

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Cláudia Rafaela Basso

ANÁLISE DE *COCKPITS* DE ÔNIBUS A PARTIR DAS
DEMANDAS DOS MOTORISTAS E
CARACTERÍSTICAS DA TAREFA

Porto Alegre

2018

Cláudia Rafaela Basso

**Análise de *cockpits* de ônibus a partir das demandas dos motoristas e características da
tarefa**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, modalidade Acadêmica, na área de concentração em Sistemas de Produção.

Orientador: Professor Fernando Gonçalves Amaral, Dr.

Porto Alegre

2018

Cláudia Rafaela Basso

Análise de *cockpits* de ônibus a partir das demandas dos motoristas e características da tarefa

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção na modalidade Acadêmica e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora designada pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Prof. Fernando Gonçalves Amaral, Dr.

Orientador PPGEP/UFRGS

Prof. Flávio Sanson Fogliatto, Dr.

Coordenador PPGEP/UFRGS

Banca Examinadora:

Professor Celso Carnos Scaletsky, Dr. (Unisinos)

Professora Christine Tessele Nodari, Dra. (PPGEP /UFRGS)

Professora Cláudia de Souza Libânio, Dra. (UFCSPA)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais, pelo apoio incondicional, pela dedicação incansável e por todas as oportunidades de crescimento que me proporcionaram, tanto no âmbito acadêmico quanto pessoal. Agradeço também ao meu namorado pelo apoio e paciência.

Aos meus colegas e amigos do PPGEF, pela amizade, apoio, troca de conhecimento, pelas risadas e bons momentos que partilhamos. Agradeço em especial aos colegas do grupo de pesquisa NECSSO: Vivian, Giuliana, Marcelo, Sabrina, Fernanda e William.

Ao meu orientador, professor Fernando Gonçalves Amaral, pela dedicação, comprometimento e direcionamentos. Obrigada por contribuir para o meu crescimento acadêmico, profissional e pessoal.

Agradeço ao Sr. Pedro Fabbrin e aos profissionais do SEST/SENAT pelo apoio e também à diretoria e funcionários das empresas onde foi realizada a coleta de dados. O apoio e disponibilidade de vocês tornaram este projeto viável.

Agradeço ainda à Universidade Federal do Rio Grande do Sul pela oportunidade de crescimento acadêmico e a CAPES pelos recursos financeiros que possibilitaram minha dedicação integral a este mestrado.

RESUMO

Os motoristas de ônibus apresentam problemas de saúde física e psicológica decorrentes da exposição a fatores relacionados com a organização do trabalho e com a própria configuração do ônibus, mais especificamente da cabine, onde realizam suas atividades. Os projetos das cabines dos ônibus e do seu *cockpit*, interface através da qual o motorista envia comandos para o ônibus, normalmente desconsideram a opinião do motorista e a relação entre produto/usuário/contexto de uso real, fundamental para garantir um projeto de interface adequado, segundo os conceitos de ergonomia e design. Assim, esta pesquisa tem como objetivo estudar e determinar as demandas dos motoristas de transporte rodoviário e urbano de passageiros com relação aos *cockpits* de ônibus, a fim de propor melhorias considerando as características da tarefa e a opinião dos motoristas com relação ao seu conforto e desempenho. Participaram do estudo duas empresas de transporte de passageiros, uma rodoviária e outra urbana. A metodologia foi estruturada em três fases. A primeira (Pré-análise) teve como objetivo conhecer os *cockpits* dos ônibus, entender os requisitos considerados na compra de novos veículos e evidenciar as condições do *cockpit* que atuam na dirigibilidade do veículo. A segunda fase (Análise) consistiu em investigar a percepção dos motoristas com relação aos *cockpits* dos ônibus, realizado observação *in loco*, filmagens, entrevistas, questionário e dinâmica do protótipo de papel. Na terceira fase (Pós-análise) foi realizada a triangulação dos dados para identificar os fatores de conforto mais relevantes e a comparação dos resultados dos dois grupos de motoristas. Os resultados da dinâmica convergiram com aqueles das entrevistas e questionários evidenciando que, em geral, os motoristas tendem a manter os comandos nos locais em que se acostumaram, modificando somente o posicionamento daqueles que não atendem suas necessidades de forma satisfatória. A principal demanda dos motoristas de transporte rodoviário está vinculada ao posicionamento do comando do ar-condicionado no *cockpit* e às condições de conforto térmico na cabine. Os motoristas de transporte urbano de passageiros, por outro lado, desejam o reposicionamento do comando do itinerário para um local de fácil alcance e visibilidade quando em sedestação. Esses também relataram desconforto térmico relacionando com a inexistência do dispositivo da ventarola, uma vez que a maioria dos veículos da frota não dispõe de ar-condicionado. Os dois grupos de motoristas indicaram a necessidade de melhorar a visibilidade do painel de instrumentos que, por vezes, é dificultado pelo mau posicionamento do volante. Além disso, os dois grupos de

motoristas consideraram o espaço interno da cabine, o ruído, bem como o conforto do banco, características a serem melhoradas.

Palavras-chave: Motorista. Ônibus. *Cockpit*. Cabine. Participação do usuário. Ergonomia.

ABSTRACT

Bus drivers have physical and psychological health problems due to exposure to factors related to work organization and the configuration of the bus, specifically the cabin, where they carry out their activities. The bus cabins and their cockpit's designs, the interface through which the driver sends commands to the bus, usually disregard the driver's opinion and the relationship between product/ user/ context of actual use, primal to ensure a proper interface design, according to the concepts of ergonomics and design. Thus, this research aims to study and determine the demands of road and urban passenger transport drivers in relation to bus cockpits, in order to propose improvements considering the characteristics of the task and the opinion of the drivers regarding their comfort and performance. The study included an urban and a road passenger transport company. The methodology was structured in three phases. The first one (Preanalysis) had as objective to know the cockpits of the buses, to understand the requirements considered in the purchase of new vehicles and to understand the conditions of the cockpit that act in the dirigibility of the vehicle. The second phase (Analysis) was to investigate the drivers' perception regarding the cockpits of the buses through in loco observation, filming, interviews, questionnaire and paper prototype dynamics. In the third phase (Post-analysis) the triangulation of the data was performed to identify the most relevant comfort factors and the results of the two groups of drivers were compared. The results of the dynamics converged with those of the interviews and questionnaires showing that, in general, drivers tend to keep the controls in the places they have become used to, modifying only the positioning of those who do not meet their needs. The main demand of road transport drivers is linked to the positioning of the air conditioning control in the cockpit and the conditions of thermal comfort in the cabin. Passenger urban transport drivers, on the other hand, want the itinerary Command relocate to a location within easy reach and visibility when in the sitting position. They also reported thermal discomfort relating to the absence of ventarola device, since most vehicle do not have air conditioning. The two groups of drivers indicated the need to improve the visibility of the instrument panel which is sometimes hampered by poor steering positioning. In addition, the two groups of drivers considered the interior space of the cabin, the noise as well as the comfort of the seat, features to be improved.

Key words: Driver. Bus. *Cockpit*. Cabin. User participation. Ergonomics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Os três aspectos considerados na avaliação de usabilidade	23
Figura 2: Inter-relacionamento entre fases e etapas da abordagem proposta	45
Figura 3: Gráfico da relação entre importância versus frequência de uso dos comandos do <i>cockpit</i> dos ônibus	65
Figura 4: Gráfico da relação entre importância versus satisfação das condições de conforto da cabine do motorista rodoviário	67
Figura 5: Gráfico da relação entre importância versus satisfação sobre os comandos e ícones do painel do ônibus rodoviário	69
Figura 6: Nuvem de palavras elaborada a partir das entrevistas dos motoristas rodoviários	70
Figura 7: Gráfico da relação entre importância versus frequência de uso dos comandos do <i>cockpit</i> dos ônibus urbanos	76
Figura 8: Gráfico da relação entre importância versus satisfação das condições de conforto da cabine do motorista urbano	78
Figura 9: Gráfico da relação entre importância versus satisfação sobre os comandos e ícones do painel do ônibus urbano	80
Figura 10: Nuvem de palavras elaborada a partir das entrevistas dos motoristas urbanos	81
Figura 11: áreas do <i>cockpit</i>	84

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Resultado da análise dos dados da seção 1.1 do questionário da empresa de transporte rodoviário	62
Tabela 2: Resultado da análise dos dados da seção 2.1 do questionário da empresa de transporte rodoviário	66
Tabela 3: Resultado da análise dos dados da seção 2.2 do questionário da empresa de transporte rodoviário	68
Tabela 4: Resultado da análise dos dados da seção 1.1 do questionário da empresa de transporte urbano	75
Tabela 5: Resultado da análise dos dados da seção 2.1 do questionário da empresa de transporte urbano	77
Tabela 6: Resultado da análise dos dados da seção 2.2 do questionário da empresa de transporte urbano	79

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: características dos produtos comerciais e de consumo	24
Quadro 2: técnicas de inspeção e teste de usabilidade	26
Quadro 3: Tipo de interface, veículo e fator investigado nos artigos selecionados	32
Quadro 4: Metodologias e participação dos usuários	33
Quadro 5: Descrição dos principais modelos de ônibus que compõem a frota da empresa de transporte rodoviário	56
Quadro 6: Descrição dos principais modelos de ônibus que compõem a frota da empresa de transporte urbano	58
Quadro 7: Informações sobre tempo e número de trocas de marcha em cada viagem filmada	60
Quadro 8: Informações sobre tempo, número de trocas de marcha e abertura de portas em cada viagem filmada	60
Quadro 9: Descrição das cinco áreas do <i>cockpit</i> do ônibus	85
Quadro 10: Dinâmica do protótipo de papel - empresa de transporte rodoviário de passageiros	85
Quadro 11: Dinâmica do protótipo de papel - empresa de transporte urbano de passageiros	89
Quadro 12: Fatores de conforto evidenciados e propostas de melhorias - transporte rodoviário	95
Quadro 13: Fatores de conforto evidenciados e propostas de melhorias - transporte urbano	98
Quadro 14: Itens/fatores de conforto abordados pelos motoristas de transporte rodoviário e urbano.....	100

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 CONTEXTO E PROBLEMÁTICA DO ESTUDO	14
1.2 TEMA E QUESTÃO DE PESQUISA	15
1.3 OBJETIVOS	16
1.4 JUSTIFICATIVA EM RELAÇÃO AO TEMA E AOS OBJETIVOS	16
1.5 PRODECIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA	17
1.6 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA	18
1.7 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	18
2. REFERENCIAL TEÓRICO	20
2.1 CARACTERÍSTICAS DO TRABALHO DE MOTORISTAS DE ÔNIBUS	20
2.2 USABILIDADE	22
2.2.1 Aspectos observados na avaliação da usabilidade	23
2.2.1.1 Usuário	23
2.2.1.2 Produto	24
2.2.1.3 Contexto	25
2.2.2 Avaliação da usabilidade	25
2.3 <i>COCKPITS</i>	30
2.3.1 Metodologias de desenvolvimento e levantamento de parâmetros de <i>cockpits</i> ..	31
2.3.1.1 Características dos artigos analisados	32
2.3.1.2 Características metodológicas dos estudos e envolvimento dos usuários	33
2.3.1.3 Veículos estudados e aspectos de projetos de <i>cockpits</i> abordados na literatura.....	37
2.3.1.4 Métodos evidenciados e participação do usuário final	40
2.4 CONSIDERAÇÕES A RESPEITO DA REVISÃO DA LITERATURA	43
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	44
3.1 ESTRUTURA DA ABORDAGEM PROPOSTA	44
3.1.1 1º Fase - Pré-análise	46
3.1.2 2º Fase – Análise	46
3.1.2.1 Questionário e Entrevistas	47
3.1.2.2 <i>Filmagens</i>	48

3.1.2.3 Dinâmica do Protótipo de Papel	48
3.1.3 3º Fase - Pós-análise	50
4 RESULTADOS	51
4.1 GRUPO FOCAL COM ESPECIALISTAS	51
4.2 CARACTERÍSTICAS DAS EMPRESAS	54
4.2.2 Caracterização da Frota e dos Cockpits	55
4.2.2.1 Empresa de transporte rodoviário de passageiros	56
4.2.2.1 Empresa de transporte urbano de passageiros	58
4.3 ANÁLISE DAS FILMAGENS	59
4.4 RESULTADOS DOS QUESTIONÁRIOS	61
4.4.1 Resultados dos Questionários Aplicados na Empresa de Transporte Rodoviário	61
4.4.1.1 Análise da Seção 1.1 do Questionário: “Importância x Frequência de Uso dos Comandos do <i>Cockpit</i> ”	62
4.4.1.2 Análise da Seção 2.1 do Questionário: “Condições de Conforto da Cabine do Motorista”	66
4.4.1.3 Análise da Seção 2.2 do Questionário: “Comandos e Ícones do Painel”	68
4.4.1.4 Análise dos relatos das entrevistas	69
4.4.2 Resultados dos Questionários Aplicados na Empresa de Transporte Urbano.....	74
4.4.2.1 Análise da Seção 1.1 do Questionário: “Importância x Frequência de Uso dos Comandos do <i>Cockpit</i> ”	74
4.4.2.2 Análise da Seção 2.1 do Questionário: “Condições de Conforto da Cabine do Motorista”	77
4.4.2.3 Análise da Seção 2.2 do Questionário: “Comandos e Ícones do Painel”	79
4.4.2.4 Análise dos relatos das entrevistas	80
4.5 DINÂMICA DO PROTÓTIPO DE PAPEL	84
4.5.1 Dinâmica realizada na empresa de transporte rodoviário de passageiros ..	85
4.5.2 Dinâmica realizada na empresa de transporte urbano de passageiros	89
4.6 PROPOSTAS DE MELHORIAS NOS COCKPITS DE ÔNIBUS	93
4.6.1 Empresa de transporte rodoviário de passageiros	93
4.6.2 Empresa de transporte urbano de passageiros	97

4.7 DIFERENÇAS ENTRE AS DEMANDAS DOS MOTORISTAS DE ÔNIBUS MUNICIPAIS E INTERMUNICIPAIS	99
5 DISCUSSÃO	102
6 CONCLUSÃO	105
Referências	107
Apêndices	113

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTO E PROBLEMÁTICA DO ESTUDO

Interfaces com o usuário constituem o espaço conceitual em que a informação é trocada entre o usuário e a máquina para o funcionamento de um sistema homem-máquina (ALPPAY; BAYAZIT, 2015). O papel de uma interface, conforme Clamann e Kaber (2004), é fornecer um diálogo entre o operador e o dispositivo, direcionando as ações do primeiro para o segundo em forma de controles e transformando dados brutos fornecidos pelo dispositivo em informações úteis para o operador. Se um sistema é bem projetado sob a perspectiva da usabilidade, o diálogo é intuitivo e natural e permite ao usuário trabalhar em harmonia com o sistema.

Para Stanton *et al.* (2013) o sucesso da interação do usuário com uma interface depende da otimização entre a entrada do dispositivo, tarefas e ambiente em que o sistema é utilizado. Nesse sentido, considerando que *displays* e controles são os meios pelos quais os seres humanos geralmente se comunicam com máquinas, a disposição física desses dispositivos é muito importante do ponto de vista de projetos ergonômicos (CHAN; HOFFMANN, 2015). Esse é o caso das operações em *cockpits*, que são os espaços ou compartimentos de veículos (como barcos, aviões ou automóveis) onde o piloto ou motorista senta para conduzir, dirigir ou pilotar o veículo (MERRIAM-WEBSTER, 2017).

Baxter *et al.* (2007) relatam que dificuldades de operação de *cockpits*, resultantes de incompatibilidades entre o projeto deste e a cognição do usuário, pode levar a erros e dificuldades de operação, colocando em risco a segurança dos operadores e passageiros. Para Zhang e Sun (2013) o projeto de *layout* da cabine, que consiste em todo o espaço onde o motorista/piloto realiza sua atividade de conduzir o veículo incluindo painel de instrumentos, banco e demais elementos, é de grande importância para a eficiência da operação e a segurança. Os autores afirmam que um dos elementos principais da cabine é o *cockpit*, também chamado de painel de instrumentos, que é o espaço da cabine onde estão localizados os botões e comandos através dos quais o condutor interage com o veículo, excetuando, assim, o assento e demais componentes da cabine. Nesse sentido Şenol *et al.* (2010) abordam a importância de entender a perspectiva do usuário, interpretar suas necessidades e refleti-las

no produto. Assim, o problema do projeto de *layout* do *cockpit* tem atraído a atenção de muitos pesquisadores e investigações têm sido conduzidas nessa área.

O projeto de *cockpits* apresenta desafios consideráveis aos projetistas. O principal deles é garantir que o usuário preste atenção suficiente às informações mais importantes diminuindo o tempo gasto para identificá-las na interface do *cockpit*. Em um nível mais aplicado, os designers precisam de mais informações sobre como os usuários tendem a depositar sua atenção espacialmente sobre essas interfaces e também sobre como os elementos de exibição podem ser modificados para aumentar (ou diminuir) a capacidade de atrair a atenção (JOHNSON; COUNCIL; TSE, 2003).

Considerando o contexto de trabalho dos motoristas de ônibus, que desempenham suas atividades interagindo com o painel de instrumentos do veículo, fica evidente que a falta de adaptação do projeto destes *cockpits* considerando as demandas do trabalho, as normas internas de cada empresa e as exigências da legislação de trânsito podem afetar o desempenho, a segurança e o conforto desses profissionais. Entende-se assim que a inadequação do produto referido é expressa, em geral, pela ausência de participação direta dos motoristas no projeto do veículo, que são os usuários finais.

Além disso, existe a necessidade dos designers considerarem o conhecimento cultural e experiência dos usuários como questão central na usabilidade de produtos, superando suas interpretações pessoais, fato evidente quando se considera o sucesso de um produto/sistema. Para estabelecer o nível de sucesso de um produto é necessário então determinar medidas que reflitam a experiência do usuário, suas necessidades e requisitos físicos, cognitivos e emocionais. Lenior *et al.* (2006) corroboram afirmando que, geralmente, o maior desafio da engenharia centrada nos preceitos ergonômicos é guiar o desenvolvimento de sistema de interação homem-máquina de forma a atender uma diversidade de usuários, estilos de interação, contextos de trabalho e tarefas.

1.2 TEMA E QUESTÃO DE PESQUISA

Diante do exposto, esta dissertação tem como tema a percepção dos motoristas sobre os *cockpits* de ônibus.

Considerando a importância do conhecimento da tarefa, experiência e opinião do usuário final no projeto de produtos/sistemas para uma melhor adequação dele ao contexto em que será utilizado, questiona-se: Quais são as características que devem ser observadas nos projetos de *cockpits* de ônibus com base na opinião e experiência dos motoristas?

1.3 OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho consiste em estudar e determinar as demandas dos motoristas de transporte rodoviário e urbano de passageiros com relação aos *cockpits* de ônibus, a fim de propor melhorias considerando as características da tarefa e a opinião dos motoristas com relação ao seu conforto e desempenho.

Para alcançar o objetivo geral, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- a) Definir e aplicar um método que promova a participação do usuário final na concepção do projeto do *cockpit*;
- b) Identificar fatores que influenciam no conforto e no desempenho dos motoristas, durante a realização de suas tarefas, nos *cockpits* de ônibus;
- c) Sugerir melhorias no projeto de *cockpits* de ônibus de transporte rodoviário e urbano.
- d) Evidenciar as diferenças entre as demandas de motoristas de transporte rodoviário e urbano.

1.4 JUSTIFICATIVA EM RELAÇÃO AO TEMA E AOS OBJETIVOS

O contexto vivido pela sociedade atual torna indiscutível a importância da interface existente entre o homem e o trabalho. Fato esse que pode ser constatado ao se observar estudos que utilizam critérios ergonômicos para alcançar resultados direcionados a transformação do trabalho, que se traduzem para os trabalhadores na forma de conforto, bem estar, segurança produtividade e eficiência; diminuindo constrangimentos, estresse, fadiga e possíveis acidentes. (BÓRMIO *et al.*, 2010).

Com relação aos motoristas de ônibus, que são o foco desta pesquisa, Tse *et al.* (2006) relatam que entre os estressores comuns no trabalho encontra-se ainda o projeto deficiente do

cockpit que, muitas vezes, não considera os requisitos ergonômicos. Nesse sentido, Alperovitch-Najenson *et al.* (2010) afirmam que as empresas de serviços de transporte de passageiros precisam assegurar que a estação de trabalho dos motoristas possa ser ajustada para ir ao encontro das suas necessidades.

De acordo com Andre *et al.* (1991), avanços na tecnologia dos *displays* têm garantindo aos projetistas maior flexibilidade nos projetos de desenvolvimento. No entanto, Roske-Hofstrand e Paap (1986) salientam que, muitas vezes, a forma como os designers interpretam uma situação não corresponde à forma como o usuário a realiza, evidenciando a necessidade de investigar junto ao usuário a sua percepção acerca do produto/sistema em questão. Şenol *et al.* (2010) afirmam que para refletir a perspectiva do usuário, a pesquisa qualitativa pode ser mais adequada do que a pesquisa quantitativa, pois revela o modelo conceitual, que é a primeira impressão do usuário a respeito do objeto de estudo. Os autores afirmam ainda que o designer deve entender a mente do usuário, interpretando suas necessidades para refleti-las no produto. Isto implica na constatação de sua importante participação e interação no projeto.

Do ponto de vista prático, a necessidade de realização deste projeto está ligada à melhora do desempenho e conforto dos motoristas de ônibus. As tarefas desses motoristas são caracterizadas por alta demanda cognitiva, necessidade de atenção constante com relação ao tráfego e postura estática sentada com movimentação dinâmica de membros superiores. Os reflexos do trabalho se traduzem por dores e desconfortos, dificuldades de tomada de informação, que influem por sua vez no tempo de resposta do motorista.

1.5 PRODECIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA

A abordagem da pesquisa caracteriza-se como qualitativa e quantitativa. A pesquisa quantitativa, conforme Creswell (2010), fornece uma descrição numérica de opiniões, atitudes e tendências de uma amostragem, já a pesquisa qualitativa é interpretativa, onde o pesquisador avalia opiniões pessoais dos entrevistados.

Com relação à natureza a pesquisa é aplicada, pois visa gerar conhecimentos práticos para resolver problemas específicos. No que tange aos objetivos, a pesquisa é exploratória e explicativa (PRODANOV; FREITAS, 2013). Conforme Andrade (2010), a pesquisa exploratória tem como finalidade garantir maiores informações sobre um assunto de forma a preparar outro tipo de pesquisa. A pesquisa explicativa, por outro lado, pretende identificar

causas dos fenômenos estudados, além de registrar, analisar e interpretar, tendo por objetivo aprofundar o conhecimento.

1.6 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

Este estudo tem foco nos motoristas de ônibus de duas empresas de transporte de passageiros sediadas no estado do Rio Grande do Sul, sendo uma de transporte intermunicipal/rodoviário e a outra de transporte exclusivamente urbano. A amostra de motoristas foi composta apenas por trabalhadores do sexo masculino, pois as empresas não têm funcionários do sexo feminino realizando essa atividade. O perfil dos funcionários foi analisado a partir dos seguintes fatores: idade, tempo na empresa, tempo como motorista profissional, escolaridade, turno de trabalho, principais rotas, tipo de ônibus que dirige e no caso da empresa de transporte rodoviário também foi investigado o tipo de linha em que atua (direta, semidireta ou comum). Os trechos de viagem analisados foram selecionados a partir de indicação dos representantes da empresa considerando critérios como frequência, importância e tipo de demanda a que o motorista está exposto.

A metodologia considerou aspectos referentes à percepção dos usuários sem, no entanto, realizar medições quantitativas como dimensionamento da cabine, distância dos comandos, ruído, vibração, temperatura, densidade da espuma e dimensões do banco para confrontar com os relatos dos motoristas.

A listagem de comandos utilizados tanto nos questionários quanto na dinâmica foi feita através dos manuais dos principais modelos de ônibus que compõem as frotas das empresas e de indicações de representantes dos setores de treinamento e manutenção. Dessa forma foram utilizados os símbolos constantes nos manuais disponibilizados pelas empresas de transporte de passageiros não considerando as diferenças de simbologia entre empresas fabricantes de carroceria diferentes.

1.7 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação está dividida em seis capítulos, sendo o primeiro referente à introdução do assunto, onde é apresentado o contexto e a problemática, o tema e questão de pesquisa, objetivos geral e específicos, justificativa da escolha do tema e objetivos da

pesquisa, os procedimentos metodológicos utilizados, a delimitação da pesquisa além da presente estrutura. O segundo capítulo apresenta a revisão de literatura acerca do trabalho de motoristas de ônibus, *cockpits* de veículos, metodologias utilizadas na concepção e definição de parâmetros dos *cockpits* além de uma seção sobre usabilidade. No terceiro capítulo são tratados os procedimentos metodológicos utilizados na pesquisa e construção desta dissertação, sendo dividido em três seções: pré-análise, análise e pós-análise.

