

## 4 ILUMINAÇÃO

### 4.1 A iluminação

A iluminação, além de fator determinante de conforto, orientação e execução da tarefa em um ambiente, é responsável por parte da percepção do ambiente<sup>8</sup> de forma subjetiva.

Conforme Batiz et al (2008), a percepção apresenta um papel importante na vida diária do ser humano, pois é por meio dela que o indivíduo atribui significados às coisas, ações e feitos. Rodriguez e Delgado (1998) descrevem o processo de percepção como sendo a atribuição de significado a estímulos internos (fome e sede) e externos (frio e calor). Somente os estímulos aos quais os indivíduos prestam atenção são selecionados e fragmentados para posteriormente serem remontados mentalmente como um quebra-cabeça.

O julgamento de conforto é um processo cognitivo que envolve muitos dados de entrada influenciados por aspectos físicos, fisiológicos, psicológicos e outros (ASHRAE, 2001 apud BATIZ ET AL., 2008). Segundo a psicologia, o processo de julgamento do conforto é elucidado pelos conceitos de sensação e percepção.

Assim, como configurador do ambiente visual, a luz influi na realização de tarefas, na satisfação que o ambiente proporciona às pessoas e no êxito da função para qual o espaço foi criado.

Além das barreiras arquitetônicas, as barreiras lumínicas, causadas por excesso, falta ou defeito de iluminação nos espaços, afetam todas as pessoas, inclusive as que apresentam mobilidade reduzida, os idosos e os deficientes, principalmente os que possuem alguma deficiência visual.

---

<sup>8</sup> A percepção do ambiente construído está diretamente relacionada com a percepção das informações adquiridas pelo homem através dos receptores do corpo humano e das próprias informações contidas no ambiente. O homem está envolto em uma série de estímulos ambientais (ruído, temperatura, movimento do ar, odores, luz e sombra, características visuais do ambiente natural e construído e densidade populacional), que são transformados em sensação através da própria capacidade receptiva deste homem em ver, ouvir, cheirar e sentir.

Sendo a iluminação um elemento conformador de espaços, geralmente segue o determinado por normas pensadas para a necessidade de pessoas com visão normal ou sem problema de mobilidade, e poucas vezes são utilizadas para sinalizar corretamente os obstáculos que apresentam os espaços (FRESTEIRO, 2010).

Loturco (2004) assegura que, para os deficientes físicos com visão normal, os efeitos da iluminação se tratam da visualização de obstáculos e da sensação visual. Para os deficientes visuais, a luz tem outra função: 70% das pessoas que apresentam deficiência visual têm percepção de luz e sombras. Ou seja, têm visão funcional para locomoção e, portanto, sofrem interferência da luminosidade.

A iluminação de um espaço complementada com outros elementos como as cores, texturas e combinações, serve para sinalizar, indicar e orientar o deslocamento das pessoas permitindo que exerçam suas atividades com um melhor rendimento e conforto.

Segundo Fresteiro (2002, p.10):

“[...] Os ambientes, cujo planejamento contempla sua percepção por pessoas portadoras de deficiência, devem priorizar aspectos que encontram-se latentes na arquitetura, mas que passam despercebidos ou não são valorizados pelas outras pessoas. Estes aspectos como a cor, a textura ou a iluminação são imprescindíveis para as pessoas com baixa visão, mas muitas vezes não são valorizados num desenho tradicional [...]”

As normas e recomendações relacionadas à acessibilidade não contemplam informes sobre as barreiras lumínicas, como a NBR 9050 - Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos – e as normatizações sobre a iluminação como NBR 5413 - Iluminância de interiores – não tratam os variáveis usuários integrantes dos espaços descritos nas mesmas. Geralmente, as recomendações são favorecidas às pessoas de visão normal, esquecendo dos demais e poucas vezes indicam como sinalizar elementos dos ambientes que constituem em obstáculos.

De acordo com Krause (2002), dentre os fatores que levam a um sistema de iluminação ineficiente, além de seus níveis fora dos normatizados, destacam-se: o não aproveitamento de

iluminação natural, o uso de equipamentos com baixa eficiência luminosa, hábitos inadequados e ausência de manutenção.

