

# Design centrado no usuário e ergonomia de concepção para o desenvolvimento de sistemas avançados de assistência ao motorista

*User-centered design and conception ergonomics for advanced driver assistance systems development*

## AUTORIA

Sandor Banyai Pereira  
UNIVERSIDADE DO ESTADO  
DE MINAS GERAIS, Brasil  
sandorbanyai@live.com

Iara Sousa Castro  
UNIVERSIDADE DO ESTADO  
DE MINAS GERAIS, Brasil  
iara.castro@uemg.br

Róber Dias Botelho  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
JUÍZ DE FORA, Brasil  
rober.botelho@design.ufjf.br

## PALAVRAS-CHAVE

Prospecção tecnológica;  
Ergonomia de concepção;  
Design centrado no usuário;  
ADAS;

## RESUMO

A automatização encontra-se no foco da indústria automobilística, haja vista a maturidade de tecnologias disponíveis para a sua incorporação em veículos de passeio. A ergonomia de concepção atua nos projetos de prospecção trazendo um olhar sobre os fatores humanos na execução das atividades futuras. O presente artigo objetiva discutir como o design centrado no usuário, aliado à ergonomia de concepção, pode melhor direcionar prospecções tecnológicas de Sistemas Avançados de Assistência ao Motorista (ADAS) cujas características estejam de acordo com os fatores humanos impactados na automação veicular. Para tal, realizou-se um levantamento e análise de obras relacionadas ao tema, o que permitiu concluir que o design centrado no usuário se apresenta como estratégia aplicável no entendimento do usuário e sua melhor utilização com ADAS prospectados.

## KEYWORDS

Technological prospecting;  
Design ergonomics;  
User-centered design;  
ADAS;

## ABSTRACT

Automation is at the center of the automobile industry main efforts, considering the maturity of technologies that support this in-vehicle automation. Design ergonomics operates in the prospecting projects bringing focus at the human factors in the execution of future activities. The purpose of this is to discuss how user-centered design, combined with design ergonomics, can better target technological prospects for ADAS whose functions and characteristics are in accordance with the human factors impacted on vehicle automation. Thus, this study made a survey of works related to the theme that could help achieve the desired objective. As conclusion, this study observed that the user-centered design presents itself as a strategy to understand of the user and from this initial understanding, summarizing which strategies can be encouraged by the prospective ADAS so that people can better enjoy its features.

# 1. Introdução

A urgência incessante com a qual as organizações empresariais têm de lidar acaba por demandar a necessidade de antecipar constantemente o desenvolvimento e o lançamento de novos produtos (Larica, 2003). A sobrevivência da indústria automobilística depende da antecipação de novas tecnologias e tendências, pois a cada ano veículos são lançados no mercado contendo novos diferenciais tecnológicos. Deste modo, a inovação torna-se um elemento essencial para as empresas se manterem no mercado consumidor e sobressaírem frente a concorrentes mais agressivos (Baxter, 2000).

A prospecção tecnológica tem impacto decisivo nas tomadas de decisões em pesquisa e desenvolvimento, essenciais para a concepção de novos produtos e/ou novas tecnologias (Amparo; Ribeiro; Guarieiro, 2012). No setor automotivo, o esforço atual concentra-se na pesquisa e desenvolvimento ligados à eletrificação e à automatização dos carros particulares (García-Verdugo, 2017). Novas tecnologias emergentes como inteligência artificial, aprendizado de máquina, redes 5G e internet das coisas abrem espaço para o desenvolvimento de outras novas tecnologias a bordo dos veículos que estão por vir (West, 2016). Observa-se também a fusão de diversas tecnologias, convergindo a automatização de funções menores dos veículos em sistemas automatizados complexos que, por sua vez, proporcionam ao condutor suporte nos movimentos longitudinais e transversais do carro. O aperfeiçoamento destes sistemas fará com que a direção compartilhada entre humano e máquina se torne rotineira e apresentará um cenário onde a condução veicular totalmente automatizada passe a ser realidade nos próximos ciclos de inovação (Bengler et al., 2014).

Segundo Mayeroff (2008), desde a metade do século XX diferentes métodos de prospecção vêm sendo utilizados pelos setores públicos e privados na orientação à inovação. Porém questiona-se, especialmente no que se refere ao desenvolvimento de Sistemas Avançados de Assistência ao Motorista (ADAS), se tais métodos de prospecção levam em consideração diversos aspectos das interações humanas. Em adição, Daniellou (2000) complementa que as decisões de investimento em novos produtos são tomadas sem que haja um entendimento das situações, na quais esses produtos são utilizados, ou das formas como seus usuários planejam e interagem com estes. Tais questionamentos são essenciais para

que sejam vislumbradas novas oportunidades para carros cada vez mais automatizados (Maurer, 2016).

Uma abordagem centrada no usuário pode ser uma alternativa para o processo de prospecção tecnológica, em especial para o desenvolvimento de tecnologias avançadas que interagem com humanos em situações críticas. Novos produtos podem falhar por inúmeras razões. No entanto o problema pode estar no fato das pessoas demandarem desempenhos incompatíveis com as tecnologias disponíveis (Brown, 2019). Tal impacto na expectativa dos usuários destes produtos pode estar no fato de que a tentativa de antever o desenvolvimento tecnológico e seu impacto na sociedade humana abre a possibilidade para diversos cenários sem a definição equivalente de certezas (Bostrom, 2007). Destarte, objetiva-se com este artigo discutir como o design centrado no usuário, aliado à ergonomia de concepção, pode melhor direcionar prospecções tecnológicas de sistema avançados de assistência ao motorista, cujas funções e características estejam de acordo com os fatores humanos impactados na automação veicular.

