Hubs. **Vintage Bicycle Quarterly**. 2005. Disponível em < <http://www.vintagebicyclepress.com/VBQgenerator.pdf> >. Acessado em 22/05/11

LACERDA, Ana Paula; LACERDA, Angela. Bicicleta de carga é campeã de venda. **O Estado de S. Paulo**. 2007. Editorial. Originalmente disponível em < <http://www.estado.com.br/editorias/2007/10/08/eco-1.93.4.20071008.19.1.xml> >. Acessado em 17/10/07

Lights Reviews. Diversas análises de equipamentos ciclísticos. **Moutain Bike Review**. Disponível em < http://www.mtbr.com/cat/accessories/Lights/PLS_130crx.aspx >. Acessado em 04/04/11 e 21/05/11

Lighting Improvements. **Bikesafe** (US Department of Transportation). Disponível em < http://www.bicyclinginfo.org/bikesafe/countermeasure.cfm?CM_NUM=4 >. Acessado em 28/05/11

MARTINS, Eduardo Reginato. **Comparação entre os desempenhos de faróis automotivos**

convencionais e aqueles que empregam diodos emissores de luz. 2005. 87p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Automotiva) - Escola Politécnica da USP, São Paulo.

MARTINS, Vinicius. Mapa do passeio noturno na Grande São Paulo. **Ondepedalar**. 2010. Disponível em < http://www.ondapedalar.com/ciclismo/colunistas/passeios_bike_sao_paulo/mapa_do_passeio_noturno_na_grande_s_o_paulo.html >. Acessado em 04/04/11 e 21/05/11

MASONER, Richard. Reelight bike lights. **Commute by bike**. 2007. Disponível em < <http://www.commutebybike.com/2007/10/04/reelight-bike-lights/> >. Acessado em 07/06/11

MAZAROTTO, Carina; VOZ, Hairton Ponciano. Saiba tudo sobre os faróis de led. **Autoesporte**. 2010. Autonews. Disponível em < <http://revistaautoesporte.globo.com/Revista/Autoesporte/0,EMI135026-10142,00.html> >. Acessado em 28/07/10 e 17/06/11

MIT research bringing ‘smart bikes’ to Denmark. **MIT News**. 2008. Disponível em < <http://web.mit.edu/newsoffice/2008/biking-1010.html> >. Acessado em 26/11/09 e 21/05/11

MOEUR, Richard C. **Bicycle Facility Design**. 2007. Disponível em < www.iowadot.gov/iowabikes/pdf/Bicycle%20Facility%20Design.pdf >. Acessado em 28/05/11

NATIONAL HIGHWAY TRAFFIC SAFETY ADMINISTRATION. **Traffic and Safety Facts**. Disponível em < <http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/Pubs/811363.pdf> >. Acessado em 28/05/11

NISHIDA, Silvia M. **Sentido da visão**. Apostila do curso de Fisiologia. UNESP. 2007. Disponível em < http://www.ibb.unesp.br/departamentos/Anatomia/material_didatico/Neurobiologia/Apostila/ >. Acessado em 18/06/11

NYC DEPARTMENT OF TRANSPORTATION. **Bicycle Path and Traffic Calming Update**. Disponível em < <http://www.nyc.gov/html/dot/html/bicyclists/prospectparkwest.shtml> >. Acessado em 28/05/11

OLIVON, Beatriz. Projeto propõe rotas de turismo de bicicleta em SP. **Exame**. 2010. Transportes. Disponível em < <http://exame.abril.com.br/negocios/empresas/noticias/projeto-propoe-rotas-de-turismo-de-bicicleta-em-sp> >. Acessado em 09/05/11 e 21/05/11

PEVELER, Willard. Bike Frame: Aluminum Vs. Steel. **Livestrong.com** (Lance Armstrong Foundation). Disponível em < <http://www.livestrong.com/article/87520-bike-frame-aluminum-vs.-steel/> >. Acessado em 06/11/11

PHILLIPS. **Guia de iluminação automotiva**. 2005. Disponível em < http://www.luz.philips.com/archives/guia_iluminacao_automotiva_philips.pdf >. Acessado em 29/05/11

Prefeitura de São Paulo implanta mais 15 quilômetros de ciclofaixa de lazer. **Companhia de Engenharia de Tráfego**. 2011. Notícias. Disponível em < <http://www.cetsp.com.br/noticias/2011/05/26/prefeitura-de-sao-paulo-implanta-mais-15-quilometros-de-ciclofaixa-de-lazer.aspx> >. Acessado em 28/05/11

