

Impactos na Percepção Visual em Ambientes Industriais de Produção Contínua Automatizada

Aparecida Ferreira Frias¹

Fernando Maida²

Introdução

Com a globalização e o crescimento industrial desorganizado consorciado com a falta de planejamento de longo prazo, inúmeras consequências de danos ambientais e com perdas de vidas humanas levaram a um clamor da sociedade por maior rigor nos controles dos processos industriais. A chegada da automação industrial associada a ferramentas de alta tecnologia informatizada foram a saída para a busca da melhoria contínua dos processos industriais e seus controles. Desde a sua introdução os sistemas automatizados muito demandaram dos operadores em salas de controle de instalações industriais. Essa realidade não se alterou. O regime de trabalho em turno, a monotonia por seu isolamento, fadiga, nível de estresse, a percepção de risco graves e iminentes, o nível de atenção por alarmes luminosos e sonoros constantes são fatores ergonômicos cognitivos que devem sempre ser estudados e analisados não somente em nível acadêmico como pragmático. Contudo, nossa proposta de trabalho é apenas abordar de forma abrangente, mas sucinta, os aspectos sensoriais tal como a percepção visual bem como a atenção, quando da operação informatizada de interfaces de controle (telas) de Sistemas Digitais de Controle Distribuídos em salas de controles em ambiente industrial. Desta forma, tentaremos sem a pretensão de esgotamento da temática, abordar aspectos imprescindíveis e que merecem destaque numa análise técnica quando da introdução de um sistema automatizado ou em sistemas já operantes na proposição de medidas que minimizem o impacto dessas tecnologias.

1. O trabalho e a interface em Ambiente Automatizado de Controle

A automatização dos processos industriais foi responsável pela mudança de perfil profissiográfico do operador em sala de controle, em especial nas indústrias de petróleo e petroquímicas. A atividade operacional realizada na tarefa de controle em indústrias de processamento contínuo foi amplamente inundada pelo emprego de equipamentos informatizados. Consequentemente, implicou em mudanças radicais no antigo paradigma nos hábitos, atitudes, normas, e procedimentos e por fim, necessitou-se definir novos controles nas atividades de operação. As tarefas empreendidas após a introdução dos sistemas informatizados fizeram com que os operadores de processamento trabalhassem em ambiente de isolamento e em constante vigilância por horas a fio, diurnas e noturnas. Ademais, adicionaram a esta situação os questionamentos de efetivo mínimo para operar, a necessidade aumento de qualificação técnica, a introdução de um novo perfil de polivalência laboral e o aumento de responsabilidade dos operadores. Com isto, podemos agregar que o avanço tecnológico, o surgimento dos microprocessadores e estações de trabalho informatizadas trouxeram consigo estes problemas também. Observamos que farta bibliografia, seja do ramo elétrico quanto nuclear, que relatam

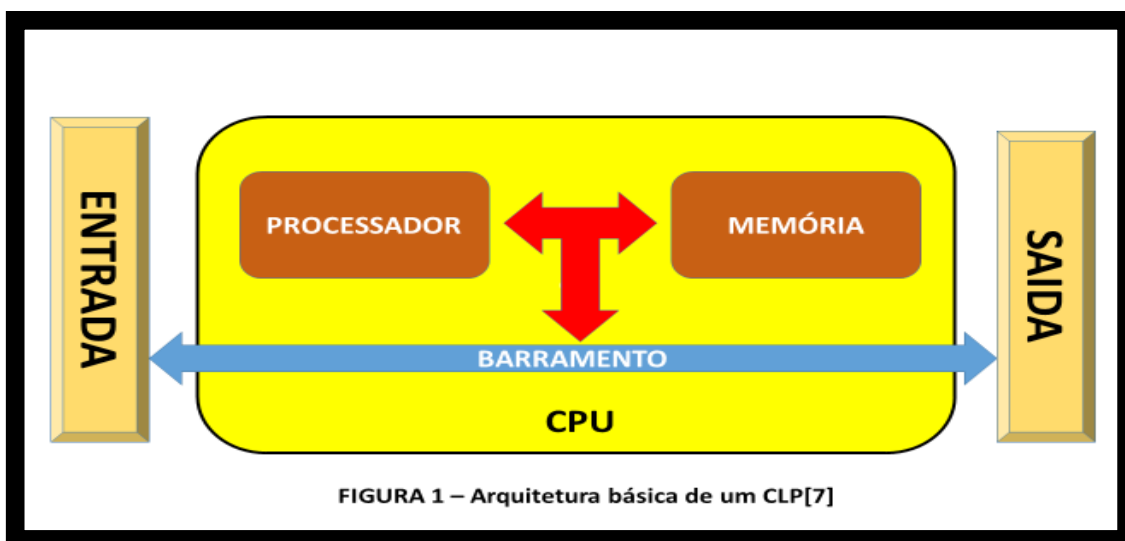
1 Graduando em Engenharia de Produção – 9º. Período, na Universidade Augusto Motta UNISUAM