Com relação à luz natural, por ser muito variável, apresenta alguns inconvenientes, uma vez que muda seu conteúdo espectral em função das condições meteorológicas e dos diferentes momentos do dia e do ano. Assim, em dias muito claros, o interior dos edifícios pode apresentar problemas de ofuscamento e sombras, e ocasiona constantes adaptações oculares, principalmente nas pessoas com deficiência visual, quando entram ou saem dos mesmos (FRESTEIRO, 2002).

Contudo, apesar das oscilações, deve-se considerar também o aproveitamento adequado da luz natural, suplementando-a com a luz artificial sempre que for necessário.

Além disso, a luz influi no ciclo circadiano das pessoas. Tada (2011) afirma que o uso de iluminação adequada, levando em conta a intensidade, a duração e o momento de exposição, pode ajudar o usuário a regularizar, atrasar ou adiantar o ciclo circadiano, melhorando o seu desempenho.

Verdussen (1978) afirma que, através de experiências, ao elevar o nível de iluminação de um determinado ambiente de 90 para 500 luxes, ocorre um aumento médio de 15,9% na memória, de 9,4% no raciocínio lógico e de 5% na eficiência e rapidez para a realização de cálculos matemáticos.

## **4.2 O órgão da visão**

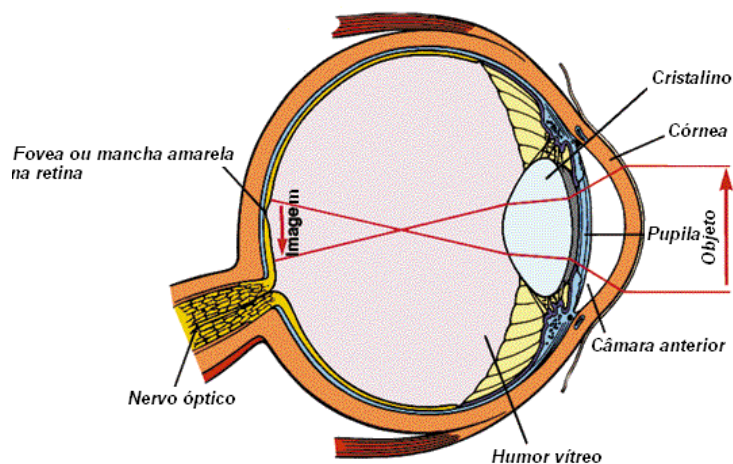
### **4.2.1 Processo de sensibilização da visão com a incidência da luz – o conforto lumínico e suas consequências**

A visão é um dos órgãos do sentido que possibilita mais informações através da percepção. Segundo Fresteiro (2002), a visão deve proporcionar os estímulos necessários para ajudá-la a perceber, identificar, interpretar e utilizar informações visuais com eficiência para uma mobilidade segura. Um dos estímulos mais importantes para isso se dá por meio da

iluminação, visto que suas possibilidades podem indicar percursos, barreiras, informação e zonas de perigo.

O olho, ou bulbo do olho, é composto por três membranas que atuam como revestimento, além de três elementos transparentes localizados em seu interior (Figura 1.4).

Figura 1.4 - O olho humano



Fonte: PIACEVITCH, 2008.

Segundo Pacievitch (2008), o olho é revestido por três membranas: a esclera, o corioide e a retina.

A esclera é o branco dos olhos, a camada mais resistente. Na parte anterior do olho, no lugar da esclera, localiza-se a córnea, uma membrana transparente. A corioide é a membrana intermediária, onde ficam os vasos sanguíneos. Na parte anterior do olho, no lugar da corioide, encontra-se a íris, a parte colorida do olho. No centro da íris, está a pupila, que pode aumentar ou diminuir de tamanho, com a finalidade de regular a quantidade de luz que entra no olho. A pupila demora segundos ou até minutos para se ajustar a mudanças bruscas de iluminação. É na retina que são encontradas as células que recebem os estímulos visuais e os transformam em impulsos nervosos, sendo esta a camada mais interna do bulbo do olho. As células receptoras podem ser de dois tipos: os cones (células que percebem as cores) e os bastonetes (células que percebem o branco, o preto e o cinza). O nervo óptico é ligado à retina, de onde capta e transmite os impulsos nervosos até o cérebro.

Os três elementos transparentes localizados dentro do olho são: humor aquoso – líquido que preenche o espaço entre o cristalino e a córnea ; cristalino – localizado atrás da íris, sendo uma membrana elástica que muda de espessura conforme a distância em que se encontra o objeto focalizado; e o humor vítreo – substância gelatinosa que preenche o espaço entre a parte detrás do cristalino e a retina.