No capítulo quatro da dissertação são apresentados os resultados da aplicação das ferramentas de coletas de dados propostas no capítulo de metodologia, propostas melhorias para os projetos de *cockpits* de ônibus sob a perspectiva dos motoristas e comparação das demandas dos motoristas de transporte rodoviário e urbano de passageiros. O quinto capítulo apresenta uma discussão dos resultados apresentados no capítulo anterior. Por fim, no último capítulo são retomados os principais pontos abordados ao longo da dissertação, apresentada a conclusão da pesquisa e propostas para futuros estudos.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta sessão são apresentados conceitos referentes a características do trabalho de motoristas de ônibus, usabilidade, *cockpits* de veículos, bem como as metodologias utilizadas na definição de seus parâmetros e projetos. A revisão referente às metodologias relacionadas aos *cockpits* foi realizada por meio de uma busca sistemática de literatura. O Apêndice I apresenta o artigo na íntegra, que contém as bases metodológicas da sua construção.

2.1 CARACTERÍSTICAS DO TRABALHO DE MOTORISTAS DE ÔNIBUS

Motoristas de ônibus devem equilibrar demandas conflitantes de segurança, serviço focado no cliente e regulamentos da empresa. Como em muitas outras indústrias de transporte de passageiros, a segurança dos viajantes e de outros usuários é de importância primordial. Nesse sentido, a saúde física e psicológica do motorista do ônibus é um fator crítico no desempenho de condução, pois qualquer deficiência pode ter consequências indesejáveis para os motoristas, os passageiros e as companhias de ônibus. (TSE *et al.*, 2006). Magnusson *et al.* (1996) evidenciaram em seus estudos uma diminuição do tempo de trabalho dos motoristas profissionais, através da apresentação de atestados médicos, devido a dores lombares que são influenciadas, além da exposição a fatores físicos, pelo estresse no trabalho.

De acordo com Chung e Wong (2011) a condução de veículos e horas de trabalho são uma questão crítica de segurança para os motoristas profissionais. O estudo realizado pelos autores mostra que a quantidade de horas de trabalho pode afetar não só a fadiga em curto prazo ou sonolência, mas também a saúde em longo prazo. Assim, as longas horas passadas na condução e no trabalho muitas vezes provocam distúrbios nas costas dos condutores profissionais.

No que tange à extensão da jornada de trabalho, o Art. 235-C da Lei Nº 13.103, que dispõe sobre o exercício da profissão de motorista, estabelece que a jornada diária de trabalho do motorista profissional deve ser de oito horas, admitindo-se a sua prorrogação por até duas horas extraordinárias, ou mediante previsão em convenção ou acordo coletivo, por até quatro horas extraordinárias (BRASIL, 2015). Em comparação com a legislação brasileira, que admite um tempo de condução de até 12 horas diárias, a legislação da União Europeia (regulamento (CE) nº 561/2006 do Parlamento Europeu e do Conselho da União Europeia),

no Artigo 6º, estabelece que o tempo diário de condução não deve exceder 9 horas. No entanto, não mais de duas vezes por semana, o tempo diário de condução pode ser ampliado até um máximo de 10 horas (UNIÃO EUROPEIA, 2006).

Tendo em vista questões relacionadas ao período de tempo que o motorista profissional passa na direção, Lemos *et al.* (2009) identificaram que privações de sono e hábitos de sono inadequados podem causar problemas relativos à apneia do sono. Os autores evidenciaram em seu estudo com 209 motoristas que a síndrome da apneia obstrutiva do sono é mais prevalente na população de motoristas profissionais (11,5%) do que na população em geral (que varia de 1% a 5% em homens e de 1,2% a 2,5% em mulheres). Isso pode influenciar a capacidade de manter um nível satisfatório de coordenação psicomotora e concentração ao dirigir.

Chung e Wong (2011) afirmam que motoristas de ônibus, que têm menos auxílio de recursos tecnológicos comparados a pilotos de aviões e trens, demandam maiores cuidados no gerenciamento da saúde. Motoristas profissionais são considerados um grupo de risco de acometimento de doenças musculoesqueléticas devido ao tempo prolongado em postura sentada e à exposição à vibração de corpo inteiro (JENSEN *et al.*, 2008; SZETO; LAM, 2007; MAGNUSSON *et al.*, 1996).

Alperovitch-Najenson *et al.* (2010) identificaram a parte inferior das costas, ombros, pescoço e joelhos como as quatro áreas mais comuns de queixas musculoesqueléticas entre motoristas de ônibus urbano. No seu estudo realizado com 359 motoristas de ônibus, a prevalência de dor no pescoço foi de 21,1%, seguida por dores nos ombros (14,7%), parte superior das costas (8,3%), cotovelo (3,0%) e punho (3,0%). A prevalência de dores no pescoço foi associada com assentos desconfortáveis, suporte para as costas e volante. Além disso, motoristas que relatavam dor no pescoço apresentaram prevalência significativamente maior de dores na parte superior das costas, ombros e punho comparado com motoristas que não relataram dor no pescoço.

De acordo com Chung e Wong (2011), motoristas de ônibus profissionais são vulneráveis a problemas de saúde específicos devido às características de trabalho do ambiente. Fatores como a natureza sedentária da condução, exposição à vibração de corpo inteiro, horários apertados, fadiga, horários de turnos irregulares, e estressores do ambiente de trabalho como tráfego e reclamações de clientes tornam os motoristas de ônibus mais propensos a problemas musculoesqueléticos, queixas gastrointestinais e doenças

cardiovasculares. Além disso, relatam que motoristas de ônibus profissionais estão expostos a traumas no trabalho, incluindo ferimentos ou mortes por acidentes de trânsito. Conforme Tse *et al.* (2006), pesquisas demonstram que estressores específicos como falta de adaptação da cabine considerando os parâmetros ergonômicos, rotatividade de turnos de trabalho, tempo de duração de trajetos inflexível, trânsito e violência dos passageiros podem resultar em certos problemas físicos, psicológicos e comportamentais. Esses problemas na saúde dos motoristas têm influência na rotatividade, acidentes e absenteísmo, provocando consequências organizacionais.

2.2 USABILIDADE

De acordo com Nielsen (1993) a usabilidade é um aspecto capaz de oferecer uma interação agradável, fácil, eficaz e eficiente permitindo ao usuário total controle do ambiente, influenciando a aceitação de um produto. Nesse sentido, Krug (2014) relata que para algo ser usável as pessoas devem ser capazes de utilizá-lo para atingir seu propósito sem que o ônus da ação seja maior que o bônus.

A usabilidade é um fator importante para a qualidade de sistemas e produtos, sendo um conceito largamente utilizado nos processos de desenvolvimento, cujo foco está centrado na forma como as pessoas usam um produto no que tange a interação entre produto, tarefa e usuário. Nesse sentido, ressalta-se a importância de olhar para quem utiliza o produto, observando suas necessidades e objetivos de forma a atender seus requisitos (FALCÃO; SOARES, 2013).

Apesar da ISO 9241-11 (ISO, 1998) referir-se à usabilidade no âmbito do trabalho de escritório com computadores, a Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT (ABNT, 2002) indica que esta pode ser utilizada como referência em outras situações onde existe interação entre usuário e produto. A ISO 9241-11 (ISO, 1998) emprega o termo usabilidade para referenciar os atributos que tornam um produto mais fácil de usar, referindo-se à capacidade dos usuários utilizarem o produto de forma eficiente, eficaz e com satisfação. A eficácia está ligada à completude com a qual o usuário alcança seus objetivos, já a eficiência tem relação com os recursos utilizados pelo usuário para atingir os objetivos. A satisfação, por sua vez, refere-se à ausência de desconforto e atitudes positivas para com o uso de um produto.

Aspectos de interação e estética devem guiar o processo de desenvolvimento de produtos, pois são diferenciais importantes (SAKAMOTO; MIRANDA, 2014). Nesse sentido, Acosta *et al.* (2011) relata que as empresas enxergam a usabilidade como um fator estratégico que contribui de forma positiva para a competitividade, diferenciação, eficiência e boa prática. Assim, avaliações de usabilidade têm sido abordadas tanto na literatura quanto no contexto de pesquisa e desenvolvimento de algumas empresas (SILVA, 2014).

2.2.1 Aspectos observados na avaliação da usabilidade

De acordo com Falcão e Soares (2013) a usabilidade de um produto deve ser avaliada a partir de três aspectos: usuário, produto e contexto de uso. Na Figura 1 é apresentado um esquema que resume os três aspectos e que são explicitados nas seções seguintes.

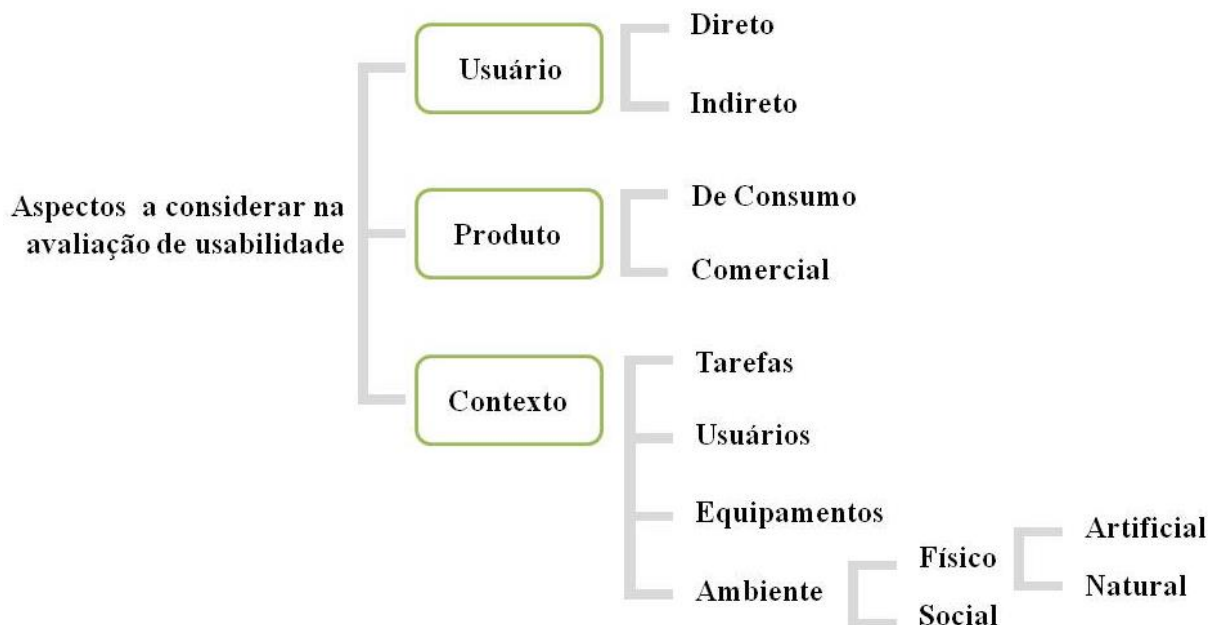


Figura 1: Os três aspectos considerados na avaliação de usabilidade.
Fonte: o autor

2.2.1.1 Usuário

De acordo com Nielsen (1993), as questões mais importantes para a usabilidade são a tarefa e as características do usuário. Para Norman (1999) o desenvolvimento do produto deve estar centrado no ser humano e sua tarefa e não na tecnologia utilizada. Goode *et al.* (2014) corroboram afirmando que um design de sucesso requer um entendimento profundo do comportamento dos usuários, seus interesses, pensamentos, sentimentos e emoções.

No entanto, faz-se necessário identificar quem é o usuário. Ward (2011) relata que o usuário pode ser tanto o proprietário do produto quanto a pessoa que de fato o utiliza, podendo estar ainda inserido entre os dois. Dejean e Wagstaff (2012) classificam o usuário em direto e indireto considerando que os usuários diretos são aqueles que escolheram o produto e os indiretos são aqueles que não escolheram utilizar o produto, mas que são afetados por ele. Falcão e Soares (2013) afirmam que todos aqueles que podem ter suas atividades afetadas por um produto devem ser considerados usuários, assim, antes de iniciar um projeto é importante identificá-los considerando suas características.

Para Jordan (1998) é importante conhecer tanto as características físicas quanto cognitivas dos usuários. O autor destaca algumas características que merecem atenção especial no projeto: experiência prévia com o produto ou similares, domínio do conhecimento relativo à tarefa, antecedentes culturais ou estereótipos populacionais, limitações físicas e/ou mentais, idade e gênero.

2.2.1.2 Produto

Os produtos industriais são caracterizados por Gomes Filho (2006) como objetos com configuração predominantemente tridimensional, que passam pelos processos de concepção e produção industriais. O autor os classifica em dois tipos de acordo com a configuração tecnológica e de produção: produtos simples e produtos sistêmicos. O primeiro refere-se àqueles com poucos componentes físicos e/ou visuais. O segundo são aqueles com características físicas mais complexas, maior número de peças e componentes e que podem agregar em seu conjunto várias peças prontas para compor o produto.

Fatores	Produto comercial	Produto de consumo
Objetivo	Definido pelo fabricante e pela empresa.	Selecionado pelo usuário e pode variar.
Comprador	Empresa, mediante critérios técnicos e econômicos.	Individual, podendo predominar critérios subjetivos.
Usuário	Pessoas habilitadas, com treinamento.	Genérico, sem treinamentos específicos.
Acompanhamento do uso	Supervisionado por pessoas especializadas.	Não existe, especificamente.
Manutenção	Sistemática, programada e preventiva.	Corretiva.
Custo da Falha	Alto, podendo causar catástrofe.	Despeço, difícil de quantificar.

Renovação	Periódica, determinada por avanços tecnológicos e/ou legislação.	Frequente, sujeito à moda e mudanças formais.
-----------	--	---

Quadro 1: características dos produtos comerciais e de consumo
 Fonte: adaptado de Iida (2005, p.318)

De acordo com Iida (2005) existem dois tipos de produtos: comerciais ou bens capitais, e de consumo (Quadro 1). Falcão e Soares (2013) afirmam que produtos de consumo são aqueles para uso pessoal, doméstico ou familiar utilizados em ambiente tanto residencial quanto social e não em ambiente de trabalho. Já os produtos comerciais são de uso profissional, em ambiente e atividades de trabalho, como máquinas e equipamentos de modo geral. Os autores afirmam ainda que uma das diferenças entre os dois é que os produtos de consumo geralmente são comprados pelo usuário final, já os produtos comerciais são adquiridos pelo representante de compras ou gerente de um determinado setor.

2.2.1.3 Contexto

O contexto de uso, de acordo com a norma ISO 9241-11 (ISO, 1998), compreende tarefas, usuários, equipamentos e o ambiente físico e social onde o produto será utilizado. Bevan e Macleod (1994) afirmam que a alteração de qualquer um dos aspectos do contexto de uso pode resultar em mudanças na capacidade de utilização do produto. Dessa forma, segundo Falcão e Soares (2013), uma análise de usabilidade não pode deixar de considerar o contexto onde determinado produto está inserido.

O contexto do ambiente físico refere-se ao local onde os testes estão sendo realizados, se no próprio ambiente real de uso (ambiente natural) ou em ambiente simulado, onde as variáveis podem ser controladas pelo avaliador (ambiente artificial). O contexto social, por sua vez, diz respeito às pessoas envolvidas como usuários, avaliadores e monitores dos testes, familiares e outros usuários curiosos (FALCÃO; SOARES, 2013).

2.2.2 Avaliação da usabilidade

Para determinar se um produto é utilizável, uma grande variedade de métodos de avaliação de usabilidade foram desenvolvidos e aplicados na prática. Em uma avaliação de usabilidade típica, os avaliadores coletam medidas específicas que acreditam refletir a usabilidade do produto, como o tempo de conclusão da tarefa, a frequência de erro e a preferência do usuário. Com base nas medidas coletadas, os avaliadores tentam concluir que

certa alternativa é melhor que as demais em termos de uma medida ou outra (KIM; HAM, 2008).

De acordo com Kim e Ham (2008), as avaliações de usabilidade devem ser capazes de identificar as relações entre usuário, produto e tarefa, pois a usabilidade depende de cada uma delas. Uma vez identificada essa relação, os avaliadores devem definir as dimensões da usabilidade que são apropriadas e indispensáveis para avaliar o produto.

Os métodos de avaliação de usabilidade são divididos por Rocha e Baranaus (2003) em dois grupos: testes de usabilidade e inspeções de usabilidade. Os testes de usabilidade envolvem avaliação experimental formal de uma interface, já as inspeções abrangem uma série de métodos informais que podem depender da análise da sequência de operações de uma determinada tarefa ou não (NEWMAN; LAMMING, 1995).

Inspeção de Usabilidade	Teste de Usabilidade
Avaliação heurística	Observação
Inspeção de usabilidade por <i>checklist</i>	Questionário
Revisão de <i>Guidelines</i>	Entrevista
Percurso Cognitivo	Ensaio de interação
	<i>Thinking aloud</i>
	Avaliação cooperativa
	Grupo focal

Quadro 2: técnicas de inspeção e teste de usabilidade
Fonte: adaptado de Kulpa (2017)

Rocha e Baranaus (2003) afirmam que as inspeções de usabilidade podem ser realizadas tanto por especialistas quanto por pessoas leigas, podem ser realizadas com qualquer indivíduo, mesmo que não o usuário final e em qualquer fase do desenvolvimento. Já os testes têm como objetivo avaliar o usuário e a sua interação com o produto/sistema, assim, é necessário construir um protótipo básico, um cenário ou mesmo o produto final. No Quadro 2 são apresentadas algumas das técnicas de inspeção e teste de usabilidade mais conhecidas e em seguida a explicação das técnicas de inspeção e teste de usabilidade referidas.

Avaliação heurística

A avaliação heurística é uma técnica onde especialistas, orientados por um conjunto de heurísticas, avaliam se os elementos da interface com o usuário estão de acordo com esses princípios. Nessas avaliações, os especialistas agem como se fossem usuários típicos e anotam os problemas que encontram ao longo da utilização. Cada produto/sistema tem características diferentes e deve ser avaliado em diferentes aspectos. Dessa forma, cabe aos especialistas escolher quais as heurísticas são adequadas, moldando-as ao contexto em questão, utilizando pesquisas de mercado, princípios do design e documentos de requisitos. (PREECE, ROGERS, SHARP; 2005).

Koyani *et al.* (2004) enfatizam que avaliações heurísticas, normalmente realizadas por especialistas, devem ser utilizadas com cautela, pois, aparentemente, detectam um número maior de potenciais problemas de usabilidade do que de fato existem. Segundo os autores, estudos apontaram que menos de cinquenta por cento dos potenciais problemas previstos por avaliações heurísticas foram encontrados em testes de usabilidade e que mais de 35% dos problemas reais evidenciados no teste de desempenho não foram evidenciados avaliadores heurísticos. Dessa forma, Koyani *et al.* (2004) recomendam avaliações heurísticas para identificar potenciais problemas que devem ser investigados durante testes de usabilidade.

Inspeção de usabilidade por *checklist*

A inspeção de usabilidade por *checklist* consiste em elaborar um conjunto mínimo de parâmetros desejáveis no projeto que está sendo avaliado, focando geralmente nos aspectos mais importantes e que podem gerar os maiores problemas. Permite realizar avaliações rápidas de usabilidade e pode ser adaptado para diversas situações a partir da seleção de parâmetros adequados (WINCKLER, PIMENTA; 2002).

Revisão de *Guidelines*

Consiste na investigação, identificação de problemas e associação destes problemas com as heurísticas que foram violadas. É uma técnica simples, mas exige experiência dos avaliadores, pois algumas heurísticas apresentam maior grau de dificuldade na sua identificação e interpretação (WINCKLER, PIMENTA; 2002).

Percursos Cognitivos / Walkthroughs

Os percursos cognitivos constituem em simular o processo de uso do produto/sistema seguindo um passo a passo, e identificando se os objetivos e conhecimentos prévios do usuário são suficientes para conduzi-lo até a próxima etapa da interação com o produto/sistema. Essa técnica não envolve o usuário final, mas sim especialistas (PREECE, ROGERS, SHARP; 2013).

Observação

A observação natural ou *in loco* é realizada a partir da observação do uso do produto pelo usuário real e em ambiente real. Ela permite identificar posturas, movimentos, força empregada, possíveis erros, características de decepção do produto, que são aquelas que machucam ou incomodam o usuário e devem ser eliminadas, entre outros aspectos (IIDA, 2005). De acordo com Preece, Rogers e Sharp (2013), o grau de interferência do observador pode ser variável, desde o não envolvimento (observação externa) até o envolvimento total (observação participante).

Entrevista

As entrevistas, de acordo com Prodanov e Freitas (2013), são instrumentos de coleta de dados realizadas face a face (entrevistador mais entrevistado) que têm por objetivo a obtenção de informações de um entrevistado acerca de um determinado problema ou assunto. De acordo com Fontana e Frey (1994) *apud* Preece, Rogers e Sharp (2013) existem quatro tipos de entrevistas: abertas ou não estruturadas, estruturadas, semiestruturadas e entrevistas em grupo.

As entrevistas não estruturadas ou abertas têm caráter exploratório sendo mais parecidas com conversas acerca de um determinado tema, podem entrar em maior profundidade em alguns aspectos e não há restrições no formato das perguntas e das respostas. Nas entrevistas estruturadas o entrevistador faz perguntas pré-determinadas e iguais para todos os entrevistados, sendo curtas e claras, sendo que normalmente apresentam um conjunto fechado de alternativas de resposta. As entrevistas estruturadas são indicadas para os estágios do projeto onde os objetivos são claramente compreendidos. As entrevistas semiestruturadas combinam elementos tanto das entrevistas abertas quanto das estruturadas, em que o

entrevistador tem um roteiro básico de questões que serão feitas a todos os entrevistados e, a partir das respostas, pode fazer outras perguntas até esgotar o assunto. O quarto tipo de entrevista, que envolve um pequeno grupo guiado por um facilitador, é também chamado de grupos focais (PREECE; ROGERS; SHARP, 2013).

Questionário

Segundo Prodanov e Freitas (2013), os questionários são ferramentas de coletas de dados realizadas com base em um roteiro de questões preestabelecidas e impressas na mesma sequência para todos os respondentes. Preece, Rogers e Sharp (2013) afirmam que as perguntas podem ser abertas ou fechadas, redigidas de forma clara e os dados coletados devem permitir uma análise eficiente. Os autores salientam que a principal diferença entre os questionários e as entrevistas estruturadas é a motivação dos respondentes, ou seja, se os respondentes têm motivação suficiente para redigir suas respostas em um questionário, ou se é necessário que o entrevistador esteja face a face e o instigue a responder.

Grupo focal

As entrevistas realizadas em grupos de normalmente 3 a 10 pessoas lideradas por um facilitador são também chamadas de grupos focais. Os participantes são selecionados para fornecer uma amostra representativa da população alvo e o método pressupõe que o grupo desenvolva opiniões dentro de um contexto social a partir da interação entre eles, levantando questões diferentes e sensíveis que possivelmente seriam esquecidas em entrevistas individuais. A técnica permite identificar problemas do grupo como um todo ao invés de experiências individuais (PREECE; ROGERS; SHARP, 2013).

Ensaio de interação

Nos ensaios de interação os usuários realizam algumas tarefas interagindo com a interface, em ambiente controlado, enquanto são observados pelos pesquisadores que tomam notas, fazem filmagens, fazem perguntas e podem solicitar aos usuários que realizem determinadas tarefas. Nesses testes os problemas de usabilidade são identificados a partir da observação de dificuldades dos usuários em concluir as tarefas (WINCKLER, PIMENTA; 2002).

Thinking aloud

Winckler e Pimenta (2002) relatam que no protocolo *thinking aloud* os usuários são instruídos a falar em voz alta os seus pensamentos enquanto realizam determinada tarefa. Como essa não é uma prática natural para a maioria das pessoas, os observadores podem necessitar instigar os usuários com perguntas ao longo da observação para obter as verbalizações. De acordo com Cooke (2010), o protocolo *thinking aloud* tem origem na psicologia cognitiva, no entanto as verbalizações não são categorizadas de acordo com níveis, e todas as verbalizações, incluindo pensamentos introspectivos e inferenciais, são consideradas válidas.

Avaliação cooperativa

Conforme Dix, Finlay e Beale (2004), a avaliação cooperativa assemelha-se ao protocolo *thinking aloud*, onde o usuário é convidado a utilizar o produto e verbalizar seus pensamentos, encorajando-o a sentir-se um colaborador do projeto. Na avaliação cooperativa, diferentemente do protocolo *thinking aloud*, o observador pode instigar o usuário fazendo suposições ou perguntas do tipo 'por que' ou 'e se?', e da mesma forma o usuário pode esclarecer dúvidas com o pesquisador caso surjam.

2.3 COCKPITS

A expressão *cockpit* também é referida como cabine de comando (ABREU JÚNIOR, 2008) e cabine (SARMENTO, 2004). Chan e Hoffmann (2015) afirmam que ele é o meio de comunicação entre os usuários e as máquinas ou dispositivos, assim a disposição física dos comandos é de grande importância para o sucesso dos projetos de produtos/sistemas.

Brickman *et al.* (2000) alegam que os processos de desenvolvimento de engenharia e de análise ergonômica devem estar fortemente ligados a fim de garantir uma melhor performance humana. Nesse sentido, Sanchez-Alejo *et al.* (2011) afirmam que os parâmetros essenciais a serem estudados para a concepção do *cockpit* considerando os parâmetros ergonômicos são:

- Visibilidade no que diz respeito ao painel de instrumento e à estrada;
- As forças e vibrações agindo sobre o motorista;

- Forma do assento e postura do motorista;
- Controles dentro do alcance (volante, engrenagens e pedais);
- Espaço interior e o volume necessário para evitar interferências e impactos;
- Acessibilidade do *cockpit*, especialmente para a sua evacuação.

