

2

A Questão da segurança segundo a ergonomia e os painéis de veículos

2.1.

O desenvolvimento dos painéis de instrumentos na 2ª Guerra Mundial

Com o passar dos anos, o desenvolvimento tecnológico tem levado o homem a conviver com sistemas cada vez mais complexos e variados no seu dia-a-dia. Este crescimento tecnológico se deu, principalmente, no término da Segunda Guerra Mundial, quando o desenvolvimento dos instrumentos de guerra (veículos de combate mais precisos, aviões mais rápidos, etc.), qualitativa e quantitativamente, atrelaram cada vez mais o desempenho do homem a aptidões de cunho sensorial, a fim de lhe garantir decisões mais rápidas mesmo em condições críticas como em uma guerra. A quantidade de informações agora não apelava somente para atividades físicas, mas principalmente, para as que exigiam concentração e percepção sensorial dos comandos em um número cada vez maior, o que agravava o risco das decisões do usuário para o funcionamento pleno do sistema.

Como grande parte destes equipamentos não estava adaptada às características perceptivas dos operadores, inúmeros acidentes e incidentes ocorreram neste período. Grupos de estudos interdisciplinares iniciaram trabalhos para desenvolver modificações nos projetos dos equipamentos militares, interferindo no desenho dos painéis de controle, posicionamento de botões, alavancas, pedais e campo de visão do operador. Estes grupos montaram laboratórios de pesquisa em Ergonomia na Inglaterra e nos EUA, logo após o período de Guerra (CHAPANIS, 1972).

Um estudo sobre o assunto foi elaborado em 1945 por FITTS & JONES (apud CHAPANIS, 1972) logo após a Segunda Guerra Mundial, quando foi realizada uma pesquisa sobre os acidentes aéreos, tidos como “erro humano”, que na verdade poderiam ser provocados, em grande parte, por projetos inadequados e imperfeitos dos controles das aeronaves. No contato com pilotos

e análises de procedimentos de voo, concluiu-se que muitos acidentes ocorreram por erros de julgamento no acionamento de certos comandos da aeronave, principalmente, na troca de pilotos entre aeronaves distintas. Os comandos variavam de posição de um painel para o outro, acarretando acidentes, pois o piloto com hábito de acionar um comando X na posição Y, se dirigia ao local de sempre, e o comando ali presente era o de outra função.

Ao final do estudo, foram apontados erros de julgamento no acionamento de certos comandos da aeronave, a visibilidade restrita, a variação do posicionamento dos comandos de um painel para o outro e a relação tempo de decisão *versus* o número de instrumentos de voo como os fatores mais determinantes para o grande número de acidentes aéreos da época.



Figura 1 – Painel do avião DC-7 (RUUD LEEUW, [2006]).

As Figuras 1 e 2 representam, respectivamente, os painéis dos aviões DC-7 (United Air Lines) e Superconstellation (TWA). Além do problema da variação do posicionamento e função de um comando de uma aeronave para a outra, podemos observar instrumentos de difícil leitura devido ao posicionamento, sobreposição e contraste do conjunto escala/fundo/ponteiro e o diminuto campo de visão externa para o piloto (Figura 2).



Figura 2 - Painel do avião Super Constellation (WIN JACK'S [2003]).

Nesta mesma época novos aparatos tecnológicos foram instituídos como novas armas de fogo, tanques, submarinos, etc., sendo o uso destes cada vez mais freqüente nos campos de batalha. Inúmeros erros foram cometidos, muitos com conseqüências fatais, visto que a nova situação de acionamentos múltiplos e comandos complexos, somados ao clima de tensão excessiva, levavam os operadores a confundir o comando correto. Este panorama incrementou os estudos dos pesquisadores no sentido de projetar estes instrumentos de acordo com as características e capacidades do militar, a fim de reduzir perdas humanas e materiais.

KROEMER et al. (1994) complementam que “a Segunda Guerra Mundial pressionou o desenvolvimento da ergonomia, aumentando o interesse pelo estudo da relação do sistema humano-máquina. O desenvolvimento tecnológico foi conduzido pela concepção de máquinas e sistemas operacionais que passaram a exigir mais da atenção, da força, e da resistência dos indivíduos e equipes na operacionalização destes”.

A ergonomia veio a se desenvolver como uma área de conhecimento humano, quando, durante a 2ª Guerra Mundial, pela primeira vez, houve uma conjugação sistemática de esforços entre a tecnologia e as ciências humanas e biológicas. Fisiólogos, psicólogos, antropólogos, médicos e engenheiros trabalharam juntos para resolver os problemas causados pela operação de

equipamentos militares complexos. Os resultados desse esforço interdisciplinar foram tão frutíferos, que foram aproveitados pela indústria, no pós-guerra (DUL & WEERDMEEESTER, 1995).

Segundo CHAPANIS (1972), a catástrofe aérea nada mais é do que uma das centenas de acidentes que diariamente ocorrem em nossas casas, nas ruas, nas escolas e fábricas, nos mares e nos ares. Importante, é que se trata de uma espécie de acidente que acontece com frequência cada vez maior. Na verdade, é o conflito relativamente novo em nossa civilização: o conflito que põe frente a frente o homem e os mecanismos por ele utilizados.

“Ei-la: a máquina que chamamos de aeronave embaraça seu operador humano, devido à forma e ao modo como foi desenhada, planejada e projetada.” (CHAPANIS, 1972).

Neste contexto, podemos dizer que a Segunda Guerra Mundial contribuiu para o avanço no desenvolvimento de painéis e sistemas de controle, principalmente na aviação.

Conforme HESKETT (1998), a necessidade de reações em frações de segundo por parte dos pilotos de caças estimulou estudos ergonômicos para coordenar controles e instrumentos. O aperfeiçoamento no design de carlingas de aviões contribuiu para o desenvolvimento dos *layouts* de cabines de locomotivas a diesel e elétricas, principalmente as cabines dos chamados “trens-bala”.

O mesmo autor ainda apresenta uma cabine de maquinista (Figura 3) projetada pela Hitachi para a linha de alta velocidade de Tokkaido, da Ferrovia Nacional do Japão (1963). Apresentando assentos estofados, controles simplificados e acessíveis, este tipo de cabine representou uma nova imagem da operação de trens, diferente das locomotivas a vapor, que exigiam um alto grau de destreza física e habilidade adquirida do maquinista e foguista.

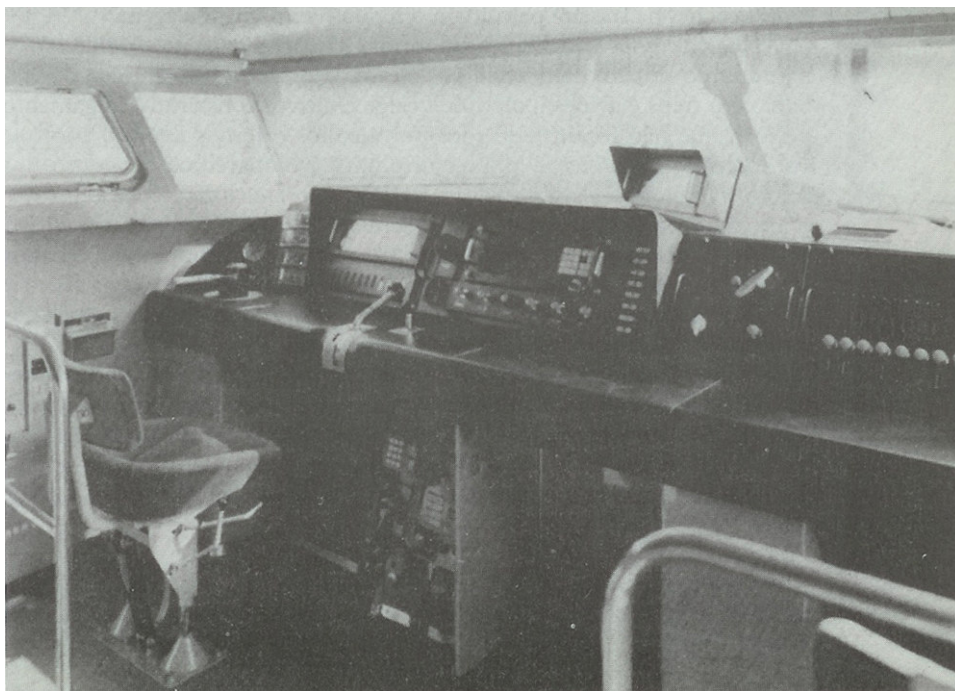


Figura 3 – Cabine do maquinista. (HESKETT, 1998), p.167.