2 Engenheiro Químico e de Segurança, Mestre em Engenharia de Produção UFRJ/COPPE, Mestre (UCAM) e Doutor em Direito(UMSA-Argentina).

que nesta situação de operação em salas de controle a ocorrência de fadiga, estresse, medo, entre outras.

Em verdade, a tarefa humana praticada no controle de interface informatizada requer que o operador em tempo real pratique atos de interpretação e diagnóstica constantes, intervenção imediata quando necessária, condução, regulação e supervisão do funcionamento do sistema que está em constante dinâmica. Ademais, Wickens et al. [1] descreve que a atividade desses operadores é influenciada basicamente por quatro características do processo, que são a sua periculosidade, complexidade, continuidade e o caráter coletivo de suas tarefas.

Em qualquer unidade de processamento de uma indústria de processo contínuo, em geral, emprega um Sistema Digital de Controle Distribuído, intitulado como SDCD, e este é um equipamento da área de automação industrial que tem como função primordial o controle otimizado de processos produtivos. Com sua implantação permite a obtenção de melhores resultados na produtividade industrial, diminuição de custos de produção, melhoria na qualidade dos produtos, precisão das operações, aumento da segurança operacional, entre outros. O sistema é dotado de processadores e rede redundantes e permite uma descentralização do processamento de dados e decisões, através do uso de unidades remotas na planta. Além disso, o sistema oferece uma interface homem-máquina (IHM) que permite o interfaceamento com controladores lógicos programáveis³ (CLP) mostrado na figura 1, controladores PID⁴ (Controlador proporcional integral derivativo), equipamentos de comunicação digital e sistemas de controle em malha de rede. É através das Unidades de Processamento, distribuídas nas áreas, que os sinais dos equipamentos de campo são processados de acordo com a estratégia programada. Estes sinais, transformados em informação de processo, são atualizados em tempo real nas telas de operação das Salas de Controle.

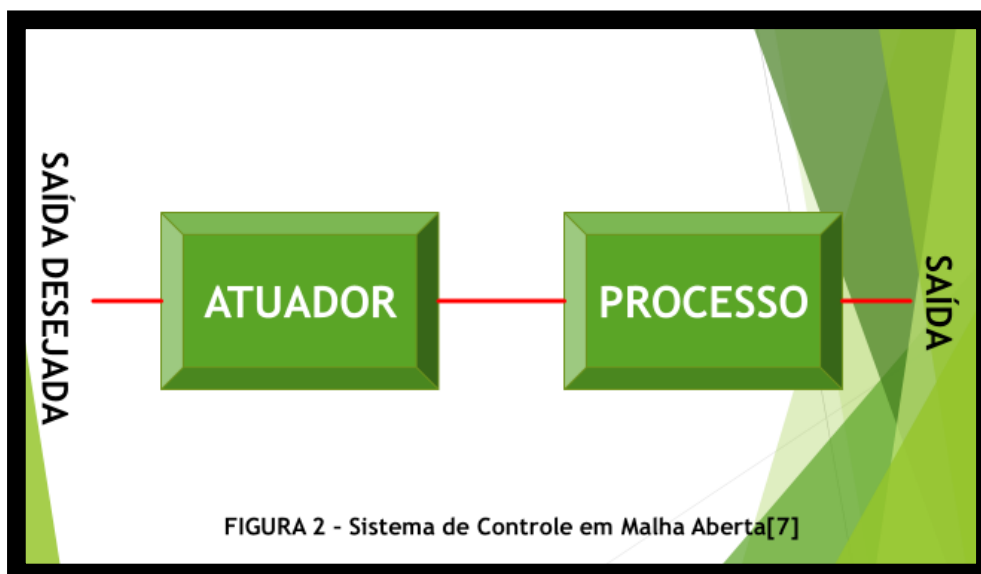


3 Consiste em um aparelho digital com memória programável onde são armazenadas instruções que implementam as mais diversas funções, que por sua vez, são usadas no controle de vários processos e de equipamentos, através de módulos de entrada e saída. Sendo assim, trata-se de um sistema modular composto basicamente de fonte de alimentação, CPU, memória, módulos de entrada e saída, linguagens de programação, dispositivos de programação e suas linguagens, módulos de comunicação especiais.