Considerando que o *cockpit* é uma interface pela qual o usuário interage com a máquina, Sanders e McCormick (1993) definem uma abordagem com duas etapas para o projeto e organização de interfaces com o usuário sob o título de "arranjo de componentes em um ambiente físico". Estes passos são: a) a localização geral dos componentes, que se refere à organização genérica dos componentes que constituem a interface de acordo com características comuns; e b) a localização específica dos componentes dentro da sua localização geral, referindo-se à localização específica de cada componente dos grupos descritos anteriormente. Os autores descrevem ainda quatro princípios para a geração desses dois passos:

- O grau de importância: os componentes mais importantes devem estar localizados no mesmo grupo ou em locais mais convenientes;
- O grau de frequência de uso: os componentes mais utilizados devem estar localizados no mesmo grupo ou nos locais mais convenientes;
- O princípio da similaridade funcional: os componentes que se referem a funções comuns devem estar localizados nos mesmos grupos;
- O princípio da sequência de uso: em alguns sistemas onde existem sequências operacionais, esses componentes devem ser localizados e organizados em relação a essas sequências operacionais.

De uma forma geral, os graus de importância e frequência de uso estão ligados à localização específica dos componentes da interface, já os princípios da similaridade e sequência de uso estão relacionados à localização geral dos componentes (SANDER; MCCORMICK, 1993).

2.3.1 Metodologias de desenvolvimento e levantamento de parâmetros de *cockpits*

Nesta seção é apresentado o resultado de uma revisão sistemática de literatura acerca de métodos de levantamento de parâmetros e de desenvolvimento de projetos de *cockpits*, bem como fatores mais abordados na literatura e a participação do usuário nesse processo.

2.3.1.1 Características dos artigos analisados

A maior concentração de artigos foi publicada nos anos de 2015 (n=4) e 2014 (n=3). Com relação à origem dos artigos, os Estados Unidos foi o país com o maior número de publicações (n=7), seguido pela Turquia (n=3), China e Reino Unido (n=2) e os demais países tiveram uma publicação cada um. Os artigos selecionados por meio da revisão sistemática investigam/estabelecem fatores que devem ser considerados na concepção do *cockpit* de um veículo. Estes fatores são: antropometria, arranjo do *display*, carga mental, campo de visão, consciência situacional, espaço de trabalho, dispositivos de entrada, incoerências cognitivas, modelos mentais e simbologia do *cockpit*. Ao observar o quadro 3, é possível evidenciar que o fator arranjo do *display* foi o mais investigado (n=5), seguido de consciência situacional (n=3) e antropometria (n=3). Os fatores carga mental, campo de visão, espaço de trabalho e modelos mentais foram abordados em dois artigos cada e os fatores dispositivos de entrada, incoerências cognitivas e simbologia do *cockpit* foram abordados em um artigo cada.

Autor/ Ano	País	Fator Investigado	Veículo	Interface
Şenol (2016)	Turquia	Antropometria	Helicóptero	Tradicional
Chan e Hoffmann (2015)	Hong Kong	Arranjo do Display	Não especificado	Tradicional
Alpay e Bayazit (2015)	Turquia	Arranjo do Display	Helicóptero	Tradicional
Xiao et al. (2015)	China	Carga Mental	Avião	Gráfica
Gilad e Byran (2015)	Israel	Campo de visão	Trator	Tradicional
Poirson e Parkinson (2014)	França/ EUA	Antropometria	Avião	Gráfica
Liu et al. (2014)	China	Consciência Situacional	Avião	Gráfica
Barbé et al. (2014)	França	Espaço de trabalho	Avião	Gráfica
Stanton et al. (2013)	Reino Unido	Dispositivos de entrada	Avião	Gráfica
Karmakar et al. (2012)	Índia	Campo de visão	Avião	Gráfica
Sanchez-Alejo et al. (2011)	Espanha	Espaço de trabalho	Veículo de Competição	Tradicional
Şenol et al. (2010)	Turquia	Arranjo do Display	Helicóptero	Tradicional
Casner (2009)	EUA	Carga Mental	Avião	Tradicional e Gráfica

Baxter <i>et al.</i> (2007)	Reino Unido	Incoerências cognitivas	Avião	Gráfica
Brickman <i>et al.</i> (2000)	EUA	Arranjo do Display	Avião	Gráfica
Sarter e Woods (1994)	EUA	Modelo Mental	Avião	Gráfica
Endsley (1993)	EUA	Consciência Situacional	Avião	Gráfica
Andre <i>et al.</i> (1991)	EUA	Consciência Situacional	Avião	Gráfica
Roske-Hofstrand e Paap (1986)	EUA	Arranjo do Display e Modelo Mental	Avião	Gráfica
Hart e Loomis (1980)	EUA	Simbologia do Cockpit	Avião	Gráfica
Bullock (1974)	Austrália	Antropometria	Avião	Tradicional

Quadro 3: Tipo de interface, veículo e fator investigado nos artigos selecionados

Fonte: o autor

Os estudos foram realizados majoritariamente em aviões (n=15), seguido por helicópteros (3). Também observou-se que um dos estudos foi realizado em tratores e outro em carros de corrida. Ainda, a pesquisa de Chan e Hoffmann (2015) não especifica um veículo, uma vez que as pesquisas foram desenvolvidas através de simulações de controles de *display* analógico.

De acordo com Alppay e Bayazit (2015), existem dois grupos principais de interfaces com o usuário, a interface tradicional e a gráfica. As interfaces gráficas são sistemas computacionais, em que a informação é fornecida por meio de telas de computador, enquanto que interfaces tradicionais são compostas por controles e displays separados. A maioria dos estudos investiga a interface gráfica com o usuário (13), já a interface tradicional com o usuário é investigada em sete artigos. Deve-se precisar que somente o estudo de Casner (2009) aborda as duas interfaces em sua pesquisa.

2.3.1.2 Características metodológicas dos estudos e envolvimento dos usuários

O Quadro 4 expõe a metodologia utilizada em cada artigo, bem como a existência de participação dos usuários e de que forma foram envolvidos no estudo.

Autores	Métodos	Tipo de envolvimento do usuário
Şenol (2016)	Foram feitas medições de alcance, nível dos olhos, nível dos cotovelos, distância dos olhos, deslocamento das mãos para alcançar os controles, alcance da articulação dos ombros até os controles, estatura dos pilotos	Medições Antropométricas

	e extensão total dos braços. Os dados foram analisados e comparados com as dimensões do <i>cockpit</i> do helicóptero estudado.	
Chan e Hoffmann (2015)	Foram feitas simulações de disposição de controles circulares. Os participantes foram solicitados a mover esses controles na direção (sentido horário, anti-horário e angulações diversas) que eles achavam que iria ativar ou desativar o comando. Os dados foram analisados através de análises de variância seguidos de teste para determinar a fonte das diferenças entre níveis de um fator.	Teste de Usabilidade
Alppay e Bayazit (2015)	Inicialmente foram realizadas entrevistas estruturadas que, após analisadas, foram utilizadas para gerar os arranjos do painel de instrumentos. Em seguida, foi realizado um estudo de prototipagem em papel e <i>thinking aloud</i> . Foi realizada uma comparação com os dados obtidos a partir das entrevistas e a partir dos protótipos de papel.	Entrevistas; Envolvimento na Concepção
Xiao et al. (2015)	Foram estabelecidos os fatores que tem efeito na potencial carga mental dos pilotos ao operarem o <i>cockpit</i> da aeronave, a forma de calcular cada um dos fatores e a equação para calcular a carga mental. Um estudo empírico de uma tarefa de recuperação atitude anormal sob diferentes condições de carga mental no display para validar o modelo foi aplicado. Por fim, uma avaliação NASA-TLX analisou a tendência de carga mental dos sujeitos para compará-la com as previsões teóricas.	Teste de Usabilidade
Gilad e Byran (2015)	Foram realizadas 20 observações da atividade de arar solo. Utilizando um software 3D, os pesquisadores modelaram três modelos de cabine de trator e posicionaram dentro dela um modelo humano digital com três medidas antropométricas diferentes. Após, fizeram testes no software verificando a visibilidade e campo de visão do motorista.	Observação Direta
Poirson e Parkinson (2014)	A partir do acesso a duas bases de dados antropométricos, foram estabelecidas medidas dos pilotos e oito métodos de síntese foram comparados. Após, algoritmos genéricos foram adaptados para determinar a combinação ótima das variáveis e criar uma ferramenta que permite que os designers explorem as relações entre as medidas antropométricas de diferentes segmentos corporais.	Não houve Interação
Liu et al. (2014)	Com base no modelo de <i>Situational Awareness</i> de acordo com a alocação de atenção, o processo cognitivo do piloto para os elementos de situação foi analisada de acordo com a teoria ACT-R (<i>Adaptive Control of Thought, Rational</i>), que explicou como o <i>Situational Awareness</i> foi produzido. O modelo foi validado através de simulações. Foram utilizadas quatro técnicas para avaliar a <i>Situational Awareness</i> sob diferentes condições: (I) Técnica de Avaliação Global de <i>Situational Awareness</i> (SAGAT); (II) Técnica Avaliação 10-dimensional <i>Situational Awareness</i> (10-D SART); (III) medida de desempenho; e (IV) medição do movimento dos olhos.	Teste de Usabilidade
Barbé et al. (2014)	Foi desenvolvido um modelo em CAD de um <i>cockpit</i> baseado em áreas de interação com telas <i>touch screen</i> . Esse modelo foi transformado em um <i>mock-up</i> físico que foi utilizado para validar o modelo em CAD. Foram coletadas posturas e movimentos de membros superiores quando os sujeitos realizavam tarefas táteis em diferentes localizações do display. Para identificar relações, uma análise estatística foi realizada nos seguintes dados: avaliação subjetiva, tarefas, <i>displays</i> , posturas e duração da tarefa.	Teste de Usabilidade

Stanton <i>et al.</i> (2013)	Inicialmente os participantes responderam três questionários: NASA-TLX, <i>System Usability Scale</i> e <i>Cornell University Questionnaire for Ergonomic Comfort</i> . Foi desenvolvido um teste em simulador onde os sujeitos foram instruídos a realizar as tarefas com o maior nível de eficiência possível. Os dados dos testes e questionários foram enviados para um computador que calculou o tempo de duração das tarefas e erros. Foi realizada análise estatística dos dados utilizando ANOVA.	Questionários; Teste de Usabilidade
Karmakar <i>et al.</i> (2012)	Três modelos de piloto digitais dinâmicos foram gerados a partir do banco de dados antropométricos e interface com protótipo digital do <i>cockpit</i> no <i>software</i> Jack para a análise da visão de dentro e fora do <i>cockpit</i> . Ferramentas de análise de visão como cone de visão, janela de visão dos olhos, área de ponto cego, zona de obscurecimento, zona de reflexão foram empregadas durante a avaliação dos campos visuais.	Não houve Interação
Sanchez-Alejo <i>et al.</i> (2011)	A metodologia para concepção e fabricação do <i>cockpit</i> compreendeu seis etapas: (I) Coleta das 15 principais medidas antropométricas de 22 membros da equipe; (II) desenvolvimento de um simulador de <i>cockpit</i> customizado; (III) análise dos principais parâmetros do <i>cockpit</i> , utilizando o simulador de <i>cockpit</i> com os membros da equipe; (IV) projeto do chassi com o software CATIA V5 CAD; (V) produção do chassi e o assento; e (VI) teste do veículo.	Medições Antropométricas
Şenol <i>et al.</i> (2010)	Foram utilizados dois métodos, o <i>Multi-Criteria Decision Making</i> (MCDM), que é quantitativo, e o <i>Card-Sorting</i> , que é qualitativo. Ambos os métodos resultaram em um arranjo dos <i>displays</i> do <i>cockpit</i> . Por fim os resultados dos dois métodos foram comparados.	Envolvimento na Concepção
Casner (2009)	Quatro tipos de sistemas de bordo avançados foram testados em um experimento de voo para averiguar o seu efeito na carga de trabalho do piloto e erro. Ao fim de cada voo, o piloto tinha que preencher um questionário NASA-TLX. Os pilotos também completaram uma <i>survey</i> . Análises de variância (ANOVA) foram realizadas sobre os dados para comparar os efeitos da navegação, controle, instrumentos do voo, instrumentos de navegação e fases de voo variáveis independentes.	Questionários; Observação Direta
Baxter <i>et al.</i> (2007)	Revisão de literatura onde é exposto o caso de um acidente aéreo para ilustrar o problema de <i>cognitive mismatches</i> , após os autores fazem considerações de como essas incompatibilidades podem ser gerenciadas.	Não houve Interação
Brickman <i>et al.</i> (2000)	É apresentada uma metodologia de projeto com quatro passos que é utilizada para o desenvolvimento de protótipos. Em seguida os autores apresentam o protótipo desenvolvido.	Não houve Interação
Sarter e Woods (1994)	Vinte pilotos foram confrontados com situações e tarefas que são instâncias das categorias de problemas previamente identificados relacionados a sistemas de gerenciamento de voo. Os pilotos voaram em um simulador e os dados foram analisados para identificar as tarefas e eventos que provocavam problemas à maioria dos pilotos.	Observação Direta
Endsley (1993)	As análises iniciais foram conduzidas de duas formas: entrevistas e análise da tarefa. Em seguida foram aplicados questionários estruturados. Os resultados foram transformados em classificações de 'não importante', 'um pouco importante' e 'muito importante' para cada	Entrevistas; Questionários; Observação Direta

	um dos itens analisados que compõem o <i>cockpit</i> . Em seguida as respostas dos 278 itens analisados foram comparadas entre os 20 respondentes.	
Andre <i>et al.</i> (1991)	Os autores manipularam duas variáveis independentes (I) tipo de <i>display</i> (<i>planar inside-out vs. planar outside-in vs. Perspective outside-in</i>) e (II) momento visual (monocromático vs. colorido). Montaram um cenário de simulação onde empregaram um design de efeitos mixados 3x2 com variação de tipos e momento visual. Em cada condição o sujeito voou metade das vezes com visor monocromático e a outra metade com visor colorido. Os sujeitos participaram de cinco sessões de uma hora cada. Após os dados foram analisados estatisticamente.	Observação Direta
Roske-Hofstrand e Paap (1986)	Inicialmente os pesquisadores selecionaram 34 painéis da unidade de controle de <i>display</i> (CDU) original. Após apresentaram-nas para quatro pilotos para identificar as ligações e níveis de similaridades entre os painéis, resultando em 70 links finais. Esse <i>network</i> cognitivo foi utilizado como base para determinar quatro protótipos com diferentes níveis de redundância de informações na organização das estruturas das páginas. Em seguida, foram realizados experimentos com 16 pilotos. A variável dependente foi o tempo total por julgamento. Os dados do experimento foram analisados verificando quais os níveis de redundância eram mais eficientes para diminuir o tempo de resposta dos pilotos.	Envolvimento na Concepção; Teste de Usabilidade
Hart e Loomis (1980)	Foram realizados três experimentos. No primeiro, exemplos de <i>displays</i> que incorporaram diferentes categorias de informação foram mostrados aos pilotos. Eles foram convidados a selecionar os recursos de exibição que incorporam todas as informações essenciais para o acompanhamento da situação do tráfego, detecção de erros, manter separação <i>in-trail</i> e fusão. Recursos de exibição selecionados foram então incluídos em uma simulação de uma série de encontros entre duas aeronaves. Os pilotos foram convidados a usar as informações exibidas para avaliar a relação vertical (Experimento III) e a relação horizontal (Experimento II) entre as duas aeronaves e dar as suas opiniões sobre a informação digital e a simbolicamente apresentada. Os dados foram analisados estatisticamente.	Envolvimento na Concepção; Teste de Usabilidade
Bullock (1974)	Os pilotos foram posicionados em uma cadeira rotatória onde foram anexados componentes para simular os controles do <i>cockpit</i> . Além de tomar medidas de alcance funcionais do braço, foram selecionadas várias dimensões para medição estática por causa de sua relação aparente com o alcance funcional do braço ou de sua relevância para o <i>cockpit</i> .	Medições Antropométricas

Quadro 4: Metodologias e participação dos usuários
Fonte: o autor

Dos 21 artigos que fazem parte desta revisão sistemática, 17 contaram com o envolvimento do usuário em alguma das etapas de levantamento de parâmetros ou no projeto do *cockpit*. Com relação à forma como o usuário é envolvido, considerando que alguns estudos realizaram mais de uma interação com o usuário, três artigos realizaram medições antropométricas, três aplicaram questionários, dois realizaram entrevistas, cinco utilizaram

observação direta, sete propuseram testes de usabilidade variados e quatro estudos envolveram o usuário de forma direta na concepção do arranjo dos displays do *cockpit*.

2.3.1.3 Veículos estudados e aspectos de projetos de cockpits abordados na literatura

Conforme evidenciado na análise, a maioria das pesquisas (n=15) foi realizada em aviões, o que explica o fato da maior parte dos estudos ter considerado *Graphical User-Interfaces*. Esse fato também evidencia o interesse dos autores em questões focadas na cognição, como consciência situacional (n=3), carga mental (n=2), dispositivos de entrada (n=1), incoerências cognitivas (n=1) e modelos mentais (n=2). Para Poirson e Parkinson (2014) a natureza multivariada do problema é uma das dificuldades no design do *cockpit*. Nesse contexto, um dos desafios dos projetistas de *cockpits*, conforme Brickman *et al.* (2000) é conceber uma interface que se aproveite completamente das capacidades cognitivas do piloto no uso de *displays* integrados. Os autores relatam ainda que a difusão de *displays* visuais tem frequentemente levado à confusão visual que, em muitas circunstâncias, aumenta a carga mental.

Nesse sentido, Sarter e Woods (1994) relatam que a adição de novos dispositivos automatizados no *cockpit* pode aumentar a carga mental dos pilotos e o aumento no poder e flexibilidade dos recursos automatizados cria uma forma de complexidade operacional que aumenta o potencial de erros. Brickman *et al.* (2000) afirmam que o projeto do *cockpit* tem forte influência na performance do piloto, assim, a natureza da tarefa vai determinar o tipo de design ótimo com relação a formato e localização dos *displays*.

Para Baxter *et al.* (2007) se os designers compreenderem corretamente a forma como a tripulação de voo tem de executar as tarefas da missão, isto irá tornar mais fácil fornecer a automação que irá apoiar a tripulação de voo na realização dessas tarefas. Liu *et al.* (2014) sugerem que um modelo de consciência situacional pode fornecer uma referência para a concepção de novas interfaces de exibição do *cockpit* e ajudar a reduzir erros humanos. Xiao *et al.* (2015) complementam afirmando que a informação de performance cognitiva é um dos índices intuitivos para estimar o design da interface do *cockpit* e o projeto ideal deveria manter uma cognição eficiente sob diferentes condições de quantidade de informação.

Hart e Loomis (1980) relatam que, ao longo da tarefa de conduzir um veículo, os trabalhadores devem compreender as informações transmitidas pelo *cockpit* de maneira rápida

e precisa sem a necessidade de desviar sua atenção do trajeto para monitorá-lo continuamente. Nesse sentido, a simbologia empregada nos *cockpits* é de grande relevância para agilizar o processo de compreensão e tomada de decisão.

A análise do campo visual e sua obstrução visual é, de acordo com Karmakar *et al.* (2012), de primordial importância para o projeto de estações de trabalho onde os operadores recebem continuamente informações provenientes de diferentes *displays* e devem tomar decisões sob restrição de tempo extremas, como tarefa de navegação dos aviões. Nesse sentido, Karmakar *et al.* (2012) recomendam que todos os monitores importantes devem ser posicionados dentro do campo de visão principal do piloto a fim de minimizar a carga de trabalho físico. Şenol (2016) relata, ainda, que a localização e distância dos *displays* com relação aos olhos do operador influenciam o conforto visual e a postura do condutor.

Em seu estudo sobre o campo de visão de motoristas de tratores, Gilad e Byran (2015) ressaltam as dificuldades de motoristas de veículos multitarefa que, além de conduzir o veículo principalmente fora das estradas, exigem uma concentração no caminho à frente, também devem realizar outras tarefas concomitantemente. A complexidade da atividade exige, muitas vezes, mudanças posturais que podem levar à fadiga. Tendo em vista esse contexto os autores afirmam que limpar o campo de visão do condutor permite detectar obstáculos com antecedência, evitando acidentes, bem como o ajuda a manter uma postura mais natural e relaxada.

A relação do campo de visão com o correto dimensionamento do interior da cabine, por meio de um estudo antropométrico, é evidenciada por Şenol (2016). O autor relata que as exigências visuais de uma tarefa e localização dos *displays* visuais são importantes não apenas em si só, mas também porque elas determinam em grande parte a postura da cabeça e pescoço. Karmakar *et al.* (2012) corroboram afirmando que a disposição dos *displays* deve ser definida em função da característica de movimento dos olhos e pescoço tendo em vista uma angulação de visão ‘normal’.

Para Alppay e Bayazit (2015) a minimização dos movimentos da cabeça e olhos do piloto deve ser a primeira consideração ergonômica ao projetar o posicionamento dos *displays*. Chan e Hoffmann (2015) relatam também a importância de respeitar estereótipos ao longo do desenvolvimento dos arranjos dos controles do *cockpit* para diminuir o tempo de reação, a incidência de erros e o tempo de treinamento. Os autores afirmam ainda que um

bom design é fortemente baseado em estereótipos da relação entre os movimentos dos controles e a resposta esperada pela ação.

Nesse sentido, Roske-Hofstrand e Paap (1986) afirmam que a cada mudança no *layout* do *cockpit* o condutor deve acrescentar novos conhecimentos a sua estrutura cognitiva ou reorganizar algum conhecimento antigo. Dessa forma, os autores sugerem que as mudanças nos *cockpits* devem considerar os conhecimentos prévios dos usuários, de forma a diminuir o tempo de adaptação. Para Brickman *et al.* (2000) essa questão está ligada a uma das principais dificuldades de projetar uma interface piloto-veículo: aproveitar completamente as capacidades sensoriais dos condutores.

Ao tratar de formato e localização dos *displays*, Brickman *et al.* (2000) afirmam que a natureza da tarefa deve determinar o tipo de arranjo que será ideal. Os autores afirmam ainda que os processos de desenvolvimentos devem estar ligados à análise ergonômica para garantir um melhor desempenho humano.

Sanchez-Alejo *et al.* (2011) relatam que o projetista deve definir quais os componentes da cabine devem ser fixos e quais devem ser ajustáveis de acordo com as especificações de cada tipo de veículo, independentemente da estatura do condutor. Ainda com relação ao espaço de trabalho, no estudo de Barbé *et al.* (2014) os autores evidenciaram que, de acordo com características de nível de dificuldade, precisão de gestos, duração de uma ação e se há uso simultâneo de ambas as mãos, é possível estabelecer a localização dos *displays* tendo em vista evitar fadiga muscular e melhorar a performance.

De acordo com Şenol (2016), um dos princípios a serem considerados no projeto de *cockpits* é que todos os possíveis usuários sejam capazes de operá-lo de forma eficaz e eficiente. Nesse sentido, Bullock (1974) já relatava que, na concepção de um espaço de trabalho que deve atender a uma ampla gama de operadores com dimensões diferentes, não é suficiente projetar para a pessoa ‘média’. Faz-se necessário, conforme Şenol (2016), realizar um estudo antropométrico para identificar questões relacionadas à postura, campo de visão e alcances da possível população de usuários. O autor afirma ainda que a antropometria humana é o fator mais importante para avaliar compatibilidades entre o *cockpit* e o alcance aos controles. Sanchez-Alejo *et al.* (2011) indicam que, se não forem aplicados critérios de ergonomia rigorosos para o projeto do *cockpit*, o condutor pode sofrer desconforto, fadiga ou lesões derivadas de uma má postura, de altos limites de vibração e inércia ou, simplesmente, do choque contra algumas partes do painel interno.

2.3.1.4 Métodos evidenciados e participação do usuário final

Com relação às metodologias empregadas nos artigos analisados, não foram evidenciados padrões ou pontos de ligação. Essa falta de pontos em comum pode ser resultado da natureza multivariada do problema do projeto de *cockpits*, como afirma Poirson e Parkinson (2014), abrindo campo para investigação de aspectos variados utilizando diferentes metodologias. O envolvimento do usuário foi evidenciado através da aplicação de questionários (n=3), entrevistas (n=2), observação direta (n=5), testes de usabilidade (n=7), envolvimento direto dos usuários na concepção do *cockpit* (n=4), além de medições antropométricas (n=3).

Şenol (2016), Sanchez-Alejo *et al.* (2011) e Bullock (1974) realizaram levantamentos de parâmetros através de medições antropométricas de uma amostra. Poirson e Parkinson (2014) também realizaram uma pesquisa relacionada a parâmetros antropométricos, no entanto utilizaram bancos de dados existentes previamente. Apesar dos três primeiros estudos interagirem com o usuário de forma direta, essa participação não considerou aspectos além das medidas do corpo e nesse aspecto não difere do estudo de Poirson e Parkinson (2014), que não interagiram os usuários, mas utilizaram dados secundários. Isso se deve à própria característica do aspecto estudado, que envolve apenas características físicas da população. Alppay e Bayazit (2015) realizaram entrevistas estruturadas com pilotos com experiência de voo para identificar os princípios básicos para arranjo de interface com o usuário. Os resultados da investigação, por meio das entrevistas, foram comparados com resultados de outra técnica de coleta de dados que envolve o usuário diretamente no desenvolvimento da interface do *cockpit*. As entrevistas também foram utilizadas por Endsley (1993), que realizou ainda uma análise da tarefa dos pilotos de aviões de combate e, em seguida, aplicou um questionário estruturado desenvolvido pelo próprio autor.