Os avanços da alta tecnologia desenvolvida nos projetos de aviões, submarinos, tanques, etc. foram incorporados ao Fordismo¹ e posteriormente passaram para o uso da sociedade civil, a exemplo dos materiais sintéticos, o motor a jato, as pesquisas na área de eletrônica e de tecnologia da informação.

As pesquisas desenvolvidas durante este período nos painéis de aviões foram de fundamental importância nos projetos de painéis automotivos, principalmente no que diz respeito ao posicionamento, ambientação e hierarquização da informação, como a introdução de marcadores analógicos, displays de informação, etc.

A seguir, apresentam-se as questões que advieram desta fase que foram aplicadas aos painéis automotivos.

¹ Modelo de desenvolvimento dominante dos países de tecnologia avançada que incluía novas formas de produção (em série) e de trabalho, postas em prática pioneiramente nos Estados Unidos, nas décadas de 1910 e 1920, nas fábricas de automóveis do empresário norte-americano Henry Ford.

2.2.

A ergonomia aplicada aos painéis automotivos: analisando o automóvel como um produto

De acordo com RIX & STORK (1999) nos anos 30, a indústria automotiva reconheceu a importância do conforto na posição de dirigir e que este deveria ser o ponto inicial na fabricação dos carros. Com este desenvolvimento do espaço dos passageiros e uso de manequins humanos para seu dimensionamento, a acessibilidade dos pedais, volante e a posição do assento puderam ser mais bem avaliadas, já que pontos mais críticos como acessibilidade dos comandos dos painéis ficaram sem um estudo mais detalhado.

Nos dias de hoje, milhões de pessoas de todo o mundo utilizam automóveis diariamente para se deslocar, seja para chegar ao local de trabalho, para o lazer ou mesmo como local de trabalho. A cada dia, novos modelos são lançados no mercado, agregando novas tecnologias em seu interior, numa velocidade cada vez maior, acirrando a briga dos fabricantes por fatias de mercado e disponibilizando ao usuário alternativas de design.

Para RIX & STORK (1999) a ergonomia interna de um veículo depende da influência de diversos fatores, como:

- Posição, variação e qualidade dos bancos;
- Posição e capacidade de ajuste da coluna de direção (volante);
- Acessibilidade e adaptação ao sistema de câmbio, botões e comandos do painel;
- Posicionamento e acessibilidade dos pedais;
- Espaço para as pernas, interferência do posicionamento do volante (joelhos);
- Espaço, posicionamento e acomodação da cabeça.

Além dos estudos desenvolvidos pela aeronáutica, as competições automobilísticas, representadas por categorias como a Fórmula 1, apresentaram-se como grandes laboratórios para testes de novos produtos tecnológicos que posteriormente podem ser introduzidos em automóveis de passeio. Podem ser citados como exemplo a aplicação de novos materiais como

fibra de carbono, resinas térmicas, ligas de alumínio, e o PVC, que hoje é um dos plásticos mais utilizado, representando de 12 a 15 kg do peso total de um veículo.

O painel dos automóveis, por exemplo, é o espaço onde a oferta de novas tecnologias se faz mais evidente. Novos produtos são agregados, como: telefone, sistemas de localização (*GPS*), *internet*, *DVD*, e muitos outros sistemas, fornecendo ao usuário um grande número de funções. Este incremento de novas tecnologias torna o automóvel um dos produtos mais difíceis de operar e manusear, visto a quantidade de tecnologias agregadas e a disposição da informação no interior do veículo.

Segundo KROEMER & GRANDJEAN (1997), o sistema humano-máquina significa que o ser humano e a máquina têm relações recíprocas um com o outro. No caso dos automóveis, por muitas vezes, não se faz esta reciprocidade na relação, devido à variação no posicionamento dos comandos de um veículo para o outro, o que gera problemas de localização e identificação por parte do usuário.

Para CHAPANIS (1972), o automóvel é um exemplo típico de um verdadeiro sistema humano-máquina. É possível que o automóvel ande por um período considerável de tempo sem motorista, porém para servir a seu propósito básico, como veículo de transporte, a atuação constante de um motorista é indispensável. Neste sistema, o motorista utiliza sua percepção para sentir a manifestação da máquina (automóvel), seja ela visual, como a posição de um ponteiro de um mostrador, auditiva ou tátil. Ao sentir a manifestação, a informação deve ser interpretada e compreendida para se chegar a uma conclusão, por muitas vezes utilizando a capacidade de comparação com experiências passadas, a recordação de normas operacionais ou a analogia entre eventos similares. Esta conclusão pode não ser refletida, assim como o motorista experiente decide quase que inconscientemente parar ou não o carro ao ver um sinal amarelo, ação que faz parte de sua rotina de decisões. Com esta decisão, o motorista normalmente toma uma atitude, pratica uma determinada ação exercendo alguma espécie de controle, numa alavanca, tecla ou pedal que exerce uma influência no comportamento do automóvel, no seu desempenho. Esta mesma relação se estende aos outros sistemas e produtos.

O mesmo autor ainda complementa que, em todas as três categorias de funções descritas (sensorial, mental e de controle), a eficiência, velocidade e precisão do homem são profundamente afetadas pelo planejamento, projeto e desenho dos componentes mecânicos do produto com os quais ele lidará.

Pensando o produto

Segundo JURAN & GRZYNA (1992 apud FIOD NETO et al., 1998), os produtos podem ser classificados em duas concepções:

- Produtos Tradicionais: possuem uma tecnologia de produto basicamente simples, com inovações ocorrendo principalmente no processo produtivo.
- Moderno: possuem uma tecnologia de produto complexa e estão constantemente suscetíveis às inovações.

FIOD NETO et al. (1998) complementam que: “os automóveis, através dos anos, transpuseram a categoria tradicional de produto para a categoria moderna, por anteriormente serem tradicionais em simplicidade e hoje em dia serem modernos em complexidade”. Esta transposição citada se deve ao fato de o automóvel, com o passar dos anos, vir agregando outras funcionalidades além de transporte como, por exemplo, proporcionar entretenimento, comunicação, conforto, segurança a cada passageiro.

Com a evolução destes conceitos durante décadas, é possível observar a transposição de categorias que o automóvel vem sofrendo através da tabela a seguir, que compara as duas categorias de produtos, modernos e tradicionais.

| Aspectos de Produtos | Tradicional | Moderno |
|---|----------------------------|---------------------------|
| Simplicidade | Simple, estático | Complexo, dinâmico |
| Precisão | Baixa | Alta |
| Necessidade de permutabilidade | Limitada | Extensa |
| Consumíveis ou duráveis | Principalmente consumíveis | Principalmente duráveis |
| Compreensão do produto por parte do usuário | Alta | Baixa |
| Importância para saúde, segurança e continuidade da | Raramente importante | Freqüentemente importante |

| | | |
|--------------------------------|------------------------------------|----------------------------|
| vida humana | | |
| Vida de um novo projeto | Longa: décadas até mesmo um século | Curta: menos de uma década |
| Base científica do projeto | Empírica em grande parte | Científica em grande parte |
| Causa comum de falhas de campo | Erros de fabricação | Inconsistência do projeto |

Tabela 1 – Produtos tradicionais versus modernos. JURAN & GRYNA (1992 apud FIOD NETO et al., 1998).