A luz que chega ao olho atravessa a córnea, o humor aquoso e a pupila e chega ao cristalino, que direciona os raios de luz até a retina, onde se forma uma imagem invertida do objeto focalizado. Entram em ação as células receptoras, ou seja, os cones e os bastonetes, que enviam impulsos nervosos ao nervo óptico, que por sua vez os envia ao cérebro. A imagem que chega ao cérebro é então interpretada de modo que a imagem, antes invertida, seja vista na posição correta.

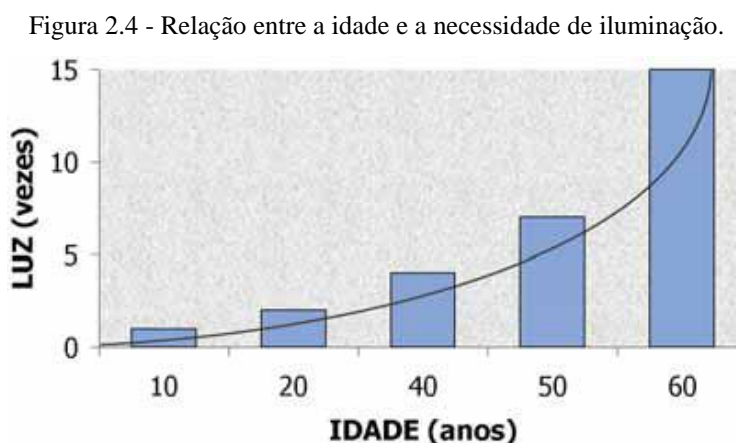
Conforme Vicentin (2011), a luminosidade natural ou artificial chega aos olhos como uma onda visível, captada pelo complexo sistema da visão. Os raios atravessam a córnea e vão para a retina, formando uma imagem invertida da cena. Células especializadas enviam essa informação visual ao cérebro por meio do sistema nervoso. Já na mente, ocorre a correção do quadro, o que faz com que a imagem seja vista da forma original. Embora boa parte do trabalho fique com o cérebro, o olho antes disso cumpre uma série de tarefas. Mais ou menos como uma câmera fotográfica, o músculo ocular precisa regular o foco e a entrada de luz. É justamente nesse ponto que pesam as condições de iluminação dos ambientes.

A partir dos 60 anos de idade, o olho humano começa a apresentar diferenças importantes que crescem de forma exponencial. Segundo Baracuhy (2009), as principais mudanças são as seguintes:

- A visão fica mais turva. Com 80 anos, a capacidade de captar as informações e transmiti-las cai em 75% comparado com a visão que temos aos 25 anos. A pupila fica menor e a distância focal aumenta;
- No olho do idoso, o cristalino fica mais denso e absorve mais os azuis e, assim, ele passa a enxergar mais amarelo;
- Aumenta a sensibilidade a ofuscamento (ele fica menos tolerante a brilhos).

Segundo Costa (2005), antes dos 60 anos, há uma necessidade imperiosa do uso de óculos que visam corrigir a acuidade visual. Posteriormente, os líquidos ou humores aquoso e vítreo, presentes no interior do globo ocular, bem como o cristalino e a córnea, começam a alterar os índices de refração e a sua coloração. Como consequência, o idoso de 70 anos é, por assim dizer, uma pessoa que enxerga de forma amarelada, resultando na necessidade de mais luz para ver semelhante ao jovem (Figura 2.4).

É de extrema importância verificar que estas alterações na longevidade devem se traduzir em projetos específicos de iluminação que atendam a essas necessidades.



Fonte: COSTA, 2005.

A partir das informações acima, percebe-se que mudanças notáveis são observadas nos olhos conforme a idade. Para Ribeiro (2006), mudanças ocorrerão ou por envelhecimento natural do sistema visual ou por doenças que podem acometer a visão do idoso. A primeira mudança que geralmente ocorre no sistema visual por envelhecimento natural é a presbiopia (ou vista cansada), um fenômeno inevitável que se caracteriza pela diminuição da capacidade do olho em focalizar de perto.

