

02.

Ergodesign: Análise visual do comportamento de entrada e saída de automóveis por condutores seniores

Ergodesign: Visual analysis of entry (ingress) and exit (egress) car behaviour by senior drivers

Susana C. F. Fernandes
Universidade de Aveiro (UA)
scff@ua.pt

J. L. Esteves
Faculdade de Engenharia da
Universidade do Porto (FEUP)
jesteves@fe.up.pt

Ricardo Simões
Instituto Politécnico do Cávado
e do Ave (IPCA)
rsimoes@ipca.pt

João Nunes Sampaio
Universidade de Aveiro (UA)
joao.sampaio@ua.pt

O processo natural de envelhecimento induz a limitações físicas, pretendendo-se com este artigo analisar o comportamento dos condutores seniores e pré-seniores durante a entrada e a saída de automóveis. O objetivo é identificar as partes do interior do automóvel que devem ser alteradas, ou ajustadas, à condição física destes condutores para facilitar a referida função executiva de entrada. O processo metodológico tem por base estudos visuais com recurso a fotografia e vídeo, com análises comportamentais dos utilizadores seniores em novos modelos automóveis, não antes experienciados por estes, obtidos durante quatro dias no Salão Automóvel de Genebra, em março 2016.

Com este estudo visual, pretendemos disponibilizar informações úteis relacionadas com os dispositivos e adaptações atuais aplicados ao sector automóvel, para tornar o design mais inclusivo e potenciar processos de design universal em futuros veículos.

Este estudo permitiu concluir que modelos automóveis mais recentes, continuam a não disponibilizar soluções de design totalmente amigáveis e ajustadas às limitações físicas dos condutores seniores, em particular durante o processo de entrada e saída dos veículos. A partir desta investigação identificamos os tipos de automóveis que melhor minimizam esta problemática.

Palavras-chave Design; Ergodesign; Condutores seniores; Entrada e saída de automóveis; Movimentos de acessibilidade automóvel

The natural aging process induces physical limitations, intending with this article analyze the behavior of senior and pre-senior drivers during ingress and egress of cars. The goal is to identify the parts of the interior of the car that should be changed or adjusted to the physical condition of these drivers to facilitate the executive function of getting in and out.

The methodological process is based on visual studies using photography and video, with behavioral analysis of senior users in new car models, not before experienced by those, obtained over four days at the Geneva Motor Show in March 2016.

With this visual study, we aim to provide useful information related to the current devices and adaptations applied to the automobile, to achieve inclusive design and enhance universal design processes in future vehicles.

This study concluded that newer car models, are still not fully available friendly design solutions and adjusted to the physical limitations of senior drivers, particularly during the process of entry (ingress) and exit (egress) of vehicles.

From this research we identified which car types are the best to reduce this problem.

Keywords Design; Ergodesign; Senior drivers; Getting in and out of cars; Automobile accessibility movement

1. Introdução

Muitos condutores seniores começam a apresentar limitações físicas, muito antes de perderem as suas capacidades para a condução automóvel. A diminuição da flexibilidade, por exemplo, leva a que alguns indivíduos experimentem um desafio acrescido, como entrar e sair de veículos (CLARKE, 2014).

O Centro Nacional de Prevenção e Controle de Lesões dos Centros de Controle e Prevenção de Doenças em Atlanta estimam que, anualmente, só nos Estados Unidos da América (USA), 37.000 seniores sofrem lesões a entrar ou a sair de veículos, sendo que 40% dessas lesões são devidas a quedas. As pessoas a partir dos 65 anos apresentam 10 vezes maior probabilidade de serem hospitalizadas por lesões ocorridas na entrada e saída de automóveis do que pessoas mais jovens, sendo que as mulheres são significativamente mais propensas a serem hospitalizadas. Mais do dobro da probabilidade de lesão ocorre durante a saída dos veículos (HARDING, 2008).

Considerando que a população sénior está a aumentar a nível mundial (ONU, 2015) e que existe um elevado número de condutores mais velhos habilitados para conduzir (SHERGOLD & HUBERS, 2015), melhorar a experiência na entrada e na saída do automóvel é um desafio para designers e engenheiros através da exploração de soluções que melhorem o design automóvel, ajustando-o às limitações decorrentes do processo natural de envelhecimento dos seus utilizadores.

A entrada e saída de um automóvel é uma experiência complexa, multissensorial, e que envolve a coordenação, o equilíbrio e o movimento corporal. Este movimento somático é realizado, habitualmente, sem premeditação, em que o corpo através da experiência acaba por adaptar-se à evolvente e forma do automóvel (GISH & VRKLJAN, 2016). Todavia, mudanças físicas associadas ao envelhecimento tornam esta tarefa difícil e, por vezes, dolorosa para alguns condutores.

A indústria automóvel dá particular atenção às estratégias do movimento humano. Estudos da especialidade relacionados com as estratégias do movimento de entrada/saída, ANDREONI et al., (1997) que identificaram três estratégias de entrada no automóvel e uma estratégia de saída comum; KAWACHI et al., (2005) e LEMPEREUR et al., (2006) que identificaram duas estratégias de entrada, PUDLO et al., (2009a) que identificaram três estratégias de entrada e AIT EL MENCEUR et al., (2008b) que identificaram cinco estratégias de entrada e três estratégias de saída, neste caso por processo de observação através de um estudo mais amplo que envolveu indivíduos jovens e idosos com ou sem próteses. Neste estudo visual, a experiência incluiu ainda quatro veículos que cobrem uma vasta gama de veículos presentes no mercado, com o propósito de melhorar as simulações de movimentos ligados à acessibilidade do automóvel.