O conceito de durabilidade é um fator que também evoluiu. Os projetos mais recentes vão de encontro à concepção de décadas atrás, em que o veículo era concebido para durar anos, resistindo a impactos e à ação do tempo em detrimento da segurança do usuário em seu interior. A descoberta de novos materiais que se deformam em uma possível colisão diminui o impacto ao absorver energia deste, resguardando o usuário no interior do veículo.

Desta forma, grande parte dos usuários, nos dias de hoje, convive com mais de um veículo, seja no trabalho, na família ou em locações. Esta convivência pode ser conflitante de certa forma, se forem levados em conta os fatores ergonômicos considerados em cada modelo, como por exemplo, a variedade no posicionamento dos comandos do painel, de um modelo para o outro.

2.2.1. A Convergência de tecnologias

Como já observado, o automóvel, assim como o telefone celular nos dias de hoje, pode ser considerado um produto que agrega diversas tecnologias. Um veículo pode possuir sistemas diferentes de áudio e vídeo, através de *CD*, *MD*, *DVD*, videogame, junto com sistemas de comunicação e localização como celular, rastreamento via-satélite e internet, além dos sistemas tradicionais, que envolvem a direção e o funcionamento do veículo.

Grande parte desta tecnologia já está disponível no Brasil, através de parcerias de empresas. Um exemplo deste tipo de parceria está no lançamento do Fiat Stilo Connect, pelas empresas Fiat e Nokia. Esta versão limitada do Stilo acopla o viva-voz do telefone celular ao sistema de alto-falantes internos do veículo. Através do posicionamento de um microfone próximo ao retrovisor

interno, a conversação se faz possível mesmo quando o rádio está ligado, pois este é emudecido instantaneamente.



Figura 4 – Fiat Stilo Connect: convergência de sistemas tecnológicos.

Conforme WIERWILLE et al. (1991), houve uma proliferação de comandos nos últimos anos, resultado de incrementos tecnológicos no campo da segurança, conforto e conveniência.

O número crescente de displays e informações disponíveis nos painéis dos veículos gera um problema de hierarquização da informação e até mesmo de aumento da carga mental na atividade de dirigir. Com o aumento da oferta de comandos, displays e até mesmo de funções de um mesmo comando, o tempo gasto pelo motorista na interpretação destes aumenta, o que, para o ato de dirigir, não é recomendado. Segundo LARICA (2003), “o painel é o retrato de todas as possibilidades de informações e conforto do automóvel”.

Dirigir um veículo exige concentração elevada e reações rápidas do motorista. Isto significa que a informação captada paralelamente ao ato de dirigir deve ser rapidamente reconhecida, compreendida e processada. Mesmo os sistemas mais complexos como ar-condicionado, navegação (*GPS*) ou *internet* devem ser operados por sistemas simples de comando. PREIßNER (2000).

Esta convergência de tecnologias é bem visível nos painéis dos veículos, pois é uma grande “superfície ativa” deste produto, possuindo um alto *feedback* do veículo. Para dispor estas tecnologias no painel, cada fabricante apresenta sua solução de projeto, que, na maioria das vezes, difere dos concorrentes.

2.2.2. Usabilidade nos painéis de automóveis

Segundo CHAPANIS (1972), nos deparamos com um conflito relativamente novo em nossa civilização: o conflito que põe frente a frente o homem e os mecanismos por ele utilizados.

O problema de usabilidade de produtos ocorre no uso de diversos objetos, principalmente no uso do automóvel. Tendo em vista que o ato de dirigir é tão automático, tão experimentado, quase um ato de reflexo, nem precisa de pensamento consciente, um simples acionamento de um comando equivocado pode gerar desconforto ao usuário e graves acidentes, principalmente em altas velocidades, quando o tempo de reação do usuário deve ser o mais breve possível.

Com a disponibilidade de um grande número de modelos de diferentes fabricantes, o aumento do número de carros por família e de locações; o contato do usuário com diversos modelos de veículos é cada vez mais freqüente; usuários estes que têm diferentes níveis de aprendizado, de associações e de tempos de resposta. Esta variação de projeto influi na disposição dos comandos no interior do veículo, tornando o risco de acidentes cada vez mais alto, principalmente, se levarmos em conta a quantidade de dispositivos e de comandos presentes.

Os controles devem ser localizados com base na função, importância e freqüência de uso e devem ser localizados perto de seus displays ou função associada. (QUARESMA, 2004).

Sabendo que grande parte dos motoristas não observa atentamente o manual do veículo antes de dirigir um carro, a variação no posicionamento pode causar constrangimentos ao motorista pelo simples fato de ligar o limpador de pára-brisa, ou mesmo tentar localizar o mostrador do nível de combustível. Quanto mais caro o veículo, mais itens são oferecidos, agregando diversos subsistemas tecnológicos, mesclados a toda a informação básica do veículo.

As obstruções na visualização dos controles também podem prejudicar a dirigibilidade do veículo. Conforme QUARESMA (2004), controles e displays

utilizados durante a condução do veículo podem, em determinadas situações, ser obstruídos por algum outro controle sobreposto, devido à limitação do espaço no interior do veículo, fato este que pode influenciar no desempenho da tarefa dirigir.

PREIßNER (2000) afirma que os designers têm empregado freqüentemente o princípio "quanto mais, melhor", incluindo todo e qualquer tipo de informação julgada relevante ou que possa ser "necessária" no futuro no projeto de sistemas de informação nos veículos. O resultado é a incorporação de muitos dados sem considerar as características do meio ou do usuário.

Os anos setenta foram um dos primeiros momentos em que esta prática do "quanto mais, melhor", citada pelo autor, pôde ser mais bem observada na indústria automobilística, tendo como função simbolizar o avanço tecnológico. Nesta época, foram lançados veículos com uma infindável quantidade de botões e comandos em seus painéis que "convidavam" o usuário a dominar a máquina, a chamada "Síndrome do Concorde".

Outro ponto importante no desenvolvimento de mostradores e displays é a legibilidade oferecida por eles. Este fator diz respeito às características lexicais das informações apresentadas que podem dificultar ou facilitar a leitura por parte do usuário. A preocupação com o tamanho do tipo, espaçamento de caracteres, escala tracejada, brilho, contraste, uso de cores, etc., está intimamente ligada ao fator legibilidade.

Os displays de localização (*GPS*), tecnologia utilizada em muitos veículos nos EUA e Europa, podem ser considerados um ícone moderno do excesso e da má hierarquização da informação. Localizado no centro do painel, os displays, fabricados em *LCD* (Display de Cristal Líquido) possuem ícones semelhantes aos de um computador pessoal e vários níveis de menus de informação, por onde o usuário "navega". Em muitos casos, podemos observar que estes menus se estendem "lateralmente" e "verticalmente", levando o usuário a se perder dentro da própria estrutura de informação do menu.

NOWAKOWISK et al. (2003), ao avaliarem sistemas de navegação disponíveis no mercado, apontaram os seguintes problemas:

- Motoristas que não compreendem a função dos controles;
- Confusão sobre como navegar, utilizando a interface *touch-screen*;
- A dificuldade causada pelo uso do mesmo som de gabarito (*beep*) para todo o tipo de informação comunicada;
- A falta do conhecimento de como entrar com um endereço completo de destino para a rota, enganos para reorganizá-la e encontrar seu começo;
- A presença de textos e mapas muito pequenos não trazendo a informação necessária;
- Presença de comandos de voz mal cronometrados.