Na pesquisa de Stanton *et al.* (2013) os autores analisaram os resultados da aplicação dos questionários NASA-TLX, *System Usability Scale* e *Cornell University Questionnaire for Ergonomic Comfort* e os resultados de testes de simulador para analisar as variáveis dependentes durante a realização das atividades, sendo identificadas tempo de duração da tarefa, número de erros, carga mental, usabilidade, desconforto nas mãos e desconforto no corpo. Casner (2009) também utilizou-se do questionário NASA-TLX aliado a testes de

usabilidade, no entanto, ao contrário de Stanton *et al.* (2013), os autores solicitaram aos pilotos que respondessem o questionário logo após o término do teste e não antes de iniciá-lo.

Analisando as metodologias empregadas por Alppay e Bayazit (2015), Endsley (1993), Stanton *et al.* (2013) e Casner (2009) foi evidenciada a aplicação de questionários e entrevistas associadas a outras formas de coleta de dados. De acordo com Patton (2002), a utilização de duas ou mais fontes de dados é sempre desejável, de modo a aumentar a credibilidade dos resultados. Além disso, observa-se a utilização de entrevistas e questionários em diferentes estágios das análises ou projeto de desenvolvimento do *cockpit*.

A partir da análise dos artigos que compreenderam a revisão sistemática, evidenciou-se que a maioria deles envolve o usuário principalmente nas etapas de teste de usabilidade do *cockpit* (Chan e Hoffmann, 2015; Xiao *et al.*, 2015; Liu *et al.*, 2014; Barbé *et al.*, 2014; Stanton *et al.*, 2013; Roske-Hofstrand e Paap, 1986; Hart e Loomis, 1980), ou em observações diretas da atividade (Gilad e Byran, 2015; Casner, 2009; Sarter e Woods, 1994; Endsley, 1993; Andre *et al.*, 1991).

Para Alppay e Bayazit (2015) os métodos fundamentados em análises visuais cumprem um papel importante na disposição e concepção de interfaces com os usuários, uma vez que a análise visual é baseada na observação de ações dos usuários durante a utilização de um determinado produto ou sistema. Nesse mesmo sentido, os testes de usabilidade são relevantes, pois permitem analisar a interação entre o sistema e o usuário, evidenciando suas limitações e oportunidades de melhorias. Dentre os artigos que utilizaram testes de usabilidade, observou-se um número considerável de testes que visavam à medição de desempenho e o levantamento de parâmetros por meio da análise da interação dos usuários com o *cockpit*. Hart e Loomis (1980), no entanto, realizaram testes de usabilidade em que os próprios pilotos de avião analisaram os elementos simbólicos do *cockpit* ao longo do teste, considerando de forma direta a opinião dos usuários na avaliação do sistema que estava sendo testado.

Şenol *et al.* (2010) afirmam que a realização de uma avaliação de usabilidade para qualquer sistema tem desafios únicos. No caso dos *cockpits*, os autores evidenciaram que novos controles são adicionados onde há espaço disponível no painel, não sendo integrados de forma intuitiva e sem redesenhar a matriz de controle do sistema como um todo.

Os autores Alppay e Bayazit (2015), Şenol *et al.* (2010), Roske-Hofstrand e Paap (1986) e Hart e Loomis (1980) realizaram pesquisas em que o usuário final foi envolvido de

forma direta na concepção do arranjo dos *displays* do *cockpit* por meio de métodos que envolvem o usuário na etapa de desenvolvimento do projeto, como a dinâmica do protótipo de papel. Assim é possível evidenciar o que de fato é intuitivo para a pessoa que irá utilizar o produto desenvolvido. Alppay e Bayazit (2015) utilizaram também entrevistas antes de iniciar o projeto e Roske-Hofstrand e Paap (1986) e Hart e Loomis (1980) realizaram testes de usabilidade após o desenvolvimento do *cockpit*, evidenciando, assim, a utilização de mais de uma forma de coleta de dados e envolvimento do usuário.

Şenol *et al.* (2010) afirmam que para refletir a perspectiva do usuário, a pesquisa qualitativa pode ser mais adequada do que a pesquisa quantitativa, pois revela o modelo conceitual, que é a primeira impressão do usuário a respeito do objeto de estudo. Os autores afirmam ainda que o designer deve entender a mente do usuário, interpretando suas necessidades para refleti-las no produto. No entanto, Roske-Hofstrand e Paap (1986) salientam que, muitas vezes, a forma como os designers interpretam uma situação não corresponde à forma como o usuário a faz, evidenciando a necessidade de investigar junto ao usuário a sua percepção acerca do produto/sistema em questão.

O envolvimento do usuário final ao longo do projeto de produtos é de extrema importância para a aceitação do resultado final. Nesse sentido, foi identificado que 17 dos 21 artigos analisados consideraram os usuários em alguma das etapas do projeto. Porém, ao longo da análise das metodologias dos artigos selecionados, evidencia-se que os usuários dos *cockpits* são envolvidos principalmente nas etapas de levantamento de requisitos e em testes de usabilidade após a conclusão do projeto do produto. Assim, percebe-se uma lacuna de participação do usuário ao longo do desenvolvimento do *cockpit*. Outra questão constatada foi que há falta de levantamentos das opiniões dos usuários acerca do produto analisado, que poderia ser feita por meio de entrevistas abertas e fechadas ou de verbalizações ao longo dos testes de usabilidade.

Erros no projeto ou uma rejeição deste pelos usuários representam um custo alto para os desenvolvedores. Dessa forma, envolver o usuário ao longo do processo de desenvolvimento, bem como levantar sua opinião sobre o produto, é mais seguro e evita o desperdício de recursos financeiros e de tempo, pois pode identificar problemas ou incompatibilidades em etapas prematuras do projeto.

2.4 CONSIDERAÇÕES A RESPEITO DA REVISÃO DA LITERATURA

A partir da revisão de literatura foi observado que os motoristas de ônibus estão sujeitos a problemas de saúde e outras questões específicas relacionadas às características do seu trabalho, tais como: cardiovasculares, musculoesqueléticas e gastrointestinais, incluindo ainda problemas devido à configuração do espaço da cabine e seus elementos de interface onde realizam suas atividades. De forma mais específica, com relação à configuração de interfaces de produtos e sistemas, como os *cockpits* dos ônibus, os preceitos ergonômicos e da usabilidade indicam que, a fim de garantir a eficiência, eficácia e satisfação na interação usuário/produto, devem ser considerados não somente o produto em si, mas também as características dos usuários e o contexto de uso do produto.

A partir da revisão sistemática de literatura (item 2.3.1), foi evidenciado que os principais aspectos investigados nos estudos referentes a *cockpits* são consciência situacional, carga mental, simbologia dos comandos e acionamentos, campo de visão, antropometria, espaço de trabalho, *layout* da cabine e formato e localização dos *displays*. Com relação ao envolvimento do usuário no desenvolvimento, teste e validação, os principais métodos utilizados na literatura foram medições antropométricas, testes de usabilidade, entrevistas, questionários, observação direta e metodologias de envolvimento do usuário na concepção da interface. No entanto, a revisão sistemática de literatura apontou que a maioria dos estudos relacionados a *cockpits*, embora envolvam o usuário, não consideram a sua opinião e conhecimento acerca da tarefa em condições reais de uso.

Assim, evidencia-se uma oportunidade de investigar a percepção do usuário, no caso motoristas de ônibus, com relação ao *cockpit* do veículo para evidenciar as melhorias que possam ser feitas nessa interface considerando sua opinião e expertise na atividade.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa tem caráter exploratório e explicativo que visa identificar demandas do usuário com relação ao projeto de *cockpits* de ônibus. Nesta seção será apresentada e detalhada a abordagem metodológica empregada neste estudo bem como as técnicas e ferramentas utilizadas.

3.1 ESTRUTURA DA ABORDAGEM PROPOSTA

A abordagem da pesquisa foi dividida em três grandes fases:

- a) 1ª Fase - Pré-análise: visa entender o panorama geral das empresas com relação a sua frota de ônibus e levantar requisitos iniciais com relação aos *cockpits* dos ônibus com especialistas.
- b) 2ª Fase - Análise: é composta por ações que levarão à avaliação da percepção dos motoristas com relação aos *cockpits* bem como evidenciar características da interação homem-máquina.
- c) 3ª Fase - Pós-análise: essa etapa tem por objetivo compilar as informações levantadas, sugerir parâmetros a serem considerados para projetar *cockpits* de ônibus, evidenciar as diferenças entre os critérios de usabilidade de *cockpits* de ônibus municipais e intermunicipais e apresentar os parâmetros para os representantes das empresas e os especialistas.

O fluxograma da Figura 2 é apresentado para melhor compreensão da estrutura metodológica e da abordagem de pesquisa, demonstrando cada passo das três fases e como se relacionam.

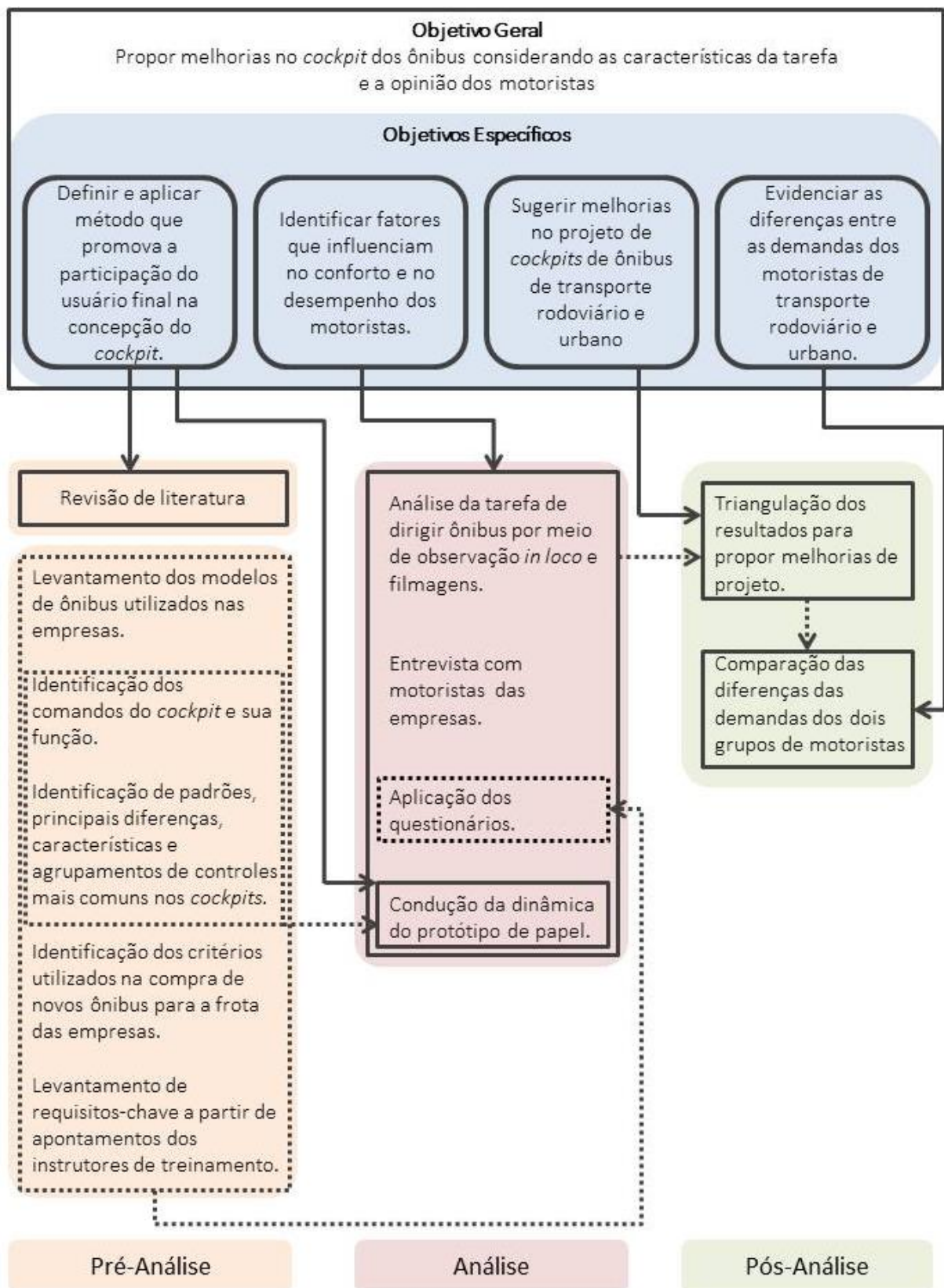


Figura 2: Inter-relacionamento entre fases e etapas da abordagem proposta
Fonte: o autor

3.1.1 1º Fase - Pré-análise

Os objetivos da primeira fase são conhecer e entender o funcionamento dos *cockpits* dos ônibus utilizados nas empresas, entender os requisitos considerados na compra de novos veículos bem como evidenciar as condições do *cockpit* que atuam na dirigibilidade do veículo. Inicialmente foi realizado um levantamento junto às empresas acerca dos modelos de ônibus que fazem parte da frota. Uma vez mapeados os modelos de veículos, foi feito registro fotográfico dos *cockpits* e cópia das páginas dos manuais dos veículos que dizem respeito aos comandos do *cockpit*. Esse levantamento teve grande importância para, em seguida, identificar cada um dos comandos do *cockpit* e qual a sua função e relevância na dirigibilidade do ônibus. A partir de dados fornecidos pelas empresas, foram identificados quais os modelos de ônibus mais comuns na frota, evidenciando, assim, os modelos de *cockpit* mais usuais para os motoristas. A partir de análise de fotos e ilustrações provenientes do manual do veículo, foi realizada uma comparação entre os arranjos e evidenciados agrupamento de controles e padrões que se mantêm entre os modelos.

Ainda na etapa de Pré-análise, foram identificados os critérios utilizados na compra de novos ônibus para compor as frotas das empresas. Essa informação foi obtida através de uma entrevista semiestruturada realizada com responsável pelo setor de manutenção de cada empresa.

Também foi organizado um grupo focal com três instrutores de treinamento do SENAT - Serviço Nacional de Aprendizado do Transporte – da cidade de Porto Alegre, que são profissionais considerados especialistas na função de dirigir ônibus, para evidenciar requisitos-chave do *cockpit* que influem na dirigibilidade do veículo. Os requisitos levantados por meio desse grupo focal auxiliaram na construção do questionário que seria aplicado com os motoristas.

3.1.2 2º Fase - Análise

Os objetivos da segunda fase foram investigar a percepção dos motoristas com relação aos *cockpits* dos ônibus. Inicialmente foram listados cada um dos comandos dos *cockpits* a partir da análise dos manuais dos ônibus e de informações fornecidas pelos setores de

manutenção. Esse levantamento foi utilizado tanto na elaboração do questionário quanto na confecção do material da dinâmica.

3.1.2.1 Questionário e Entrevistas

Os questionários (Apêndices II e III) foram elaborados a partir da abordagem de Sanders e McCormick (1993) procurando identificar a percepção dos motoristas quanto à importância e frequência de uso de cada comando do *cockpit*, onde o motorista deveria dar uma nota de um até dez para cada um dos dois aspectos de cada comando. O princípio de sequência de uso não foi investigado, pois o sistema estudado não necessita uma sequência operacional para acionamento dos comandos. O princípio de similaridade foi investigado ao longo da dinâmica do protótipo de papel. Além da abordagem de Sanders e McCormick (1993), foram incluídas questões que visavam investigar a importância e satisfação dos motoristas com relação a alguns aspectos da cabine como um todo, pois se mostraram significativas para os profissionais dessa categoria e facilitavam a abertura do diálogo a respeito das características específicas do *cockpit*. Os questionários também incluíram duas questões abertas, uma sobre o que o motorista acredita que falta no *cockpit* e outra sobre o que ele acha que poderia ser retirado. Estas duas questões foram utilizadas para iniciar um diálogo com os motoristas, que se caracterizaram por entrevistas abertas, onde eles relataram suas opiniões e situações que ocorrem durante o seu trabalho.

Uma vez que a estruturação dos questionários foi concluída, apresentou-se os modelos para os profissionais do treinamento que sugeriram alterações no sentido de simplificar a linguagem utilizada e revisaram a lista de comandos incluídos no questionário. Antes da aplicação dos questionários, estes foram enviados por e-mail para os responsáveis de cada uma das empresas para apreciação. Salienta-se que foi necessário elaborar duas versões do questionário em função das diferenças entre os *cockpits* dos ônibus dos dois segmentos, uma vez que os ônibus de transporte urbano não dispõem de alguns comandos presentes nos ônibus de transporte rodoviário, como por exemplo DVD, rádio e geladeira.

Os questionários foram tabulados e analisados calculando as médias, desvios padrões e medianas de cada aspecto (importância, frequência de uso e satisfação) dos itens investigados. Foi realizada uma análise com os questionários do grupo de motoristas da empresa de

transporte rodoviário de passageiros e outra análise para os questionários do grupo de motoristas da empresa de transporte urbano de passageiros.

Os relatos dos motoristas ao longo das entrevistas foram transcritos e analisados com auxílio do software NVivo 11 Pro (QSR INTERNATIONAL, 2017) que faz a contagem das palavras utilizadas pelos entrevistados e constrói uma imagem em formato de nuvem de palavras. Esta nuvem coloca as palavras em tamanhos e posições proporcionais à sua recorrência nas entrevistas que forma que quanto maior a palavra aparece na nuvem, mais vezes ela foi pronunciada pelos entrevistados. Foi construída uma nuvem de palavras para cada grupo investigado e apresentadas as transcrições das falas dos motoristas relacionando-as com a sua representação na nuvem e os resultados da análise do questionário.

3.1.2.2 *Filmagens*

Foram realizadas filmagens da interação do motorista com o *cockpit* do ônibus em trajetos regulares, ou seja, que ocorrem diariamente, das duas empresas estudadas. Os trajetos filmados foram escolhidos através de indicação de representantes das empresas considerando critérios como frequência, importância para a empresa e tipo de demanda a que o motorista está exposto. Foi utilizada uma câmera GoPro Hero4 que foi fixada na parte interna da cabine através de ventosa para vidro, que é um dos acessórios da câmera.

Os vídeos foram analisados para evidenciar o número de trocas de marcha que os motoristas fizeram ao longo dos trajetos filmados. No caso da empresa de ônibus urbano, também foi avaliada a quantidade de vezes que ele abriu as portas do ônibus. Essa avaliação não foi realizada nos trajetos do ônibus rodoviário, pois a linha avaliada é direta, ou seja, as paradas são realizadas apenas nas rodoviárias, o que limita o número de vezes que a porta é aberta.

3.1.2.3 *Dinâmica do Protótipo de Papel*

A partir da análise dos manuais, reconhecimento dos ônibus e conversas com os representantes dos setores de manutenção, foi possível identificar os comandos que compõem os *cockpits* dos ônibus rodoviários e urbanos. Assim cada um dos comandos foi reproduzido em papel no tamanho e formato condizentes com os originais. No verso dos comandos foi adicionado um velcro, para permitir a sua fixação e fácil remoção em uma superfície de feltro.

A dinâmica do protótipo de papel foi realizada nas garagens das duas empresas, que cederam um ônibus para sua realização. Foi colocado um tecido do tipo feltro sobre o painel do ônibus, sendo que o único comando que ficou visível foi a direção. A partir disso os motoristas foram solicitados a fixar os comandos feitos de papel e velcro na superfície do feltro organizando os comandos da forma que pensavam ser mais conveniente para o seu uso diário. Foi feita a seguinte pergunta aos motoristas: “considerando sua experiência como motorista e as dificuldades que você enfrenta no dia-a-dia, se você fosse o projetista do ônibus, onde você colocaria cada comando?”. Também foi solicitado que os motoristas falassem em voz alta os seus pensamentos ao longo da dinâmica, utilizando desta forma a ferramenta de coleta de dados *thinking aloud*. Foi permitido aos motoristas excluir os comandos que achavam desnecessários ou redundantes.

Salienta-se que devido às diferenças existentes entre os ônibus rodoviários e urbanos, alguns comandos utilizados nas dinâmicas diferem entre as duas empresas. Outra questão relevante refere-se às diferenças entre modelos de ônibus de um mesmo segmento (rodoviário e urbano) e a inexistência de um padrão. Assim foi utilizada a simbologia presente nos manuais e o formato dos comandos encontrados nos modelos mais novos da frota. Em alguns casos, como dos comandos de farol de neblina dianteiro e traseiro, foram elaborados comandos de dois formatos diferentes, para que o motorista pudesse escolher o que julga mais adequado. Da mesma forma foram feitos comandos de iluminação da cabine e calefação para ônibus de configuração mais tradicional, de apenas um andar, e ônibus panorâmicos com dois andares, pois a empresa de transporte rodoviário tem em sua frota as duas versões e alguns motoristas estão mais ambientados com um veículo e menos com o outro.

A dinâmica foi acompanhada pela pesquisadora que tomou nota das verbalizações dos motoristas. No final da dinâmica, os *cockpits* montados pelos motoristas foram fotografados. Para análise dos dados, o *cockpit* do ônibus foi dividido em cinco áreas de interesse, definidas a partir do arranjo atual dos instrumentos do *cockpit*, relatos das entrevistas, visibilidade e alcance dos membros superiores. A partir disso, foram analisadas as fotos dos *cockpits* montados pelos motoristas e identificadas as recorrências na distribuição dos comandos entre as cinco áreas de interesse.

3.1.3 3º Fase - Pós-análise

Na fase de pós-análise foi feita a triangulação dos dados levantados na pré-análise e na análise e os dados encontrados foram discutidos com a literatura existente. A triangulação de dados, conforme Denzin (1978), preconiza o uso de diversas fontes de dados de modo a obter uma descrição mais rica e completa dos fenômenos. Inicialmente foram identificados os principais resultados encontrados em cada etapa da coleta de dados, em seguida os resultados foram comparados para identificar os fatores de conforto mais relevantes para os motoristas da empresa de transporte rodoviário de passageiros e para a empresa de transporte urbano de passageiros. A partir da constatação desses fatores, foi feita uma comparação dos resultados encontrados nos dois grupos de motoristas que participaram do estudo a fim de evidenciar as diferenças das demandas dos motoristas de ônibus dos dois segmentos estudados.

4 RESULTADOS

Nesta sessão serão expostos os resultados da aplicação da metodologia proposta. Inicialmente será apresentado o resultado do grupo focal realizado com os instrutores de treinamentos do SENAT, em seguida será realizada uma descrição das duas empresas que participaram deste estudo bem como a caracterização das suas frotas de ônibus, o resultado das coletas de dados da fase de análise descrita no capítulo 3 desta dissertação, bem como a triangulação dos dados que resultou nas propostas de melhorias e a comparação das demandas dos dois grupos de motoristas.

4.1 GRUPO FOCAL COM ESPECIALISTAS

Foi organizado um grupo focal com três instrutores de treinamento do Serviço Nacional de Aprendizagem do Transporte – SENAT da cidade de Porto Alegre (RS) com o intuito de evidenciar requisitos e/ou fatores que influenciam na dirigibilidade dos ônibus e rotina de trabalho dos motoristas de um modo geral. Com relação ao perfil dos entrevistados, dois têm ensino superior completo e um tem ensino superior incompleto, eles têm idades de 44, 40 e 38 anos e tempo como instrutor de 12, 6 e 2 anos. Apesar da ferramenta de grupo focal sugerir entre 3 a 10 participantes, pelas contingências da pesquisa na empresa nunca foi possível reunir mais de 3 sujeitos ao mesmo tempo. Ao longo das entrevistas realizadas com o grupo, surgiram assuntos como conforto ambiental na cabine, questões relacionadas à antropometria, arranjos e configuração do ônibus, estresse e interação com passageiros.

Com relação ao conforto ambiental da cabine, um dos principais pontos citados foi o calor na cabine, conforme é possível evidenciar na transcrição das falas: "saídas de calor do motor diretamente nas pernas dos motoristas" e "questão do desconforto térmico na cabine, é o calor dos dias quentes mais o calor que vem do motor". De acordo com Iida (2005) o clima, principalmente a temperatura e a umidade ambiental, influi diretamente no desempenho do trabalho humano, tanto sobre a produtividade como sobre os riscos de acidentes. As temperaturas elevadas prejudicam a percepção de sinais, tornando-se também mais evidente a redução do desempenho em tarefas mentais.

Ainda sobre conforto ambiental, foram relatadas também questões referentes ao ruído e vibração: "ônibus com motor dianteiro tem mais vibração e ruído para o motorista" e

"o isolamento do motor não é feito de forma apropriada". Com relação ao ruído, Iida (2005) afirma que eles perturbam a concentração e o desempenho visual. Sobre a vibração, o autor relata que os efeitos da vibração direta sobre o corpo humano podem ser graves, podendo causar efeitos fisiológicos e psicológicos sobre o trabalhador, como perda de equilíbrio, falta de concentração e diminuição da acuidade visual.