Com o avanço da idade, o cristalino perde elasticidade e seu poder de acomodação torna-se reduzido. Além disso, o músculo ciliar perde a capacidade de se contrair para movimentar as cartilagens do cristalino. Os sintomas iniciais são cansaço e cefaléia, e as pessoas procuram afastar os objetos para enxergar melhor. A compensação é feita através do uso de lentes bifocais para enxergar de perto. Por volta dos 65 anos de idade, a variação na acomodação é

quase impossível, sendo necessária a utilização de lentes multifocais. Estas não só corrigem apenas a visão de perto e a de longe, mas também toda a área intermediária (RIBEIRO, 2006).

Para uma iluminação adequada, dois condicionantes devem ser atendidos: a quantidade de luz e a qualidade de luz. A quantidade de luz é definida através da iluminância – quantidade de luz que incide sobre uma superfície. A luz pode vir do sol, luminárias, ou qualquer outra fonte. Sua unidade de medida é o lux (KROEMER e GRANDJEAN, 2005).

A qualidade de luz é definida por luminância, temperatura e índice de reprodução de cor. A unidade de medida é “candela por metro quadrado”. A luz que é vista nas superfícies das paredes, móveis e outros objetos depende da propriedade de absorção, ou ao contrário, da reflexão da superfície (KROEMER e GRANDJEAN, 2005).

Temperatura de cor, conforme Vianna e Gonçalves (2001), é o termo usado para descrever a aparência de cor de uma fonte de luz comparada à cor emitida pelo campo negro radiador (corpo que teoricamente irradia toda a energia que recebe). Um corpo negro muda de cor ao mudar de temperatura. Existe, portanto, uma relação entre temperatura e cor de luz emitida, expressa pela “temperatura de cor” em graus Kelvin.

Ainda segundo Vianna e Gonçalves (2001), um objeto ou uma superfície expostos a diferentes fontes de luminosidade são percebidos visualmente em diferentes tonalidades. Essa variação está relacionada com as capacidades das lâmpadas de reproduzirem diferentemente as cores dos objetos. Desse fenômeno, assume-se que sem luz, não há cor. À capacidade da luz incidente em reproduzir cores, adota-se o conceito de reprodução de cor e uma escala qualitativa de 0 a 100, ou índice de reprodução de cor (IRC).

A sensibilidade do olho varia de acordo com a intensidade luminosa e com os estímulos de cor. Ambos estão diretamente relacionados ao comprimento da onda da radiação. Diferentes comprimentos de ondas produzem sensações distintas de luminosidade. Para cada cor do espectro visível, o olho humano tem uma sensibilidade distinta.

Conforme Ribeiro (2006), os cones são os responsáveis pela sensibilidade do olho humano em altos níveis de iluminância, ou seja, são os fotorreceptores responsáveis pela visão diurna e

pela visão das cores. Os cones concentram-se na parte central da retina. Esta sensibilidade do olho humano é chamada de visão fotópica.

Os bastonetes são os fotoreceptores responsáveis pela visão sob condições de baixa iluminância, pela visão noturna e pela visão periférica. Eles requerem pouca luz para trabalhar e, por isso, não conseguem distinguir cores. Os bastonetes concentram-se na periferia da retina. Esta sensibilidade do olho humano é chamada de visão escotópica.

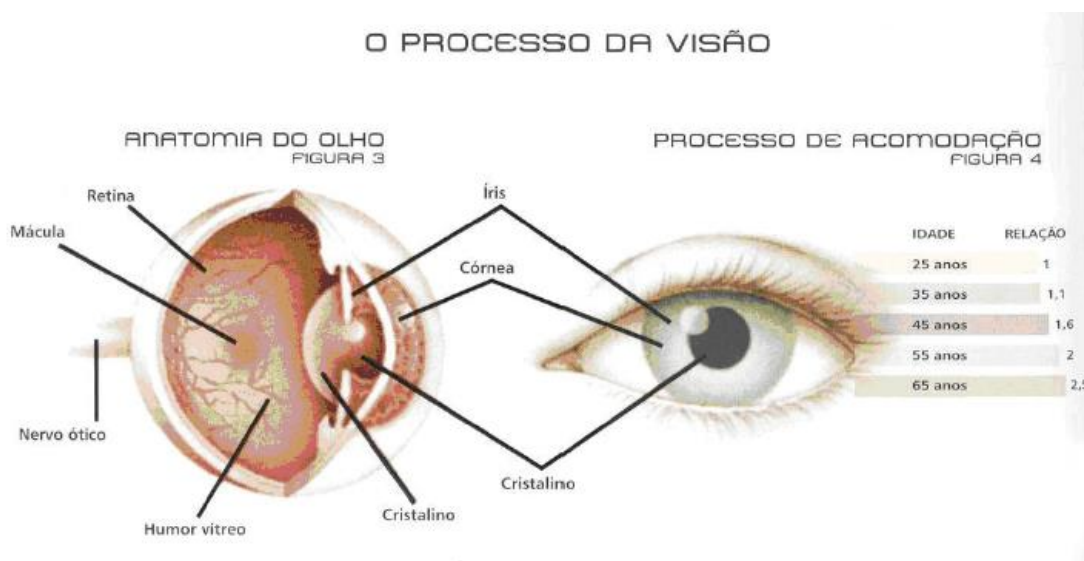
O sistema visual humano, com sua complexidade, é capaz de se ajustar para melhorar seu desempenho. Sendo assim, é importante conhecer quatro funções referentes a ele. A primeira é que o olho humano tem a capacidade de adaptação, ou seja, é um processo no qual o estado do sistema visual é alterado quando exposto a estímulos com luminosidade e distribuição espectral variável. Isso ocorre quando há mudança de um ambiente para outro com grandes diferenças de luminosidade entre eles.