O estudo constituiu um primeiro passo para melhor entender o movimento tridimensional complexo envolvido na entrada/saída dos automóveis. No entanto, os resultados dos procedimentos de observação qualitativos são por si imprecisos e, portanto, só servem para satisfazer os requisitos mínimos de simulação do movimento humano, não sendo possível extrair características cinemáticas precisas a partir destes estudos.

A simulação computacional do movimento humano requer dados cinemáticos quantitativos precisos (por exemplo, para definir os limites do movimento, sobre os ângulos articulares significativos do movimento de entrada/saída) e a indústria automóvel recorre frequentemente à simulação computacional para avaliar os requisitos de entrada/saída dos automóveis, para assim testar a acessibilidade dos novos modelos. As estratégias de movimento adoptadas em simulador são restritas, não abrangendo o universo de possíveis utilizadores.

Apesar da crescente preocupação de inclusão dos seniores nos estudos em simulador (AIT EL MENCEUR et al., 2009), o design automóvel não reflecte soluções de design integralmente ajustadas às limitações de entrada/saída da população sénior; e várias razões explicam este facto: a construção de protótipos não reutilizáveis de elevado custo; a diversidade de utilizadores; e a análise de vários dados que geram custos significativos. Além disso, esta etapa de avaliação é realizada no final do processo de concepção e a correcção dos protótipos nem sempre é possível (VERRIEST, 2000). Neste contexto, os fabricantes apostam na análise na fase a montante, no processo de concepção, com menores custos de produção e atrasos (HANSON et al., 2006), com recurso a manequins numéricos que oferecem modelos virtuais do operador humano com as interfaces físicas e o meio ambiente (WANG, 2003).

Como metodologia é recomendado o uso de captura de movimento com sistemas optoelectrónicos com marcadores passivos para medir o movimento de acessibilidade automóvel (PUDLO et al., 2008). Todavia, a análise visual dos gestos reflexivos e do movimento traduzem as competências corporais do utilizador e permitem avaliar o esforço quando estes tentam minimizar o desconforto e atingir o equilíbrio. Os contactos produzidos pelas várias partes do corpo humano, durante o processo de entrada/saída do automóvel, são determinantes na redução do desconforto e da dor. Assim, estes contactos funcionam como pontos de apoio importantes que carecem de análise ao nível do ergodesign.

O Salão Automóvel de Genebra, na Suíça, apresenta anualmente os novos modelos automóveis e marca as tendências para o sector automóvel nos próximos anos. É, por isso, considerado o maior evento auto europeu e o principal a nível internacional (AUTOEXPRESS, 2016). O 86th Geneva International Motor Show, realizado em março de 2016, apresentou protótipos de futuros modelos automóveis, bem como os novos modelos em lançamento no mercado.

O que nos importa perceber é que tipo de modelos automóveis são mais apelativos para os condu-

tores seniores de entre o público visitante, e em que partes do veículo se apoiam para auxiliar a operação de entrada/saída. Através da observação, identificámos os locais de maior afluência e experimentação de veículos, em particular entre indivíduos com idades mais avançadas. Esta observação permitiu concluir que os seniores têm maior tendência a experimentar modelos automóveis mais altos, como os Crossover, os SUV, as Minivans e os pequenos Jeep, bem como modelos citadinos de cinco lugares, familiares e de gama média-alta. A observação da experimentação de novos modelos automóveis por grupos de indivíduos seniores, permitiu identificar as partes da biodinâmica, biomecânica, antropometria, ergonomia física, experiência e cultura do utilizador, e confirmar as principais limitações físicas associadas ao processo de envelhecimento. Esta observação é importante, porque constitui uma base de evidência útil em ergodesign, com vista ao estabelecimento antropométrico e das formas/dimensões das partes críticas dos automóveis que podem ser melhoradas.

2. Ergonomia física e psicomotricidade em indivíduos seniores: relação com a entrada e a saída dos automóveis

Na ergonomia física¹ estuda-se o modelo anatómico humano², a antropometria³, a fisiologia⁴, as características biomecânicas⁵ e como estas se relacionam com as atividades físicas (IEA, 2010). A psicomotricidade oferece uma visão holística do ser humano em movimento, ao incluir na parte fisiológica conhecimentos psicológicos e antropológicos (COSTA, 2002), pelo que o estudo destes fatores humanos nos condutores seniores não pode ser descurado.

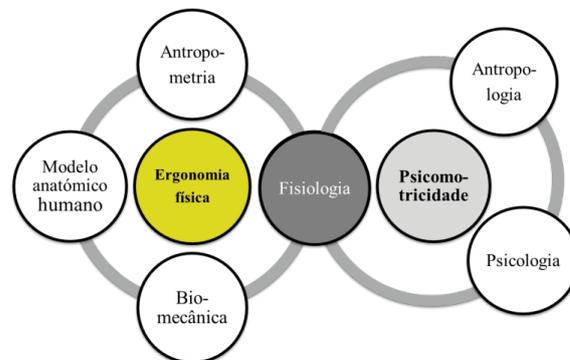


Figura 1. Campos de estudo no âmbito da ergonomia física e da psicomotricidade (a considerar no design automóvel para melhorar a acessibilidade na entrada e saída de veículos).