A atividade de motorista implica em manter a posição sentada por períodos que podem variar de acordo com o tipo de linha que o profissional realiza, assim o assento em que permanece deve ser adequado para manter melhores condições de conforto. Nesse sentido os instrutores comentaram: "às vezes os ajustes do banco não funcionam e os motoristas de menor estatura acabam trabalhando sentados mais na ponta do banco, sem apoiar as costas", "não tem ajuste da altura do cinto de segurança, então às vezes pega no pescoço do motorista ou, se ele for mais gordo, vai acabar sentando em cima do engate do cinto" e ainda "biotipo do motorista brasileiro é de estatura média e sobrepeso, alguns não conseguem ficar bem posicionados ou em alguns casos a barriga bate no volante". Nesse sentido, Panero e Zelnik (2006) enfatizam a necessidade de ajustar o posto de trabalho às necessidades antropométricas dos trabalhadores.

Outro fator que contribui para uma postura confortável ao dirigir é o posicionamento do volante: "o ajuste do volante às vezes não é bom ou não funciona", "ônibus rodoviário tem ajuste da coluna de direção, o urbano não tem". Ainda com relação à postura, também foram comentadas questões referentes ao posicionamento do extintor de incêndio e o arranjo dos instrumentos do painel: "posicionamento do extintor de incêndio: em alguns ônibus é embaixo do banco, em outros é do lado da porta ou atrás do banco, difícil acesso" e "poderiam centralizar instrumentos para não precisar se esticar". De acordo com Iida (2005), devem ser considerados para o correto dimensionamento do posto de trabalho fatores como a postura adequada do corpo, movimentos corporais necessários, alcances dos movimentos e antropometria dos ocupantes do cargo.

Outra questão inerente à atividade de dirigir é a troca de marcha, que foi abordada da seguinte forma: "motoristas fazem muitas trocas de marcha, então pisam muito na embreagem ocasionando dores nos calcanhares", "ninguém se preocupa com o peso da embreagem", "para dar um exemplo de quantas trocas de marcha o motorista faz, tem uma linha bairro centro aqui na cidade que passa por 102 paradas de ônibus". Nesse sentido os instrutores relataram também que observam um maior número de ônibus com câmbio

automático nas empresas de transporte urbano, no entanto isso pode variar conforme a empresa.

Foram abordadas também as diferenças de rotinas e horários de trabalho entre motoristas de transporte rodoviário e urbano: "motorista rodoviário trabalha mais nos fins de semana e feriados e também no verão, justamente o oposto do motorista urbano, que geralmente tira férias no verão, quando o movimento de passageiros dentro da cidade é menor", "o motorista urbano tem mais rotina de horário, o rodoviário nem sempre consegue manter a rotina, tem horários de trabalho muito alternados". De acordo com Chung e Wong (2011), escalas de trabalho irregulares são um dos fatores que deixa os motoristas de ônibus mais vulneráveis a problemas específicos como questões musculoesqueléticas, cardiovasculares e gastrointestinais.

Os fatores que geram mais estresse para os motoristas, de acordo com os instrutores "dependem do motorista, geralmente o mais estressante é o trânsito". Com relação à interação com os passageiros foi relatado que: "existem diferenças culturais entre passageiros do transporte urbano e rodoviário", "passageiros de bairros mais pobres valorizam mais o motorista", "culturalmente as pessoas enxergam as empresas de ônibus como o governo, então descontam suas frustrações no motorista" e "passageiros não entendem que o ônibus tem velocidade controlada". Para Falzon (2007) a multiplicidade do contexto conduz a uma diversidade de situações, por exemplo, no transporte os clientes esperam pela pontualidade, rapidez, segurança, flexibilidade e conforto em conjunto. Por outro lado, segundo o mesmo autor, os motoristas devem se adaptar às particularidades específicas dos ofícios do transporte como horários de trabalho, tempo de atividade, automatização, riscos, normas de trânsito, entre outros.

Os instrutores relataram também que a qualidade dos ônibus melhorou muito, no entanto ressaltaram que geralmente as empresas têm em sua frota alguns veículos mais velhos que são utilizados como veículo reserva. Entende-se que esse fato esteja ligado ao custo de aquisição de veículos desse porte. Também foi comentado que as empresas de transporte estão começando a incentivar a educação em saúde entre seus funcionários.

Outro fator levantado pelos instrutores foi a falta de pesquisas sobre o conforto dos motoristas de ônibus e/ou a dificuldade de acesso às pesquisas existentes, que poderiam auxiliá-los nos treinamentos para os motoristas. Além disso, ressaltaram dificuldades de

dirigibilidade relacionadas a projetos e mudanças no trânsito em que não é realizada consulta com as pessoas que estão envolvidas com o trânsito diariamente.

4.2 CARACTERÍSTICAS DAS EMPRESAS

O presente estudo foi realizado em duas empresas de transporte de passageiros sendo uma do ramo rodoviário e a outra do urbano, ambas sediadas no estado do Rio Grande do Sul. A empresa de transporte rodoviário de passageiros, que atua com linhas intermunicipais e interestaduais, disponibiliza mais de 250 horários diários em 70 linhas regulares nas modalidades: comum, semidireta e direta, além do serviço de fretamento para viagens de turismo. Conta com cerca de 500 trabalhadores, sendo que 168 destes são motoristas. Todos os motoristas, ao ingressarem, passam por um treinamento interno para conhecer as normas da empresa e o procedimento operacional padrão, que determina as operações que o motorista deve realizar antes de iniciar a viagem, no decorrer dela e após retornar para a garagem da empresa. Os horários de trabalho dos motoristas não são fixos, assim a maioria trabalha tanto nos turnos diurno quanto noturno, sendo que a escala de trabalho é determinada com um dia de antecedência e a maior demanda de viagens é entre sexta e segunda-feira.

A empresa de transporte urbano de passageiros atende a zona sul do município de Porto Alegre-RS, servindo os bairros Vila Nova, Belém Velho, Azenha, Glória, Teresópolis, Restinga e Cavalhada. A empresa conta com 225 motoristas que dispõem de uma folga semanal alternada entre sábado e domingo. A empresa realiza a escala de trabalho para todo o mês e procura manter os motoristas em turnos de trabalho fixos; assim, aqueles que trabalham durante o dia dificilmente serão destinados a trabalhar em linhas noturnas.

Ao ingressarem na empresa todos os motoristas passam por treinamento, no entanto é importante salientar que mais da metade dos motoristas que compõem o quadro funcional são formados na própria empresa, na sua escola de formação de motoristas. Os trabalhadores que almejam a carreira de motorista iniciam na empresa no setor de lavagem dos ônibus, onde têm um primeiro contato com os veículos, manobrando-os dentro do pátio da empresa. Após uma média de tempo de três anos nessa função, caso haja interesse por parte do trabalhador, ele pode inscrever-se no programa interno de formação de motoristas, onde são ministrados cursos a fim de prepará-los para a atividade de motorista de ônibus urbano.

4.2.2 Caracterização da Frota e dos *Cockpits*

As frotas das empresas de transporte de passageiros são compostas por modelos de ônibus variados, devido, entre outros motivos, ao alto investimento relacionado à aquisição desses veículos. Ao adquirir um ônibus novo, é possível comprar o chassi e a carroceria de empresas diferentes, o que costuma ser uma prática comum. Existem diversas características que diferenciam os ônibus, não só com relação ao salão (parte do ônibus designada aos passageiros) e à cabine do motorista, mas também ao posicionamento do motor, que pode ser dianteiro ou traseiro, o que influencia não somente o desempenho do ônibus, mas também o conforto do motorista. Battiston *et al.* (2006) afirmam que o ônibus com motor dianteiro causa maior incômodo para o motorista, pois as fontes de vibração, ruído e calor encontram-se do lado do seu assento, limitando também a movimentação do motorista.



Com relação às cabines, no geral, os ícones dos comandos são semelhantes, o que facilita a transição dos motoristas de um modelo para outro. Alguns aspectos dos painéis são opcionais no momento da compra do ônibus, como, por exemplo, o monitor que mostra imagens da câmera do salão. O modelo de banco do motorista também é um dos itens que pode ser escolhido pela empresa no momento da compra da carroceria.

Existem diferenças significativas na configuração das cabines dos ônibus destinados ao transporte rodoviário e ao transporte urbano. Um exemplo é o isolamento da cabine com relação ao salão do ônibus, que é mais evidente nos ônibus de transporte rodoviário de passageiros onde o motorista dispõe de uma porta que permite separar completamente os dois ambientes. Nos ônibus de transporte urbano, por outro lado, não existe a possibilidade de isolar a cabine, havendo apenas uma divisória atrás do banco do motorista ficando a lateral direita completamente aberta para o restante do ônibus. Outra diferença é a quantidade de comandos, que é maior nos ônibus rodoviários; por exemplo, os comandos de iluminação de poltrona e leitura não estão presentes nos ônibus urbanos, assim como rádio, DVD, piloto automático e outros comandos. Observam-se também diferenças com relação ao formato dos botões, que varia também em função do modelo e ano do ônibus, além do fato que nos ônibus urbanos a maioria dos botões estão concentrados do lado direito do painel, sendo que no lado esquerdo ficam posicionados o freio de estacionamento e válvulas de abertura das portas.

4.2.2.1 Empresa de transporte rodoviário de passageiros

Ao analisar a frota de ônibus da empresa de transporte rodoviário observa-se que, apesar da variedade de modelos de que dispõe, a empresa está em um processo de modernização e renovação da sua frota. Os critérios de compra estão relacionados ao desempenho e consumo de combustível bem como à destinação do veículo, por exemplo, se será utilizado nas linhas regulares comum, direta e semidireta ou nos trabalhos de turismo e fretamento. Atualmente, a frota é composta por 157 ônibus sendo que destes 41 têm câmbio automático e dois têm câmbio semiautomático, onde a embreagem é usada para parar, arrancar e dar marcha ré, mas durante o trajeto as marchas são trocadas automaticamente.

A maior parte da frota é composta por ônibus com motor traseiro sendo que os principais modelos que a compõem são da linha Paradiso G7 da Marcopolo (modelos 1050, 1200, 1600 LD e 1800 DD) e o New Road 360 da Neo Bus. No Quadro 5 são apresentadas algumas das características de cada um destes modelos bem como a imagem do *cockpit*.

Modelo	Descrição Geral do Ônibus	Imagem do cockpit
Marcopolo Paradiso G7 1050	Largura: 2,6m Altura: 3,63m Comprimento: 13,1m Nº de poltronas: 46 poltronas de passageiros e uma poltrona para o motorista. Motorista acessa a cabine pela porta do lado direito do ônibus, a mesma utilizada pelos passageiros. O painel de instrumentos tem abas laterais retráteis que podem ser ajustadas pelo motorista, facilitando o alcance aos botões.	
Marcopolo Paradiso G7 1200	Largura: 2,6m Altura: 3,8m Comprimento: 14m Nº de poltronas: 42 poltronas de passageiros e uma poltrona para o motorista. Motorista acessa a cabine pela porta do lado direito do ônibus, a mesma utilizada pelos passageiros. O painel de instrumentos tem abas laterais retráteis.	

Marcopolo
Paradiso G7
1600 LD

Largura: 2,6m
Altura: 4,1m
Comprimento: 14m
Nº de poltronas: 44 poltronas de passageiros e duas na cabine do motorista.
Motorista acessa a cabine pela porta do lado esquerdo do ônibus e do lado direito, uma porta isola a cabine da área de entrada e circulação de passageiros. O painel de instrumentos tem abas laterais retráteis.



Marcopolo
Paradiso G7
1800 DD

Largura: 2,6m
Altura: 4,1m
Comprimento: 14m
Nº de poltronas: 44 poltronas de passageiros no piso superior, 12 ou 16 poltronas de passageiros no piso inferior e duas poltronas na cabine do motorista.
Motorista acessa a cabine por porta individual ficando isolado do salão do ônibus. O painel de instrumentos tem abas laterais retráteis.



Neo Bus -
New Road
360

Largura: 2,6m
Altura: 3,6m
Comprimento: 12m
Nº de poltronas: 46 poltronas de passageiros e uma poltrona para o motorista.
Motorista acessa a cabine pela porta do lado direito do ônibus, a mesma utilizada pelos passageiros.



Quadro 5: Descrição dos principais modelos de ônibus que compõem a frota da empresa de transporte rodoviário
Fonte: O autor



Como pode ser observado nas imagens do Quadro 5, o freio de estacionamento e comandos de abertura de porta e bloqueio de bagageiro ficam do lado esquerdo do banco do motorista. No *cockpit* do ônibus, mais especificamente atrás do volante, estão localizados os instrumentos de diagnose do veículo, como: luzes de advertência, velocímetro, conta-giros, manômetro de pressão dos freios, entre outros. Na lateral esquerda do *cockpit* localizam-se os comandos de acionamento das luzes frontais do veículo, suspensão a ar do ônibus, acionamento do pisca alerta, piloto automático e demais acionamentos referentes ao chassi do ônibus. Na lateral direita do *cockpit*, ao lado do volante, ficam posicionados os botões referentes às funcionalidades do salão e da cabine do motorista, como iluminação interna, geladeira, exaustor e ainda limpador de para-brisas, farol de neblina, seletora de rádio e DVD,

entre outros. Na parte inferior direita do *cockpit* estão disponíveis o rádio, DVD, ar-condicionado e tacógrafo.

Ao observar as imagens dos *cockpits* dos ônibus, evidencia-se que os modelos Paradiso G7 não apresentam diferenças significativas entre si no arranjo do painel de instrumentos, com exceção do modelo 1800 DD onde os comandos do DVD não estão localizados no painel de instrumentos, mas na parte superior da cabine, acima do vidro dianteiro.

4.2.2.1 Empresa de transporte urbano de passageiros

A empresa de transporte urbano de passageiros dispõe de 127 veículos, sendo 91 deles com câmbio manual e motor dianteiro e 36 com câmbio automático e motor traseiro. Dentre os ônibus com câmbio automático, sete deles são articulados. Ao realizar a compra de novos veículos, a empresa deve obedecer a determinações municipais, o que limita suas opções. De acordo com responsável pelo setor de manutenção, a idade média dos veículos da frota é de cinco anos. Os principais modelos que compõem a frota são os Marcopolo Viale e os NeoBus Mega, sendo que todos os ônibus tem chassi da Mercedes Bens. No Quadro 6 são apresentadas algumas das características dos dois modelos bem como a imagem do *cockpit*.

Modelo	Descrição Geral do Ônibus	Imagem do <i>cockpit</i>
Marcopolo Viale	Largura: 2,6m Altura: 3,4m Comprimento: 15m A capacidade máxima anunciada dos ônibus convencionais é de 107 passageiros. A imagem representa um ônibus com motor traseiro e câmbio automático.	
Neo Bus – Mega	Largura: 2,55m Altura: 3,29m Comprimento: 14m A capacidade máxima anunciada dos ônibus convencionais é de 43 passageiros sentados. A imagem representa um ônibus com motor dianteiro e câmbio manual.	

Quadro 6: Descrição dos principais modelos de ônibus que compõem a frota da empresa de transporte urbano

Fonte: O autor

Apesar da frota de veículos ser diversificada, os dois modelos apresentados no Quadro 6 representam a configuração geral das cabines, no que se refere ao tipo de câmbio e posicionamento do motor além do formato, quantidade e localização dos comandos. Pode ser observado que os acionamentos de abertura e fechamento das portas dianteira e traseira ficam localizados na lateral esquerda do ônibus, ao lado do banco do motorista. Na lateral esquerda do *cockpit* fica o freio de estacionamento e comandos referentes ao chassi do ônibus, sendo que o pisca alerta pode estar localizado tanto no lado esquerdo quanto direito do *cockpit*. Atrás do volante ficam os instrumentos de diagnose do veículo, como luzes de advertência, velocímetro, conta-giros, entre outros.

Na lateral direita do *cockpit*, ficam posicionados os botões de iluminação do salão e da cabine do motorista, limpador de para-brisas, farol de neblina, insuflador ou exaustor, luzes de parada solicitada, entre outros. Na parte inferior direita do *cockpit* fica o tacógrafo e na parte superior da cabine, acima do banco do motorista, o painel de ajuste do itinerário e o comando do ar-condicionado, nos veículos que dispõem desse recurso.

4.3 ANÁLISE DAS FILMAGENS

Foi realizada, na empresa de transporte rodoviário de passageiros, a filmagem de três viagens de uma mesma linha direta, ou seja, que não realiza parada entre a origem e o destino do trajeto. As filmagens ocorreram em dias úteis da semana com início às 11h, 9h e 14h respectivamente, sendo que todas foram realizadas em ônibus do modelo Paradiso LD 1600 da Marcopolo. Uma vez que os trajetos não apresentam paradas, foi avaliado apenas o número de trocas de marcha realizado pelos motoristas em cada uma das viagens. Salienta-se que a quantidade de trocas de marcha foi analisada considerando o intervalo de tempo entre o momento que o motorista coloca a mão sobre o câmbio até quando finaliza a troca de marcha retirando a mão do câmbio, desconsiderando a quantidade de marchas que reduz ou aumenta em uma mesma troca. O tempo total de filmagens foi de 6 horas 5 minutos e 11 segundos e a média de número de trocas de marcha por hora no trecho analisado é de 50,44. As informações podem ser observadas no Quadro 7.

Trajeto	Tempo total (h:min:s)	nº total de trocas de marcha	nº trocas de marcha/hora
1	02:07:30	108	50,8
2	01:52:57	113	60,0
3	02:04:44	86	41,4

Quadro 7: Informações sobre tempo e número de trocas de marcha em cada viagem filmada
Fonte: O autor

Na empresa de transporte urbano de passageiros, foi realizada a filmagem dos trajetos completos, sentidos de ida e volta, de três linhas distintas. As filmagens ocorreram em dias úteis da semana, no período da tarde com início às 14h02min, 15h48min e 14h50min respectivamente. Salienta-se que cada filmagem foi realizada em um modelo de ônibus diferente sendo dois deles com motor dianteiro e câmbio manual e o outro com motor traseiro e câmbio automático. Foi avaliado, além do número de trocas de marcha, o número de vezes que o motorista abriu as portas dianteira e traseira (Quadro 8).

Trajeto	Ônibus	Tempo total (h:min:s)	nº total de trocas de marcha	nº trocas de marcha/hora	nº aberturas porta dianteira	nº aberturas porta traseira
1	Marcopolo Viale Câmbio Manual	01:19:08	459	348,0	41	46
2	Marcopolo Torino Câmbio Automático	01:11:21	-	-	35	23
3	NeoBus Mega Câmbio Manual	01:49:46	530	289,8	35	46

Quadro 8: Informações sobre tempo, número de trocas de marcha e abertura de portas em cada viagem filmada
Fonte: O autor

Como pode ser observado no Quadro 8, o número de trocas de marcha por hora nos trajetos 1 e 3 são de 348,0 e 289,8 respectivamente. Isso representa aproximadamente 5,8 trocas de marcha por minuto no trajeto 1 e 4,3 trocas por minuto no trajeto 3. A troca de marcha implica em movimentos de membro superior direito para manipulação do câmbio e de membro inferior esquerdo para pisar na embreagem, sendo que a quantidade de força empregada varia de acordo com a marca, modelo, idade do veículo e suas condições de manutenção.

4.4 RESULTADOS DOS QUESTIONÁRIOS E ENTREVISTAS

Nesta seção serão apresentados os resultados da aplicação dos questionários nas duas empresas estudadas, bem como os relatos das entrevistas. As respostas da questão 3 "Quais especificações e características você acha que o painel de instrumentos do ônibus deve ter?" serão apresentadas juntamente com os demais relatos dos motoristas nas seções destinadas à análise das entrevistas. Com relação à questão 4 "Quais especificações e características você acha que o painel de instrumentos do ônibus não deve ter?", ressalta-se que, tanto entre os motoristas de transporte rodoviário quanto urbano, foi unânime que nenhum dos comandos presentes no *cockpit* deve ser retirado, apenas acrescentar e melhorar os existentes.

4.4.1 Resultados dos Questionários Aplicados na Empresa de Transporte Rodoviário

Na empresa de transporte rodoviário de passageiros, 26 motoristas responderam o questionário e participaram das entrevistas. Com relação à escolaridade, sete motoristas têm ensino fundamental incompleto, três têm ensino fundamental completo, sete têm ensino médio incompleto, cinco têm ensino médio completo, um tem ensino técnico e três têm ensino superior incompleto. No que tange ao turno de trabalho, apenas um motorista respondeu que trabalha em um único turno (noturno), os demais relataram que trabalham nos dois turnos (diurno e noturno), conforme demandas provenientes do setor de escala. A idade média dos respondentes é de 38,08 anos (desvio padrão de 7,56), o tempo de empresa médio é de 6,11 anos (desvio padrão de 7,56 anos) e a média do tempo como motorista profissional dos respondentes é de 14,35 anos (desvio padrão de 7,9).

Nas próximas seções serão apresentadas as análises dos resultados da aplicação do questionário na empresa de transporte rodoviário de passageiros, sendo divididas em três partes: (1) Importância x Frequência de Uso dos Comandos do *Cockpit*; (2) Condições de Conforto da Cabine do Motorista; e (3) Comandos e Ícones do Painel. O Apêndice IV apresenta o quadro completo com as respostas individuais dos motoristas para cada item avaliado.

4.4.1.1 Análise da Seção 1.1 do Questionário: “Importância x Frequência de Uso dos Comandos do Cockpit”

Na Tabela 1 são apresentados os resultados da análise da seção 1.1 dos questionários aplicados com os motoristas. Salienta-se que, após as primeiras aplicações do questionário, foi constatado que os motoristas desconheciam ou não faziam uso do botão de sistema antifumaça (questão 5 da seção 1.1 do questionário) e que os ônibus da empresa não dispõem de cafeteira (questão 31 da seção 1.1 do questionário) apesar do botão constar no painel. Desta forma os dois itens foram desconsiderados na análise do questionário.