Nestes casos, o motorista que não está habituado ao veículo terá dificuldades que só serão verificadas no momento de uso, ou seja, na hora em que o usuário precisar acionar determinados comandos, gerando uma situação insegura para o motorista, durante o ato de dirigir, causando desconforto e ansiedade.

Ao observarmos os problemas apresentados por NOWAKOWISK et al. (2003), podemos transferir parte dos problemas ergonômicos encontrados para nossos automóveis mesmo sem grande aparato tecnológico. Situações como a falta de conhecimento da função que o comando exerce sobre o veículo, problemas no design do comando (que deve induzir o modo de acionamento ao usuário), na hierarquização da informação, na visualização dos instrumentos de leitura, seja pelo tamanho das informações disponíveis, pelo contraste ou pela iluminação são freqüentemente encontrados nos veículos nacionais.

RIX et al. (1999) afirmam que ambos os aspectos, análise do campo visual e acessibilidade devem ser tratados juntos nas etapas de projeto, fazendo parte da segurança ativa e passiva, que influem no processo de desenvolvimento de um novo carro.

Para tanto, é fundamental a observância de normas e recomendações que devem nortear tais projetos, de natureza tão complexa.

2.2.3. Normas e recomendações no desenvolvimento de painéis automotivos

Como já exposto, os anos 40 e 50 são freqüentemente chamados de “a era dos comandos e marcadores” na ergonomia, devido à grande quantidade de pesquisas desenvolvidas sobre o assunto. Muitas das recomendações existentes sobre comandos e displays são frutos da pesquisa desenvolvida pela indústria militar, que estabeleceu diretrizes de design.

Para o desenvolvimento de qualquer produto, deve-se sempre respeitar normas internacionais e governamentais da localidade para onde este será encaminhado. Desde a década de noventa, as indústrias vêm sofrendo grandes pressões do processo de globalização, relacionadas à competição, e têm desenvolvido inúmeras alianças produtivas de cooperação que estão a cada dia aumentando o grau de padronização regional.

No caso do Brasil, a produção de automóveis e de seus componentes é condicionada às normas que regem o transporte de cargas e passageiros, respeitando normas do Código de Trânsito Brasileiro (CTB) e do Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN), além das Convenções Internacionais, normas SAE e ISO. A Convenção de Viena sobre circulação de automóveis, formulada pelas Nações Unidas em 1968, vigora até hoje.

KROEMER et al. (1994) ressaltam que grande parte das recomendações existentes para a seleção e arranjos dos controles e de mostradores é puramente empírica, pois se aplica aos dispositivos existentes e aos estereótipos ocidentais. Quaisquer leis gerais são conhecidas como reflexo da percepção humana, do processo decisório ou do princípio motor que guia a ergonomia de controle e displays.

O desenvolvimento de um painel automotivo é um dos pontos mais complexos no projeto de um automóvel pela presença de vários dispositivos eletrônicos com diversos pré-requisitos e normas específicas de produção e por ser a maior superfície ativa de contato com o usuário na troca de informações.

Para CHAPANIS (1972), os princípios gerais para o planejamento de painéis são:

1. Visão à distância: Importante para se determinar sua área de exposição, cor e iluminação.
2. Iluminação: Escolha da iluminação interna ou de fonte externa. A intensidade da iluminação (demanda de alta ou baixa intensidade de luz) e o uso de cores, etc. são fatores que influenciam a escolha do tipo, dimensão e cor do painel visual.
3. Ângulo ideal de visão: Em geral os painéis visuais possuem uma melhor legibilidade quando estão em posição perpendicular à linha direta de visão.
4. O efeito de conjunto dos painéis: Os painéis visuais raramente aparecem isoladamente, estão sempre em conjunto com outros painéis. O projetista deve se certificar de que o usuário tenha facilidade na identificação de um painel em particular e que a informação seja apresentada compativelmente em todos os painéis.
5. Compatibilidade com os controles em anexo: Quando os painéis necessitam ser utilizados em conjunto com controles, o painel adequado será aquele mais influenciado pelo tipo de ação de controle exercido pelo operador, pela proximidade. O painel deve ser idealizado para que um operador, com pouco ou nenhum treinamento, encontre seus controles prontamente, extraia a informação de que necessita e execute o movimento de controle com o mínimo de tempo e de erros.
6. Condições ambientais gerais: O sistema homem-máquina não opera isoladamente, funciona em diversos tipos de ambientes. Quando utilizados em condições adversas, os painéis devem ser planejados levando em conta esse importante fator.
7. O tipo de operador: Os painéis devem ser planejados para os tipos de pessoas que os utilizarão. Deve-se levar em conta a quantidade de informação disponibilizada nos painéis para as diferentes faixas etárias.

SANDERS & McCORMICK apud KROEMER et al. (1994) distinguem as seguintes ações de controles:

- Acionar ou desligar o equipamento;
- Fazer um “ajuste discreto” como por exemplo, trocar o canal de um aparelho de televisão;

- Fazer um “ajuste quantitativo”, como selecionar uma temperatura em um termostato;
- Aplicar um “controle contínuo”, como no caso de dirigir um automóvel;
- Incorporar dados, como o uso de um teclado de computador.

De acordo com GREEN (1993), o uso de símbolos ao invés de textos na legenda dos comandos é importante para produtos que são comercializados internacionalmente, onde as barreiras da língua local podem dificultar o entendimento e para o uso em automóveis, cujo painel possui espaço limitado. Ainda segundo o autor, diversos estudos também mostraram que os símbolos são ao menos duas vezes mais legíveis do que seus equivalentes em texto. OLSON (1993) complementa que bons símbolos podem despertar o senso intuitivo do usuário, facilitando seu aprendizado e reconhecimento.

Segundo SANTOS & ZAMBERLAN (1992), no aprendizado da direção de um veículo, as fixações do olhar estão nas imediações do mesmo e são numerosas. Mais tarde, o bom condutor fixará os pontos de observação da rua mais longe do veículo. Em geral, a aprendizagem modifica a exploração visual no sentido de: uma maior sistematização, uma maior seletividade. No que se concerne à concepção, deve-se favorecer a procura da informação pela sua disposição e pelo reagrupamento de parâmetros.

PREIßNER (2000) também ressalta que muitos símbolos estabelecidos em uma região podem ser interpretados diferentemente em outra, com cultura diferente. O autor cita como exemplo o símbolo do relógio analógico que significa “tempo” na Europa e na Ásia, é utilizado para “morte”.

Para normatizar desde a legenda dos comandos ao projeto do exterior do veículo, existem inúmeras normas de produção, como as relacionadas ao painel e aos comandos e mostradores ali presentes, tais quais as normas SAE série J, relacionadas ao interior do veículo, painel, comandos, assentos, campo de visão, etc. Dentre as mais importantes, podemos citar as normas:

- SAE J1100 – uma das normas mais importantes no projeto de veículos, pois abordando os procedimentos padrão para as dimensões do veículo, define conceitos como altura dos assentos,

pontos de referência de projeto, de visão, posicionamento dos pedais, volante, posicionamento dos ocupantes, etc.