Na Figura 1 representamos os campos de estudo, no âmbito da ergonomia física e da psicomotricidade, a considerar no processo de design automóvel para melhorar a acessibilidade na entrada/saída de veículos.

Vários aspectos do funcionamento psicomotor diminuem com o aumento da idade. Défices de funcionamento psicomotor aumentam a dificuldade na entrada e saída do automóvel e a capacidade de posicionamento do peso do tronco. Algum abrandamento cognitivo, rigidez articular e fraqueza muscular fazem diminuir o tempo de reação e induzem a movimentos biomecânicos mais lentos. A rigidez de pernas induz a estados de desequilíbrio, em particular ao nível do posicionamento do corpo, aquando da entrada e saída do automóvel (EBY & MOLNAR, 2012).

Uma outra habilidade que tende a diminuir com a idade é a flexibilidade, que representa a gama através da qual uma articulação ou músculo se pode mexer. A perda de flexibilidade pode ser resultado de variadas condições, em particular devidas a artrites, à falta de exercício físico ou à diminuição geral dos níveis de atividade física. A artrite induz à diminuição da força das mãos, da destreza, da precisão, da coordenação, da mobilidade articular e da sensibilidade, além de resultar em mãos inchadas e estados dolorosos (EBY et al., 2008; SHAHEEN & NIEMEIER, 2001). A perda de flexibilidade nos membros inferiores afeta a capacidade para um posicionamento ajustado sobre o banco de condução.

¹A ergonomia física estuda as respostas do corpo humano à carga física e psicológica. Tópicos relevantes incluem manipulação de objetos, arranjo físico, carga de trabalho e fatores diversos, tais como: repetição, vibração, força e postura estática, relacionada com lesões músculo-esqueléticas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ERGONOMIA, 2010).

²O modelo anatómico humano corresponde à reprodução tridimensional da forma da anatomia humana. Anatomia é a parte da biologia que estuda a morfologia ou estrutura dos seres vivos. A anatomia humana é um campo especial dentro da anatomia que estuda grandes estruturas e sistemas do corpo humano, excepto tecidos e células. O corpo humano é constituído por sistemas, que são formados de órgãos, e que são constituídos de tecidos, que por sua vez são formados por células (ZORZI, 2011).

³A antropometria é o estudo das dimensões e das partes do corpo humano que contempla um conjunto de técnicas utilizadas para medir o corpo humano ou as suas partes (AÑEZ, 2001).

⁴A fisiologia (do grego physis = natureza, função ou funcionamento; e logos = palavra ou estudo) é o ramo da biologia que estuda as múltiplas funções mecânicas, físicas e bioquímicas nos seres vivos. Em síntese, a fisiologia estuda o funcionamento do organismo (RANDOM, 2010).

⁵A biomecânica estuda as forças internas e externas e as suas repercussões no corpo humano (AMADIO, 1996).

A coordenação do movimento é, também, uma importante capacidade psicomotora que tende a diminuir com a idade. O tempo de execução de tarefas tende a permanecer estável até à idade de 65 anos, e depois diminui lentamente, tornando-se mais evidente a partir dos 75 anos (EBY et al., 2008; SHAHEEN & NIEMEIER, 2001).

O envelhecimento afeta, ainda, a força muscular. Esta diminui até 25% nos seniores, sendo de 12% a 15% entre as faixas etárias compreendidas entre 30 e 70 anos. A perda de força muscular torna os condutores mais propensos à fadiga física, o que propicia estrangulamentos motores, como a operação de abrir e fechar as portas do veículo, sobretudo quando estas são mais pesadas. A perda de força na parte superior e inferior do corpo pode, por sua vez, diminuir a capacidade para aplicar pressões correctas. Há uma diminuição na força de aperto e de resistência, especialmente na quantidade de força que pode ser exercida. O declínio na força de aperto surge entre os 20 e 60 anos e pode chegar a 16% nesta faixa etária, com declínios de cerca de 40% entre os 30 e 80 anos quando medida transversalmente, e cerca de 60% entre os 30 e 80 anos quando medida longitudinalmente. Por conseguinte, um indivíduo com 65 anos ou mais pode atingir apenas 75% da sua capacidade em força e resistência. Ora, se a força muscular se deteriora, também a precisão de movimentos é afetada. É estimada uma diminuição, na força do dedo polegar, entre 12% e 19%, aproximadamente, a partir dos 20 até aos 60 anos, o que é demonstrativo da redução da aderência ao nível das operações manuais (SCHNEIDER & SPRAGUE, 1995). Neste seguimento, o estudo da relação das forças internas (peso das diferentes partes do corpo) e externas (pontos de apoio ou contacto do corpo com o banco e estrutura do veículo) e das suas repercussões não pode ser descurado. A biomecânica é preponderante ao estabelecer considerações relevantes para um design inclusivo na entrada e saída do veículo.

Uma pesquisa recente (AAA, 2016) indica que, só nos USA, apenas um em cada dez seniores está a conduzir um veículo equipado com recursos que podem, não só tornar a condução mais segura como também mais confortável. Por outro lado, os condutores seniores tendem a não reconhecer, adequadamente, a diminuição de determinadas capacidades funcionais e cognitivas (SALEK, 2013; SIVAK & SCHOETTLE, 2011).

3. Metodologia

O estudo decorreu nos dias 5, 6, 7 e 8 de março de 2016, durante 9 horas diárias, no 86th Geneva International Motor Show, Suíça.