Tabela 1: Resultado da análise dos dados da seção 1.1 do questionário da empresa de transporte rodoviário

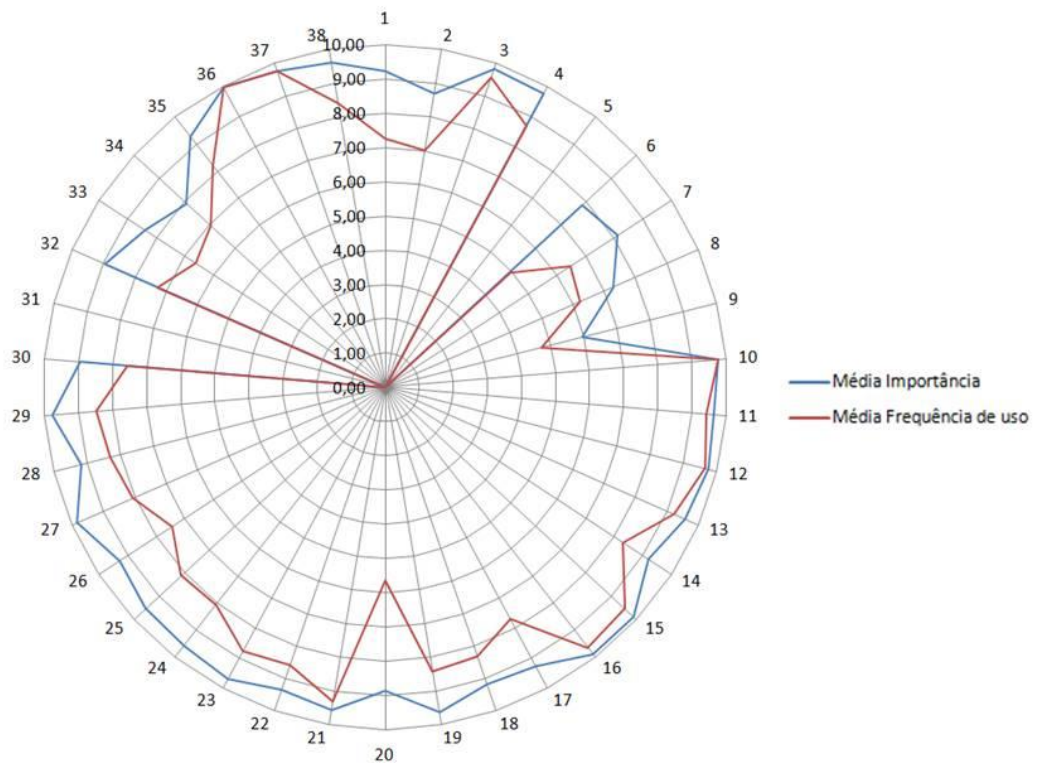
Item avaliado	Fator Investigado	Média	Desvio Padrão	Mediana
1. Válvula de abertura da porta	Importância	9,23	1,07	10
	Frequência de uso	7,27	2,36	7,5
2. Válvula de bloqueio do bagageiro	Importância	8,69	2,07	10
	Frequência de uso	7,00	2,86	8
3. Freio motor	Importância	9,85	0,61	10
	Frequência de uso	9,58	0,99	10
4. Freio de estacionamento	Importância	9,77	0,71	10
	Frequência de uso	8,69	2,02	10
5. Sistema anti-fumaça	Importância	-	-	-
	Frequência de uso	-	-	-
6. Chave geral do veículo	Importância	7,85	3,15	9,5
	Frequência de uso	4,96	3,34	4,5
7. Piloto automático	Importância	8,12	2,03	9
	Frequência de uso	6,46	2,66	6
8. Rádio	Importância	7,27	2,81	8,5
	Frequência de uso	6,23	2,92	7
9. DVD	Importância	5,96	3,27	5
	Frequência de uso	4,73	2,96	5
10. Tacógrafo	Importância	9,77	0,99	10
	Frequência de uso	9,77	0,99	10
11. Conta-giros	Importância	9,65	0,75	10
	Frequência de uso	9,42	1,10	10
12. Velocímetro	Importância	9,77	0,65	10
	Frequência de uso	9,65	0,75	10
13. Manômetro de pressão dos freios	Importância	9,58	0,95	10
	Frequência de uso	9,23	1,39	10
14. Marcador de combustível	Importância	9,19	1,67	10
	Frequência de uso	8,31	2,74	10
15. Painel de indicadores de função e diagnose do veículo	Importância	9,88	0,33	10
	Frequência de uso	9,54	0,90	10

16. Luzes de advertência	Importância	9,88	0,33	10
	Frequência de uso	9,65	0,75	10
17. Botão de iluminação da cabine do motorista	Importância	9,27	1,51	10
	Frequência de uso	7,69	2,31	8
18. Botão de iluminação de leitura	Importância	9,19	1,52	10
	Frequência de uso	8,31	2,22	9
19. Botão de iluminação de bagageiro	Importância	9,62	0,80	10
	Frequência de uso	8,42	2,25	10
20. Botão de iluminação de manutenção	Importância	8,88	2,12	10
	Frequência de uso	5,65	3,41	5
21. Botão de iluminação de número de poltrona	Importância	9,58	1,14	10
	Frequência de uso	9,31	1,54	10
22. Botão de iluminação de corredor	Importância	9,35	1,44	10
	Frequência de uso	8,58	1,86	10
23. Botão de iluminação salão	Importância	9,69	1,01	10
	Frequência de uso	8,77	1,63	10
24. Botão de ventilação defroster	Importância	9,58	1,10	10
	Frequência de uso	8,08	1,81	9
25. Botão de refrigeração defroster	Importância	9,54	0,95	10
	Frequência de uso	8,12	2,41	9
26. Botão de aquecimento defroster	Importância	9,27	1,37	10
	Frequência de uso	7,46	2,28	7
27. Botão de limpador de para-brisas	Importância	9,85	0,37	10
	Frequência de uso	8,08	1,92	8,5
28. Botão de farol de milha	Importância	9,19	1,50	10
	Frequência de uso	8,31	2,05	9,5
29. Botão de farol de neblina	Importância	9,77	0,65	10
	Frequência de uso	8,50	1,96	10
30. Botão do banheiro WC	Importância	8,96	2,07	10
	Frequência de uso	7,58	2,69	8
31. Botão da cafeteria	Importância	-	-	-
	Frequência de uso	-	-	-
32. Botão da geladeira	Importância	8,96	2,11	10
	Frequência de uso	7,27	3,00	8,5
33. Acessibilidade	Importância	8,38	2,19	9
	Frequência de uso	6,62	2,87	6,5
34. Botão de painel eletrônico	Importância	7,92	2,46	9
	Frequência de uso	6,96	2,97	7
35. Botão de campainha	Importância	9,27	1,46	10
	Frequência de uso	8,19	2,50	10
36. Painel de itinerário	Importância	9,96	0,20	10
	Frequência de uso	9,96	0,20	10
37. Ar-condicionado	Importância	9,77	1,18	10
	Frequência de uso	9,77	1,18	10
38. Calefação	Importância	9,62	0,85	10
	Frequência de uso	8,42	2,50	10

Ao observar os resultados da Tabela 1, evidenciam-se alguns valores de desvio padrão superiores a 2 e 3, que demonstram a variação de opinião entre os respondentes, uma vez que existem demandas diferentes considerando a variação de duração da viagem e tipo de linha (comum, semidireta e direta). Os itens com os maiores desvios padrões foram: (6) chave geral do veículo; (9) DVD; (20) botão de iluminação de manutenção; e (32) botão da geladeira. Com relação ao DVD e botão da geladeira, observa-se que são itens utilizados apenas em viagens de longa duração. O botão de manutenção é utilizado para acionar a iluminação no compartimento do motor do ônibus, utilizada apenas em caso de problemas mecânicos, assim, os motoristas não utilizam esse comando regularmente. A utilização da chave geral do veículo, por sua vez, está relacionada às políticas internas da empresa, assim, os motoristas a acionam apenas mediante solicitação ou procedimentos internos. O item com menor desvio padrão é o “(36) painel de itinerário” com valor de 0,20 tanto para importância quanto frequência de uso, evidenciando consenso nas respostas dos motoristas.

Pela Tabela 1 observa-se que mais da metade dos itens investigados apresentaram valores de mediana igual a 10, que é a nota máxima da escala do questionário. A partir desse resultado entende-se que os motoristas da empresa estudada atribuíram valores altos, tanto para a importância quanto para a frequência de uso dos comandos do *cockpit* do ônibus, evidenciando assim a sua importância.

A Figura 3 ilustra a diferença dos valores atribuídos para a importância e frequência de uso de cada item avaliado. Observa-se que o item com menor valor atribuído tanto para importância quanto para frequência de uso foi o item “(9) DVD”. Esses valores podem ser explicados devido ao fato de, apesar da maioria dos ônibus disporem de aparelho de DVD, o recurso é utilizado apenas em trajetos de longa duração. Os itens “(6) chave geral do veículo” e “(20) botão de iluminação de manutenção” foram os que apresentaram maior divergência entre os dois fatores investigados. Isso demonstra que, apesar de usados com menor frequência, são comandos cujo bom funcionamento é importante e pode influenciar no desempenho do motorista. Os demais comandos analisados tiveram diferenças entre importância e frequência de uso de 0 a 1,96 pontos.



1. Válvula de abertura da porta
2. Válvula de bloqueio do bagageiro
3. Freio motor
4. Freio de estacionamento
5. Sistema anti-fumaça
6. Chave geral do veículo
7. Piloto automático
8. Rádio
9. DVD
10. Tacógrafo
11. Conta-giros
12. Velocímetro
13. Manômetro de pressão dos freios

14. Marcador de combustível
15. Painel de indicadores de função e diagnóstico do veículo
16. Luzes de advertência
17. Botão de iluminação da cabine do motorista
18. Botão de iluminação de leitura
19. Botão de iluminação de bagageiro
20. Botão de iluminação de manutenção
21. Botão de iluminação de número de poltrona
22. Botão de iluminação de corredor
23. Botão de iluminação salão
24. Botão de ventilação defroster

25. Botão de refrigeração defroster
26. Botão de aquecimento defroster
27. Botão de limpador de para-brisas
28. Botão de farol de milha
29. Botão de farol de neblina
30. Botão do banheiro WC
31. Botão da cafeteria
32. Botão da geladeira
33. Acessibilidade
34. Botão de painel eletrônico
35. Botão de campainha
36. Painel de itinerário
37. Ar-condicionado
38. Calefação

Figura 3: Gráfico da relação entre importância *versus* frequência de uso dos comandos do *cockpit* dos ônibus rodoviário
 Fonte: O autor

Além disso, os itens: (3) freio motor; (10) tacógrafo; (11) conta-giros; (12) velocímetro; (13) manômetro de pressão dos freios; (15) painel de indicadores de função e diagnóstico do veículo; (16) luzes de advertência; (21) botão de iluminação de número de poltrona; (36) painel de itinerário; e (37) ar-condicionado apresentaram valores médios de importância e frequência de uso superiores a 9. Esses resultados indicam que, para os motoristas que participaram do estudo, esses comandos são prioritários ao considerar seu posicionamento nos *cockpits* dos ônibus de transporte rodoviário de passageiros.

4.4.1.2 Análise da Seção 2.1 do Questionário: “Condições de Conforto da Cabine do Motorista”

A seção 2.1 do questionário aplicado com os motoristas da empresa de transporte rodoviário de passageiros buscou investigar os valores atribuídos para importância e satisfação de itens referentes às condições de conforto da cabine do motorista. Na Tabela 2 são apresentados os resultados da análise dos dados provenientes da aplicação dessa seção do questionário.

Tabela 2: Resultado da análise dos dados da seção 2.1 do questionário da empresa de transporte rodoviário

Item avaliado	Fator Investigado	Média	Desvio Padrão	Mediana
1. Conforto do banco do motorista	Importância	8,77	2,01	10
	Satisfação	6,77	2,39	7
2. Regulagens do banco do motorista	Importância	9,38	1,39	10
	Satisfação	8,15	2,20	8,5
3. Espaço interno da cabine do motorista	Importância	8,73	2,41	10
	Satisfação	7,12	2,80	7,5
4. Facilidade de acesso da cabine do motorista	Importância	9,00	2,17	10
	Satisfação	7,38	2,64	8
5. Posicionamento dos pedais	Importância	9,62	0,75	10
	Satisfação	9,08	1,29	10
6. Posicionamento do volante	Importância	9,08	1,67	10
	Satisfação	8,42	2,06	9
7. Regulagem do volante	Importância	9,15	1,64	10
	Satisfação	8,73	1,93	10
8. Posicionamento do câmbio	Importância	9,69	0,74	10
	Satisfação	9,35	1,09	10
9. Climatização da cabine do motorista	Importância	8,42	2,84	10
	Satisfação	6,15	2,71	6,5
10. Ausência de ruído na cabine do motorista	Importância	8,85	2,20	10
	Satisfação	6,92	2,65	7
11. Quebra sol	Importância	8,81	2,48	10
	Satisfação	7,15	2,65	8
12. Ajuste de espelhos	Importância	9,38	1,77	10
	Satisfação	7,46	2,75	8

Os resultados apresentados na Tabela 2 mostram que entre os itens avaliados os que apresentaram menores valores médios de satisfação foram: (9) Climatização da cabine do motorista (6,15); (1) Conforto do banco do motorista (6,77); (10) Ausência de ruído na cabine

do motorista (6,92); (3) Espaço interno da cabine do motorista (7,12); (11) Quebra-sol (7,15); (4) Facilidade de acesso da cabine do motorista (7,38); e (12) Ajuste de espelhos (7,46).

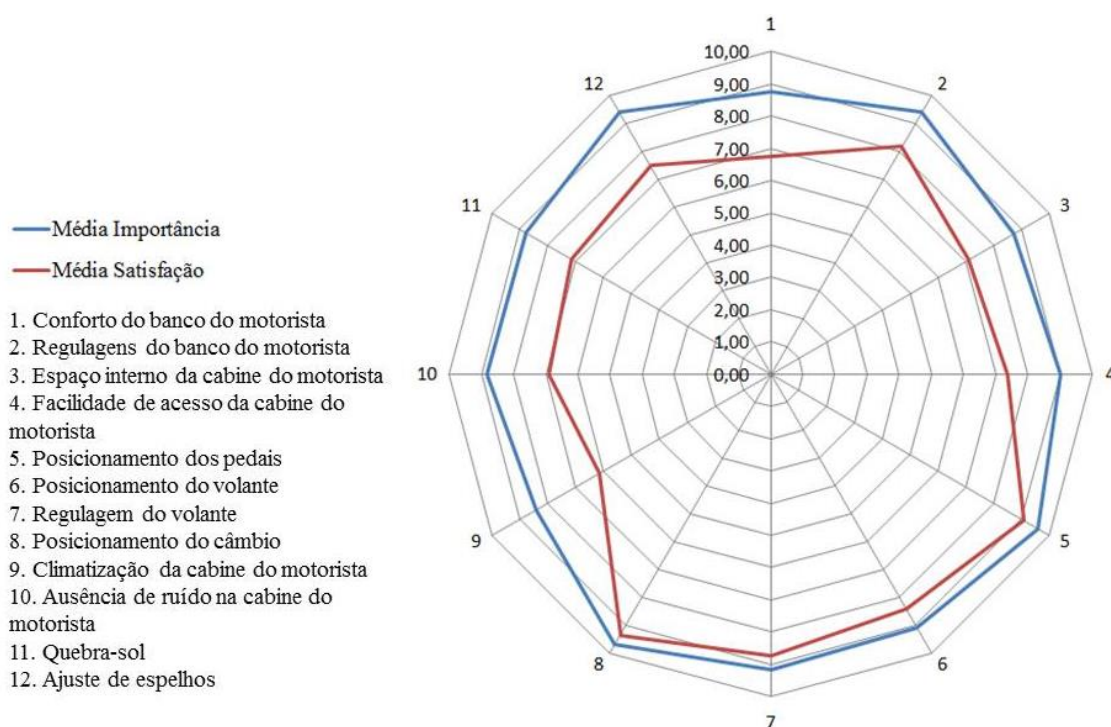


Figura 4: Gráfico da relação entre importância *versus* satisfação das condições de conforto da cabine do motorista rodoviário
Fonte: O autor

A partir da observação da Figura 4 e dos dados apresentados na Tabela 2, evidencia-se que os itens avaliados nessa seção do questionário com maiores médias tanto para importância quanto satisfação (médias maiores que 9) foram: (5) Posicionamento dos pedais; e (8) Posicionamento do câmbio. Isso evidencia que esses comandos têm grande importância para o desempenho da atividade e que seu posicionamento é considerado adequado pelos respondentes.

Em contrapartida, os itens avaliados com maiores diferenças entre os valores atribuídos para importância e satisfação foram respectivamente: (9) Climatização da cabine do motorista; (1) Conforto do banco do motorista; (10) Ausência de ruído na cabine do motorista; (12) Ajuste de espelhos. Esses resultados enfatizam fatores que necessitam de atenção no projeto dos *cockpits* dos ônibus, pois são considerados importantes para os motoristas e não estão atendendo suas expectativas com relação à satisfação.

4.4.1.3 Análise da Seção 2.2 do Questionário: “Comandos e Ícones do Painel”

A Tabela 3 apresenta os resultados da análise dos dados referentes à seção 2.2 do questionário. Aqui buscou-se evidenciar a opinião dos motoristas da empresa de transporte rodoviário de passageiros com relação à importância e satisfação dos comandos e ícones do painel do ônibus.

Tabela 3: Resultado da análise dos dados da seção 2.2 do questionário da empresa de transporte rodoviário

Item avaliado	Fator Investigado	Média	Desvio Padrão	Mediana
1. Tamanho dos botões	Importância	9,27	1,46	10
	Satisfação	8,73	2,09	10
2. Facilidade de compreensão dos símbolos	Importância	9,19	1,83	10
	Satisfação	8,42	1,98	9
3. Proximidade dos botões e comandos	Importância	9,50	1,10	10
	Satisfação	8,88	1,99	10
4. Localização do painel de itinerário	Importância	9,88	0,33	10
	Satisfação	8,46	2,37	9
5. Facilidade de uso do painel de itinerário	Importância	9,65	0,85	10
	Satisfação	8,81	1,60	9
6. Posicionamento e visibilidade do painel de instrumentos	Importância	9,62	1,24	10
	Satisfação	8,38	1,92	9
7. Posicionamento e visibilidade dos comandos do ar-condicionado	Importância	9,65	0,69	10
	Satisfação	8,15	2,11	8,5
8. Posicionamento e visibilidade dos comandos da carroceria	Importância	9,50	0,99	10
	Satisfação	7,96	2,69	9
9. Posicionamento e acesso das teclas relacionadas ao chassi	Importância	9,23	1,24	10
	Satisfação	8,69	1,59	9
10. Posicionamento e acesso do tacógrafo	Importância	9,46	1,50	10
	Satisfação	8,38	2,08	9

Os resultados da análise dos dados da seção 2.2 do questionário indicam que, apesar dos valores médios de satisfação relativamente altos, os itens (8) posicionamento e visibilidade dos comandos da carroceria, (4) localização do painel de itinerário, (7) posicionamento e visibilidade dos comandos do ar-condicionado, (1) Tamanho dos botões e (10) Posicionamento e acesso do tacógrafo apresentaram valores de desvio padrão superior a 2. Assim, entende-se que apesar do valor resultante da média indicar um bom nível de satisfação, há variação nos níveis de satisfação atribuídos pelo grupo de motoristas.

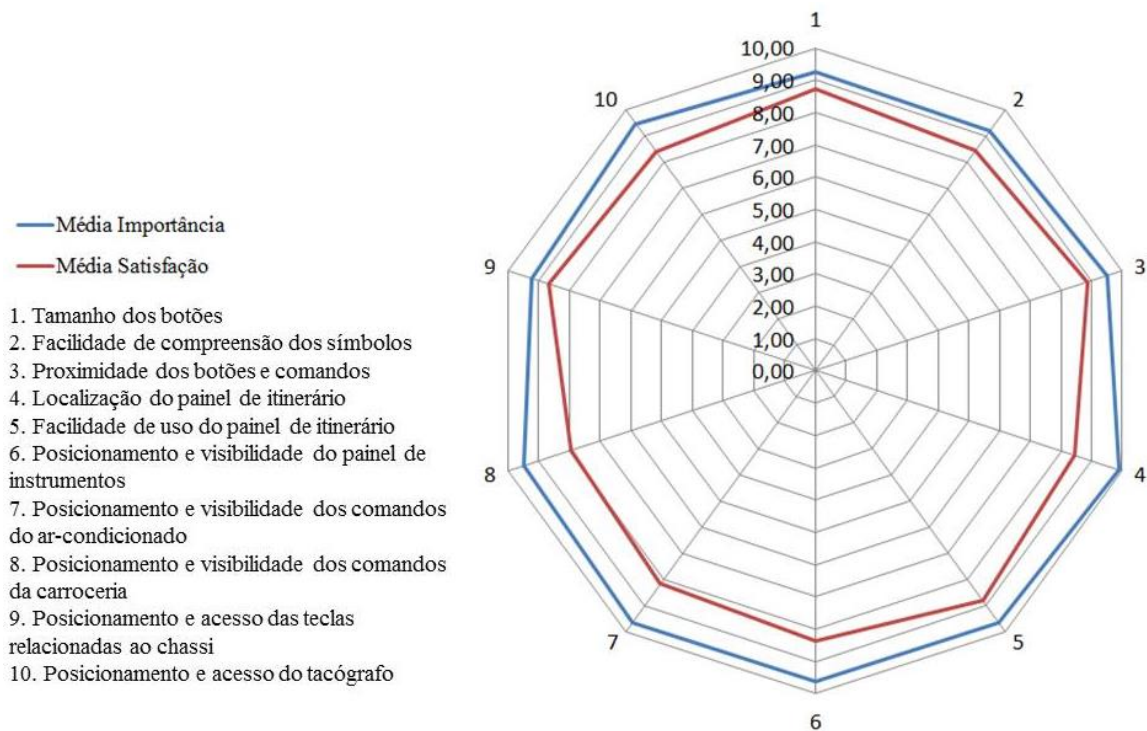


Figura 5: Gráfico da relação entre importância *versus* satisfação sobre os comandos e ícones do painel do ônibus rodoviário
Fonte: O autor

Com relação aos resultados dos demais itens investigados, evidencia-se bons níveis de importância e satisfação com valores de mediana iguais a 10, demonstrando que, no geral, os motoristas estão satisfeitos com esses itens. A Figura 5 ilustra as médias de importância e satisfação de cada item avaliado nesta seção.

4.4.1.4 Análise dos relatos das entrevistas

Os comentários e relatos dos motoristas ao longo da aplicação do questionário foram transcritos e, com auxílio do software NVivo 11 Pro, foi construída uma nuvem de palavras em que o tamanho da palavra evidencia a sua recorrência, ou seja, quanto maior ela aparece na nuvem, mais vezes foi pronunciada pelos entrevistados. A Figura 6 apresenta a nuvem de palavras construída a partir dos relatos dos motoristas da empresa de transporte rodoviário de passageiros.



Figura 6: Nuvem de palavras elaborada a partir das entrevistas dos motoristas rodoviários
 Fonte: O autor

Observando a Figura 6 as palavras mais pronunciadas pelos motoristas, e dessa forma em maior destaque na nuvem de palavras, foram: ônibus, cabine, banco, motorista, passageiros, painel e ar-condicionado. Outras palavras como estrada, itinerário, porta, quebra-sol, carro, automático, espaço, luz, freio, volante, botão e espelho apareceram em tamanho médio na nuvem de palavras. Entende-se que algumas palavras como ônibus, motorista e passageiro tiveram destaque em função do próprio teor do assunto abordado ao longo do questionário e das entrevistas, onde os motoristas utilizaram essas palavras quando se referiam à maior parte das questões levantadas por eles.

Com relação à climatização da cabine do motorista, eles comentam: "ar-condicionado das cabines já melhorou muito, mas ainda não é tão bom" e sugerem "ter um sistema de ar-condicionado independente na cabine do motorista". Essas falas reforçam o resultado da média de satisfação do item 9 da seção 2.1 do questionário 'Climatização da cabine do motorista' que teve valor igual a 6,15 e foi a menor da seção.

A análise dos resultados da aplicação dos questionários indicou bom nível geral de satisfação relacionado ao posicionamento e visibilidade dos comandos do ar-condicionado.

No entanto, ao longo das entrevistas foi relatado: "seria bom se o ar-condicionado fosse no painel e não embaixo perto do tacógrafo, pois assim não precisaríamos tirar a atenção da estrada para ajustar a temperatura"; "podiam mover o ar-condicionado para o painel, perto dos outros acionamentos, para não tirar atenção da estrada quando vamos ajustar a temperatura" e "normalmente não consigo ver bem o ar-condicionado, de noite dá pra ver a luz que indica que está ligado, mas de dia, principalmente quando o sol está bem claro, não dá pra ver direito se está ligado, deveria ser mais visível". Salienta-se que, quando investigada a relação entre importância e frequência de uso do comando do ar-condicionado (item 37, seção 1.1 do questionário), esse comando está entre os mais importantes e utilizados de acordo com a percepção dos motoristas que responderam o questionário.

Uma das questões levantadas pelos motoristas foi que, em alguns veículos, a visibilidade do painel de instrumentos, principalmente velocímetro e conta-giros, fica prejudicada quando eles realizam o ajuste do banco e da altura do volante. Segue transcrição literal da fala dos motoristas: "às vezes regula banco e volante para ficar confortável, mas não dá pra ver o conta-giros", "tem que alinhar melhor volante, banco e painel de instrumentos" e "acontece da empresa comprar 10 ônibus iguais e às vezes em uma parte deles, quando ajusta o banco, a direção esconde o final do ponteiro do velocímetro; os ônibus são iguais, mas em alguns acontece isso, não sei se é a furação dos bancos que varia um pouco ou na hora que a fábrica monta o painel".

O item 6 da seção 2.2 avaliou a relação de importância e satisfação do posicionamento e visibilidade do painel de instrumentos, sendo os valores médios respectivamente 9,62 e 8,38. No entanto, o valor da mediana da satisfação desse item foi igual a 4, indicando insatisfação de parte dos motoristas. Com relação à análise da frequência de uso (seção 1.1 do questionário), alguns dos itens presentes no painel de instrumentos como (11) conta-giros, (12) velocímetro, (13) manômetro de pressão dos freios, (15) painel de indicadores de função e diagnose do veículo (16) e luzes de advertência estão entre os utilizados com maior frequência pelos motoristas. Isso salienta a importância da visibilidade desses comandos não estar obstruída pelo volante do veículo.

No que tange à localização e facilidade de uso do painel do itinerário (avaliado nos itens 4 e 5 da seção 2.2 do questionário) as médias de importância e satisfação tiveram valores altos. No entanto ao longo das entrevistas alguns motoristas fizeram comentários a respeito da localização do comando: "alguns painéis de itinerário são mal localizados, deveria ser tão bem

localizado quanto o rádio", indicando que gostariam que ele estivesse posicionado no painel do ônibus. Salienta-se que o valor de média de frequência de uso (9,96) desse comando (avaliado no item 36 da seção 1.1 do questionário) indica que o seu posicionamento no *cockpit* merece atenção.

Assim como o comando do itinerário, o posicionamento do tacógrafo teve médias de importância e satisfação altas (avaliado no item 10 da seção 2.2 do questionário). No entanto alguns motoristas expressaram preocupação com relação à sua localização: "tacógrafo fica quase no chão, tem que se curvar, não dá pra ver se data e horário estão certos, vai ver só depois no disco". Nesse sentido é importante observar também os resultados referentes à investigação desse comando na seção 1.1 do questionário, com relação à importância e frequência de uso (item 10) que colocam o tacógrafo entre os comandos mais importantes e utilizados pelo grupo de motoristas que participaram da investigação.

O posicionamento do comando de DVD, disponível nos veículos destinados a viagens de longa duração, foi abordado pelos motoristas da seguinte forma: "em alguns modelos o DVD é em cima, na parte superior dos para-brisas, isso é ruim, pois o motorista não pode ajustar o DVD enquanto está dirigindo e se tem um colega ele precisa ficar por cima do motorista atrapalhando a visão", e sugerem "é melhor quando o DVD está do lado, no painel". O item DVD teve a menor média de importância (5,96) e frequência de uso (4,73) entre os itens avaliados na seção 1.1 do questionário, uma vez que nem todos os veículos dispõem desse recurso e parte dos motoristas que responderam o questionário não realizam viagens que requerem o uso de DVD. No entanto é importante considerar que, quando utilizado em viagens de longa duração, os motoristas necessitam fazer a troca dos filmes, assim a operação e posicionamento desse recurso deve ser projetada de forma a não desviar a atenção do motorista do trânsito e de sua função principal que é conduzir o veículo.