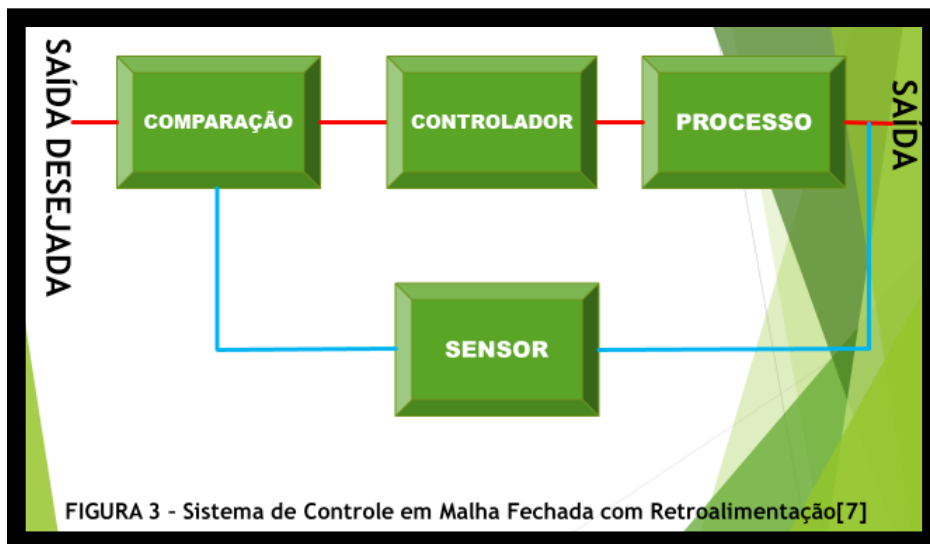
4 É uma técnica de controle de processos que une as ações derivativa, integral e proporcional, fazendo assim com que o sinal de erro seja minimizado pela ação proporcional, zerado pela ação integral e obtido com uma velocidade antecipativa pela ação derivativa. É baseado na resposta da modelagem matemática de uma malha de processo a ser controlada. O controle proporcional ajusta a variável de controle de forma proporcional ao erro. O controle integral ajusta a variável de controle baseando-se no tempo em que o erro acontece. O controle derivativo ajusta a variável de controle tendo como base a taxa de variação do erro. A combinação destes tipos de controle forma o controlador conhecido na indústria como PID.

Com base na situação de trabalho em salas de controle de unidades de indústrias de petróleo com SDCD é que podemos discutir a contribuição da ergonomia para a melhor concepção de interfaces de controle, isto é, suas telas de controle. O foco principal é a incorporação de conceitos de ergonomia cognitiva no projeto de elaboração de telas de interface(IHM) do SDCD, contando com a participação e envolvimento dos operadores destes sistemas. Isto se faz necessário não somente no projeto como entendemos que deve ser atividade constante e presente ao longo do processo de operação por seu dinamismo em termos de ampliação de unidades, manutenções e paradas, incorporação de novas unidades produtivas e equipamentos e de ajustes que se façam necessários ao longo do tempo de funcionamento das unidades de controle. Desta maneira, um sistema digital de controle distribuído pode ser representado por uma sala central, gerenciadora de controle e supervisão global, microprocessada em rede com vários outros controladores de responsabilidade local. Esclarecendo melhor, o SDCD propicia uma transformação de processos automatizados em verdadeiros sistemas de automação supervisionados, capazes de rastrear todas as etapas do processo de produção, bem como incrementar uma certa flexibilização e a integração de seus componentes.

Um sistema de controle consiste em verdade em uma interconexão de componentes formando a configuração tal que gere a resposta desejada para o sistema. A saída do sistema normalmente é variável controlada, enquanto que a entrada normalmente é a variável manipulada, variando de modo a afetar o valor da variável controlada de maneira desejada[7]. Em verdade, são dois os tipos de sistemas de controle: de malha aberta e fechada. O primeiro emprega apenas um atuador com vistas a obtenção da resposta desejada, sendo que atuador é responsável pela conversão e compatibilização de grandezas físicas e pela elevação do nível de potência necessária para atuar prontamente junto a planta de processo. A figura 2 a seguir ilustra o caso.