## 2. Revisão da literatura

### 2.1. Prospecção tecnológica

As atividades prospectivas, como aquelas focadas em novas tecnologias, objetivam mapear tendências que possam impactar o futuro da sociedade, do trabalho, das relações humanas etc. Uma vez mapeadas essas tendências, as atividades prospectivas auxiliam no direcionamento dos esforços para guiar as mudanças nas diferentes áreas (Santos et al., 2004).

Para Mayeroff (2008, p. 7), a prospecção tecnológica pode ser definida como “um meio sistemático de mapear desenvolvimentos científicos e tecnológicos futuros capazes de influenciar de forma significativa uma indústria, a economia ou a sociedade como um todo”. Em adição, o termo prospecção tecnológica “designa atividades de prospecção centradas nas mudanças tecnológicas, em mudanças na capacidade funcional ou no tempo e significado de uma inovação” (Amparo; Ribeiro; Guarieiro, 2012, p. 197).

Percebe-se que a prática da prospecção tecnológica posiciona-se como uma das etapas iniciais do processo de desenvolvimento de novos produtos ou ferramentas, pois graças a ela, é possível obter informações sobre tecnologias existentes, seus estágios de desenvolvimento, como estas vêm impactando a sociedade, e como podem impactar no futuro (Quintella et al., 2011). Apesar das atividades de prospecção tecnológica se relacionar à prospecção econômica e social, seu foco predominante concentra-se nas mudanças tecnológicas e suas capacidades funcionais, levando em conta aspectos de sua gestão e como estados futuros desta tecnologia possam atender às expectativas a ela relacionadas (Coelho, 2003).

## 2.2. Ergonomia de concepção

A ergonomia, em sua essência, tem como objetivo a intervenção nos vários sistemas de trabalho a fim de adequá-los às características, competências e limitações das pessoas. Esta intervenção nos sistemas de trabalho visa também o desempenho eficiente, confortável e seguro para os seres humanos a eles relacionados (Abergo, 2000). Cabe à ergonomia estabelecer critérios para a segurança, eficácia, utilidade, tolerância a erros, conforto, aceitabilidade e prazer ao executar atividades por intermédio de artefatos, instrumentos e produtos diversos (Dejean; Naël, 2007).

A ergonomia de concepção é definida, segundo Vidal (2000, p.30), como “a elaboração, com base na ergonomia, de novos produtos, processos, métodos de trabalho ou sistemas informatizados”. A ergonomia de concepção impacta no escopo metodológico dos projetos, em especial nas etapas pré-projetuais, que são consideradas as referências e padrões de boas práticas, mapeamento de oportunidades e a elaboração de novos padrões específicos para aquela situação (Santos, 2011).

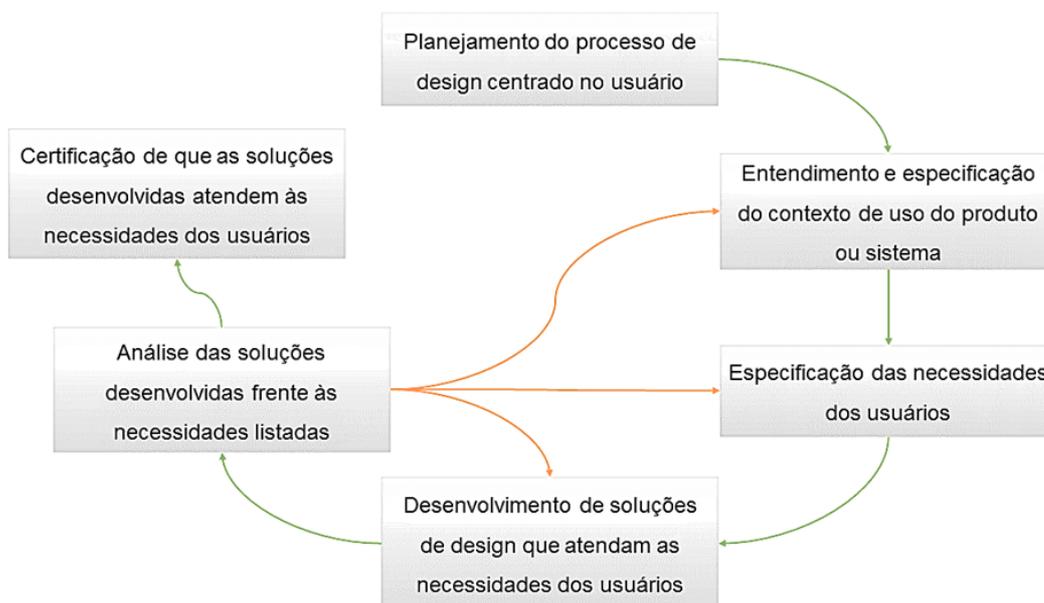
Assim sendo, toda prática que envolve a compreensão dos fatores humanos referentes às maneiras de uso, estratégias de interação e impacto de ambiente e acessórios a um produto ou ferramenta, pode ser vista como pertencente à competência da ergonomia de concepção (Silva; Silva, 2016). Por fim, a intervenção ergonômica na concepção não se limita somente ao levantamento de dados iniciais sobre o que precisa ser atendido, mas também, na materialização de soluções e na validação destas alternativas frente ao funcionamento do ser humano e de sua atividade (Béguin, 2007).