Ao analisar os resultados da seção 2.1 do questionário, evidencia-se que o item (10) 'ausência de ruído na cabine do motorista' teve valor médio de satisfação de 6,92 e mediana igual a 7. Os motoristas fizeram os seguintes comentários no que se refere ao ruído na cabine: "painel bate bastante, afrouxa, muito barulho" e "painel muito frágil, bate, faz barulho". Dessa forma fica evidente que o ruído considerado pelos respondentes é proveniente do próprio painel do ônibus.

Com relação aos espelhos retrovisores, foi comentado no decorrer das entrevistas: "espelho é ruim de ajustar, tem que descer do ônibus pra fazer ou pedir para colega" sendo

sugerido que "todos os carros deviam ter botões de ajuste de retrovisor". A média de satisfação do item 12 da seção 2.1 do questionário, referente ao ajuste dos espelhos, foi de 7,76, com desvio padrão de 2,75, indicando que, apesar do valor da média de satisfação ser relativamente alto, o ajuste dos espelhos retrovisores, que é manual, é uma questão que incomoda parte dos motoristas que responderam o questionário.

No que tange aos bancos da cabine, que foi uma das palavras de maior destaque na nuvem da Figura 6, a questão mais abordada foi o banco do motorista auxiliar, que fica dentro da cabine de alguns modelos de ônibus e não permite regular a inclinação do encosto. Segue transcrição literal de algumas falas dos motoristas: "banco do motorista auxiliar é desconfortável, não tem regulagem de inclinação do encosto, não tem espaço para as pernas" e "tem alguns modelos que dá para inclinar o banco auxiliar se girar o banco para a janela do lado direito e inclinar o banco para dentro do espaço da cama, mas ninguém quer viajar olhando pro lado".

No tocante ao conforto do banco do motorista houve controvérsias. Alguns respondentes relataram que "hoje em dia o banco é bem mais confortável", outros afirmaram que "a espuma do banco é dura e curvatura do encosto desconfortável", outros sugeriram ainda que "bom seria se fosse banco tivesse amortecimento a ar". No item 1 da seção 2.1 do questionário foi avaliada a percepção de importância e satisfação do conforto do banco do motorista que teve valor médio de satisfação de 6,77 com desvio padrão de 2,39. Tendo em vista que o motorista de ônibus passa a maior parte da sua jornada de trabalho na postura sentada, a qualidade do banco é um dos fatores que mais contribui para o seu conforto.

O quebra-sol, avaliado no item 11 da seção 2.1 do questionário, teve média de satisfação igual a 7,15 com desvio padrão de 2,65. Com relação a esse item, os motoristas sugeriram: "quebra-sol não é suficiente, poderia ter um sistema no próprio vidro que detectasse o sol, ter um controle no painel que desse para regular de todos os ângulos, não só na frente" e "cortina lateral tapa a visão, tem que ser algo regulável que não tape a visão, mas amenize o sol nos olhos". Entende-se que esse é um item que influencia diretamente tanto no conforto quanto no desempenho do motorista sendo um aspecto do projeto que merece atenção.

De um modo geral, os motoristas comentaram que os ônibus de transporte rodoviário de passageiros têm evoluído, melhorando o conforto do motorista, no entanto alguns pontos ainda podem ser aprimorados, como evidenciado nas transcrições das falas apresentadas e na

análise dos resultados do questionário. Nesse sentido, alguns motoristas fizeram comentários a respeito da disposição geral dos comandos do *cockpit* do ônibus: "ônibus estão cada vez mais automatizados, o que falta é acesso a alguns comandos" e "DVD, rádio, ar-condicionado, itinerário tem que ficar acessível para o motorista sem necessidade de tirar a atenção da estrada para utilizá-los". Isso evidencia a necessidade de considerar o alcance dos motoristas e o seu campo de visão para posicionar os comandos de forma que a necessidade de acioná-los ao longo da viagem não prejudique seu desempenho na direção do veículo.

4.4.2 Resultados dos Questionários Aplicados na Empresa de Transporte Urbano

Participaram da etapa de aplicação do questionário e entrevistas 27 motoristas da empresa de transporte urbano de passageiros sendo que, com relação à escolaridade, três deles têm ensino fundamental incompleto, cinco têm ensino fundamental completo, cinco têm ensino médio incompleto e quatorze têm ensino médio completo. Com relação ao turno de trabalho, quinze motoristas atuam no turno diurno, dez atuam no turno noturno e dois relataram trabalhar nos dois turnos (diurno e noturno). A idade média dos respondentes é de 39,26 anos (desvio padrão de 9,03), o tempo de empresa médio é de 8,85 anos (desvio padrão de 5,88 anos) e a média do tempo como motorista profissional dos respondentes é de 11,49 anos (desvio padrão de 9,95).

As análises dos resultados da aplicação do questionário na empresa de transporte urbano de passageiros serão apresentadas em três partes: (1) Importância x Frequência de Uso dos Comandos do *Cockpit*; (2) Condições de Conforto da Cabine do Motorista; e (3) Comandos e Ícones do Painel. O Apêndice V apresenta o quadro com as respostas dadas a cada item pelos motoristas que responderam o questionário.

4.4.2.1 Análise da Seção 1.1 do Questionário: "Importância x Frequência de Uso dos Comandos do Cockpit"

Na Tabela 4 são apresentados os resultados da análise da seção 1.1 do questionário aplicado com os motoristas da empresa de transporte urbano de passageiros referente à relação entre importância e frequência de uso dos comandos do *cockpit*.

Tabela 4: Resultado da análise dos dados da seção 1.1 do questionário da empresa de transporte urbano

Item avaliado	Fator Investigado	Média	Desvio Padrão	Mediana
1. Válvula de abertura da porta dianteira	Importância	8,67	1,94	10
	Frequência de uso	9,48	0,94	10
2. Válvula de abertura da porta traseira	Importância	8,96	1,65	10
	Frequência de uso	9,63	0,56	10
3. Freio motor	Importância	9,48	1,19	10
	Frequência de uso	9,44	1,15	10
4. Freio de estacionamento	Importância	9,44	1,34	10
	Frequência de uso	8,19	2,34	9
5. Chave geral do veículo	Importância	9,11	1,69	10
	Frequência de uso	5,00	3,21	5
6. Tacógrafo	Importância	9,04	1,87	10
	Frequência de uso	8,04	3,11	10
7. Conta-giros	Importância	8,33	1,90	9
	Frequência de uso	8,85	1,56	10
8. Velocímetro	Importância	9,37	1,33	10
	Frequência de uso	9,67	0,78	10
9. Manômetro de pressão dos freios	Importância	9,44	1,15	10
	Frequência de uso	9,19	1,27	10
10. Marcador de combustível	Importância	7,37	2,73	9
	Frequência de uso	6,37	3,39	6
11. Painel de indicadores de função e diagnose do veículo	Importância	9,44	1,34	10
	Frequência de uso	9,22	1,40	10
12. Luzes de advertência	Importância	9,37	1,28	10
	Frequência de uso	8,78	1,97	10
13. Botão de iluminação da cabine do motorista	Importância	8,11	2,06	9
	Frequência de uso	6,63	2,94	7
14. Botão de iluminação salão	Importância	9,26	1,43	10
	Frequência de uso	9,52	0,75	10
15. Botão de limpador de para-brisas	Importância	9,19	1,44	10
	Frequência de uso	8,63	1,52	9
16. Luz de campainha	Importância	9,37	1,21	10
	Frequência de uso	9,70	0,72	10
17. Luz de campainha cadeirante	Importância	8,85	1,70	10
	Frequência de uso	7,85	2,44	9
18. Botão do insuflador / exaustor	Importância	7,59	2,93	9
	Frequência de uso	6,44	3,02	7
19. Botão de sirene de marcha à ré	Importância	9,22	2,01	10
	Frequência de uso	9,37	1,82	10
20. Botão de desembaçador defroster	Importância	7,41	3,02	8
	Frequência de uso	6,07	2,54	6
21. Itinerário	Importância	9,00	1,96	10
	Frequência de uso	9,30	1,66	10
22. Botão de iluminação de manutenção do motor	Importância	7,59	2,93	8
	Frequência de uso	5,44	3,51	6

Entre os itens avaliados, os com menores médias de frequência de uso foram: (5) chave geral do veículo; (22) botão de iluminação de manutenção do motor; (20) botão de desembaçador defroster; (10) marcador de combustível; e (18) botão do insuflador/exaustor. Com relação à utilização da chave geral do veículo, ela depende da política da empresa, que solicita aos motoristas não acioná-la a não ser em emergências. O marcador de combustível também não é utilizado em função de políticas da empresa, que fica responsável pelo abastecimento do veículo, não envolvendo os motoristas nessa atividade. O botão de iluminação do motor não é utilizado comumente pelos motoristas, uma vez que sua utilização está associada à verificação de problemas mecânicos. Com relação ao botão de desembaçador defroster, os motoristas relataram que não o utilizam pois não é eficiente para desembaçar o para-brisas do ônibus, e no que tange ao botão do insuflador/exaustor os respondentes do questionário não fizeram comentários.

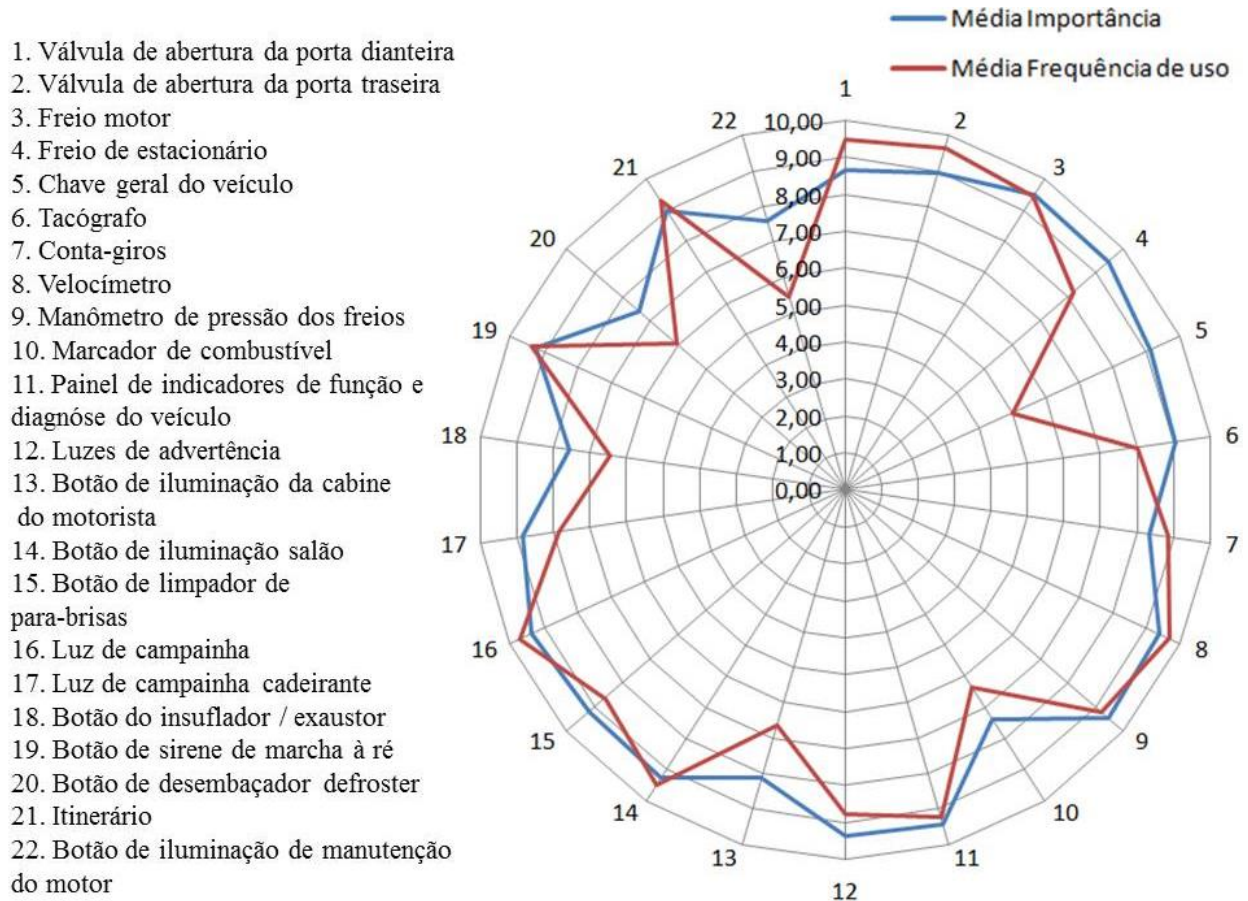


Figura 7: Gráfico da relação entre importância *versus* frequência de uso dos comandos do *cockpit* dos ônibus urbanos

Fonte: O autor

Como pode ser observado na figura 7, a análise dos resultados evidencia que, entre os itens avaliados, os com maiores notas médias tanto de frequência de uso quanto importância foram: (3) freio motor; (8) velocímetro; (11) painel de indicadores de função e diagnose do veículo; (16) luz de campainha; (19) botão de sirene de marcha à ré; e (21) itinerário. Isso indica que, para os motoristas que responderam este questionário, esses são os comandos mais relevantes para seu dia a dia.

4.4.2.2 Análise da Seção 2.1 do Questionário: “Condições de Conforto da Cabine do Motorista”

A Tabela 5 apresenta os resultados da seção 2.1 do questionário aplicado com os motoristas da empresa de transporte urbano de passageiros, que investiga a percepção de importância e satisfação das condições de conforto da cabine do motorista.

Tabela 5: Resultado da análise dos dados da seção 2.1 do questionário da empresa de transporte urbano

Item avaliado	Fator Investigado	Média	Desvio Padrão	Mediana
1. Conforto do banco do motorista	Importância	8,67	2,42	10
	Satisfação	6,26	2,63	7
2. Regulagens do banco do motorista	Importância	8,70	2,43	10
	Satisfação	6,22	2,64	7
3. Espaço interno da cabine do motorista	Importância	8,96	1,76	10
	Satisfação	7,78	2,56	9
4. Facilidade de acesso da cabine do motorista	Importância	8,56	2,28	10
	Satisfação	7,85	2,48	9
5. Posicionamento dos pedais	Importância	9,11	1,78	10
	Satisfação	8,48	2,03	9
6. Posicionamento do volante	Importância	9,37	1,28	10
	Satisfação	9,07	1,21	10
7. Posicionamento do câmbio	Importância	9,30	1,46	10
	Satisfação	9,26	1,35	10
8. Climatização da cabine do motorista	Importância	8,70	2,46	10
	Satisfação	5,85	3,01	6
9. Ausência de ruído na cabine do motorista	Importância	8,81	2,08	10
	Satisfação	5,81	2,70	6
10. Quebra-sol	Importância	9,15	1,51	10
	Satisfação	8,15	2,09	8
11. Ajuste de espelhos	Importância	9,26	1,56	10
	Satisfação	7,93	2,06	8

Observando os resultados da Tabela 5, evidencia-se que os itens avaliados com menores medianas foram o fator satisfação dos itens (8) climatização da cabine do motorista e (9) ausência de ruído na cabine do motorista. Esses itens também tiveram os menores valores de média de satisfação: 5,85 e 5,81, respectivamente, e as maiores discrepâncias entre os valores de média de importância e satisfação. Os itens (2) regulagens do banco do motorista e (1) conforto do banco do motorista foram, respectivamente, o terceiro e quarto item com menores médias de satisfação e com maiores discrepâncias entre os valores médias de importância e satisfação.

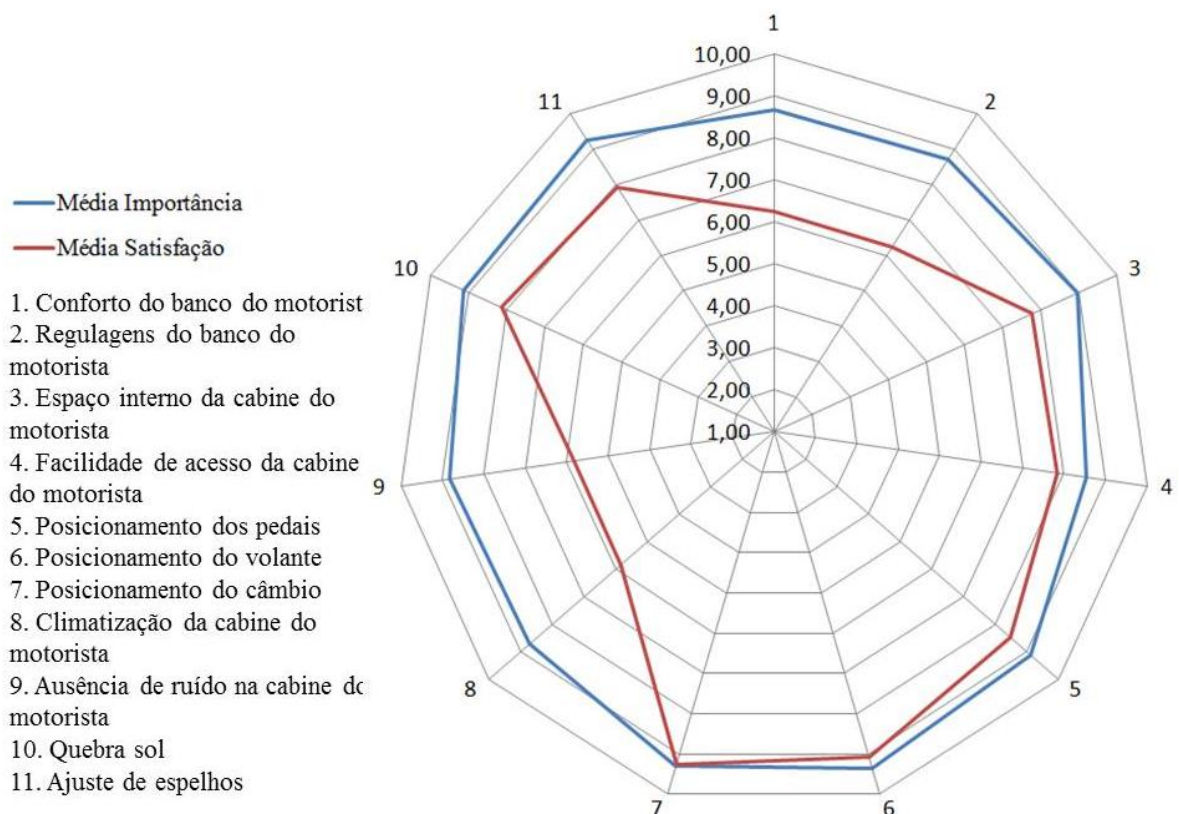


Figura 8: Gráfico da relação entre importância *versus* satisfação das condições de conforto da cabine do motorista urbano
Fonte: O autor

Como é ilustrado na figura 8, os itens avaliados com maiores médias tanto para importância quanto satisfação foram: (6) posicionamento do volante; e (7) posicionamento do câmbio. Dessa forma, de acordo com os motoristas que responderam os questionários, esses são os elementos da cabine que não necessitam modificação e melhor atendem às suas expectativas.

4.4.2.3 Análise da Seção 2.2 do Questionário: “Comandos e Ícones do Painel”

A seção 2.2 do questionário aplicado aos motoristas de transporte urbano de passageiros buscou identificar a percepção de importância e satisfação com relação aos comandos e ícones do painel. A análise dos resultados do questionário são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6: Resultado da análise dos dados da seção 2.2 do questionário da empresa de transporte urbano

Item avaliado	Fator Investigado	Média	Desvio Padrão	Mediana
1. Tamanho dos botões	Importância	8,67	1,92	10
	Satisfação	8,70	2,03	10
2. Facilidade de compreensão dos símbolos	Importância	9,30	1,68	10
	Satisfação	8,26	2,16	9
3. Proximidade dos botões e comandos	Importância	9,11	1,55	10
	Satisfação	8,59	1,85	9
4. Localização do painel de itinerário	Importância	8,22	2,83	10
	Satisfação	5,78	3,18	6
5. Facilidade de uso do painel de itinerário	Importância	8,44	2,72	10
	Satisfação	6,00	3,16	6
6. Posicionamento e visibilidade do painel de instrumentos	Importância	8,96	1,76	10
	Satisfação	8,81	1,64	10
7. Posicionamento e visibilidade dos comandos do ar-condicionado	Importância	8,56	2,55	10
	Satisfação	6,37	2,63	6
8. Posicionamento e visibilidade das teclas	Importância	8,33	2,79	10
	Satisfação	7,93	2,53	9
9. Posicionamento e acesso do tacógrafo	Importância	8,96	1,79	10
	Satisfação	8,93	1,75	10

O resultado da análise dos dados mostra que os itens (4) localização do painel de itinerário e (5) facilidade de uso do painel de itinerário tiveram as menores médias de satisfação (5,78 e 6,00 respectivamente) seguidos do item (7) posicionamento e visibilidade dos comandos do ar-condicionado (média = 6,37). Esses três itens também apresentam as maiores discrepâncias entre os valores médias de importância e satisfação (que pode ser visualizado também na Figura 9) e os menores valores de mediana (= 6), quando avaliada a satisfação dos motoristas. Outra questão que pode ser observada na Tabela 6 com relação aos itens 4 e 5 são os valores do desvio padrão de satisfação (3,18 e 3,16, respectivamente), os maiores entre os itens avaliados na seção 2.2 do questionário.

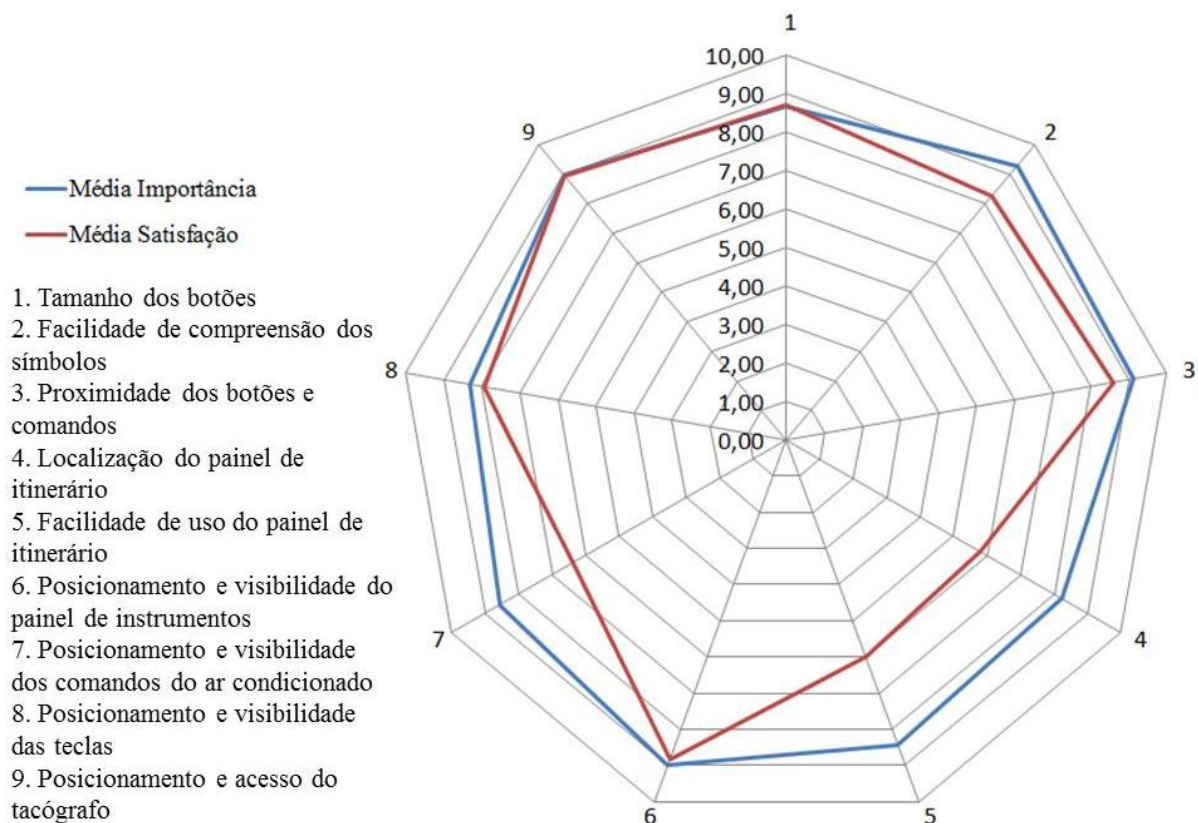


Figura 9: Gráfico da relação entre importância *versus* satisfação sobre os comandos e ícones do painel do ônibus urbano
 Fonte: O autor

Os itens com maiores valores de média de satisfação foram: (9) posicionamento e acesso do tacógrafo; (6) posicionamento e visibilidade do painel de instrumentos; e (1) tamanho dos botões. Ao observar a Figura 9, evidencia-se que esses três itens também foram os que apresentaram as menores discrepâncias entre os valores médios de importância e satisfação.

4.4.2.4 Análise dos relatos das entrevistas

A Figura 10 mostra o resultado da construção da nuvem de palavras com o *software* NVivo 11 Pro a partir da transcrição dos relatos dos motoristas da empresa de transporte urbano de passageiros.



Figura 10: Nuvem de palavras elaborada a partir das entrevistas dos motoristas urbanos
Fonte: O autor

A Figura 10 indica que as palavras mais repetidas pelos motoristas da empresa de transporte urbano de passageiros foram: ônibus, itinerário, painel, motoristas, instrumentos, luzes, quente, banco, ventarola e articulado. Salienta-se que palavras como ônibus e motorista têm destaque devido ao próprio teor das entrevistas.