Ainda de acordo com a autora, este processo ocorre com o fechamento ou abertura da pupila. Se a iluminação é pouca, a pupila se dilata para captar maior quantidade de luz. Se a iluminação é muito intensa, a pupila se contrai, reduzindo assim a luz que chega ao cristalino. Quando é passado da visão fotópica para a escotópica (de um ambiente iluminado para outro mais escuro), o olho necessita de aproximadamente 30 segundos para sofrer a adaptação, enquanto que, na situação inversa, o tempo de adaptação é de apenas alguns segundos (NEGRÃO, 2005 apud RIBEIRO, 2006).

A segunda função importante do olho humano é a acomodação (Figura 3.4). Neste processo, o olho tem a capacidade de se ajustar a diferentes distâncias entre objetos, de forma a gerar imagens nítidas na retina, independente da diferença de luminosidade existente entre os objetos.



Figura 3.4 - Anatomia do olho humano e processo de acomodação ao longo da vida.



Fonte: RIBEIRO, 2006.

A terceira função é a acuidade visual, que consiste na capacidade de distinguir detalhes finos nos objetos visualizados, com maior ou menor facilidade e rapidez. A acuidade visual depende de uma adequada iluminação e diminui em função da idade, tempo de exposição da visão ao objeto e iluminância do fundo.

A quarta função é a persistência visual ou memória da retina, que consiste na capacidade do olho humano em manter por algum tempo a imagem na retina. A persistência visual está relacionada ao tempo de exposição do objeto e à sua luminosidade, ou seja, quanto mais iluminado estiver o objeto e quanto maior for o tempo de exposição, maior será o tempo de fixação na retina (NEGRÃO, 2005 apud RIBEIRO, 2006).

Todos esses processos demonstram os impactos sofridos pelo olho humano, proporcionados pela iluminação. Essas variações de possibilidade levam a concluir que quanto melhor o ambiente e suas transições ou acessos iluminados, menores dificuldades o olho sofrerá. E o conforto visual é o resultado desta qualidade da iluminação.

#### **4.2.2 Consequências da má iluminação para o órgão da visão**

A compreensão dos elementos arquitetônicos em um espaço deriva de grandes proporções, dos estímulos visuais recebidos. De acordo com Bernardi (2007), a captação constante de imagens configura a base da linguagem e a percepção visual.

Através da iluminação, confere-se a percepção da forma, cor, luz e sombra de objetos - elementos de composição artística utilizados na arquitetura. É por meio da visão binocular, que o homem consegue visualizar o espaço tridimensional e, apesar de possuir cinco sentidos (visão, audição, olfato, paladar e tato), são os estímulos visuais que exercem grande influência na percepção do espaço, ocupando cerca de 87% das atividades entre as cinco percepções sensoriais, o que faz do homem um ser predominantemente visual.