RABORN, Craig [et al]. **NCHRP REPORT 500 - Volume 18: A Guide for Reducing Collisions Involving Bicycles**. Transportation Research Board. Washington, 2008. Disponível em < <http://safety.fhwa.dot.gov/intersection/resources/fhwasa09027/191.htm> >. Acessado em 22/05/11

REID, Carlton. Cycling and the Law. **Bikehub**. Disponível em < <http://www.bikehub.co.uk/featured-articles/cycling-and-the-law/> >. Acessado em 09/05/11 e 21/05/11

ROSS, Dave. Como funciona a exploração de cavernas. **How Stuff Works**. Disponível em < <http://esporte.hsw.uol.com.br/espeleologia.htm> >. Acessado em 15/06/11

SAMAHÁ, Fabrício. Visão além do alcance. **Best Cars**. 2008. Técnica. Disponível em < <http://bestcars.uol.com.br/tecprep/farois-1.htm> > Acessado em 31/05/11 e 17/06/11

SAMPAIO, Paulo. Bicicleta vence automóvel em “corrida” no rush paulistano. **Folha de S. Paulo**. 2006. Cotidiano. Disponível em < <http://www1.folha.uol.com.br/folha/cotidiano/ult95u126179.shtml> >. Acessado em 11/10/06 e 21/05/11

SANTOS, Priscilla. Pedala, Brasil. **Vida Simples**. 2008. Disponível em < http://vidasimples.abril.com.br/edicoes/070/grandes_temas/conteudo_294366.shtml >. Acessado em 09/05/11 e 29/05/11

SECRETARIA NACIONAL DE TRANSPORTE E MOBILIDADE URBANA. **Caderno de referência para elaboração de Plano de Mobilidade por Bicicleta nas Cidades**. 2007.

Disponível em < <http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSEMOB/Biblioteca/LivroBicicletaBrasil.pdf> >. Acessado em 09/05/11

SEPTER, Jonathan D. Bicycle Lighting Requirement. **eHow**. Disponível em < http://www.ehow.com/list_6663808_laws-bicycle-lights.html >. Acessado em 12/05/11 e 12/06/11

SILVA, Mauri Luiz da. **Luz, lâmpadas e iluminação**. Editora Ciência Moderna. Rio de Janeiro, 2004.

SIMIELLI, Edson Roberto. Principais Características das Blendas Poliméricas Fabricadas no Brasil. **Polímeros**, jan/mar 1993. Disponível em < <http://www.revistapolimeros.org.br/v3n1/6> >. Acessado em 17/06/11

SGARIONNI, Mariana. Os pioneiros. **Vida Simples**. 2008. Disponível em < http://vidasimples.abril.com.br/edicoes/070/grandes_temas/conteudo_294380.shtml >. Acessado em 09/05/11 e 29/05/11

SUKOVATY, Shannon. Bike Safety at Night. **Livestrong.com** (Lance Armstrong Foundation). Disponível em < <http://www.livestrong.com/article/153786-bike-safety-at-night/> >. Acessado em 28/05/11

TEIXEIRA, Regiane. Bike courier: serviço de entregas com bicicletas. **Época São Paulo**. 2011. Disponível em < <http://revistaepocasp.globo.com/Revista/Epoca/SP/0,,EMI199884-17276,00.html> >. Acessado em 10/06/11

THOMAS, James. LED tires, smart bikes, and a competition. **Bicycle Design**. Disponível em < <http://bicycledesign.net/2010/08/led-tires-smart-bikes-and-a-competition/> >. Acessado em 09/05/11 e 21/05/11

THOMAS, James. Reflectivity, why not more? **Bicycle Design**. Disponível em < <http://bicycledesign.net/2008/05/reflectivity-why-not-more/> >. Acessado em 12/04/11 e 21/05/11

TOOLE, Jennifer L. [et al]. **Revising the AASHTO Guide for the Development of Bicycle Facilities**. Toole Design Group. Washington, 2010.

WHEELER, Alina. **Design de Identidade da Marca**. Bookman. Porto Alegre, 2008.