Já o segundo tipo de controle, de malha fechada, utiliza-se de uma medida de saída efetiva para compará-la com a saída desejada. A medida do sinal de saída é obtida por um sensor, que é chamado de sinal de retroalimentação, sendo que a figura 3 ilustra o sistema de malha fechada com retroalimentação.



2. O processo perceptivo e a sua importância em ambientes automatizados de salas de controle

Ora, sabemos que os requisitos para melhor operar em uma sala de controle, submetido a toda a sorte de demandas, sejam visuais ou auditivas, requerem uma atenção enorme e, por conseguinte, que sejam percebidas. Desta forma, poder-se-á processar a informação, tomar a decisão adequada a este estímulo e por fim, retroalimentar com novos dados com base em atos recém praticados. Estes atos se praticados em sala de controle de unidades de indústria de petróleo dependem exclusivamente da percepção visual e auditiva bem como a atenção requerida. Assim, passaremos a discorrer sucintamente sobre cada um destes aspectos cognitivos, mostrando sua importância na atuação operacional da operação da sala de controle.

O processo perceptivo complexo, segundo Davidoff [2], depende tanto dos sistemas sensoriais como do cérebro. Os sistemas sensoriais detectam a informação, convertem-na como transdução, em impulsos nervosos, processam parte dela e mandam a maior parte para o cérebro via fibras nervosas. A percepção, portanto, depende de quatro operações importantes: detecção, transdução, transmissão e finalmente o processamento de informações.

2.1 Percepção Visual

Os cientistas catalogaram onze sentidos humanos bem distintos, sendo cinco sentidos dérmicos ou somato-sensoriais, dois químicos e dois proprioceptivos além da visão e da audição. Os somato-sensoriais tratam daqueles por contato físico – tato, pressão profunda, calor, dor e frio. Os químicos abordam o paladar e olfato e dependem células especializadas para sua detecção química[2][3]. Por fim, os proprioceptivos dependem de atos praticados pelo próprio organismo e detectam mudanças de movimentos, velocidade e posicionamento relativo das partes do corpo durante a ação praticada.

Em verdade, vários estudos indicam que a visão é responsável por cerca de 75% de nossa percepção. De forma bem simplificada e extremamente sintética o ato de olhar, ver e enxergar é o resultado de três ações distintas: operações óticas, químicas e nervosas e o olho é órgão responsável pela captação da informação luminosa e visual com vistas a transformá-la em impulsos a serem decodificados pelo sistema nervoso. Sendo assim, a sensibilização da retina se faz quimicamente, transformando o impulso luminoso em impulsos elétricos, sendo transportada através do nervo ótico até o córtex. Didaticamente e de forma simplificada o olho é formado por córnea, íris, pupila, cristalino retina, esclera e

nervo ótico. Como componentes do sistema da visão[12] podemos elencar a função individual de cada um destes componentes, a saber:

- **Córnea:** É a primeira estrutura do olho que a luz atinge. A córnea se constitui de cinco camadas de tecido transparente e resistente.
- **Íris:** A porção visível e colorida do olho, logo atrás da córnea. Possui músculos em disposição tal que possam aumentar ou diminuir a pupila, a fim de que o olho possa receber mais ou menos luz, conforme as condições de luminosidade do ambiente.
- **Pupila:** É a abertura central da íris, através da qual a luz passa para alcançar o cristalino.
- **Cristalino:** É quem ajusta na retina o foco da luz que vem através da pupila. Tem a capacidade de, discretamente, aumentar ou diminuir sua superfície curva anterior, a fim de se ajustar às diferentes necessidades de focalização das imagens, próximas ou distantes. Esta capacidade se chama "acomodação".
- **Nervo Óptico:** Transporta os impulsos elétricos do olho para o centro de processamento do cérebro, para a devida interpretação.

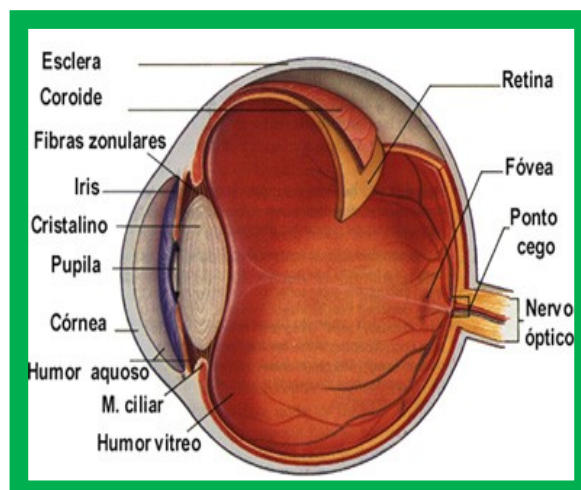


Figura 4 – O olho humano e seus componentes[12]