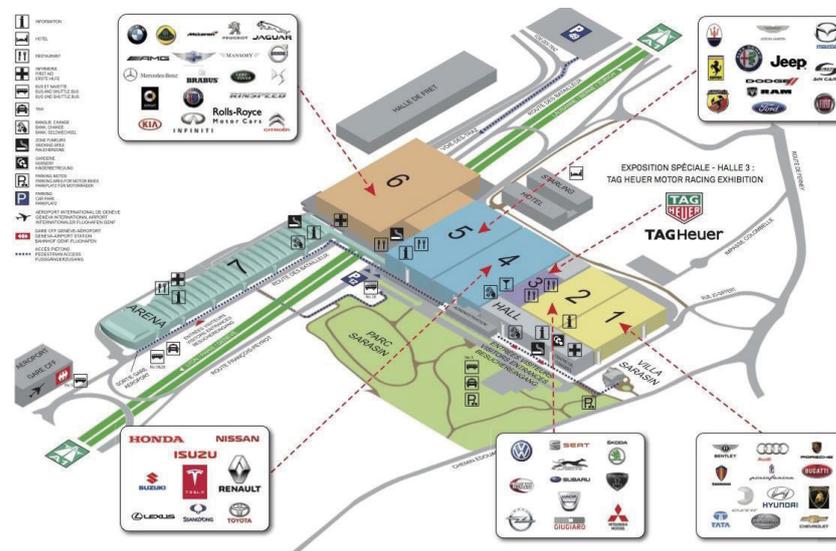
Os indivíduos estudados são predominantemente do sexo masculino (maior género entre o público visitante) com idades superiores a 55 anos. No entanto, foram obtidos registos de casais (homem e mulher) a experimentar veículos, com alternância de posições.

Foram utilizados métodos de análise visual, na investigação do processo de entrada e saída de automóveis não antes experimentados pelos visitantes seniores. As observações têm como suporte registos fotográficos e de vídeo, em que foram analisados os movimentos de pessoas com antropometria variável em veículos com dimensões e forma variável. O estudo é heterogéneo, porque considera na observação um universo de trinta e três indivíduos com diferentes níveis de desenvolvimento físico para ajuda.

Começamos por identificar, numa fase anterior à recolha de informação, os locais de maior afluência e experimentação de automóveis, em particular dos indivíduos com idades mais avançadas.

Esta avaliação preliminar induziu à delimitação das zonas de recolha de informação às zonas de exposição dos modelos das marcas sobejamente conhecidas de construtores europeus. No entanto, ainda que com menor expressividade, também efectuamos registos de marcas americanas e asiáticas, mais conhecidas e com maior volume de vendas no mercado europeu, dado que a afluência de experimentação o justificava. Assim, os registos foram efectuados em alguns setores dos pavilhões 1, 2, 4, 5 e 6 (Figura 2).

Figura 2.
Plano da exposição: 86th Geneva International Motor Show, Suíça.
Fonte: <http://www.salon-auto.ch/en/page/plans-of-the-show-7456>



O estudo não foi extensível a alguns modelos automóveis classificados como pertencentes a classes de luxo e/ou desportivos de alta cilindrada, contidos em alguns dos sectores dos pavilhões 1, 5 e 6, com acesso restrito ao público (Figura 2). No estudo, não são identificados modelos automóveis com associação a marcas, sendo as observações reportadas aos aspetos universais da construção de veículos.

A recolha de registos não foi uniforme ao longo dos dias em que decorreu o estudo, uma vez que a afluência ao salão auto, por indivíduos do estudo ocorreu de modo diferenciado ao longo dos quatro dias de análise. Acresce que, nos dias 5 e 6 de março (sábado e domingo, respectivamente), verificou-se muita afluência de visitantes, variável em género e em faixas etárias, sendo de registar que em alguns locais da exposição, a elevada aglomeração de pessoas, dificultou a produção de registos com as características ideais para uma análise qualitativa adequada, pelo que a amostra foi delimitada a 33 pessoas cujos registos de imagem permitem observações válidas. O maior número de registos válidos foi efetuado nos dias 7 e 8 de março, segunda e terça-feira, respectivamente.

A metodologia adoptada pode ser descrita em cinco etapas:

Etapa 1 Identificação dos locais de maior afluência e experimentação de automóveis, em particular, por indivíduos com idades mais avançadas (população em estudo);

Etapa 2 Observação das estratégias adoptadas no movimento de entrada no automóvel, em função das capacidades físicas do utilizador (nível de prevalência de estados incapacitantes), área/espaço do habitáculo e posição no acesso, bem como a forma e a disposição das interfaces físicas;

Etapa 3 Identificação dos pontos de contato durante a entrada no automóvel e avaliação do esforço ou desconforto do utilizador;

Etapa 4 Observação das estratégias adoptadas no movimento de saída do automóvel, em função das capacidades físicas do utilizador (nível de prevalência de estados incapacitantes), área/espaço do habitáculo e posição no acesso, bem como a forma e a disposição das interfaces físicas;

Etapa 5 Identificação dos pontos de contato durante a saída e avaliação do esforço ou desconforto do utilizador.