## 2.3. Design centrado no usuário

A ergonomia, em sua essência, tem como objetivo a intervenção nos vários sistemas de trabalho. O design centrado no usuário (DCU) é considerado uma abordagem de design recente, mesmo havendo indícios de sua utilização datados da metade do século XX, seus preceitos convergem com o Design Universal e o Design Inclusivo (Garcia; Merino; Merino, 2019). Uma consulta à norma NBR ISO 9241-210 permite verificar que, ao se tratar de DCU, adota-se uma “abordagem para projeto e desenvolvimento de sistemas que visa tornar os sistemas interativos mais utilizáveis, focando no uso e aplicando fatores humanos/ergonomia, conhecimentos e técnicas de usabilidade” (ABNT, 2011, p. 2).

Ao trazer a abordagem do DCU para um projeto de design, é imprescindível considerar aspectos sociais, físicos e cognitivos dos usuários-alvo, estimulando-os a compreender suas próprias necessidades através da solução final do projeto (Harada et al., 2016). O DCU faz uso do envolvimento ativo dos usuários de um produto ou de um sistema com o intuito de melhorar os requisitos da atividade. Desta maneira, impacta a percepção de utilidade desses produtos e sistemas por meio do aperfeiçoamento da usabilidade (Mao et al., 2005).

As formas em que os usuários podem ajudar no projeto e desenvolvimento de um produto ou de um sistema vão variar de acordo com a abertura do método de projeto para com as diretrizes do DCU. Quando a abertura é mais tímida, os usuários contribuem compartilhando suas necessidades e participam de testes de usabilidade; quando esta abertura é maior, os usuários podem atuar como auxiliares ativos dos designers, sendo cocriadores do projeto (Abrás; Maloney-Krichmar; Preece, 2004). Uma vez incorporadas às diretrizes do DCU, o projeto acaba por respeitar – em maior ou menor grau – as etapas em que os usuários são conhecidos, entendidos e atendidos (Figura 1).

**Figura 1.** Etapas elementares do DCU

Fonte: Adaptado de ABNT (2011).

Apesar de o processo parecer seguir um fluxo linear simples (linhas verdes), a etapa de “Análise das soluções desenvolvidas frente às necessidades listadas” pode desencadear uma retomada às etapas anteriores (linhas alaranjadas). Tal processo se mostra exaustivo na procura por considerar as características e as necessidades dos usuários. Por fim, o DCU pode contribuir, em todo tipo de projeto, com uma abordagem metodológica que auxilia no desenvolvimento de produtos cujas diretrizes principais partem das necessidades e dos objetivos dos usuários ao se depararem com uma determinada demanda (Lowdermilk, 2013).

## 2.4. Sistemas avançados de assistência ao motorista

Desde 1980 tem-se realizado pesquisa e desenvolvimento de sistemas robustos de auxílio ao motorista, automatizando elementos importantes na forma como as pessoas dirigem os seus carros (Bengler et. al, 2014). A estas inovações é dado o nome de Sistemas Avançados de Assistência ao Motorista (ADAS).

Os ADAS são sistemas inteligentes responsáveis por cuidar de diversas atividades específicas da ação de condução veicular e por auxiliar o motorista nas suas tomadas de

decisões (Kala, 2016). A função destes sistemas é reduzir a carga de trabalho do motorista, permitindo que este concentre maior atenção nos trabalhos mais críticos do processo de condução do veículo. Esses ADAS atuam em diferentes momentos, tanto na ampliação da percepção espacial do motorista, quanto no auxílio do controle transversal e longitudinal do veículo (Rendon-Velez, 2010).

ADAS são tecnologias diversas cujas funções envolvem o sensoriamento do ambiente ao redor do veículo, o reconhecimento de obstáculos, o planejamento e a execução de tarefas específicas (Okuda Kajiwara; Terashima, 2014). O funcionamento simultâneo de todos estes sistemas poderá dividir com o motorista a tarefa de conduzir o veículo. Quanto mais sofisticados são os sistemas, mais exigente é a necessidade de processar as informações com que estes lidam. Assim sendo, os sistemas ADAS têm funcionado com eficiência graças aos complexos softwares, cuja função é analisar múltiplas informações em tempo real combinando dados coletados por mapas de alta definição com posicionamento via satélite e condições do veículo em relação ao seu entorno (West, 2016).

### 3. Métodos e materiais

O presente trabalho se caracteriza por um estudo exploratório do tipo bibliográfico, que segundo Gil (2008), se baseia em livros e artigos científicos já publicados, e permite a análise de ampla gama de dados já publicados sobre os temas estudados. Foi feito um levantamento bibliográfico nas bases de dados Google Scholar e SciElo usando as palavras-chave nos idiomas português e inglês: prospecção tecnológica, ergonomia, ergonomia de concepção, desenvolvimento de produtos, design centrado no usuário e ADAS.

Como critérios de inclusão para a seleção dos artigos e obras foram seguidos aspectos:

- Data de publicação entre 2000 e 2021;
- Tratar sobre pelo menos um dos temas aqui abordados;
- Ter sido redigido em inglês ou português;
- Obras completas, capítulos de livros, artigos publicados e normas técnicas;
- Estarem vinculadas às áreas da ergonomia, design e/ou engenharia.

## 4. Resultados e discussão

Como resultado do levantamento bibliográfico e documental, foram encontrados 16 artigos, 7 obras completas, 10 capítulos de livros e 2 normas técnicas que se encaixavam nos critérios de inclusão e que foram referenciados ao longo do artigo. As características e tipos de estudos foram dos mais variados tipos, o que permite uma discussão baseada em diversas abordagens sobre o tema central deste trabalho. A relação de obras analisadas, sua classificação e contribuição estão listadas na Tabela 1.