- SAE J903 – se refere aos tipos de limpadores de pára-brisa, área de ação, ângulo de “ataque” das palhetas, tipos de movimentação dos braços também se refere ao posicionamento dos seus comandos no painel.
- SAE J287 – aponta os limites de alcance para o motorista dos controles manuais do veículo.
- SAE J2402 – estabelece os símbolos utilizados na legenda dos comandos, sejam do cluster de direção ou do painel, definindo cores e dimensões destes. Define também o termo símbolo (*symbol*) como uma figura visual, utilizada para transmitir informação independente da língua, idioma, através de desenho e o termo luz-espia ou piloto (*tell-tale*), como um display que indica a condição de um dispositivo, seu funcionamento, atuação (correta ou não), indicado através de um sistema de emissão de luz.
- SAE J1138 – normas para os controles secundários dos automóveis.
- SAE J2388 – norma de grande importância que define o conceito de controle secundário no veículo aponta quais são e recomenda como devem ser feita a instalação, recolocação e modificação destes comandos.
- SAE J678 – relacionada aos velocímetros e tacômetros (contagens).
- SAE J1139 – norma que aborda os controles manuais do interior do veículo, listando os tipos existentes e o sentido de movimento de cada um. Apresenta considerações importantes no projeto e na disposição dos controles no veículo.
- SAE J941 – não está diretamente ligada ao projeto de painel automotivo, porém é referência de grande parte das normas relacionadas, pois lida com o campo de visão do motorista dentro e fora do veículo.

Ainda podemos destacar as normas ISO:

- ISO 2575 – aborda os símbolos dos controles, indicadores e luzes-espia, é referência para a norma SAE J2402;
- ISO 15008 – especificações para otimizar a leitura e compreensão de displays de conteúdo dinâmico, como tacômetros e mostradores de combustível digitais.

Observando o Código de Trânsito Brasileiro (1998), podemos destacar:

1. O Art. 27 recomenda que o condutor verifique todos os equipamentos e seu funcionamento antes de colocar o veículo em movimento;
2. O Art. 40 determina o uso da iluminação do veículo;
3. O Art.105 lista os equipamentos obrigatórios do veículo, assim como o Capítulo III do Código de Viena e no Capítulo V da Regulamentação Básica Unificada de Trânsito (Tratado entre Brasil, Argentina, Bolívia, Chile, Paraguai, Peru e Uruguai), assinado em 1992 pelo então Presidente Itamar Franco, que é baseado no Tratado de Montevidéu 1980.

2.3.

Variações de comandos e mostradores de painéis automotivos

Neste tópico, serão apresentados alguns tipos de comandos e mostradores mais encontrados nos painéis de veículos.

A Norma SAE J1139 é um conjunto de normas que tratam do sentido de movimento dos controles internos dos veículos, normas que foram implementadas pela primeira vez em 1977 e revisadas em 1994 e 1999.

Segundo WIERWILLE & McFARLANE (1993), compreender a direção do movimento do usuário no projeto de comandos é de grande importância para que a taxa de erros de acionamento pelo motorista seja minimizada. Para os autores quando um controle automotivo necessita ser ativado pela primeira vez, o motorista normalmente tende a movê-lo na direção que lhe parece mais provável para obter o resultado desejado.

Para WIERWILLE (1993), as tarefas primárias podem ser definidas como as desenvolvidas sem que o motorista precise movimentar a cabeça para observá-las, como o movimento direcional lateral ao esterçar o volante e longitudinal, ao acionar os pedais. Todos os outros displays e controles restantes no interior do veículo podem ser considerados como subsidiários ou secundários.

Desta forma, a norma SAE J1139 afirma que motoristas desenvolvem expectativas a respeito do movimento operacional de vários tipos de comandos, através de experiências acumuladas anteriormente no contato com controles automotivos e não automotivos. A partir deste princípio, a Norma J1139 apresenta recomendações para o posicionamento de controles secundários, encontrados no interior de veículos de acordo com o sentido de movimento de cada um, recomendações estas importantes para o design de cada controle que nem sempre são seguidas pelos fabricantes. São listados posicionamentos adequados para os comandos do tipo *thumb wheel*, comandos do tipo alavanca, de deslizamento linear, botões giratórios, de pressão e do tipo interruptor.

O termo *thumb wheel* pode ser interpretado como disco ou roda de acionamento manual. Este tipo de comando é muito encontrado nos painéis de veículos, principalmente relacionado à iluminação como o acionamento e regulagem de altura e intensidade do fecho do farol. Para este comando, a J1139 recomenda que: quando posicionado na horizontal, seu acionamento seja sempre para frente ou para a direita; na vertical (frontal ao motorista), seu acionamento deve ser sempre no movimento para cima e para a direita e quando posicionado na vertical (lateralmente ao motorista) seu acionamento deve ser somente para cima.

Na Figura 5, podemos observar dois exemplos da aplicação do comando tipo *thumb wheel*. À esquerda, em um Astra Sunny (2002), o comando atua como reostato da iluminação do cluster e na regulagem da altura do fecho do farol em 4 níveis. Já à direita, em um Mercedes Classe A 160 (2003), o comando exerce a função de abrir/fechar os difusores de ar do painel central.

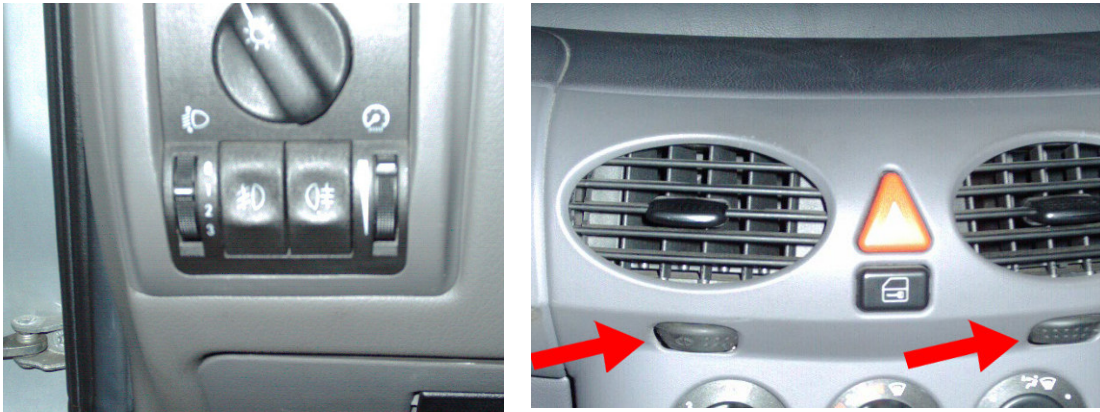


Figura 5 – Comandos do tipo *thumb wheel*.

Comandos do tipo alavanca não são comuns no interior dos veículos mais modernos, a salvo versões de competição. Na Figura 6, podemos observar, à esquerda, a aplicação deste tipo de comando no Monza para o acionamento liga/desliga do desembaçador do vidro traseiro e, à direita nos satélites do painel do Uno S 1985, desempenhando as funções de acionamento de lanterna/farol e limpadores de pára-brisa. Em ambos os casos, o acionamento se dá ao empurrar a alavanca para cima.



Figura 6 – Exemplo de comando do tipo alavanca, à esquerda no painel do Monza (MANUAL DO PROPRIETÁRIO DO MONZA, 1984) e à direita, do Uno.

Os comandos de deslizamento linear costumam ser utilizados no painel de controle da ventilação interna do veículo. O sentido de movimento mais indicado é: quando na horizontal sempre da esquerda para direita ou para frente; na vertical, frontal, sempre para cima ou para a direita e na vertical, lateral ao motorista, para cima.

A Figura 7 apresenta exemplos de comandos de deslizamento lateral, localizado no painel central do Toyota Corolla XLi 2003 (à esquerda), e no Fiat Uno 1992, em ambos os casos atuando no sistema de ventilação interna do veículo.



Figura 7 – Comandos de deslizamento lateral.