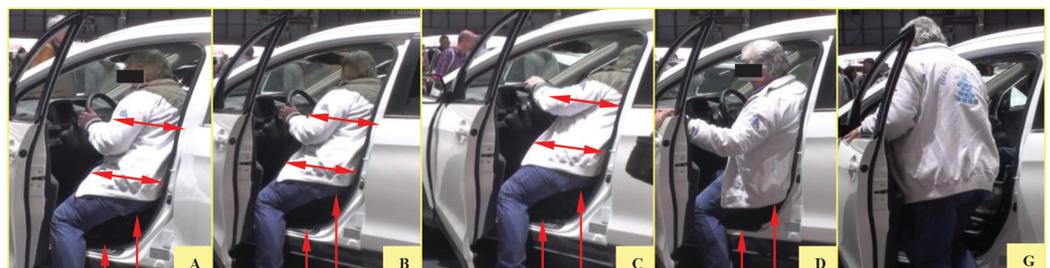
4. Resultados e Discussão

Os resultados das observações permitiram concluir que os seniores têm maior tendência a experimentar modelos de veículos mais altos, como os *Crossover*, os *SUV*, as *Minivans* e os pequenos *Jeep*, bem como modelos citadinos de cinco lugares, familiares e de gama média-alta (tendencialmente de habitáculos mais elevados). De notar que esta é uma tendência do sector para as próximas gerações de automóveis, excepto na gama dos desportivos.

O primeiro comportamento observado prende-se com a abertura da porta do automóvel. Muitos dos novos modelos automóveis, apresentam aberturas de porta de “forma estranha” pelo que o processo de abertura nem sempre foi imediatamente entendido. O grau de esforço na abertura da porta (mão sobre a pegadeira/puxador), o peso, o ângulo de abertura, a altura e a largura da porta são importantes. Portas maiores, com maior ângulo de abertura, permitem agilizar o acesso ao volante. Todavia, se as portas forem pesadas podem ser difíceis de abrir e fechar, mas sobretudo de sair, exigindo movimento de empurrar de braços e, por vezes, de joelhos e pernas para auxiliar a abertura. Uma vez aberta a porta do automóvel (nunca antes experimentado), o movimento de entrada não é imediato, constatando-se uma paragem temporal, nunca inferior a 5 segundos, precedente ao acto de entrar. Verificou-se que muitos dos visitantes observados fazem uma análise visual, antes da entrada, relativamente à área do habitáculo e à região das interfaces com o condutor.

Os seniores, de mais idade, têm tendência a apresentar excesso de peso e, em muitos casos, maior volume na região do abdómen. Nos indivíduos observados, com essas características, estes começaram por avaliar a distância entre o assento e o volante de condução, bem como a altura e a relação ao limite superior da porta e habitáculo (exemplo na Figura 3 e 4).

Figura 3.
Posições: Entrada: **A, B, C**; Saída: **D, G** (Sénior obeso em modelo *Crossover*).



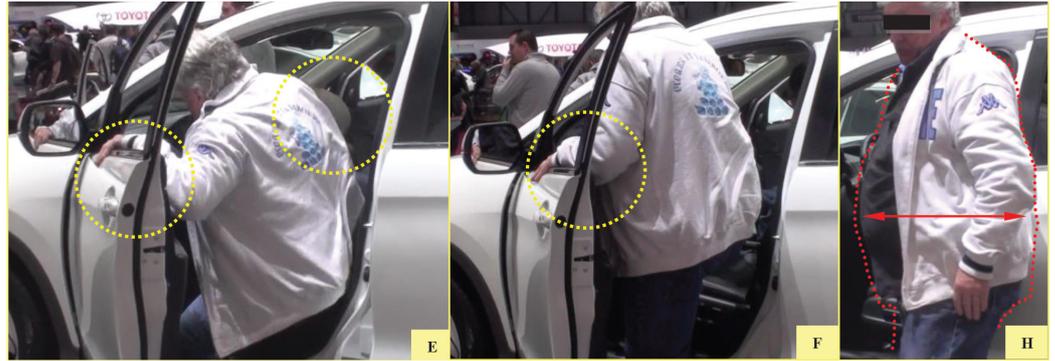


Figura 4. Posição de saída com desconforto: E, F, H (Sênior obeso em modelo Crossover).

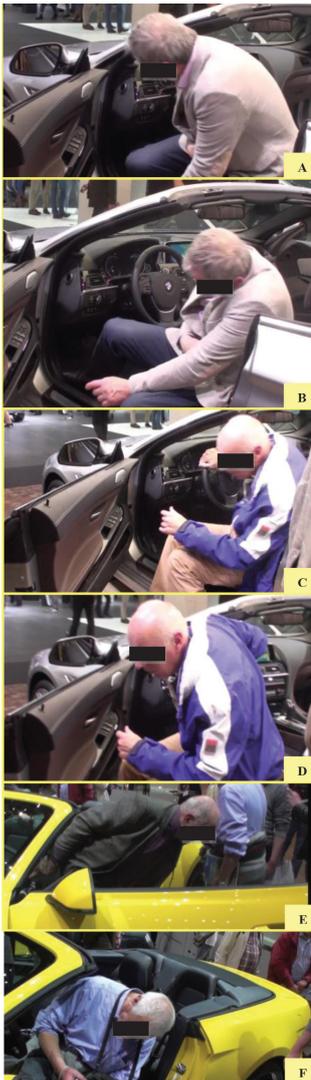


Figura 5. Posições: Entrada: A,B,F; Saída: C,D,E – Seniores em modelos Cupê.



Figura 6. Posição de saída (rotação do dorso sobre um assento de modelo desportivo).