**Tabela 1.** Material bibliográfico levantado e selecionado para o estudo.

Autor (es)	Ano	Título da obra	Caracterização da obra	Área de contribuição
Abras;Maloney-Krichmar; Preece	2004	User-Centered Design	Ensaio teórico	Design centrado no usuário
Amparo; Ribeiro; Guarieiro	2012	Estudo de caso utilizando mapeamento de prospecção tecnológica como principal ferramenta de busca científica	Estudo de caso	Prospecção tecnológica
Associação Brasileira de Ergonomia – ABERGO	2000	A definição brasileira da Ergonomia: contribuição para a definição internacional de Ergonomia	Ensaio teórico	Ergonomia de concepção
Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT	2011	NBR ISO 9241-11. Requisitos ergonômicos para trabalho de escritórios com computadores	Norma técnica	Ergonomia de concepção
Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT	2011	NBR ISO 9241-210. Ergonomia da interação humano-sistema: Parte 210: Projeto centrado no ser humano para sistemas interativos	Norma técnica	Design centrado no usuário
Baxter	2000	Projeto de produto: guia prático para design de novos produtos	Metodologia de projeto	Design centrado no usuário
Béguin	2007	O ergonomista, ator da concepção	Ensaio teórico	Ergonomia de

				concepção
Bengler et al.	2014	Three Decades of Driver Assistance Systems: review and future perspectives	Revisão documental	ADAS
Bostrom	2007	Technological revolutions: Ethics and policy in the dark	Ensaio teórico	ADAS
Breuer et al.	2016	User-oriented evaluation of driver assistance systems	Revisão bibliográfica	ADAS
Brown	2019	Change by design: How design thinking transforms organizations and inspires innovation	Estudo de caso	Design Centrado no usuário
Coelho	2003	NT 14 prospecção tecnológica: metodologias e experiências nacionais e internacionais	Revisão bibliográfica	Prospecção tecnológica
Daniellou	2000	Métodos em ergonomia de concepção	Ensaio teórico	Ergonomia de concepção
Daniellou	2007	A ergonomia na construção de projetos de concepção de sistema de trabalho	Ensaio teórico	Ergonomia de concepção
Dejean; Naël	2007	Ergonomia do Produto	Ensaio teórico	Ergonomia de concepção
Garcia; Merino; Merino	2019	Design centrado no usuário: requisitos para avaliação de produtos durante o desenvolvimento de projetos com base na usabilidade e design universal	Ensaio teórico	Design centrado no usuário
García-Verdugo	2017	Mobilescapes: a new frontier for urban, vehicle, and media design	Ensaio teórico	ADAS
Garrett	2010	The elements of user experience: user-centered design for the web and beyond	Metodologia de projeto	Design centrado no usuário
Harada et al.	2016	O design centrado no humano aplicado: a utilização da abordagem em diferentes projetos e etapas do design	Estudo de caso	Design centrado no usuário
Kala	2016	On-road intelligent vehicles: Motion planning for intelligent transportation systems	Ensaio teórico	ADAS
Larica	2003	Design de automóveis: a arte em função da mobilidade	Ensaio teórico	Design centrado no usuário

Lowdermilk	2013	Design centrado no usuário: um guia para o desenvolvimento de aplicativos amigáveis	Ensaio teórico	Design centrado no usuário
Mao et al.	2005	The state of user-centered design practice	Revisão bibliográfica	Design centrado no usuário
Maurer	2016	Autonomous Driving: technical, legal and social aspects.	Revisão documental	ADAS
Mayeroff	2008	Uma análise sobre os estudos de prospecção tecnológica	Revisão bibliográfica	Prospecção tecnológica
Okuda; Kajiwara; Terashima	2014	A survey of technical trend of ADAS and autonomous driving	Levantamento quantitativo	ADAS
Quintella et al.	2011	Prospecção tecnológica como uma ferramenta aplicada em ciência e tecnologia para se chegar à inovação	Ensaio teórico	Prospecção tecnológica
Rendon-Velez	2010	Classification and overview of advanced driver assistance systems according to the driving process	Revisão bibliográfica	ADAS
Santos	2011	Ergonomia hospitalar	Ensaio teórico	Ergonomia de concepção
Santos et al.	2004	Prospecção de tecnologias de futuro: métodos, técnicas e abordagens	Revisão bibliográfica	Prospecção tecnológica
Silva; Silva	2016	A ergonomia de concepção como fator diretivo em projetos de câmeras fotográficas	Estudo de caso	Ergonomia de concepção
Souza; Souza; Fialho	2021	. Para um descentramento do usuário no design: uma abordagem pós-estruturalista	Ensaio teórico	Design centrado no usuário
West	2016	Moving Forward: Self-Driving Vehicles in China, Europe, Japan, Korea, and the United States.	Levantamento quantitativo	ADAS
Verband der Automobilindustrie	2015	Automation: from driver assistance systems to automated driving	Ensaio teórico	ADAS
Vidal	2000	Ação ergonômica	Ensaio teórico	Ergonomia de concepção

Fonte: Elaborado pelos autores.

Através das obras de Santos et al. (2004), Amparo; Ribeiro e Guarieiro (2012), e Mayeroff (2008) foi possível observar que a que prospecção tecnológica não necessariamente leva em conta a forma o grau de adaptação das novas tecnologias levando em consideração as interações humano-objeto. Já as obras de Santos (2011), Béguin (2007), Vidal (2000) e Dejean e Naël (2007) ressaltam que a ergonomia de concepção não se restringe apenas no levantamento de requisitos para o projeto, mas também no processo que engloba a materialização e a validação projetual.