- **Retina:** É a membrana que preenche a parede interna em volta do olho, que recebe a luz focalizada pelo cristalino. Contém fotorreceptores que transformam a luz em impulsos elétricos, que o cérebro pode interpretar como imagens.
- **Fóvea:** é a região central da retina do olho humano onde se concentram os cones e onde se forma a imagem que será transmitida ao cérebro.
- **Esclera:** É o nome da capa externa, fibrosa, branca e rígida que envolve o olho, e continua com a córnea. É a estrutura que dá forma ao globo ocular.

Como mecanismo da visão, os raios luminosos atravessam a córnea, o cristalino, o humor aquoso e o humor vítreo e atingem a retina. Desta maneira os raios luminosos, ao penetrarem na córnea e no humor aquoso, passando pela pupila, chegam ao cristalino, que leva a imagem mais para trás ou para frente, permitindo que ela se projete sobre a retina.

Diante dos inúmeros estímulos que os olhos recebem acredita-se que para uma atuação em sala de controle automatizada, isto é, a frente de pelo menos uma tela de um computador, que o operador está submetido a intensa exposição ocular. Necessita empregar constantemente seus olhos como receptáculo de estímulos visuais, promovendo a percepção visual e atenção a situações de atuação imediata. Aspectos tais como a binocularidade, a percepção de cores e o controle do contraste, matiz, luminosidade, nitidez e saturação de telas que usam nos sistemas são preocupações ergonômicas constantes para aqueles que projetam o software de suporte dos sistemas

automatizados. Adicionalmente, os efeitos do campo eletromagnético originados a partir de monitores de computador estão cada vez mais estudados e questionados sobre os seus danos gerados à saúde humana por uso de tempo excessivo, constância de exposição e pela ausência da devida blindagem aos olhos.

2.2 Fatores impactantes na percepção Visual

Elencaremos alguns fatores que contribuem na percepção visual e que são objeto de atenção por parte dos ergonomistas e projetistas de sistemas informatizados, principalmente aqueles que os usuários ficam um grande tempo dedicado em operação. Ora, na atualidade os computadores fazem parte da vida moderna e seu uso deles é forçosamente massificado; sendo que somos compulsivamente compelidos a um uso diário por várias horas diante de uma tela até a exaustão. Apesar da geração de bons resultados muitas vezes, também trazem riscos à saúde de seus usuários, sendo descritos em algumas referências bibliográficas, problemas psicológicos, problemas musculoesqueléticos e problemas visuais. Estes últimos apresentam uma alta prevalência (50%-70%) e os sintomas visuais e oculares, que trazem incômodos para realização de atividades com o computador, reduzem a produtividade dos trabalhadores e diminuem a qualidade de vida dos usuários de computadores. Ademais, é amplamente informado da existência da síndrome da visão de computador — também conhecida como CVS, do inglês "Computer Vision Syndrome, que é fato já reconhecido. Esta síndrome é uma condição temporária resultante do foco dos olhos num monitor de computador por períodos prolongados e ininterruptos de tempo. Entre os sintomas mais relatados da CVS incluem-se cefaleias, visão embaçada, dores no pescoço, fadiga, secura nos olhos, a "visão dupla" ou diplopia e dificuldade em refocar os olhos.

2.3 Fatores que devem ser levados em conta na operação de computadores

Entende-se como Movimento binocular ou Binocularidade os movimentos simultâneos dos olhos, e em seu sentido mais amplo, é o termo que se aplica à capacitação de apreender estímulos visuais com dois olhos. A esses movimentos damos os nomes de versão e vergência. Versões são os movimentos oculares na mesma direção e no mesmo sentido. São denominadas dextroversão, levoversão, supraverversão e infraversão, se o movimento for para direita, esquerda, cima e baixo, respectivamente. Por outro lado, as vergências são movimentos disjuntivos, lentos, em que os olhos se movem na mesma direção, mas em sentido inverso. A única com propósito binocular é a convergência, que permite que ambos os olhos acompanhem um objeto próximo dirigindo-se a raiz do seu nariz, sendo que um ou ambos podem desviar em direção oposta. Esse aspecto é muito importante para aqueles que trabalham com computadores pois as pessoas com insuficiência de convergência costumam ter queixas de vista cansada após leituras prolongadas ou períodos longos de trabalho diante do computador, embaralhamento, perda de linhas ao ler, ardor ocular, cefaleias (dor de cabeça), principalmente mais ao final do dia.[11][12][14]