WIEBECK, Helio; HARADA, Julio. **Plásticos de Engenharia: Tecnologia e Aplicações**. Ed. Artliber, São Paulo, 2005

18.3. Referências

3M. Fabricante < http://solutions.3m.com/wps/portal/3M/en_US/ScotchliteReflectiveMaterial/Scotchlite/ >. Acessado em 04/05/11

AAVID Thermalloy. Fabricante. < <http://www.aavidthermalloy.com/> >. Acessado em 06/11/11 e 13/11/11

Abradibi. Associação Brasileira dos Fabricantes, Distribuidores, Exportadores e Importadores de Bicletas, Peças e Acessórios < <http://www.abradibi.com.br/> >. Acessado em 07/05/11 e 23/05/11

Aluminium alloy. In WIKIPEDIA. Wikimedia Foundation Inc. Disponível em < http://en.wikipedia.org/wiki/Aluminium_alloy >. Acessado em 06/11/11

Amazon. Loja on-line < <http://www.amazon.com/tag/bicycle%20lights/products> >. Acessado em 19/04/11 e 15/11/11

Anodização. In WIKIPEDIA. Wikimedia Foundation Inc. Disponível em < <http://pt.wikipedia.org/wiki/Anodização> >. Acessado em 06/11/11

AY UP Lighting Systems. Fabricante < <http://www.ayup-lights.com> >. Acessado em 19/04/11 e 12/06/11

Battery University. Curso on-line < <http://batteryuniversity.com> >. Acessado em 03/05/11 e 17/06/11

Bell Cycling Accessories. Fabricante < <http://www.bellsports.com/cycling/other-products/accessories/> >. Acessado em 07/05/11 e 12/06/11

Bicicletada. Grupos de ciclistas. < <http://bicicletada.org/O+que+e> >. Acessado em 21/05/11 e 09/06/11.

Bicygnals Bicycle Lights and Torches. Fabricante < <http://www.bicygnals.com/Assets/> >. Acessado em 19/05/11 e 12/06/11

Bike Tech Mogi. Bicicletaria < <http://www.biketechmogi.com.br/loja/> >. Acessado em 02/05/11 e 22/05/11

Bikes Belong. Associação de varejistas e fornecedores de bicicletas, peças e acessórios nos EUA. < <http://www.bikesbelong.org> >. Acessado em 05/06/11

Bikester. Loja on line. < <http://www.bikester.co.uk> >. Acessado em 15/11/11

Blackburn 2010 Lights. Fabricante < <http://www.blackburndesign.com/lights.html> >. Acessado em 19/04/11

Blachkhawk Tactical Flashlights. Fabricante < <http://www.blackhawk.com/catalog/Flashlights,26.htm> >. Acessado em 19/04/11 e 15/06/11

BLT Light Systems. Fabricante < <http://www.blt-lights.com/product> >. Acessado em 19/04/11 e 12/06/11

Bosch Automotive Aftermarket. Fabricante < <http://www.bosch-automotive.com/> >. Acessado em 17/06/11.

BR Lights. Fabricante < <http://www.brlights.com> >. Acessado em 19/04/11 e 12/06/11

Buscapé. Site de busca de preços < <http://www.buscape.com.br/> >. Acessado em 17/10/07 e 08/06/11

Caloi. Fabricante < <http://www.caloi.com.br/> >. Acessado em 17/10/07 e 08/06/11

Carbide lamp. In WIKIPEDIA. Wikimedia Foundation Inc. Disponível em < http://en.wikipedia.org/wiki/Carbide_lamp >. Acessado em 16/06/11

Caving. In WIKIPEDIA. Wikimedia Foundation Inc. Disponível em < <http://en.wikipedia.org/wiki/Caving> >. Acessado em 15/06/11

Cateye Lights. Fabricante < http://www.cateye.com/en/product_category/52 > Acessado em 19/04/11 e 14/11/11

Ciclo Caravelle. Bicicletaria < <http://www.ciclocaravelle.com.br> >. Acessado em 01/05/11

Ciclo Ravena. Bicicletaria < <http://www.cicloravena.com.br/> >. Acessado em 01/05/11

CIE 1931 color space. In WIKIPEDIA. Wikimedia Foundation Inc. Disponível em < http://en.wikipedia.org/wiki/CIE_1931_color_space >. Acessado em 14/06/11

Classboys Express. Empresa de entregas < <http://www.classboys.com.br/> >. Acessado em 14/05/11 e 10/06/11

Clube dos Amigos da Bicicleta. Site de grupo de ciclistas < <http://www.cab.com.br/> >. Acessado em 19/04/11

Commission International de l'Eclairage. Organização internacional normativa < <http://www.cie.co.at> >. Acessado em 14/06/11 e 15/06/11

CPTM. A Companhia Paulista de Trens Metropolitanos < <http://www.metro.sp.gov.br/servicos/bicicletario/bicicletario.asp> >. Acessado em 22/08/11 e 13/11/11