No que tange o DCU, as normas técnicas da ABNT (2011) em conjunto com os trabalhos de Harada et al. (2016), Mao et al. (2005) e Abras, Maloney-Krichmar e Preece (2004) e, em especial, Lowdermilk (2013) apontam semelhanças iniciais com as bases conceituais da ergonomia de concepção, no entanto, é possível perceber que o caráter adaptativo da tecnologia não é o foco, mas sim, considerar o usuário como ponto de partida para o conceito e desenvolvimento de soluções. Por fim, os trabalhos que versam sobre ADAS trazem a perspectiva das características que constituem essas tecnologias, seus impactos no trânsito e na atividade de dirigir. As obras de Kala (2016), Bengler et al. (2014), West (2016) e Rendon-Velez (2010), principalmente, ampliam a visão sobre estes recursos cada vez mais presentes nos veículos de passeio comercializados atualmente.

## 4.1. Análise e discussão

Frente ao avanço tecnológico recente, estudos de prospecção tecnológica mostram-se como uma alternativa viável para o desenvolvimento de soluções para os desafios encontrados em cenários futuros (Amparo; Ribeiro; Guarieiro, 2012). Por consequência, o desenvolvimento de ADAS aponta, cada vez mais, para uma automatização completa dos automóveis. Essa completa automatização pode resultar na oferta de carros mais seguros ao removerem o erro humano e as tomadas de decisões equivocadas durante a condução veicular (West, 2016). Até lá, os automóveis, através de seus ADAS, se limitarão a suprir baixas habilidades de condução e tarefas enfadonhas ou atuar para a segurança dos ocupantes do veículo (Bengler, 2014). A automatização dos veículos não somente atende aos requisitos de diferenciação competitiva entre as empresas, ela também está vinculada com o aumento da segurança nas estradas (Verband Der Automobilindustrie, 2015).

No entanto, para que o desenvolvimento de melhores ADAS ocorra é essencial que haja um foco nas capacidades desta tecnologia em cooperar com seres humanos na ação de controle do veículo (Bengler et al., 2014). É sabido que uma visão da inovação centrada apenas na tecnologia já não é sustentável a nenhuma empresa (Brown, 2019) e que, cada vez mais, clientes e usuários de produtos vêm influenciando nas decisões projetuais dentro das organizações (Souza; Souza; Fialho, 2021). Uma nova tecnologia inserida em qualquer tipo de produto precisa considerar a necessidade de ter suas funções e desempenhos projetados de acordo com o perfil dos usuários daquele produto, quanto mais apurada for a pesquisa sobre estes usuários maiores serão as chances da aceitação daquela tecnologia (Larica, 2003).

A abordagem metodológica sugerida pelo DCU traz, logo no início, duas etapas que podem melhorar a prospecção tecnológica: a) entendimento e especificação do contexto de uso do produto ou sistema; e b) especificação das necessidades dos usuários. Os dados coletados nessas etapas podem guiar a prospecção tecnológica para ADAS de diversas maneiras como, por exemplo: na procura por tecnologias que aliviam as demandas cognitivas do motorista durante um trecho específico do seu trajeto; que melhorem a maneira com que o motorista interage com outras tecnologias disponíveis no interior do veículo e, também, que auxiliem o sistema de trânsito como um todo.

Em geral, durante o processo de prospecção tecnológica são levantadas lacunas preenchíveis com alguma tecnologia ou por um conjunto delas, formando assim inovações de alto impacto (Quintella et al. 2011). Os avanços hardware (sensores) e software (inteligência artificial) apontam para ADAS com capacidades cognitivas cada vez maiores, o que poderia, em breve, tornar a direção completamente autônoma (Bengler et al., 2014). Nesse cenário, no qual ADAS assumem, cada vez mais, o protagonismo humano ao volante, novas atividades exercidas por humanos surgirão. O papel da ergonomia e do DCU aplicado no início da concepção de tal cenário é de ampliar a capacidade de antecipação das atividades humanas, das suas necessidades e preferências ao lidar com esses novos sistemas (Béguin, 2007; Harada et al., 2016).

Tanto a ergonomia quanto o DCU, ao lidarem com sistemas de interação humano-máquina, se apoiam nos princípios de usabilidade. A norma NBR ISO 9241-11 (ABNT, 2002) e Lowdermilk (2013) apresentam alguns princípios norteadores de usabilidade que podem ser aplicados em tais sistemas:

- **Tolerância ao erro:** capacidade do sistema de lidar e corrigir erros gerados por si mesmo ou pelo usuário sem o comprometimento de suas funções;
- **Independência ou facilidade de uso:** capacidade do sistema em reduzir a necessidade de suporte ao usuário na execução de tarefas;
- **Legibilidade:** capacidade do sistema em apresentar informações sem que haja a possibilidade de má interpretação ou o não entendimento da mensagem;
- **Feedback:** capacidade do sistema em proporcionar estímulos, sejam eles, visuais, sonoros ou táteis, para demonstrar que a ação do usuário foi recebida;
- **Disponibilidade:** capacidade do sistema em facilitar a execução correta de uma ação ao passo que limita (ou dificulta) a execução incorreta da mesma ação;
- **Revelação progressiva:** capacidade de um sistema complexo em apresentar os recursos disponíveis para aquela tarefa frente às condições percebidas naquele exato momento;
- **Consistência:** capacidade do sistema em proporcionar aprendizado e compreensão se valendo de como os usuários lidam com sistemas similares;
- **Controle do usuário:** capacidade que permite ao usuário intervir nas ações em execução pelo sistema;
- **Transparência:** capacidade do sistema em fornecer mensagens que demonstrem o status de maneira contínua.