A ocorrência da binocularidade se dá a medida que, em grande parte dos casos, pela realização de tarefas em situação de visão de perto. Assim, quando do estudo, nos hábitos de leitura ou no emprego excessivo de sistema de consoles de sistemas informatizados, ou computadores portáteis ou ainda, por mobiliário e iluminação inadequados, podem repercutir-se seriamente na aparição destas disfunções binoculares.

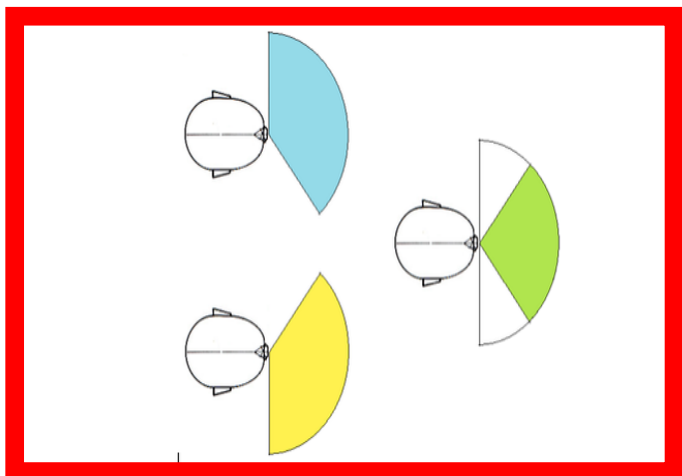


Figura 5 - Os campos visuais humanos e a frontalização dos olhos. [12]

Alguns animais como roedores apresentam provimento de campos visuais independentes, garantidos por órgãos visuais de cada lado da cabeça. Por outro lado, nos primatas superiores no homem inclusive, a percepção visual do espaço se dá com base na frontalização dos olhos. Entretanto, nos homens predomina a superposição praticamente completa dos campos visuais, sendo que tal superposição, ocasiona a perda de 180° da discriminação visual do espaço relativamente à dos roedores. A figura 5 mostra a situação da amplitude de visão dos olhos e a situação de frontalização.

Outro aspecto importante é a Presbiopia, popularmente conhecida como "vista cansada", que pode ser definida como a anomalia da visão que ocorre com o envelhecimento da pessoa, ocasionando o enrijecimento do cristalino, ocorrendo por volta dos 40 anos de idade. A presbiopia é causada por vários fatores, entre eles o aumento contínuo do cristalino e perda de elasticidade de sua cápsula, o que leva a que os músculos ciliares não consigam mais modificar o seu formato, causando falta de focalização para as imagens de perto. Este processo é progressivo, e piora com o aumento da idade, mas normalmente se estabiliza ao redor dos 60 anos. A síndrome CVS - Computer Vision Syndrome, já referenciada, que contribui para o cansaço ocular e é causada pela diminuição do reflexo de piscar os olhos enquanto se trabalha durante longos períodos com o foco dos olhos em um monitor de computador. A frequência de piscar os olhos em seres humanos é, normalmente, de 16 a 20 vezes por minuto. Estudos demonstraram que, em pessoas trabalhando continuamente olhando para um monitor, tal taxa chega a cair para 6 a 8 piscadas por minuto, o que leva ao ressecamento dos olhos⁵.

Não se pode deixar de comentar acerca dos diversos movimentos oculares necessários para a realização de trabalhos em computadores. Ressalta-se ainda que, muitos estão operando agora com duas telas simultaneamente, o que incrementa mais ainda a necessidade por demanda ocular. Os movimentos sacádicos são aqueles de moção rápida dos olhos, aos pulos, em direção à nova posição. Sua finalidade é dirigir o olhar de um objeto a outro dentro do campo visual em um menor tempo possível, podendo ser involuntários ou voluntários. Por outro lado, tem-se aqueles chamados de persecutórios e são definidos como movimentos automáticos, e são mais lentos que os sacádicos, possuindo a finalidade de manter objetos na fóvea. Por fim, os movimentos posturais são constituídos por mecanismos reflexos e não ópticos, como inclinar a cabeça.