Automóveis com baixo limiar da porta ajudam a diminuir ou eliminar o desconforto na entrada e saída, enquanto pilares laterais de pára-brisas baixos, junto ao apoio lateral da porta, afastam o condutor do volante e tornam o acesso mais difícil.

Veículos de carroceria mais elevada como por exemplo os *Crossover*, os *SUV*, as *Minivans* e os pequenos *Jeep*, bem como alguns modelos citadinos de cinco lugares, facilitam o posicionamento sobre o banco de condução, porque requerem menor inclinação da coluna vertebral e do pescoço a partir da posição vertical/erecta.

Os modelos *Cupê* tendem a fazer o condutor sentar-se mais perto do chão (assento baixo) e aumentam o desconforto na entrada e saída do automóvel. Todavia, alguns novos modelos *Cupê* apresentam posições do banco mais elevadas e maior área no habitáculo do condutor, em que a ausência de tejadilho elimina um dos constrangimentos da inclinação da coluna lombar e do ângulo do pescoço. Apesar da inexistência de tejadilho nos *Cupê*, provaram-se efeitos da experiência somática nos utilizadores, quer na entrada como na saída, através de movimentos de reclinção da cabeça, do pescoço e da coluna vertebral durante a experimentação (exemplos na Figura 5).

Alguns *SUV* citadinos parecem ter alturas óptimas (exemplo na Figura 3), outros modelos maiores de veículos, como os “4x4” do tipo “todo-o-terreno”, são demasiado altos (e inclusivamente com um degrau na entrada) o que requer quase que “habilidades de escalada”, carecendo de pontos de apoio lateral, tais como pegas ou suportes (como por exemplo no pilar da porta ou no banco de condução) e vertical (pilar lateral do pára-brisas ou tecto) e que na generalidade dos casos não existem.

O maior desconforto diz respeito ao envolver da parte superior do corpo sobre o assento, por implicar o girar do tronco, o que pode ser doloroso para utilizadores com maior rigidez no pescoço ou nos ombros (exemplos nas Figuras 5, 6, 7 e 8).

Os assentos devem ser confortáveis, com ajustes de múltiplas posições, incluindo com a altura do assento seleccionável e apoio lombar, preferencialmente de accionamento eléctrico, porque o ajustamento é mais fácil de compreender e requer menor esforço físico de mãos e braços. Nos casos observados, os ajustes ao assento nunca foram realizados antes do processo de entrada no automóvel. Os movimentos de ajustamento do assento do condutor foram, em alguns casos, claramente alterados apenas para análise de funcionamento e avaliação de conforto na posição de condução. Os fundos do assento devem estar pelo nível do meio da coxa do condutor, ou seja, o nível do assento deve, para maior conforto, estar abaixo dos glúteos do condutor. Os assentos desportivos são desconfortáveis para a fisionomia dos seniores, por incluírem almofadas de altura e rigidez nos lados das costas e almofadas de fundo, mais elevadas (exemplo na Figura 6). A forma das almofadas, desenvolvidas para acomodar o condutor no assento e o “fixar” (nas velocidades mais elevadas e trajectórias irregulares) causa desconforto nos indivíduos de maior debilidade física, podendo mesmo originar posições dolorosas, quer na entrada quer na saída do automóvel. Também o ângulo de reclinção da base do assento é maior nos modelos desportivos. A combinação do ângulo da base do assento, a forma e a rigidez acentuada das almofa-



Figura 7. Posição de saída (rotação do dorso sobre o assento)

das de apoio de coxas e lombares, resultam num constrangimento acrescido, em particular, na saída do automóvel. A saída requer força e apoio de braços para auxiliar a elevação da região da bacia, dado que as pernas exercem pouca influência neste movimento de saída (exemplos nas Figuras 7, 8 e 9). Assim, as bases de assento mais planas e horizontalizadas facilitam, em particular, a saída do automóvel. Alguns utilizadores observados apoiaram as mãos sobre o assento para girar o dorso, o que nos leva a concluir que a existência de apoios do tipo descansa-braços, rebatíveis, no assento e uma base giratória poderiam auxiliar o movimento de saída do automóvel.

Verificaram-se movimentos de rotação do corpo sobre o assento, com especial relevância durante a saída do automóvel, e que o material utilizado nos bancos influencia essa rotação. Materiais naturais como o couro ou as peles sintéticas permitem mais facilmente fazer deslizar o corpo para dentro ou para fora do assento do que os tecidos.

O volante constitui um ponto de apoio importante, quer na entrada, quer na saída do automóvel.

Muitos dos indivíduos do estudo apoiaram-se no volante durante o movimento (exemplos nas Figuras 3, 4, 5, 6 e 7), pelo que, além de redondo, deve apresentar espessura ou diâmetro considerável para melhor apoio das mãos. Também um volante telescópico com posição ajustável contribui para um melhor ponto de apoio, ficando mais curto no caso de condutores com excesso de peso, ou mais próximo do assento, facilitando o equilíbrio durante a entrada ou saída do automóvel.