O olho, um dos receptores desta energia, possui algumas propriedades importantes para a percepção espacial: seletividade, sensibilidade, acomodação, acuidade e adaptação. Segundo Vianna e Gonçalves (2001 apud BERNARDI, 2007), as propriedades de seletividade e sensibilidade estão relacionadas com a percepção das cores conforme as radiações emitidas pela atmosfera. A acomodação está relacionada à capacidade que o olho tem de ajustar-se às diferentes distâncias dos objetos e, assim, obter uma imagem nítida na retina. Esta capacidade é influenciada pelos níveis de iluminação do ambiente.

Ainda segundo os autores, a acuidade visual é a capacidade que o olho tem de reconhecer com nitidez e precisão os objetos, identificando os detalhes. Está relacionada com os contrastes existentes entre o objeto e seu entorno e outros fatores como distância, tamanho do objeto, tempo de visualização, nível de iluminação e composição espectral da luz. A adaptação é considerada a característica predominante do olho humano e está relacionada com os ajustes automáticos realizados de acordo com as diferentes luminâncias dos objetos e do ambiente.

No universo da percepção visual, de acordo com Kandel et al. (1997 apud BERNARDI, 2007), um importante valor é atribuído à percepção das cores, pois, além agregar características estéticas ao objeto, a cor auxilia na observação e detecção deste objeto em um ambiente ou plano de trabalho. Este fator é importante para distinguir o desenho da figura de seu fundo, ou dos limites do objeto em relação à sua paisagem.

O campo visual também interfere na percepção do ambiente. O campo de visão humana compreende o limite de 130° no sentido vertical e 180° no sentido horizontal e pode ser

dividido em campo visual central e periférico. O campo visual central é mais importante para a percepção de detalhes e cores, enquanto o campo periférico é indispensável para a localização de objetos, orientação e locomoção. A ocorrência de determinadas patologias pode comprometer o campo visual na região central ou periférica e, conseqüentemente, influenciar no funcionamento visual (Quadro 1.4).

Quadro 1.4 – Campo Visual

PATOLOGIA	CAMPO VISUAL	FUNCIONAMENTO VISUAL
Catarata; Retinopatia diabética	Sem defeito do campo	Visão borrada, embaçada; Deslumbramento; Falta de contraste; Impressos e cores apagadas.
Degeneração macular ou Corlorenite congênita por toxoplasmose	Perda do campo central	Baixa acuidade visual para longe; Dificuldade para detalhes; Impressos distorcidos; Alteração na visão de cores; Maior iluminação requerida.
Glaucoma; Retinoso pigmentar; Doença neurológica	Perda do campo periférico	Dificuldade para orientação e mobilidade; Baixa visão noturna; Adaptação lenta à luz e ao escuro; Dificuldade para leitura.

Fonte: CARVALHO, 2002.

Portanto, o conforto visual está relacionado ao conjunto de condições ambientais adequadas, num determinado espaço, no qual o ser humano pode desenvolver suas tarefas visuais com o máximo de acuidade e precisão visual, menor esforço, menor riscos de prejuízos à vista e com riscos reduzidos de acidentes (LAMBERTS, 1997).

Conforme Bonates et al. (2004), a iluminação ineficiente pode causar acidentes e erros de trabalho, fadiga, cefaleia e irritabilidade ocular, resultando na diminuição da atividade produtiva.

A instalação inadequada de uma lâmpada em um determinado ambiente, por exemplo, pode provocar cansaço ocular, irritação e dores de cabeça. A permanência em um local mal

iluminado normalmente gera desconforto devido ao esforço do olho por fazer com que a pupila fique mais fechada.

Em um ambiente com má iluminação, a necessidade de movimentar-se, fixar e focalizar os olhos por repetidas vezes faz com que os pequenos músculos ligados ao globo ocular se esgotem, possibilitando a ocorrência de fadiga visual.

De acordo com Lula e Silva (2002), a fadiga visual provoca tensão e desconforto. Os olhos ficam avermelhados, começam a lacrimejar e a frequência de piscar vai aumentando. Em grau mais avançado, a fadiga visual ocasiona dores de cabeça, náuseas, depressão e irritabilidade emocional. Para evitar a fadiga visual, deve haver um planejamento cuidadoso da iluminação, assegurando a focalização do objeto a partir de uma postura confortável.

Couto (1995) reafirma a relação entre fadiga visual e má iluminação, apontando para as seguintes causas:

- trabalho com empenho visual feito em situação de baixa iluminação;
- existência de alta iluminação no ambiente;
- existência de tremores ou não na iluminação, principalmente ligada à iluminação fluorescente. Vale lembrar que as lâmpadas fluorescentes funcionam oscilando 60 vezes por segundo, o que é imperceptível ao olho humano, mas que provoca fadiga quando esta é a única forma de iluminação de determinado ambiente;
- existência de reflexos no campo visual do usuário.