Quanto a percepção de cores, nossos olhos operam a todo o momento para compensar as variações de luminosidade, com uma tendência ao conforto e a continuar

funcionando com baixa luminosidade, aliada à capacidade de enxergar cores no processo. No fundo do globo ocular existe uma área onde se projetam as cores e se produz o foco da

⁵ <http://www.bemdesaude.com/article/3/corpo-e-saude/334/olho-seco.html>

imagem de um objeto. Na retina existem as células altamente sofisticadas e que são fotorreceptoras denominadas cones e bastonetes, que enviam ao cérebro, por meios químicos e elétricos os estímulos de luz e cor. Estas células são especializadas em detectar as longitudes de onda procedentes do entorno, ou seja, transformam em informações de cor e volumes os diferentes estímulos de luz oferecidos pelos objetos e espaço ao redor. Os cones são sensíveis às cores; e os bastonetes sensíveis à luz. [13]

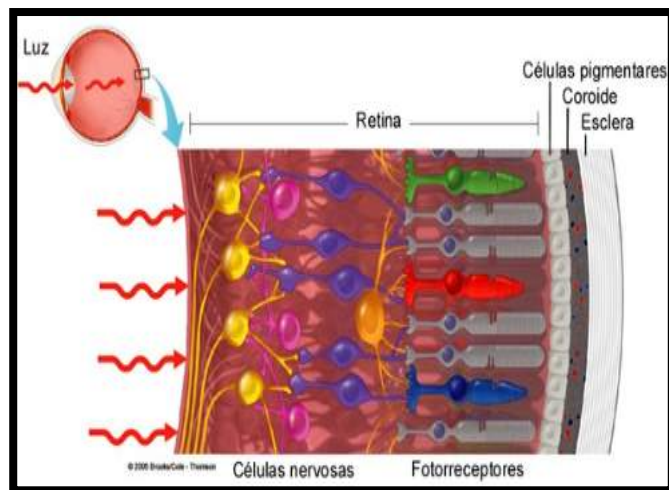


Figura 6 – Percepção de cores e luz (cones e bastonetes).[13]

3. Efeitos Biológicos da radiação eletromagnética oriunda do uso de Monitores de vídeo

Sabe-se que em salas de controle, há o uso intenso dos sistemas informatizados pelos operadores, sendo que além das demandas visuais retrocitadas e seus efeitos, cogita-se que como alguns desses teriam a ver com a exposição a radiações eletromagnéticas de baixa frequência. Muito ainda se questiona sobre os impactos dessas radiações emitidas por campo eletromagnético (CEM) dos tipos ELF (extremely low frequency) e VLF (very low frequency) transmitidas pelos monitores de vídeo dos computadores (CRT). Por muito tempo, alguns pesquisadores não acreditavam que o campo eletromagnético de baixa frequência fosse capaz de criar efeitos significativos no material biológico. Fundamentavam no fato de que o CEM não provocaria qualquer efeito em ligações moleculares do material genético. Contudo, constatou-se que esses argumentos não representam a verdade absoluta que pregavam e que existem outras formas dos campos interagirem com células individuais, gerando alterações. Estecio e Silva (2002) pesquisaram que na maioria dos estudos, os efeitos experimentais do CEM têm sido observados em células transformadas, acarretando a proposta de que o CEM não é iniciador do desenvolvimento tumoral, mas pode ser o promotor do processo já iniciado. Entretanto, essa hipótese é apoiada por estudos mostrando que a exposição ao CEM acelera a tumorigênese em animais expostos a carcinogênicos. E acrescentam ainda, que “como a origem das neoplasias está relacionada ao acúmulo de alterações no material genético, os dados evidenciando a genotoxicidade do CEM podem reforçar a associação entre exposição ao CEM e maior risco de câncer.” Todavia, o presente estudo evidencia aumento na frequência de quebras cromatídicas nos indivíduos expostos no trabalho, por cerca de oito anos, ao monitor de vídeo dos computadores. Tais resultados reforçam a possibilidade de o CEM ter um efeito promotor, e não iniciador, de processos tumorais, o que enfatiza a necessidade de outras investigações que possam auxiliar na elucidação dessas questões. [4]. Por fim, este estudo evidencia que seus resultados aduzem a pensar em um efeito genotóxico do CEM emitido pelos CRTs devido à frequência mais elevada de quebras cromatídicas, enfatizando a necessidade de haver um número maior de estudos com diferentes técnicas que vise a investigar a ação do CEM sobre o material genético.