Cygolite Bicycle Lights Systems. Fabricante < <http://www.cygolite.com/products/index.html> >. Acessado em 19/04/11 e 12/06/11

Decathlon. Loja de artigos esportivos. < <http://www.decathlon.com.br/BR/bicicletas-26043780> >. Acessado em 01/05/11 e 18/06/11

Design: selins e faróis. Discussão em fórum on-line DH BRASIL. Disponível em < <http://www.dhbrasil.com.br/forum/index.php?showtopic=42703> >. Acessado em 04/04/11 e 09/06/11

Dinotte Lighting. Fabricante < <http://www.dinottelighting.com/Products.htm> >. Acessado em 19/04/11 e 12/06/11

Diodo emissor de luz. In WIKIPEDIA. Wikimedia Foundation Inc. Disponível em < http://pt.wikipedia.org/wiki/Diodo_emissor_de_luz >. Acessado em 11/04/11 e 21/05/11

Dynamo. In WIKIPEDIA. Wikimedia Foundation Inc. Disponível em < <http://en.wikipedia.org/wiki/Dynamo> >. Acessado em 14/05/11 e 18/06/11

Electroluminescence. In WIKIPEDIA. Wikimedia Foundation Inc. Disponível em < <http://en.wikipedia.org/wiki/Electroluminescence> >. Acessado em 15/06/11

Eurobike. Feira e premiação anual. Disponível em < www.eurobike-show.de/eb-en/ >. Acessado em 07/06/11 e 15/11/11

Exposure Lights. Fabricante < <http://www.exposurelights.com> >. Acessado em 19/04/11 e 12/06/11

Farol de bike. Discussão on-line na comunidade Cicloturismo do Orkut. Google Inc. Disponível em < <http://www.orkut.com.br/Main#CommMsgs?cmm=24521&tid=5353782476606451258&na=2> >. Acessado em 14/05/11 e 09/06/11

Flashlight Museum. Museu on-line de lanternas. < http://www.flashlightmuseum.com/flashlights_list.cfm?method=browse2&style=Bicycle >. Acessado em 11/06/11

Flickr. Referências visuais de produtos instalados < <http://www.flickr.com> >. Acessado em 06/06/11 e 12/06/11

Fox. Fabricante < <http://www.foxhead.com/us> >. Acessado em 22/05/11

Giant. Fabricante < <http://www.giant-bicycles.com/en-US/partsaccessories/> >. Acessado em 09/06/11 e 12/06/11

Google Patents. Busca de patentes. Google Inc. Disponível em < www.google.com/patents >. Acessado em 11/06/11 e 18/06/11

Headlamp. In WIKIPEDIA. Wikimedia Foundation Inc. Disponível em < http://en.wikipedia.org/wiki/Headlamp#Optical_systems >. Acessado em 31/05/11

Hope Technology. Fabricante < <http://www.hopetech.com/page.aspx?itemID=SPG32> >. Acessado em 08/05/11 e 12/06/11

Inova Performance Led Lights. Fabricante < <http://www.inovalight.com> >. Acessado em 19/04/11 e 15/06/11

International Electrotechnical Commission. Organização normativa internacional < <http://www.iec.ch> >. Acessado em 15/06/11

International Organization for Standardization. Organização normativa internacional < <http://www.iso.org> >. Acessado em 12/04/11 e 13/06/11

IP Code. In WIKIPEDIA. Wikimedia Foundation Inc. Disponível em < http://en.wikipedia.org/wiki/IEC_60529 >. Acessado em 11/04/11 e 15/11/11

JetLLites. Fabricante < <http://www.jetlites.com/complete-systems> >. Acessado em 19/04/11 e 22/05/11 e 12/06/11

JKS. Fabricante. < <http://www.jks.com.br/bike> >. Acessado em 04/06/11

Kickstarter. Site de crowdfunding < <http://www.kickstarter.com> >. Acessado em 19/08/11 e 15/11/11

Knog Lights. Fabricante < <http://www.knog.com.au/gear-lights> >. Acessado em 19/04/11 e 12/09/11

LEDinside. Site sobre desenvolvimentos e tendências no mercado de leds < <http://www.ledinside.com> >. Acessado em 08/10/11 e 14/11/11

LedRise. Site de busca de preços < <http://www.ledrise.com> >. Acessado em 02/06/11 e 06/06/11