Ou seja, os olhos sofrem menos fadiga quando não necessitam realizar constantes adaptações a diferentes níveis de iluminação, o que se deve atender no momento em que a luz é distribuída projetivamente nos espaços.

No caso de um sistema de iluminação natural, deve-se considerar os ofuscamentos e as sombras provenientes do sol, uma vez que estas variações ocasionam constantes adaptações oculares.

Determinados ambientes como a sala de aula, ambiente de estudo desta pesquisa, requerem uma iluminação adequada para que os usuários executem suas tarefas de maneira satisfatória. Mariño (1994) afirma que ocorre grande esforço ocular durante a realização dessas tarefas, uma vez que o órgão da visão busca adaptar-se ao iluminamento do ambiente através da contração e dilatação da íris.

Segundo Iida (2005), o nível de iluminamento interfere diretamente no mecanismo fisiológico da visão e na musculatura que comanda os movimentos dos olhos.

Assim, percebe-se o quão complexo é o sistema visual humano e sua capacidade de adaptação. Deve-se propiciar a iluminação em um espaço a partir de um método específico e direcionado.

### **4.3 Recomendações para uma iluminação eficiente**

#### **4.3.1 Recomendações para uma iluminação eficiente voltada ao desenvolvimento das atividades intelectuais - Sala de aula: em busca da iluminação**

Uma iluminação adequada contribui para a criação de algumas sensações como segurança, bem-estar, comodidade e conforto. Estas sensações provocadas facilitam a interação dos indivíduos com o meio, proporcionando, conseqüentemente, produtividade.

Segundo Loturco (2004), o conjunto das características intrínsecas à luz é que determina a acessibilidade. O incremento de visão proporcionado por um nível mais alto de iluminação pode ser insignificante ou até mesmo dispensável em vista do conforto obtido com uma luz mais amena. Para pessoas com baixa visão, é melhor ver menos e estar mais confortável.

Os elementos de controle de luz das luminárias, nesse caso, são fundamentais, uma vez que se pode controlar aumentando ou diminuindo a quantidade de luz, garantindo, assim, o conforto desejado de acordo com a necessidade.

Segundo Brondani et al. (2007), para o controle de direção e quantidade de luz emitida, os graus de reflexão devem ser considerados os mais eficientes possíveis, localizados, principalmente, em superfícies espelhadas polidas. A maleabilidade do material utilizado permite formas que vão ao encontro da proposta indicada pelo projetista, na tentativa de se obter maior intensidade de luz possível.

Ainda conforme os autores citados acima, outro elemento a ser controlado na luminária é o seu ofuscamento direto. Esse desconforto deve ser amenizado com o uso de aletas e/ou tratamento adequado dos materiais superficiais. Historicamente sabe-se que, no início, as luminárias mais elaboradas eram produzidas com “lágrimas” de cristal, o que proporcionava dispersão da luz emitida pelas fontes e formação de sombras diversas nos objetos, diminuindo a “dureza” da iluminação direta. Atualmente, na Europa, os efeitos do ofuscamento atendem a uma formulação que vai desde o imperceptível até o ofuscamento intolerável, passando pelo satisfatório, admissível e perturbador. O uso de anteparos e superfícies refletoras minimiza e suaviza o efeito de observar a lâmpada (BRONDANI ET AL., 2007).

Para esta pesquisa, tendo a sala de aula o ambiente a ser estudado, conforme a Norma Brasileira NBR 5413 – Iluminância de Interiores, de abril de 1992, são estabelecidos valores entre 200 e 500 lux. Já os quadros-negros devem ser iluminados de 300 a 750 lux, conforme Magalhães (1995).

Para Miguel et al. (2006), as condições de iluminação são usualmente especificadas em termos da iluminância num dado plano de trabalho horizontal (tomada a uma altura entre 0,75 e 0,90m) e, em algumas situações, num plano vertical ou inclinado.

Com base nessas informações, Tavares (2000) sugere que se considere a sala de aula como um ambiente de trabalho do professor e do aluno e, ainda, o fato de que passam a maior parte do tempo nesse ambiente. Sendo assim, há necessidade de oferecer-lhes um espaço com condições apropriadas ao exercício da vida laboral de produção e reprodução de conhecimentos.