Dentre todos os comandos, um dos mais encontrados nos painéis de veículos é o do tipo botão giratório. Normalmente, é utilizado para funções que necessitam de graduação de intensidade, como farol e ventilação. A recomendação da SAE J1139 é para que o sentido de acionamento seja sempre o horário. A Chevrolet e a Volkswagen têm por tradição utilizar na maioria de seus veículos comandos de botão giratório para o acionamento de lanternas e faróis. Na Figura 8, podemos observar, à esquerda, o painel remodelado do Gol modelo 2006 com o controle dos faróis através de um botão situado à esquerda do painel; à direita, o mesmo tipo de controle e de aplicação, porém num Chevrolet Zafira 2006.



Figura 8 – Comandos do tipo botão giratório.

Outro tipo de comando muito freqüente nos painéis de veículos é o acionado por pressão, através dos movimentos de puxar e empurrar, normalmente utilizado no centro do painel para sistemas de som, pisca alerta, controles de ventilação interna, etc. De acordo com a SAE J1139, quando este tipo controle for acionado, ele deve ser movido ou se mover (se dotado de sistema de molas internas) no sentido contrário ao da superfície onde estiver localizado.

A Figura 9 apresenta dois exemplos de comandos do tipo botão de pressão: à esquerda, o comando que aciona a luz do salão do Astra Sunny 2002, acionada ao puxar o botão giratório; à direita, o comando do pisca alerta do Uno Mille Fire 2005, que ao ser pressionado, salta na direção contrária à superfície em que está localizado (parte superior da coluna de direção).

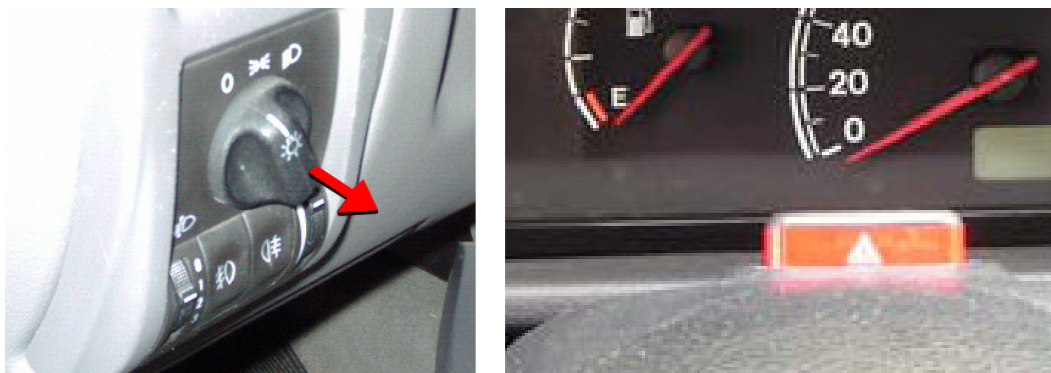


Figura 9 - Comandos do tipo botão de pressão.

Por último, temos os controles do tipo interruptor que são muito utilizados para acionamento de vidros e espelhos elétricos e iluminação em geral, liga/desliga. Para os interruptores, a SAE recomenda: quando posicionados na horizontal, perpendicular ao motorista, o acionamento deve ser sempre na parte do botão mais distante deste, e quando paralelo ao motorista deve ser acionado pela parte direita do botão. Apresentado na vertical, o acionamento deve ser sempre pela parte superior ou direita do botão. Detalhe que, quando projetados em um plano inclinado preso a uma superfície localizada à lateral do motorista, estes comandos não devem estar transversalmente apresentados ao motorista, somente na posição perpendicular.

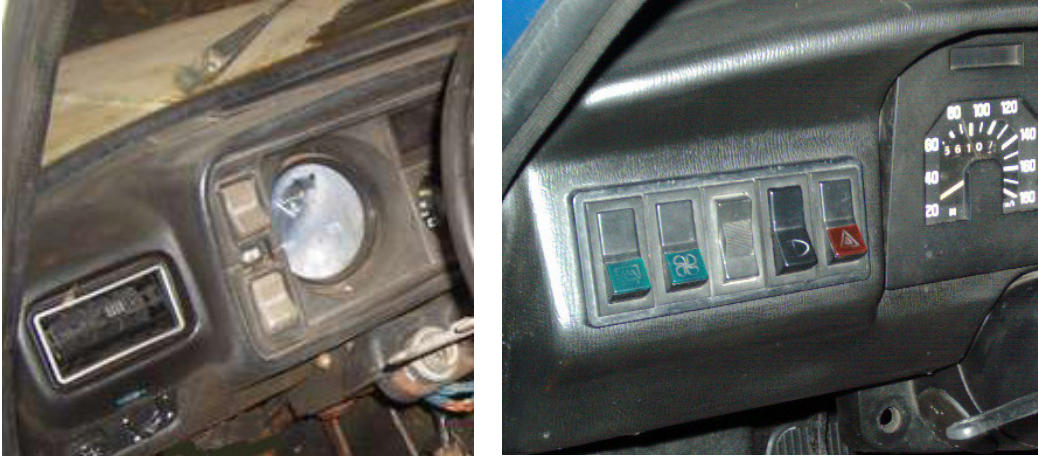
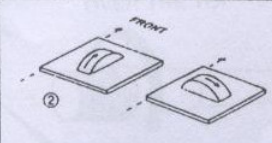
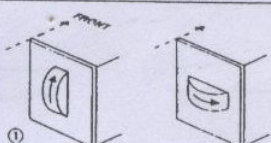
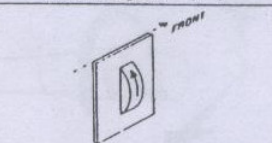
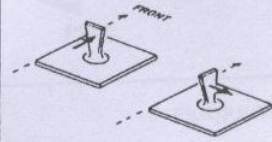
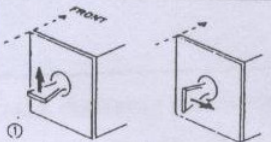
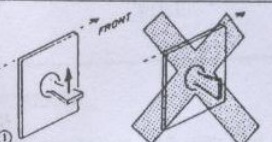
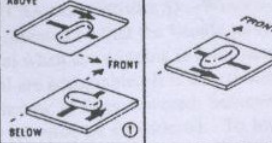
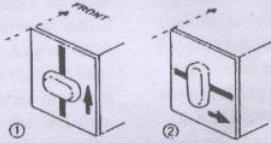
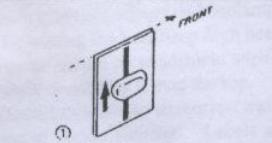
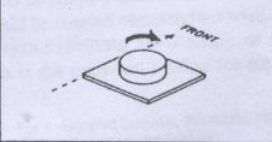
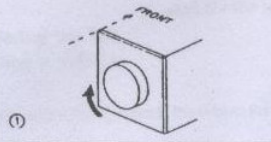
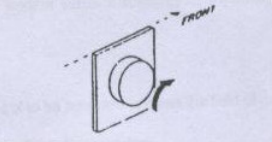
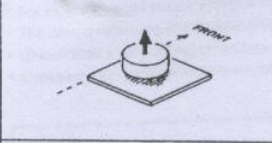
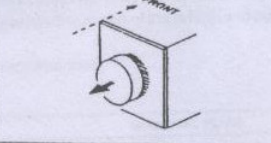
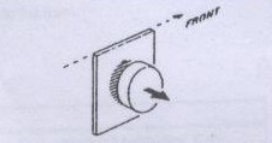
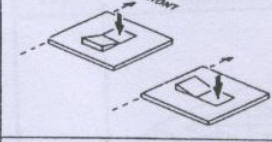
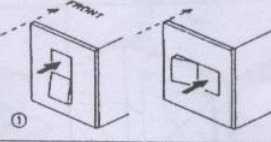
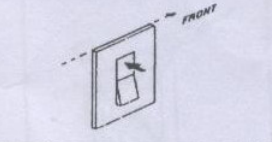
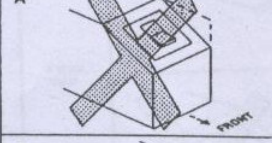
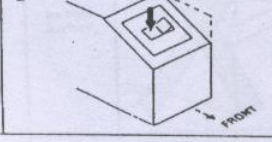
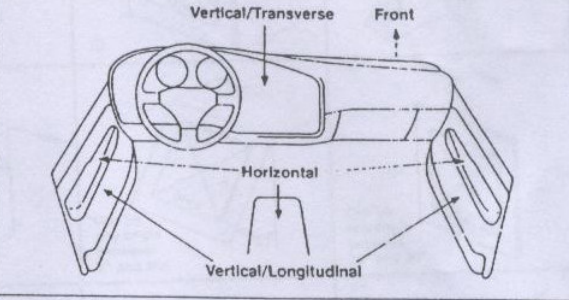


Figura 10 – Comandos do tipo interruptor: Lada Laika e Fiat 147.