Inúmeros estudos foram encomendados pela World Health Organization – WHO [5][6][8][10], e que merecem destaque por se tratar da temática abordada. Quanto aos efeitos na vista, não foram encontradas nenhuma ligação entre trabalhar com VDUs e o aparecimento de cataratas e outras doenças dos olhos. O brilho ou a reflexão nas telas dos computadores dos VDUs pode ser fonte de esforço da vista e provocar dores de cabeça em circunstâncias extremas. No que se refere aos efeitos na pele, foram estudados vários sintomas como irritações de pele e comichões, particularmente em países escandinavos. No entanto, não foi encontrada uma ligação entre estes sintomas e as emissões de EMF pelos VDUs. Os testes efetuados em laboratório em pessoas que demonstravam estes sintomas mostraram que os sintomas não eram resultado de exposição a EMF.

Outra temática estudada era a possibilidade de que trabalhar com um VDU poderia afetar a gravidez[10]. Eram grupos de mulheres grávidas que trabalhavam com VDUs, e que pareciam ser afetadas por taxas pouco comuns de aborto espontâneo ou malformações da criança. Isto levou a que muitos estudos epidemiológicos e em animais fossem efetuados na Europa e América do Norte. Como um todo, estes estudos não demonstraram nenhum efeito no processo reprodutivo devido à emissão de EMF por VDUs. No entanto, estes estudos sugeriram que se existe algum efeito na reprodução, pode estar relacionado com outros fatores do trabalho, como stress.

CONCLUSÃO

Em verdade, geralmente procura-se alinhar com dos ditames da boa prevenção e com as incertezas científicas existentes, que prega que com possíveis agentes carcinogênicos humanos gerados por campos magnéticos ELF, deve-se promover pesquisas que aprofundem a questão e avaliem os impactos dessas tecnologias. Onde existem potencial de risco para a saúde tornam-se importantes e de bom, alvitre que se implementem medidas protetivas que garantam a saúde dos usuários desses equipamentos geradores de campos ELF. Pelo que se está fundamentado entende-se que, neste momento, ainda seria leviano afirmar que a radiação emitida por campos eletromagnéticos (CEM) dos tipos ELF (extremely low frequency) e VLF (very low frequency) e transmitidos pelos monitores de vídeo dos computadores (CRT).

Bibliografia

1. WICKENS, C. et al. An Introduction to a Human Factors Engineering. United States: Longmann, 1998.
2. DAVIDOFF, L.L. - Introdução à Psicologia, Ed. McGraw-Hill, São Paulo, 1983.
3. WITTIG, A. - Psicologia Geral, Ed. McGraw-Hill, São Paulo, 1981.
4. ESTECIO, Marcos Roberto Higino; SILVA, Ana Elizabete. Alterações cromossômicas causadas pela radiação dos monitores de vídeo de computadores, Universidades de São Paulo, Rev Saúde Pública 2002;36(3):330-6.
5. Visual Display Terminals and Workers' Health, WHO Offset Publication No. 99, World Health Organization, Geneva 1987.
6. Electromagnetic Fields 300 Hz - 300 GHz, WHO Environmental Health Criteria No. 137, World Health Organization, Geneva 1993.
7. ADELARDO, A.D. de Medeiros, Modelagem e Análise de Sistemas Dinâmicos, Disponível em: <www.dca.ufrn.br/adelardo> Acesso em: 22/07/2016.
8. Display Units: Radiation Protection Guidance, Occupational Safety and Health Series No. 70, International Labour Office, Geneva, 1994.
9. Matthes, R., Non-Ionizing Radiation: Proceedings of the Third International Non-Ionizing Radiation Workshop, Baden, Austria, ICNIRP, 1996.
10. Campos electromagnéticos e saúde pública, WHO Fact Sheet N° 201, Julho de 1998.
11. Anatomia e Fisiologia humana. Disponível em: <<http://www.afh.bio.br/sentidos/sentidos2.asp>>. acesso em: 02 jun 2017.
12. Biomedicina para todos. Disponível em: <<http://biomedicinaparatodos.blogspot.com.br/p/sobre.html>> acesso em: 02 jun 2017.
13. Luz Tecnologia e Arte. Disponível em: <<http://luztecnologiaearte.weebly.com/luz-e-fisiologia-da-visatildeo.html>> acesso em: 02 jun 2017.
14. BICAS, Harley E. A. Fisiologia da visão binocular, Departamento de Oftalmologia, Otorrinolaringologia e Cirurgia de Cabeça e Pescoço. Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto Universidade de São Paulo, Arq Bras Oftalmol 2004;67:172-80.