Veitch e Newsham (1996) e Gibson (2010) afirmam que o desempenho escolar é afetado pela inadequação do iluminamento das salas de aula. Reida et al. (2010) estimam que 80% do aprendizado ocorre pela visão e que, quando o iluminamento não é adequado, provoca fadiga

visual, pela necessidade de contração dos olhos repetidamente e, por consequência, a queda do rendimento dos alunos.

Couto (1995) cita algumas recomendações sobre ergonomia para iluminação de ambientes destinados à realização de trabalhos intelectuais, dentre elas:

- Adequar o nível de iluminância – as pessoas necessitam de maior iluminância para exercer suas tarefas, principalmente as que exigem esforço intelectual.
- Evitar reflexos e ofuscamentos – dar preferência a luzes fluorescentes para os locais onde atividades intelectuais são exercidas, visto que seu brilho é bem menor. Nenhuma fonte de luz deve estar dentro de um ângulo de 30° da mirada normal do usuário;
- Para o portador de baixa visão, a iluminação do espaço deve atender às suas necessidades, respeitando, segundo Martín e Bueno (2003), alguns aspectos:
  - A luz deve entrar no objeto por trás ou do lado da cabeça;
  - A maior iluminação deve estar sempre sobre o material;
  - Devem ser evitados os ofuscamentos porque reduzem o contraste e causam cansaço, sendo conveniente o uso de dispositivos capazes de controlar a iluminação;
  - As iluminâncias devem ser suficientes e bem distribuídas para o tipo de tarefa visual a ser desempenhada;
  - O uso de contraste adequado melhora a função visual.

Não é necessário que a iluminação tenha um nível bastante alto para que sejam vistos os detalhes, mas que, para tarefas de deslocamento, é melhor ver menos e estar mais confortável. Algumas pessoas, inclusive com as características visuais próprias de cada patologia, distintas entre si, preferem uma determinada iluminância (a mais baixa) em função do conforto, desprezando o incremento de visão que o nível mais alto lhes proporciona.

Para Fresteiro (2002), a iluminação mais “quente” – tonalidade de cor mais amarelada que a lâmpada proporciona ao ambiente – é a preferida pelas pessoas com baixa visão.

Além da sensibilidade, a visão é responsável por 80% de nossas percepções. Através da visão, os estímulos do ambiente são levados ao nosso sistema nervoso central. Se não forem obtidos registros fidedignos das imagens que são observadas, ou seja, se o ambiente não estiver devidamente iluminado, as informações levadas ao cérebro chegarão deturpadas e, conseqüentemente, as ações serão reflexos destas imagens (ARCHDEACON, 1988).

Em 2010, o Ministério das Minas e Energia publicou duas portarias – a Portaria Interministerial nº 1007 e a Portaria Interministerial nº 1008 – que determinaram a substituição gradual de todas as lâmpadas incandescentes por fluorescentes. Segundo Vicentin (2011), justificou-se que elas não faziam mal à saúde, eram mais econômicas e mais duráveis. Sendo assim, espera-se que elas sejam dominantes no país até junho de 2016, quando terminará o prazo para as trocas. A mesma exigência já foi adotada em diversos lugares, tais como a Índia e a União Europeia.

Para que um projeto de iluminação torne-se universal, permitindo que todos os usuários usufruam dos espaços assim iluminados, ao contrário dito por Fresteiro (2010), não é o bom senso. Para a inserção de uma iluminação universal em sala de aula, é necessário que haja parâmetros de projeto. Ao seguir uma metodologia projetual voltada especificamente para estabelecer uma iluminação em sala de aula que seja favorável a todos, o profissional está promovendo a satisfação e a inclusão de quaisquer usuários no exercício de suas atividades, integrando-os em um único espaço.

Conforme a definição oficial adotada pela Associação Brasileira de Ergonomia (ABERGO), a ergonomia é uma disciplina científica relacionada ao entendimento das interações entre os seres humanos e outros elementos do sistema, e à aplicação de teorias, princípios, dados e métodos de projeto que visam ao bem-estar humano e o desempenho global do sistema (MORAES e MONTALVÃO, 2009). Sendo assim, a elaboração de recomendações lumínicas universais em sala de aula encontra-se neste campo de atuação.