Tendo em vista os princípios de usabilidade como, por exemplo, os relatados anteriormente, a prospecção tecnológica para ADAS começa a sair de uma abordagem tecnológico-centrada para uma abordagem humano-centrada. Esse olhar para o ser humano, antes mesmo de se iniciar o desenvolvimento de ADAS, pode definir se a ação ergonômica aplicada à tecnologia será de perspectiva conceptiva ou intervencionista. A perspectiva conceptiva da ação ergonômica trabalha nas etapas pré-projetuais compreendendo a atividade e as tarefas envolvidas para auxiliar no desenho do sistema, já a perspectiva intervencionista aparece quando, uma vez concretizado o projeto, é preciso adequar o sistema para melhor atender às características humanas (Vidal, 2000). Uma vez que, segundo Daniellou (2007, p. 303), “a ergonomia sempre teve como objetivo influenciar a concepção ou a reconcepção dos meios de trabalho”.

Outro exemplo de vantagem da adoção da metodologia do DCU e da ação ergonômica na concepção de um sistema é a análise de situações de referência. Estas são situações existentes de atividades que permitem explicar os objetivos e as condições das atividades futuras (Daniellou, 2007). No caso do ADAS, as situações de referência podem indicar: funções que ainda não podem ser automatizadas, pois pouco foram exploradas de forma manual; funções que podem ter mais de uma forma de execução frente à quantidade de variações com as quais lida; e funções que possuem maior apelo por questões locais ou culturais. Segundo Garrett (2010), no caso de produtos e sistemas mais complexos, a definição do que esses são capazes de executar não garantem, por si só, uma boa experiência de uso para quem os opera.

Apesar de o termo prospecção tecnológica designar atividades orientadas para o futuro centradas nas mudanças tecnológicas e suas capacidades funcionais (Amparo; Ribeiro; Guarieiro, 2012), o foco ainda parece manter-se sob o aspecto utilitarista. O que pode fazer sentido quando a tecnologia opera fora da visão de seu usuário. No entanto, quando a tecnologia necessita de interação com seres humanos, a orientação precisa ocorrer baseada majoritariamente no comportamento das pessoas (Garrett, 2010). Para tal, são recomendadas a observação e a documentação da evolução do comportamento das pessoas, pois assim será possível construir uma base de dados de auxílio na compreensão das abordagens mais suscetíveis ao erro e das abordagens melhores sucedidas (Lowdermilk, 2013). Testes de usabilidade mostram-se uma alternativa interessante, uma vez que já se conhece o contexto de uso do sistema e quais são os objetivos do usuário quando faz uso desse mesmo sistema (ABNT, 2002).

Segundo a norma ISO 9241-210, o emprego de técnicas do DCU, na concepção de novas tecnologias e produtos, pode, por exemplo, ampliar a produtividade dos usuários, melhorar a usabilidade para uma ampla gama de pessoas de capacidades variadas e melhorar a experiência durante a interação (ABNT, 2011). Em um estágio intermediário, no qual a automação veicular não é completa, os fatores humanos possuem papel decisivo na forma como tarefas e responsabilidades são compartilhadas, entendidas e executadas entre usuário e veículo (Bengler et al., 2014). O desafio encontra-se na sincronia do desenvolvimento dos sistemas, dos usuários e da atividade, o que abrangeria uma concepção baseada na cooperação de diferentes atores em constante intercâmbio informacional (Béguin, 2007).

Em adição, sistemas avançados de assistência ao motorista ainda não substituem o motorista ou o isentam da responsabilidade pela segurança da atividade de dirigir (Breuer et al., 2016). Se o objetivo for o amadurecimento dos ADAS a ponto de torná-los capazes de assumir o controle completo do veículo, faz-se preciso considerar como esta automatização impactará nas atividades que possam vir a ser executadas pelo usuário do veículo no futuro. Segundo Daniellou (2007), a ergonomia de concepção permite traçar caminhos que permitam prospectar diferentes modos operatórios e sua eficácia no trabalho coletivo entre usuários e sistemas complexos.

Percebe-se então que, havendo interação entre humanos e máquinas na realização de uma determinada tarefa, torna-se essencial que a prospecção destas tecnologias envolvendo ADAS tem muito a ganhar ao se valer de diretrizes da ergonomia de concepção e das orientações metodológicas do DCU. A ergonomia de concepção pode fazer uso de diferentes ferramentas metodológicas voltadas para o produto ou para a produção (Vidal, 2000). Nas metodologias voltadas para o produto, diversas opções podem ser adequadas. Entretanto, quando se trata de sistemas complexos em um bem como o automóvel, é conveniente dar um maior foco nos usuários deste produto.

## 5. Considerações finais

A partir da análise e discussão do montante de 35 obras levantadas e selecionadas, foi possível apontar alguns caminhos. Se baseando nos dados obtidos em 1 estudo de caso, 3 revisões bibliográficas e 1 ensaio teórico foi possível concluir que a prospecção tecnológica não se trata de mera futurologia, mas uma ferramenta para o estudo e teste de tendências observadas e desejáveis que pudessem construir um cenário futuro (Amparo; Ribeiro; Guarieiro, 2012). Estudos guiados por tal ferramenta auxiliam empresas e países a projetar possíveis cenários que estão por vir na expectativa de se posicionarem para melhor responder às demandas e aos desafios futuros. No entanto, observou-se que tais estudos apresentam pouco foco nas questões envolvendo a interação dos usuários dessas tecnologias e o impacto deste componente na forma como os cenários futuros são desenhados.