Light & Motion. Fabricante < <http://www.bikelights.com> >. Acessado em 19/04/11 e 22/05/11 e 12/06/11

Light-emitting diode. In WIKIPEDIA. Wikimedia Foundation Inc. Disponível em < <http://>

en.wikipedia.org/wiki/Led>. Acessado em 06/11/11

Lithium-ion battery. In WIKIPEDIA. Wikimedia Foundation Inc. Disponível em < http://en.wikipedia.org/wiki/Lithium-ion_battery >. Acessado em 12/04/11 e 21/05/11

Lokobikers. Site de grupo de ciclistas < <http://www.lokobikers.com.br/> >. Acessado em 19/04/11

Lumicycle Cycle Lights. Fabricante < <http://www.lumicycle.com/pages> >. Acessado em 19/04/11 e 12/06/11

Luminescência. In WIKIPEDIA. Wikimedia Foundation Inc. Disponível em < <http://pt.wikipedia.org/wiki/Luminesc%C3%Aancia> >. Acessado em 28/05/11

Luminotécnica. In WIKIPEDIA. Wikimedia Foundation Inc. Disponível em < <http://pt.wikipedia.org/wiki/Luminot%C3%A9cnica> >. Acessado em 28/05/11

Luminous efficacy. In WIKIPEDIA. Wikimedia Foundation Inc. Disponível em < http://en.wikipedia.org/wiki/Luminous_efficacy >. Acessado em 17/06/11

Lumitronix. Site revendedor de leds < <http://www.leds.de> > Acessado em 3/11/11 e 14/11/11

Lupine Lighting Systems. Fabricante < <http://www.lupine.de/web/en> > Acessado em 19/04/11 e 12/09/11

Maglite. Fabricante < <http://www.maglite.com/newproductline.asp/> >. Acessado em 21/05/11 e 15/06/11

Magic Shine. Fabricante < <http://www.magicshineuk.co.uk/> >. Acessado em 19/05/11 e 12/06/11

Marvwi Group. Fabricante < <http://www.marwi-eu.com> >. Acessado em 19/04/11 e 12/06/11

Metrô. Companhia do Metropolitano de São Paulo < <http://www.metro.sp.gov.br/servicos/bicicletario/bicicletario.asp> >. Acessado em 22/08/11 e 13/11/11

Ministry of Transport. Ministério dos Transporte em Ontário (Canadá) < <http://www.mto.gov>.

on.ca >. Acessado em 13/06/11

Moema Bike Sport. Bicletaria < <http://www.moemabike.com.br/> >. Acessado em 01/05/11

Monark. Fabricante < <http://www.monark.com.br> >. Acessado em 08/05/11

Nathan. Fabricante < <http://www.nathansports.com/our-products/reflectiveled> >. Acessado em 22/05/11

Nichia. Fabricante < www.nichia.co.jp/en >. Acessado em 02/11/11 e 06/11/11

Night Bikers Club do Brasil. Site de grupo de ciclistas < <http://www.nightbikers.com/> >. Acessado em 19/04/11

Night Driver Systems. Fabricante < <http://www.nightdriversystems.com/nightdriver.html> >. Acessado em 18/06/11

Nightlightning Lighting products. Fabricante < http://www.nightlightning.co.nz/adventure_lighting_products.htm >. Acessado em 19/04/11 e 12/06/11

Nightsun Lighting Systems. Fabricante < <http://www.night-sun.com> >. Acessado em 19/04/11 e 12/06/11

Niteflux Bicycle Lighting. Fabricante < <http://www.niteflux.com> >. Acessado em 19/04/11 e 12/06/11

Niterider Lighting Systems. Fabricante < <http://www.niterider.com> >. Acessado em 19/04/11 e 12/06/11

Nokia Online Shop. Loja online < http://shop.nokia.co.uk/webapp/wcs/stores/servlet/productdetail_10512_10102_-11_70000597?sf1024141=1 >. Acessado em 04/06/11 e 18/06/11

Osram. Fabricante < <http://br.osram.info/produtos/> >. Acessado em 17/06/11

Ónix. In WIKIPEDIA. Wikimedia Foundation Inc. Disponível em < <http://pt.wikipedia.org/wiki/Ónix> >. Acessado em 14/11/11

Pedal Power. Bicletaria < <http://www.pedalpower.com.br> >. Acessado em 01/05/11 e 22/05/11

Peter White Cycles. Bicletaria e análises de produtos < <http://www.peterwhitecycles.com> >. Acessado em 07/05/11 e 15/11/11