As mulheres, em geral, adoptaram comportamentos diferenciados dos homens, quer durante a entrada, quer durante a saída do automóvel. As mulheres apresentaram maior tendência para se apoiarem no assento, girando o dorso e deslizando sobre o assento para alcançarem a posição de conforto e a postura de condução. Os homens apresentaram maior tendência para procurar pontos de suporte, como asas/alças dos painéis da porta e volante, antes de apoiarem o dorso e a região da bacia sobre o assento de condução (exemplos nas Figuras 3, 4, 5, 6 e 7). Nos casos de maior prevalência de estados incapacitantes, verificou-se a necessidade de vários pontos de apoio, como por exemplo o painel da porta, o volante, o aro superior da porta, e zona do apoio lombardo do assento, fazendo deslizar ou escorregar o corpo através da zona da bacia no referido apoio até à sua base (exemplos nas Figuras 8, 9 e 10). Também o ângulo da postura corporal é diferente em função do nível de incapacidade. Seniores mais incapacitados e de idades mais avançadas tendem a entrar no automóvel na posição lateral, isto é, de costas para o assento (deslizando o corpo sobre o apoio lombar do assento) e só depois rodam para a posição de condução com o apoio dos braços sobre o volante. Os condutores mais activos entram no veículo na posição frontal (alinhada com o volante), e fazem descer o dorso posicionando-se, assim, no assento.



Figura 8. Posição de saída (rotação do dorso sobre o assento; duas pernas e braços apoiados).



Figura 9. Posição de entrada (necessidade de apoio de braços e suporte de mãos)



Figura 10. Posição de saída (rotação do dorso sobre o assento, necessidade de apoios de braços).

5. Conclusões

A entrada e a saída do automóvel é uma experiência multissensorial que envolve interação entre os registos sensoriais de cinestesia. Em particular, as sensações tácteis produzidas durante os referidos movimentos são essenciais para a redução do desconforto e dor dos utilizadores do automóvel. Condutores mais velhos e com maior utilização do automóvel, através da experiência somática adquiriram como que uma autobiografia sensorial na prática de entrada e saída. O conhecimento pela experiência da utilização do automóvel ao longo de anos é somente quebrado pelo confronto entre a experiência do “novo” e as condições físicas minimamente exigíveis neste processo biodinâmico.

Este estudo permitiu avaliar os movimentos de entrada e saída de automóveis, sem qualquer condicionamento do comportamento dos indivíduos estudados, uma vez que os mesmos não sabiam que estavam a ser observados e, por isso sem predisposição para tentar reproduzir movimentos que considerassem o padrão “normal” e/ou dissimular constrangimentos motivados pelas limitações físicas associadas à idade. Além disso, a experimentação do automóvel “novo” minimizou o efeito da experiência somática do utilizador e acentuou os verdadeiros constrangimentos e pontos críticos no design automóvel. As conclusões das observações realizadas não são generalizáveis, dada a metodologia e a dimensão da amostra adoptada (não representativa da população ao nível da antropometria humana, da faixa etária, dos estados de saúde e/ou condição física, das geometrias e dimensões dos veículos). Por conseguinte, o estudo tem como limitação permitir apenas identificar aspetos de melhoria no ergodesign do interior do automóvel com vista à melhor inclusão dos utilizadores seniores carecendo de estudos complementares.

Acresce que a diferença comportamental nas mulheres no movimento de entrada/saída dos automóveis pode estar associada a fatores sociais (como necessidade de comportamentos elegantes) e experiência somática em veículos induzidos por vestuário específico (como a saía).

Enquanto modelos humanos digitais podem ser capazes de quantificar a antropometria e os limites ao movimento de uma pessoa virtual, como seja entrar e sair de um automóvel, é importante notar que esses modelos não são capazes de capturar a experiência subjectiva associada a estes movimentos. Devem, ainda, ser consideradas as percepções fenomenológicas do movimento para o equilíbrio e conforto, bem como as diferentes modalidades do movimento e a inteligência sensorial associada.

Referências Bibliográficas

- AAA - American Automobile Association, Inc. <http://seniordriving.aaa.com/https://www.aaafoundation.org/sites/default/files/SeniorsAndSelfRegulationReport.pdf> Acesso em 15 de julho, 2016
- AMADIO, A. *Fundamentos Biomecânicos para a Análise do Movimento Humano*. Edição da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1996.
- AÑEZ, CIRO ROMELIO RODRIGUES. *Antropometria e Ergonomia* (PDF). Revista Ergon, UFSC, 2010. Acesso em 15 de julho, 2016.
- ANDREONI, G., RABUFFETTI, M., PEDOTTI, A. *New approaches to car ergonomics evaluation oriented to virtual prototyping*. EURO-BME Course on Methods & Technologies for the Study of Human Activity & Behaviour, Italy, March, 1997.
- AIT EL MENCEUR, M. O., PUDLO, P., GORCE, P. & LEPOUTRE, F.-X. *An automatic procedure for identifying alternative automobile ingress movements in young and elderly population with or without prostheses*. International Journal of Industrial Ergonomics, 39(6), pp.966-980, 2009. <http://doi.org/10.1016/j.ergon.2009.08.010>
- AIT EL MENCEUR, M. O., PUDLO, P., GORCE, P., THÉVENON, A., LEPOUTRE, F.-X. *Alternative movement identification in the automobile ingress and egress for young and elderly population with or without prostheses*. International Journal of Industrial Ergonomics 38, pp.1078–1087, 2008b.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ERGONOMIA. «Associação Brasileira de Ergonomia - O que é Ergonomia». ABERGO, (31-03- 2010). <http://www.abergo.org.br/> Consultado em 10 de julho de 2016.
- AUTOEXPRESS. <http://www.autoexpress.co.uk/car-news/geneva-motor-show/94707/nine-things-we-learned-at-the-2016-geneva-motor-show>, 2016. Consultado em 10 de julho de 2016.
- CLARKE, WARREN. *Top 10 vehicles for seniors for 2014*, 2014/01/09. <http://www.edmunds.com/car-reviews/top-10/top-10-vehicles-for-seniors-for-2014.html> Acesso em 15 de julho, 2016.
- COSTA, AUREDITE CARDOSO. *Psicopedagogia & Psicomotricidade: Pontos de intersecção nas dificuldades de aprendizagem*. Petrópolis, RJ: Vozes, 2ª Ed., 2002.
- EBY, DAVID W.; MOLNAR, LISA J.; KARTJE, PAULA S. *Maintaining Safe Mobility in an Aging Society. Human Factors in Transportation*. New York. CRC Press, 2008.
- EBY, DAVID W. & MOLNAR, LISA J. *Has the Time Come for an Older Driver Vehicle?*. Report No. UMTRI-2012-5. Ann Arbor, MI: University of Michigan Transportation Research Institute, 2012
- GISH, J. A., & VRKLIJAN, B. *Aging embodiment and the somatic work of getting into and out of a car*. Journal of Aging Studies, 36, pp. 33-46, 2016. <http://doi.org/10.1016/j.jagin.2015.12.004>
- HARDING, ANNE. *Getting in and out of cars risky for seniors*. ROUTERS, Life, Wed Apr 23, 2008 1:33pm EDT. Fonte: Journal of the American Geriatrics Society, Abril 2008. Disponível em: <http://www.reuters.com/article/us-cars-risky-seniors-idUSHAR36318220080423> Acesso em 15 de julho, 2016
- HANSON, L., BLOMÉ, M., DUKIC, T., HÖGBERG, D. *Guide and documentation system to support digital human modeling applications*. International Journal of Industrial Ergonomics, 36 (1), pp. 17 e 24, 2006.