No que se refere aos sistemas ADAS, a partir dos dados levantados em 2 revisões documentais, 4 ensaios teóricos, 2 revisões bibliográficas e 2 levantamentos quantitativos, nos

foi possível concluir que tais sistemas atuam de diversas maneiras, seja provendo o motorista com informações sobre o estado do veículo ou do ambiente, seja auxiliando e aliviando o motorista de sub-rotinas da atividade de condução ou das situações em que sua segurança está em risco (Breuer et al., 2016). Por se tratar de uma tecnologia que, gradativamente, vem substituindo o motorista enquanto interage com ele, as novas gerações de ADAS necessitam sempre incluir os aspectos humanos em seu processo de concepção, mesmo aquelas que visam eliminar o ser humano do controle do veículo. Essa necessidade se explica pelo fato da atividade de dirigir envolver riscos à segurança das pessoas e pelo fato da mobilidade possuir uma posição de destaque na dinâmica contemporânea. ADAS projetados que não sejam humano-centrados podem ser responsáveis por acidentes de trânsito e até prejuízos econômicos para aqueles que os fabricam.

Quando se trata da ergonomia de concepção, após análise de 7 ensaios teóricos, 1 norma técnica e 1 estudo de caso, é possível inferir que tal área da ergonomia permite que o desenvolvimento de qualquer produto, instrumento ou sistema leve em consideração a forma como as atividades relacionadas a esses ocorrerão no futuro (Daniellou, 2007). As capacidades funcionais de qualquer projeto só poderão ser atingidas de forma plena quando há entendimento por parte dos usuários de como operá-lo. A ergonomia, atuante na concepção, permite um compartilhamento do esforço criativo entre os desafios da engenharia e as diferentes possibilidades que o sistema dá ao usuário na elaboração de estratégias para o uso. Em se tratando da prospecção tecnológica voltada aos ADAS, é fundamental o entendimento das possibilidades permitidas pelos sistemas contemporâneos, para que não somente a concepção, mas a transição para versões futuras ocorra de modo eficiente.

Em adição, através da análise de 5 ensaios teóricos, 1 norma técnica, 2 metodologias de projeto, 2 estudos de caso e 1 revisão biblioteca, chegou-se a conclusão que o DCU se apresenta como uma estratégia que permite ser aplicada no entendimento do usuário e, por conseguinte elencar quais as estratégias podem ser incentivadas pelo ADAS prospectados para que as pessoas possam melhor usufruir de suas funcionalidades. Tronar a análise e entendimento do usuário como ponto inicial para a concepção, mas como elemento primordial da prospecção de tecnologias automatizadas para veículos é parte crucial para que tais sistemas possam ser rapidamente adaptados pelas pessoas e incorporados nas diversas formas como estas interagem com o trânsito.

Por fim, tornar-se evidente que as decisões projetuais envolvendo novas tecnologias de sistemas críticos - aqui focadas nos ADAS - podem potencializar sua aceitação no mercado e garantir a efetividade das funcionalidades desde que levem em consideração os usuários e suas atividades. Um sistema que possua uma gama de funções não poderá desempenhar da maneira que se esperava, se esse sistema não for pensado nas diversas formas com as quais os usuários buscam cumprir seus objetivos. A análise da atividade futura aprimora a assertividade desses sistemas no auxílio aos motoristas na condução veicular, no entanto pode haver uma gama infinita de estratégias que podem ser desenhadas pelos usuários.

## Referências

ABRAS, C.; MALONEY-KRICHMAR, D.; PREECE, J. User-Centered Design. //r. BAINBRIDGE, W. (Ed.) **Encyclopedia of Human-Computer Interaction**, v. 37. Thousand Oaks: Sage Publications, p. 445–56, 2004.

AMPARO, Keize K. S; RIBEIRO, Maria Do Carmo. O; GUARIEIRO, Lílian L. Estudo de caso utilizando mapeamento de prospecção tecnológica como principal ferramenta de busca científica. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v. 17, n. 4: p. 195-209, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ERGONOMIA – ABERGO. **A definição brasileira da Ergonomia**: contribuição para a definição internacional de Ergonomia. Rio de Janeiro/San Diego: Brazilian Ergonomics Association, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR ISO 9241-11**. Requisitos ergonômicos para trabalho de escritórios com computadores: Parte 11: Projeto centrado no ser humano para sistemas interativos. Rio de Janeiro: ABNT, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR ISO 9241-210**. Ergonomia da interação humano-sistema: Parte 210: Projeto centrado no ser humano para sistemas interativos. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.

BAXTER, Mike R. **Projeto de produto**: guia prático para design de novos produtos. São Paulo: Blucher, 2000.

BÉGUIN, Pascal. O ergonomista, ator da concepção. //r. FALZON, Pierre (ed.). **Ergonomia**. São Paulo: Blucher, p. 317-330, 2007.

BENGLER, K. et al. Three Decades of Driver Assistance Systems: review and future perspectives. **IEEE Intelligent Transportation Systems Magazine**, v. 6, n. 4: p. 6-22, 2014.

BOSTROM, N. Technological revolutions: Ethics and policy in the dark. //: CAMERON, N.M.S, MITCHELL, M.E. **Nanoscale: Issues and perspectives for the nano century**. Hoboken: John Wiley & Sons, p. 129-152, 2007.

BREUER, Jörg, et al. User-oriented evaluation of driver assistance systems. //: WINNER, H; HAKULI, S.; LOTZ, F.; SINGER, C. **Handbook of driver assistance systems: basic information, components and systems for active safety and comfort**. Cham: Springer, p. 231-248, 2016.

BROWN, Tim. **Change by design: How design thinking transforms organizations and inspires innovation**. Nova York: Harper Business, 2019.

COELHO, Gilda M. **NT 14 prospecção tecnológica: metodologias e experiências nacionais e internacionais**. Rio de Janeiro, 2003. Disponível em: <[https://www.davi.ws/doc/prospeccao\\_tecnologica.pdf](https://www.davi.ws/doc/prospeccao_tecnologica.pdf)>. Acesso em: 2 mai. 2021.

DANIELLOU, F. A ergonomia na construção de projetos de concepção de sistema de trabalho. //: FALZON, Pierre (ed.). **Ergonomia**. São Paulo: Blucher, p. 303-316, 2007.