Planet Bike Bicycle Accessories. Fabricante < <http://planetbike.com/page/learn/lightfinder> >. Acessado em 19/04/11 e 12/06/11

Princeton Tec. Fabricante < <http://www.princetontec.com/index.php?q=product-overview-page-use-biking> >. Acessado em 19/04/11 e 15/06/11

Philips. Fabricante. < http://www.lighting.philips.com.br/lightcommunity/trends/led/what_are_leds.wpd >. Acessado em 29/06/10 e 17/06/11

Photometry (optics). In WIKIPEDIA. Wikimedia Foundation Inc. Disponível em < http://en.wikipedia.org/wiki/Photometry_%28optics%29 >. Acessado em 28/05/11

Petzl. Fabricante < <http://www.petzl.com> >. Acessado em 16/06/11

Polímero. In WIKIPEDIA. Wikimedia Foundation Inc. Disponível em < <http://pt.wikipedia.org/wiki/Pol%C3%ADmero> >. Acessado em 17/06/11

Q-Lite Bicycle Lighting Products. Fabricante < <http://www.q-lite.com.tw/products/products.htm> >. Acessado em 02/05/11 e 12/11/11

RavX. Fabricante. < http://www.ravx.com/products/product_categories/lights.html >. Acessado em 29/05/11 e 12/06/11

Reflexite. Fabricante. < <http://www.reflexite.com/refl/americas/en/prismatic-technology> >. Acessado em 04/06/11

Reelight Battery Free Lights. Fabricante < <http://www.reelight.com> >. Acessado em 07/05/11 e 15/11/11

Revolights. Projeto de equipamento. < <http://www.revolights.com/> >. Acessado em e 15/11/11

RoyalCiclo. Fabricante < <http://www.royalciclo.com.br/> >. Acessado em 04/06/11 e 12/06/11

Schmidt. Fabricante < <http://www.nabendynamo.de/> >. Acessado em 07/05/11 e 18/06/11

Serfas Lights. Fabricante < <http://www.serfas.com/products.asp?CatID=10> > Acessado em 19/04/11 e 12/06/11

Selle Royal Accessories. Fabricante < http://www.selleroyal.com/Accessories_Category.aspx?c=lights >. Acessado em 09/05/11 e 12/06/11

Shimano Cycling Wear. Fabricante < <http://www.shimano-cyclingwear.com/> >. Acessado em 04/06/11

Shimano Latin America. Fabricante < <http://bike.shimano.com.br/> >. Acessado em 19/04/11 e 04/06/11 e 15/11/11

Shimano Pro Lights. Fabricante < http://www.pro-bikegear.com/publish/content/pro_2010/nl/en/index/products/light.html >. Acessado em 19/04/11

Sociedade Brasileira de Espeleologia. Site de organização civil. < <http://www.sbe.com.br> >. Acessado em 15/06/11

Suck Biker Socks/Gloves. Fabricante < <http://www.suck.uk.com/product.php?rangeID=168> >. Acessado em 19/05/11 e 04/06/11

SureFire Flashlights. Fabricante < <http://www.surefire.com/Flashlights> >. Acessado em 19/04/11 e 15/06/11

Supernova. Fabricante < <http://www.supernova-lights.com/en/products> >. Acessado em 22/05/11

Topeak Cycling Accessories. Fabricante < <http://www.topeak.com/products/Lights> >. Acessado em 19/04/11 e 11/06/11

Trafikstyrelsen. Ministério dos Transportes Dinamarquês < <http://www.trafikstyrelsen.dk> > Acessado em 14/06/11

Trail Tech Bicycle Lights. Fabricante < http://trailtech.net/bicycle_lights.html >. Acessado em 19/04/11

Turbocat Bicycle Lighting Systems. Fabricante < <http://www.turbocatusa.com> >. Acessado em 19/04/11

USB. In WIKIPEDIA. Wikimedia Foundation Inc. Disponível em < <http://en.wikipedia.org/wiki/USB> >. Acessado em 24/08/11 e 14/11/11

Voltium. Site de notícias do setor elétrico. < <http://www.voltimum.com.br/noticias/fabricantes> >. Acessado em 17/06/11

Xenon arc lamp. In WIKIPEDIA. Wikimedia Foundation Inc. Disponível em < http://en.wikipedia.org/wiki/Xenon_arc_lamp >. Acessado em 17/06/11

Zéfal. Fabricante < <http://www.zefal.com/zefal/gamme.php?key=accessoires> >. Acessado em 21/05/2011