Nem sempre, encontramos os comandos do tipo interruptores dentro das recomendações propostas pela SAE. Na figura10, temos o painel do Lada Laika, à esquerda, que apresenta comandos do tipo interruptor para o acionamento de faróis e lanternas no sentido não recomendado. A Fiat 147, em 1979, apresentava interruptores para ventilação, desembaçador, pisca-alerta e faróis também no sentido de acionamento contrário às normas da SAE.

| CONTROL TYPE | MOUNTING PLANE | | |
|--------------------|--|--|--|
| | Horizontal (X-Y) | Vertical/Transverse (Y-Z) | Vertical/Longitudinal (X-Z) |
| THUMB WHEEL |  |  |  |
| TOGGLES AND LEVERS |  |  |  |
| LINEAR SLIDE |  |  |  |
| ROTARY KNOB |  |  |  |
| PUSH/PULL |  |  |  |
| ROCKER SWITCHES |  |  |  |
| Inclined Downward |   |  | |

As setas sólidas indicam a direção do movimento para ligar ou aumentar.

1- indica um forte sentido acionamento

2 – significa um forte sentido de acionamento quando posicionado à direita do volante em um veículo onde o motorista se posiciona do lado esquerdo.

Tabela 2 – Controles de liga/desliga ou gradação (SAE J1139).

As alavancas comutadoras também possuem recomendações de direção do movimento, como para ligar ou aumentar, para cima, para frente, direita, puxar/empurrar e girar a parte superior.

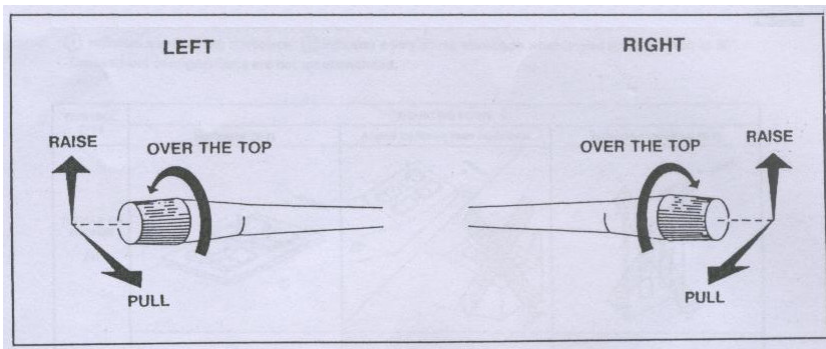


Figura 11 – Alavancas: controles de liga/desliga ou gradação (SAE J1139).

Os controles dos vidros elétricos do tipo interruptores possuem um destaque especial na Norma, devido ao seu uso freqüente. São utilizadas as mesmas recomendações já descritas, aplicadas também à porta dianteira esquerda dos veículos quatro portas, que normalmente apresentam um conjunto de quatro interruptores para os quatro principais vidros laterais.

| CONTROL TYPE | MOUNTING PLANE | | |
|-------------------------|------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| | Horizontal (X-Y) | Angled Up/Down from Horizontal | Vertical/Longitudinal (X-Z) |
| TOGGLE OR ROCKER 2x2 | | | |
| 1x4 | | | |
| PUSH/PULL | | | |

*Any angle from 0° to 45°

As setas sólidas indicam a direção do movimento para abaixar o vidro esquerdo dianteiro do veículo. A linha pontilhada de referência está paralela ao chassi do veículo e aponta para frente deste. 1 – indica um forte sentido acionamento. 2 – significa um forte sentido de acionamento quando em ângulo acima de 60°.

Tabela 3 – Controles do tipo interruptor para vidros elétricos (SAE J1139).

Este tipo de recomendação não é seguido à risca pelos instaladores de vidros elétricos de autopeças que, normalmente, posicionam os comandos nos locais, que exigem menos esforço de instalação. Nem sempre, os veículos de fábrica apresentam o posicionamento adequado destes comandos como a linha Gol/Voyage/Parati de 1989 a 1992 (Figura 12). Esta linha trazia os comandos presos à porta, dispostos lateralmente em relação ao motorista, exigindo a rotação no sentido anti-horário do punho para o acionamento com o polegar esquerdo ou o uso do indicador da mão direita.



Figura 12 – Comandos dos vidros elétricos: Gol GTi 1989, à esquerda, e Parati GLS 1992.

Ainda em 1995 na reestilização do Gol GTi, com a carroceria apelidada de “bolinha”, os controles dos vidros elétricos continuaram na mesma angulação em relação ao motorista, só mudaram para perto da alavanca de abertura de porta. Já a Fiat, também apresentou modelos com difícil acesso aos comandos dos vidros elétricos como o disponibilizado na linha Uno/Elba/Prêmio em 1988, também embutidos no painel da porta, perpendicular ao motorista (Figura 13).



Figura 13 – Comandos de vidros elétricos: Gol GTi 1994, à esquerda (QUATRO RODAS, 1994) e Prêmio (QUATRO RODAS, 1998).

Os comandos de retrovisores elétricos também estão descritos na SAE J1139, que determina seu posicionamento, quando disponibilizado, o botão do tipo *joystick* ou o botão do tipo direcional (*4-way pad*), que seguem as mesmas determinações dos controles interruptores, a salvo o *joystick* que pode ser posicionado lateralmente ao motorista na vertical.

2.3.1. Indicadores mecânicos e eletrônicos

Segundo OLSON (1993), alguns autores estimam que 90% ou mais das informações essenciais para o controle de um veículo são adquiridas por meio da visão.

Existem diversas formas pelas quais as máquinas podem apresentar informações aos operadores humanos, como luzes, impressão de páginas-dados, mostradores dos mais variados tipos, etc. (CHAPANIS, 1972).

Para BEDOLLO et al. (2004), desde o surgimento da instrumentação automotiva até os tempos atuais, foram desenvolvidas diversas alternativas para indicar informações ao usuário, tais como indicadores de ponteiro fixo e escala móvel, indicadores de barra entre outros, prevalecendo o indicador de formato circular com ponteiro concêntrico a escala.

De acordo com CHAPANIS (1972), os indicadores visuais devem ser projetados com base em sua utilização, geralmente servindo para uma das quatro funções a seguir:

- Leitura quantitativa: proporcionar leituras exatas numéricas quantitativas.
- Leitura de conferência: proporcionar uma leitura de um quadro em evolução, não necessitando de algarismos e nem de uma informação exata. Os mostradores desenhados para este tipo de finalidade geralmente são menos complexos.
- Condução de informações: são indicadores que manifestam uma informação transmitida pelo usuário à máquina, como a regulação de um termostato ou um despertador, para que este seja acionado no momento certo.
- Orientação: indicadores que possam orientar um movimento ou rota.