DANIELLOU, François. Métodos em ergonomia de concepção. //: DUARTE, Francisco J. M. C. **Ergonomia e projeto na indústria de processo contínuo**. Lucerna: Rio de Janeiro, p.30, 2000.

DEJEAN, Pierre-Henri; NAËL, Michel. Ergonomia do produto. //: FALZON, Pierre (ed.). **Ergonomia**. São Paulo: Blucher, p. 393-406, 2007.

GARCIA, Lucas J., MERINO, Giselle S. A. D., MERINO, Eugenio A. D. Design centrado no usuário: requisitos para avaliação de produtos durante o desenvolvimento de projetos com base na usabilidade e design universal. //: SILVA, Marilande C. A (org.) **Ergonomia e Acessibilidade 2**. Ponta Grossa: Atena Editora, p. 22-34, 2019

GARCÍA-VERDUGO, Lino V. Mobilescapes: a new frontier for urban, vehicle, and media design: A New Frontier for Urban, Vehicle, and Media Design. //: MEYER, G.; Shaheen, S. (Ed.) **Disrupting Mobility**. Berlin: Springer International Publishing, p. 335-349, 2017.

GARRETT, James J. **The elements of user experience: user-centered design for the web and beyond**. Berkeley: New Riders, 2010.

GIL, Antônio. C. 2008. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas.

HARADA, F. et al. O design centrado no humano aplicado: a utilização da abordagem em diferentes projetos e etapas do design. **Revista D: Design, Educação, Sociedade e Sustentabilidade**. v.8, n.2: 87-107, 2016.

KALA, Rahul. **On-road intelligent vehicles: Motion planning for intelligent transportation systems**. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2016.

LARICA, Neville J. **Design de automóveis: a arte em função da mobilidade**. Rio de Janeiro: 2AB/PUC-Rio, 2003.

LOWDERMILK, Travis. **Design centrado no usuário: um guia para o desenvolvimento de aplicativos amigáveis**. São Paulo: Novatec Editora, 2013.

MAO, Ji-Ye et al. The state of user-centered design practice. **Communications Of The Acm**. v. 48, n. 3: p. 105-109, 2005.

MAURER, M. Introduction. //: MAURER, M.; Gerdes, J. C.; Lenz, B.; Winner, H. (Orgs) **Autonomous Driving: technical, legal and social aspects**. Berlin: Springer, p. 1-7, 2016.

MAYERHOFF, Zea D. V. L. Uma Análise Sobre os Estudos de Prospecção Tecnológica. **Cadernos de Prospecção**. v. 1, n. 1: p. 7-9, 2008. Disponível em: <<https://portalseer.ufba.br/index.php/nit/article/viewFile/3538/2637>>. Acesso: 12 set. 2020.

OKUDA, R.,KAJIWARA, Y., TERASHIMA, K. A survey of technical trend of ADAS and autonomous driving. //: 2014 International Symposium On Vlsi Design, Automation And Test (Vlsi-Dat). **Technical Papers of 2014 International Symposium on VLSI Design, Automation and Test**. Toronto: IEEE, p. 1-4, 2014.

QUINTELLA, Cristina M. et al. Prospecção Tecnológica como uma Ferramenta Aplicada em Ciência e Tecnologia para se Chegar à Inovação. **Revista Virtual de Química**, v. 3, n. 5: p. 406-415, 2011. Disponível em: <http://rvqsub.s bq.org.br/index.php/rvq/article/view/193/203>. Acesso: 12 set. 2020.

RENDON-VELEZ, Elizabeth. Classification and overview of advanced driver assistance systems according to the driving process. **Proceedings of the ASME 2010 International Design Engineering Technical Conferences & Computers and Information in Engineering Conference - IDETC/CIE 2010**. v.3, p.1-9, 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.1115/DETC2010-28877>>. Acesso: 4 mai. 2020.

SANTOS, Marcello S. Ergonomia hospitalar. //: MASCULO, F.S.; VIDAL, M.C. (Orgs) **Ergonomia: trabalho adequado e eficiente**. Rio de Janeiro: Elsevier/ABEPRO, p. 519-523, 2011.

SANTOS, Marcio M. et al. Prospecção de tecnologias de futuro: métodos, técnicas e abordagens. **Parcerias Estratégicas**. v. 9, n. 19, p. 189-229, 2004. Disponível em: <[http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias\\_estrategicas/article/view/253](http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/view/253)>. Acesso: 22 set. 2020.

SILVA, Júlio César R. P., SILVA, José Carlos P. A ergonomia de concepção como fator diretivo em projetos de câmeras fotográficas. //: **1º Congresso Internacional de Ergonomia Aplicada**. São Paulo: Blucher, p. 415-426, 2016.

SOUZA, Felipe M.; SOUZA, Mériti De; FIALHO, Francisco A. P. Para um descentramento do usuário no design: uma abordagem pós-estruturalista. **Estudos em Design**. v. 29, n. : p. 6-18, 2021.

WEST, D.M. **Moving Forward: Self-Driving Vehicles in China, Europe, Japan, Korea, and the United States**. Washington: Brookings Institution, 2016.

VERBAND DER AUTOMOBILINDUSTRIE. **Automation:** from driver assistance systems to automated driving. Brochure, 2015. Disponível em: <<https://www.vda.de/en/services/Publications/automation.html>>. Acesso: 28 abr. 2020.

VIDAL, M. C. Ação ergonômica. //: VIDAL, M. C. **Introdução à ergonomia**. Rio de Janeiro: CESERG/GENTE/COPPE/UFRJ, p. 26-46, 2000.