- IEA – International Ergonomics Association. *What is Ergonomics?* 31/03/2010. <http://www.iea.cc/whats/index.html> Acesso em 15 de julho de 2016
- KAWACHI, K., AOKI, K., MOCHIMARU, M., KOUCHI, M. *Visualization and classification of strategy for entering car*. In: SAE International Conference and Exposition of Digital Human Modelling for Design and Engineering, Iowa City, Iowa, Iowa, USA, June 14–16, SAE paper, 2005.
- LEMPEREUR, M. *Simulation du Mouvement de Entrée dans un Véhicule Automobile*. Université de Valenciennes et du Hainaut, Cambrésis, 2006.
- ONU. *World Population Ageing 2015*. United Nations, New York, 2015. http://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/ageing/WPA2015_Report.pdf. Acesso em 15 Julho de 2016.
- PUDLO, P., GORCE, P., WANG, X., THÉVENON, A., TRASBOT, J. HANDIMAN: *Prise en compte des déficiences motrices dans la conception de produits grand public: application à l'automobile et à son accessibilité*. Sci. Technol. Pour Handic. 2 (1), pp. 85-103, 2008.
- PUDLO, P., LEMPEREUR, M., LEPOUTRE, F-X., GORCE, P. *A new method for simulating the car-entering movement*. International Journal of Vehicle Design (IJVD) - special issue on digital human modeling and simulation, and applications in vehicle design 51 (3/4), pp. 341– 358, 2009a.
- RANDOM HOUSE KERNERMAN WEBSTER'S COLLEGE DICTIONARY. *The biological study of the functions of living organisms and their parts*. Dictionaries Ltd. Copyright, 2010, 2005, 1997, 1991 by Random House, Inc. <http://www.thefreedictionary.com/physiology>. Acesso em 18 Julho de 2016.
- SALEK GILANI, G. *Alterskorrelierte Einschränkungen der Fahrfähigkeit von 70-jährigen und älteren Autofahrern*. Dissertation, Universität Heidelberg, 2013.
- SHAHEEN, S. A., & NIEMEIER, D. A. *Integrating vehicle design and human factors: minimizing elderly driving constraints*. Transportation Research Part C, 9, pp. 155-174, 2001. doi:10.1016/S0968-090X(99)00027-3.
- SCHNEIDER, L., SPRAGUE, J. *Human biomechanics and aging in the automotive environment*. In: UMTRI Research Review: The Safety and Mobility of Older Drivers, What We Know & Promising Research Issues. Vol. 26, No. 1, pp. 11-14. University of Michigan Transportation Research Institute, 1995.
- SHERGOLD, I., LYONS, G., & HUBERS, C. *Future mobility in an ageing society – Where are we heading?* Journal Of Transport & Health, 2 (Transport, travel and mobility in later life), pp. 86-94, 2015. doi:10.1016/j.jth.2014.10.005.
- SIVAK, M. & SCHOETTLE, B. *Recent changes in the age composition of U.S. drivers: Implications for the extent, safety, and environmental consequences of personal transportation (Technical Report No. UMTRI-2011-23)*. Ann Arbor: The University of Michigan Transportation Research Institute, 2011.
- VERRIEST, J.P. *Les mannequins numériques dans la conception de produits. Les modèles numériques de l'homme pour la conception de produits*. In: Short Communication of Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité, Lyon, 2000.
- WANG, X. *Simulation du mouvement humain en vue d'applications ergonomiques - Vers une approche de simulation basée sur données et assistée par connaissance*. J. Thémat. Soc. Bioméc. Human, pp. 129 e 135. Valenciennes, 2003.
- ZORZI, RAFAEL. *Corpo humano*. São Paulo, Senac Editoras, 2011.