Ao observar a classificação descrita pelo autor, podemos classificar os mostradores contidos no cluster de direção dos automóveis. O Velocímetro e o tacômetro podem ser considerados indicadores de leitura quantitativa, onde se necessita de uma informação precisa e pontual da velocidade e das rotações por minuto que o veículo está desempenhando. Os mostradores do nível de combustível no tanque (amperímetro, *hallmeter*, voltímetros, manômetro do óleo, quando presentes) e o marcador do nível de temperatura do líquido de arrefecimento do motor podem ser classificados como instrumentos de leitura de conferência. Estes mostradores possuem certo campo de segurança, gerado por uma faixa de controle na qual o usuário não necessita saber quantitativamente, e sim avaliar se a informação está ou não correta para o pleno desenvolvimento do sistema. Como exemplo, podemos citar a irrelevância, para um motorista, de saber se o motor de seu carro está trabalhando a 65°C ou a 75°C.

CHAPANIS (1972) ressalta que é difícil elaborar quaisquer conjuntos de recomendações para o planejamento de marcas nas escalas, devido ao grande número de fatores envolvidos na questão, como iluminação, distância de leitura e números de marcas na graduação.

A escolha do tipo de mostrador a ser utilizado deve ser baseada na informação que se deseja obter. Um contador como o utilizado em odômetros, por exemplo, não pode ser lido quando a mudança de seus algarismos ocorre muito rapidamente, logo o uso do ponteiro móvel pode facilitar esta leitura, como no caso do velocímetro. Na década de 90 houve uma espécie de febre por velocímetros digitais, inclusive no Brasil após o lançamento do Monza Classic, que continha este dispositivo, prevalecendo em alguns modelos de alto luxo até 1996, como no Omega CD.

CHAPANIS (1972) destaca que o uso do indicador de ponteiro móvel é o melhor para orientação pela facilidade de controle dos movimentos do ponteiro e pela simplicidade em estabelecer o relacionamento entre este movimento e o controle com que ele se vincula.

Concordando com o autor, foi observado que depois da novidade momentânea na época, o velocímetro digital não tem sido muito disponibilizado nos veículos de luxo, ao menos no Brasil, com exceção de alguns modelos como o Citroën C3 e o Xsara Picasso. Isto ocorreu devido a estudos que ressaltaram a dificuldade de leitura pela falta de percepção do movimento do ponteiro,

principalmente de seu centro que é o ponto de referência para a leitura até o valor na escala numerada. Atualmente, boa parte dos velocímetros digitais não é produzida na forma de contador digital e sim como um display único que disponibiliza o mostrador na forma de ponteiro concêntrico, porém digital.

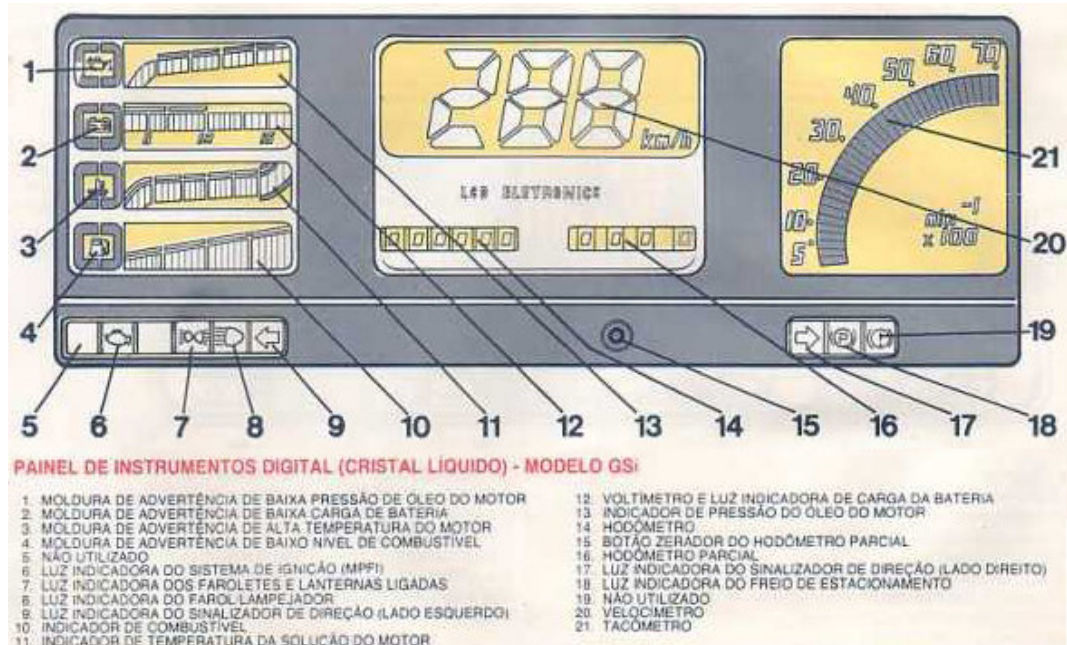


Figura 14 – Cluster com odômetro digital do Kadett GSi. (MANUAL DO PROPRIETÁRIO DO KADETT/IPANEMA, 1992)

Conforme BEDOLLO et al. (2004) para a melhor integração de displays e mostradores analógicos, foram necessários desenvolvimentos de novas soluções que permitissem a utilização conjunta das duas tecnologias de uma forma mais ergonômica, como o posicionamento de displays digitais na mesma área do mostrador analógico.

O desenho de mostradores e escalas, segundo CHAPANIS (1972), deve seguir as seguintes regras gerais:

1. Uma escala deve ser desenhada de modo que o operador possa ler a informação com a precisão de que necessita.
2. Uma escala deve ser a mais simples possível, para responder as necessidades do operador, não fornecendo mais informações do que se é desejado.
3. Uma escala deve proporcionar informações sob forma prática e para uso e aplicação imediatos. O operador não deve ser obrigado a fazer conversões mentais dos valores indicados, para os valores que realmente precisa.

4. As escalas destinadas à leitura quantitativa devem ser planejadas de forma que o operador não precise inserir marcos ou graus intermediários para facilitar sua leitura.

Para o autor, o sistema de numeração e os tipos de graduação (larga, estreita e intermediária) utilizados nas escalas interferem, indubitavelmente, na velocidade das leituras.

2.4. Conclusão do capítulo

Neste capítulo, foram apresentadas algumas questões relevantes sobre segurança no uso e no projeto de painéis automotivos. Observando o desenvolvimento dos painéis de comando de aviões durante a Segunda Guerra Mundial, foi possível traçar um paralelo com a realidade atual dos painéis automotivos e entender como o modo de disposição da informação é importante para a otimização do sistema humano-máquina. A questão da convergência de tecnologias está cada vez mais presente no interior dos automóveis, principalmente no painel, que é uma grande interface do veículo com o usuário.

A observância de normas e recomendações de projeto das agências reguladoras também é importante para o desenvolvimento do projeto, tendo em vista o mercado atual globalizado, onde o mesmo veículo pode ser vendido para mais de dez países de culturas, hábitos e tradições diferentes. Tal fato também se aplica ao desenvolvimento de controles e mostradores do interior do veículo, para que o usuário possa desempenhar a tarefa da melhor forma, minimizando as interpretações e acionamentos equivocados.

No projeto de um painel de automóvel, deve-se levar em consideração a quantidade de tecnologias incorporadas neste produto, e como faremos para que as informações sejam selecionadas e apresentadas de forma a facilitar a tarefa de dirigir. Questões de usabilidade, como: funcionalidade, hierarquização da informação, acessibilidade e localização devem ser estudadas a fundo, principalmente pelo público alvo, possuidor de experiências anteriores diferentes. A informação agregada ao veículo deve ser de fácil depuração por parte do usuário, a fim de reduzir o tempo de reação e as chances de incidentes e acidentes.