Com relação ao comando do itinerário, que foi uma das palavras de maior destaque na nuvem da Figura 10, os motoristas comentaram: "itinerário muito distante, tem que levantar do banco para ajustar, tinha que ficar no painel", "às vezes não tem como parar [o ônibus] entre uma rota e outra, então tem que trocar o itinerário na sinaleira, algumas rotas na ida é uma linha e na volta é outra, mas quando chega no centro já tem que estar com itinerário ajustado para que as pessoas que vão subir saibam que aquele é o ônibus, não dá pra mudar o itinerário no final da rota, tem que ser antes" e "a gente aproveita o tempo que está parado na sinaleira para mudar a linha no itinerário".

O itinerário foi um dos comandos com maiores médias tanto para importância quanto para frequência de uso (analisados na seção 1.1 do questionário). No entanto, quando observado o resultado da média de satisfação dos motoristas que responderam o questionário (seção 2.2 item 5) evidencia-se que teve o menor valor médio de satisfação (6,00) entre todos os itens avaliados. Esses resultados e os relatos dos motoristas indicam que o itinerário é, para

o grupo que participou da pesquisa, o comando que mais necessita ajustes com relação à sua localização.

Alguns veículos dispõem de ar-condicionado e o posicionamento do seu comando fica na parte superior da cabine sobre o banco do motorista. Nesse sentido foi sugerido: "o ar-condicionado também pode descer para o painel". Salienta-se que essa fala está de acordo com o resultado da análise do item 7 da seção 2.2 do questionário que mostrou que a média de satisfação sobre o posicionamento do comando do ar-condicionado é igual a 6,37.

No que tange ao conforto do banco do motorista, que teve valor médio de satisfação igual a 6,26 (avaliado no item 1 da seção 2.1 do questionário), não foram feitos comentários pelos motoristas. No entanto, a qualidade das regulagens do banco, cuja média de satisfação foi de 6,22 (item 2 da seção 2.1) foi abordada, sendo sugerido: "melhorar a regulagem dos bancos" de forma a contemplar motoristas de diferentes estaturas e pesos.

O espaço interno da cabine, avaliado no item 3 da seção 2.1 do questionário, teve média de satisfação igual a 7,78 com desvio padrão de 2,56 e mediana igual a 9. No entanto, algumas questões foram levantadas pelos motoristas ao longo das entrevistas, como: "espaço da cabine às vezes é pequeno", "é difícil o acesso para o banco nos ônibus com motor dianteiro, principalmente para quem é mais pesado, tem que se apoiar em outras partes do ônibus" e "o espaço para pernas ruim em alguns ônibus".

Ao avaliar o resultado da análise dos questionários, evidencia-se que o item 5 da seção 1.1, correspondente à chave geral do veículo, teve média de importância igual a 9,11 e média de frequência de uso igual a 5. Assim fica evidente que, apesar do uso eventual desse comando, os motoristas reconhecem sua importância em casos de emergência, e nesse sentido sugerem: "chave geral do articulado é do lado de fora do ônibus, lá atrás, perto do motor no lado esquerdo, podia ser no painel para o caso de uma emergência" e "precisava trazer a chave-geral para frente, no painel".

Com relação ao painel de instrumentos, os motoristas fizeram os seguintes comentários e sugestões: "nos carros que não têm direção escamoteada, a direção cobre as luzes indicativas do painel, não dá pra ver o pisca, por exemplo"; "posição do painel de instrumentos deveria se adequar melhor a todas as estaturas" e "o ângulo do painel podia melhorar". Essas falas dizem respeito, principalmente, à visibilidade e alcance dos comandos do painel cuja percepção de satisfação foi avaliada nos itens 6 (posicionamento e visibilidade

do painel de instrumentos) e 8 (posicionamento e visibilidade das teclas) que tiveram médias iguais a 8,81 e 7,93, respectivamente.

A climatização da cabine do motorista, que teve média de satisfação igual a 5,85 (item 8 seção 2.1), foi mencionada principalmente relacionada à ventarola dos ônibus (dispositivo anexo à janela ao lado do motorista que facilita a entrada do ar externo na cabine). Segue transcrição literal das falas dos motoristas: "muito quente, poderia ter ventarola em todos os ônibus" e "ventilação é um problema, alguns carros não têm a ventarola, não entra vento na cabine, muito quente no verão". No entanto, outros motoristas salientam: "no verão entra ar quente pela ventarola, vira um forno, no inverno tem o ar quente que vem do motor e o ar frio que entra pela ventarola, faz mal pra saúde". Assim evidencia-se que não há consenso entre os motoristas com relação à eficácia da ventarola. No entanto, como a maioria dos ônibus de transporte urbano não dispõe de ar-condicionado, os motoristas que participaram desse estudo relacionam conforto térmico e climatização da cabine com a eficiência ou não da ventarola e com o calor proveniente do motor dianteiro.

Com relação aos ônibus articulados, que apareceram na nuvem de palavras da Figura 10, foi comentado: "ônibus articulado é novo, muito bom" e alguns motoristas sugeriram: "os articulados têm câmara de ré, falta isso nos outros ônibus". Outro acionamento abordado por alguns motoristas foi a luz de campainha de parada solicitada, sendo sugerido: "luz da campainha de parada solicitada devia ser maior e mais visível" e "luz de parada solicitada deveria ser maior nos ônibus automáticos".

Ao longo das entrevistas também foi sugerido que "adesivo da lei do idoso poderia ser colocado em cima, pois tampa parte da visão do lado direito do ônibus" e "na capelinha do ônibus [localizada na traseira do ônibus, indicando o número da linha], poderia ter um emblema de cadeirante que piscasse quando está usando porta de cadeirante, para avisar os motoristas dos outros ônibus que está parado para que o cadeirante desça; hoje a gente usa pisca alerta, mas isso também pode significar que o ônibus está estragado". Alguns motoristas citaram ainda desconforto de alguns manípulos, como o câmbio, e a fragilidade de outros, como os acionamentos de abertura das portas.

Ao analisar os relatos dos motoristas que participaram desta etapa da pesquisa, fica evidente que o fator de maior frustração é o posicionamento do painel de itinerário, questão citada por todos os respondentes e que interfere na realização da sua atividade. Outra questão destacada foi a ausência da ventarola em alguns veículos, uma questão, no entanto, que não é

consenso entre os motoristas e está mais ligada à ausência de conforto térmico do que à presença do dispositivo citado.

4.5 DINÂMICA DO PROTÓTIPO DE PAPEL

A dinâmica do protótipo de papel teve por objetivo dar aos motoristas a possibilidade de ilustrar sua opinião com relação ao posicionamento dos comandos do *cockpit*. Para melhor compreender a disposição de comandos proposta pelos motoristas, o *cockpit* foi dividido em cinco áreas de interesse, ilustradas na Figura 11. Essas cinco áreas foram definidas a partir da observação da configuração do painel e distribuição dos comandos, manípulos e botões nos modelos de ônibus presentes nas duas empresas estudadas, além de questões relacionadas ao alcance e visibilidade de cada área. Embora existam diferenças entre os ônibus rodoviário e urbano, as configurações das áreas de interesse são semelhantes, o que difere é a quantidade de comandos, que nos ônibus de transporte urbano é menor.



Figura 11: áreas do *cockpit*
Fonte: o autor

No Quadro 9 são apresentados os principais comandos que geralmente estão localizados em cada uma das cinco áreas definidas para a descrição e análise dos resultados da dinâmica.

Área	Exemplos de comandos comumente posicionados em cada área
1	Tacógrafo; rádio; DVD; ar-condicionado (ônibus rodoviário).
2	Botões referentes à iluminação do salão; limpador de para brisas; parada solicitada; farol; exaustor.
3	Velocímetro; conta-giros; manômetros de pressão dos freios e do óleo; marcador de combustível; luzes de advertência; painel de indicadores de função e diagnose do veículo.
4	Freio de estacionamento; controle de intensidade de iluminação interna; piloto automático; suspensão a ar; comando das luzes externas dianteiras.
5	Manípulos de abertura das portas e travamento do bagageiro; freio de estacionamento.

Quadro 9: Descrição das cinco áreas do *cockpit* do ônibus
Fonte: o autor

Nas seções 4.5.1 e 4.5.2 deste trabalho são apresentados os registros fotográficos da dinâmica realizada nas duas empresas, bem como os resultados da análise da distribuição dos comandos nas áreas de interesse determinadas na Figura 11. No Apêndice VI está a lista com as ilustrações e legendas dos comandos utilizados na dinâmica.

4.5.1 Dinâmica realizada na empresa de transporte rodoviário de passageiros

Participaram da dinâmica do protótipo de papel 10 motoristas da empresa de transporte rodoviário de passageiros. No Quadro 10 é apresentado o registro de imagens dos resultados do *cockpit* montado por cada motorista que participou da dinâmica.







Quadro 10: Dinâmica do protótipo de papel - empresa de transporte rodoviário de passageiros
Fonte: O autor

A partir do registro fotográfico do Quadro 10, evidencia-se que as áreas com maior concentração de comandos são as áreas 2, 3 e 4. Observando as escolhas dos 10 motoristas quanto aos comandos posicionados na área 3, identifica-se que, apesar de pequenas variações, os motoristas mantiveram nessa área os comandos que fazem parte dela nos modelos atuais de ônibus, como velocímetro, conta-giros, luzes de advertência, painel de diagnose do veículo e manômetro de pressão dos freios. Ao longo da dinâmica alguns motoristas comentaram, através do protocolo *thinking aloud*, sobre a importância de esses comandos ficarem visíveis, como mostra a transcrição da fala: "vou deixar o velocímetro e conta-giros bem centralizados pra direção não esconder".

O botão do pisca alerta foi posicionado na área 4 por sete dos motoristas (fotos 3, 5, 6, 7, 8, 9 e 10), dois motoristas o posicionaram na área 3 (fotos 1 e 4) e outro na área 2 (foto 2). O comando de luzes externas dianteiras foi posicionado na área 4 por oito motoristas (fotos 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9 e 10), evidenciado sua satisfação com relação ao posicionamento atual. Os outros dois motoristas o posicionaram na área 3 (fotos 4 e 5).

Controles relacionados ao chassi como piloto automático e suspensão a ar foram posicionados tanto na área 2 (fotos 5, 6, 7 e 8) quanto na área 4 (fotos 1, 3, 9 e 10), apenas dois motoristas os colocaram na área 3 (fotos 2 e 4). Os botões relacionados às funções do salão e iluminação interna da cabine foram posicionados na área 2 por todos os motoristas. Salienta-se que esta é a localização desses botões nos modelos de ônibus utilizados pela empresa. Não foram evidenciados padrões nos agrupamentos e organização desses comandos.

A seletora de rádio e DVD e o controle de intensidade de iluminação interna foram posicionados nas áreas 2 e 4, respectivamente, que são suas localizações nos modelos de ônibus presentes na empresa de transporte rodoviário de passageiros. Salienta-se que o comando de controle de intensidade de iluminação foi excluído do painel por quatro motoristas (fotos 1, 2, 3 e 4), uma vez que não é encontrado em todos os modelos de ônibus.

Observa-se que, apesar de quatro motoristas posicionarem os comandos de ar-condicionado, rádio, DVD na área 1 do *cockpit* (fotos 2, 3, 8 e 10), dois deles procuraram posicionar esses comandos na parte superior da área 1, próximo aos botões e comandos da área 2 (fotos 2 e 3). Entre os dez motoristas que participaram da dinâmica, seis posicionaram o ar-condicionado, DVD e rádio na área 2 do *cockpit* (fotos 1, 4, 5, 6, 7 e 9). Observa-se ainda que um dos motoristas posicionou o comando do DVD na parte inferior da área 4 (foto 1).

Resultados semelhantes podem ser observados com relação ao tacógrafo, que foi posicionado na área 2 e na parte superior da área 1 por seis motoristas (fotos 2, 3, 4, 6, 7 e 9), três posicionaram-no na parte inferior da área 1 (fotos 5, 8 e 10) e um motorista posicionou-o na parte inferior da área 4 (foto 1). O posicionamento dos comandos do DVD, rádio, tacógrafo e, principalmente, ar-condicionado, foram os mais abordados pelos motoristas ao longo da dinâmica através do protocolo *thinking aloud*, sendo que as falas condizem com aquilo que eles já haviam comentado ao longo da etapa de entrevistas, como por exemplo: "ar-condicionado tem que ficar bem fácil de mexer e enxergar", "rádio e DVD devia estar junto com os outros comandos do painel [referindo-se os comandos da área 2]".

Metade dos motoristas que participaram da dinâmica posicionaram o freio de estacionamento na área 4 do painel (fotos 3, 4, 5, 6 e 10) e a outra metade posicionou-o na área 5 (fotos 1, 2, 7, 8 e 9). Salienta-se que nos modelos de ônibus presentes na empresa, esse comando fica localizado em uma das duas áreas escolhidas pelos motoristas, evidenciando a satisfação e preferência por manter esse comando no lado esquerdo do *cockpit*. Os manípulos de abertura da porta e do bagageiro foram posicionados na área 5 por todos os motoristas, sendo essa a localização atual desses acionamentos nos modelos de ônibus presentes na empresa.

4.5.2 Dinâmica realizada na empresa de transporte urbano de passageiros

A realização da dinâmica do protótipo de papel contou com a participação de 13 motoristas da empresa de transporte urbano de passageiros. O Quadro 11 apresenta o resultado dos *cockpits* montados por cada um dos motoristas que participou da dinâmica.







Quadro 11: Dinâmica do protótipo de papel - empresa de transporte urbano de passageiros
Fonte: O autor

Analisando os resultados apresentados nos registros fotográficos do Quadro 11, observa-se que dos 13 motoristas que participaram da dinâmica, três mantiveram a área 5 sem nenhum comando (fotos 1, 2 e 6). Os outros dez motoristas posicionaram nessa área os

manípulos de abertura das portas dianteira e traseira, sendo que dois deles também dispuseram o freio de estacionamento (fotos 4 e 12), um posicionou o pisca alerta (foto 3) e outro os comandos do itinerário e ar-condicionado (foto 5).

Os três motoristas que mantiveram a área 5 sem comandos ou botões posicionaram os acionamentos de abertura e fechamento das portas frontal e traseira na área 4, posicionando também nessa área o freio de estacionamento (fotos 1, 2 e 6). Com relação a esse último comando citado, observa-se foi posicionado na área 4 por onze motoristas (fotos 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 e 13) e na área 5 por dois motoristas (fotos 4 e 12). Salienta-se que nos modelos de ônibus presentes na empresa, o freio de estacionamento está localizado em uma dessas duas áreas, reforçando a satisfação dos motoristas com relação ao seu posicionamento.

Os botões referentes às funções do salão, luzes frontais do ônibus e iluminação da cabine foram posicionados na área 2 por doze motoristas, que é a localização desses botões nos modelos de ônibus presentes na empresa. Salienta-se que dois desses motoristas posicionaram os botões próximo à área 3 (fotos 10 e 11), quase atrás da lateral direita do volante. Apenas um motorista posicionou os botões em questão na área 4 (foto 1). Não foram observados agrupamentos e ordenamentos específicos dos botões.

Comandos como velocímetro, conta-giros, luzes de advertência, painel de diagnose do veículo e manômetro de pressão dos freios são tradicionalmente posicionados na área 3 do *cockpit*. A partir da observação das imagens do Quadro 11, evidencia-se que apenas um dos motoristas posicionou os comandos em questão na área 2 (foto 1), os demais mantiveram-nos no local tradicional. No entanto é possível observar variações com relação à distribuição dos comandos dentro da área 3, sem evidenciar padrões, mas identificando uma preocupação dos motoristas com relação à sua visibilidade, o que foi relatado por alguns deles ao longo da dinâmica através do protocolo *thinking aloud*: "volante atrapalha a visão do velocímetro".

O tacógrafo foi posicionado na área 1 por oito motoristas (fotos 2, 3, 4, 5, 10, 11, 12 e 13) e na área 2 por cinco motoristas (fotos 1, 6, 7, 8 e 9). As luzes de parada solicitada foram posicionadas na área 2 por todos os motoristas, sendo este seu posicionamento atual. O botão do pisca alerta foi colocado na área 5 por um motorista (foto 3), na área 4 por quatro motoristas (fotos 2, 5, 8 e 12), na área 2 por três motoristas (fotos 9, 10 e 11) e na área 2 por cinco motoristas (fotos 1, 4, 6, 7 e 13), salientando que esse comando tradicionalmente fica posicionado na área 4 do *cockpit* dos ônibus de transporte urbano de passageiros.

Observando o resultado da dinâmica no que se refere ao comando do ar-condicionado, foi evidenciado que não há consenso entre os motoristas. Dois dos participantes da dinâmica posicionam-no fora do *cockpit* (fotos 9.1 e 10.1), na área acima do banco do motorista, onde o comando é encontrado nos modelos de ônibus climatizados da empresa. Entre os demais motoristas, dois posicionaram o comando do ar-condicionado na área 1 (fotos 3 e 4), três na área 2 (fotos 8, 11, 12), um na área 3 (foto 2), quatro na área 4 (fotos 1, 6, 7, 13) e um na área 5 (foto 5).

Com relação ao itinerário, a necessidade de posicioná-lo no *cockpit* do ônibus, com fácil acesso para o motorista na postura sentada, e não na parte superior da cabine acima do banco do motorista, foi consenso entre os participantes da dinâmica e também a questão mais abordada através do protocolo *thinking aloud*: "itinerário precisa descer pro painel". A partir da observação dos registros fotográficos é evidenciado que dois motoristas posicionaram o comando do itinerário na área 1 (fotos 3 e 4), cinco motoristas na área 2 (fotos 1, 8, 9, 10 e 11), dois na área 3 (fotos 2 e 12), três na área 4 (fotos 6, 7 e 13) e um motorista o posicionou na área 5 (foto 5). Assim, fica evidente que, apesar da falta de consenso com relação ao posicionamento do comando no *cockpit*, os motoristas enfatizam a necessidade de mantê-lo no alcance das suas mãos.

4.6 PROPOSTAS DE MELHORIAS NOS *COCKPITS* DE ÔNIBUS

A partir da análise dos dados obtidos através da aplicação das ferramentas de investigação propostas na metodologia do presente trabalho, foi possível evidenciar as demandas dos dois grupos de motoristas, de transporte rodoviário e urbano de passageiros, com relação à configuração do *cockpit* do ônibus, que é o local onde realizam suas atividades e passam a maior parte da sua jornada trabalho. Dessa forma, as seções a seguir irão apresentar as propostas de parâmetros para os projetos de *cockpits* de ônibus dos dois segmentos considerando a triangulação dos dados resultantes da investigação realizada com os motoristas das duas empresas que participaram desse estudo.

4.6.1 Empresa de transporte rodoviário de passageiros

A análise das filmagens dos três trechos acompanhados, além da observação *in loco* da atividade, indica que as demandas de abertura e fechamento da porta não são significativas

para a atividade do motorista de transporte rodoviário. Com relação à mudança de marcha, foi observada uma média de 50,44 trocas por hora, ou seja, menos de uma troca por minuto.

A aplicação do questionário, por sua vez, mostrou uma relação de importância e frequência de uso alta para os seguintes comandos: freio motor; tacógrafo; conta-giros; velocímetro; manômetro de pressão dos freios; painel de indicadores de função e diagnose do veículo; luzes de advertência; botão de iluminação de número de poltrona; painel de itinerário; e ar-condicionado. Esses resultados indicam, considerando a abordagem de Sanders e McCormick (1993), que esses comandos devem estar nos locais mais próximos do alcance do *cockpit*.

Apesar de não estar intrinsecamente relacionado com a configuração do *cockpit*, o questionário abordou questões relativas à satisfação dos motoristas no que tange às condições de conforto da cabine do motorista de uma forma geral. Através dessa seção do questionário, foram evidenciados os aspectos que os motoristas consideram menos satisfatórios e que necessitam de melhorias, são eles: climatização da cabine do motorista, conforto do banco do motorista, ausência de ruído na cabine do motorista, espaço interno da cabine do motorista, quebra-sol, facilidade de acesso da cabine do motorista, ajuste de espelhos.

Com relação aos comandos e ícones do painel foi evidenciado, através do questionário, bons níveis de satisfação. No entanto, o item referente ao posicionamento e visibilidade do painel de instrumentos apresentou uma mediana de satisfação igual a 4, o que indica que uma parte dos motoristas respondentes atribuiu valores baixos para satisfação desse item.

A etapa de entrevistas ratificou e explicou alguns resultados do questionário, principalmente com relação à climatização da cabine do motorista, posicionamento do comando do ar-condicionado, painel de itinerário, tacógrafo e painel de instrumentos e diagnose do veículo, ajuste dos espelhos retrovisores, quebra-sol, conforto do banco do motorista, ruído, espaço interno e facilidade de acesso da cabine do motorista. No entanto, alguns itens que não foram avaliados ou que tiveram boas médias de satisfação, também foram destacados pelos motoristas da empresa de transporte rodoviário de passageiros, como: posicionamento do DVD e do rádio e conforto do banco do motorista auxiliar.

A dinâmica do protótipo de papel demonstrou que uma das principais preocupações dos motoristas está ligada ao posicionamento do DVD, rádio, ar-condicionado e tacógrafo,

que na maioria dos ônibus estão dispostos em um local onde é necessário tirar os olhos da estrada para acioná-los.

Ainda, ao longo da dinâmica foi evidenciada, através dos relatos referentes ao protocolo *thinking aloud*, a preocupação dos motoristas com relação à visibilidade dos comandos posicionados atrás do volante, como velocímetro e conta-giros, que em alguns ônibus fica prejudicada mediante ajustes no banco e volante. Essa ferramenta também destacou a insatisfação dos motoristas no que tange ao posicionamento do comando do ar-condicionado.

O Quadro 12 apresenta os itens ou fatores abordados com maior relevância pelos motoristas da empresa de transporte rodoviário de passageiros, as ferramentas de investigação em que cada item foi levantado e a proposta de melhoria na cabine do ônibus baseado na análise das informações levantadas com os motoristas.

Item/fator investigado	Ferramentas de investigação onde foram abordados	Proposta de Melhorias
Climatização da cabine do motorista	- Questionário: importância x satisfação - Entrevistas	Melhorar condições de conforto térmico da cabine em dias quentes, instalando ar-condicionado independente do salão do veículo.
Posicionamento comando ar-condicionado	- Questionário: importância x frequência de uso - Entrevistas - Dinâmica protótipo de papel - <i>Thinking Aloud</i>	Reposicionar o comando do ar-condicionado melhorando seu alcance e visibilidade.
Visibilidade do painel de instrumentos e diagnose do veículo	- Questionário: importância x frequência de uso - Questionário: importância x satisfação - Entrevistas - Dinâmica protótipo de papel - <i>Thinking Aloud</i>	Observar relação entre regulagens do banco e do volante permitindo visibilidade total do painel de instrumentos.
Posicionamento do painel de itinerário	- Questionário: importância x frequência de uso - Entrevistas - Dinâmica protótipo de papel	Reposicionar o comando do painel de itinerário melhorando seu alcance.

Posicionamento do tacógrafo	<ul style="list-style-type: none"> - Questionário: importância x frequência de uso - Entrevistas - Dinâmica protótipo de papel 	Reposicionar o tacógrafo melhorando seu alcance.
Posicionamento do DVD	<ul style="list-style-type: none"> - Entrevistas - Dinâmica protótipo de papel 	Reposicionar o comando do DVD melhorando seu alcance e visibilidade.
Posicionamento do rádio	<ul style="list-style-type: none"> - Entrevistas - Dinâmica protótipo de papel 	Reposicionar o rádio melhorando seu alcance.
Ajuste dos espelhos retrovisores	<ul style="list-style-type: none"> - Questionário: importância x satisfação - Entrevistas 	Automatizar o ajuste dos espelhos retrovisores através de acionamento dentro do <i>cockpit</i> .
Quebra-sol	<ul style="list-style-type: none"> - Questionário: importância x satisfação - Entrevistas 	Aumentar a abrangência do quebra-sol para toda a extensão do retrovisor e janelas laterais da cabine.
Conforto do banco do motorista	<ul style="list-style-type: none"> - Questionário: importância x satisfação - Entrevistas 	Melhorar a qualidade do sistema de amortecimento do banco.
Ruído da cabine do motorista	<ul style="list-style-type: none"> - Questionário: importância x satisfação - Entrevistas 	Diminuir ou eliminar ruído proveniente do <i>cockpit</i> do ônibus.
Espaço interno da cabine do motorista	<ul style="list-style-type: none"> - Questionário: importância x satisfação 	Avaliar o espaço interno da cabine dos diferentes modelos de ônibus verificando a adequação para motoristas de diferentes estaturas e pesos.
Facilidade de acesso da cabine do motorista	<ul style="list-style-type: none"> - Questionário: importância x satisfação 	Avaliar a forma como o motorista entra e sai da cabine verificando se existem obstáculos que dificultam o acesso.
Banco do motorista auxiliar	<ul style="list-style-type: none"> - Entrevistas 	Melhorar as condições de conforto do banco do motorista auxiliar permitindo ajuste de inclinação do encosto.

Quadro 12: Fatores de conforto evidenciados e propostas de melhorias - transporte rodoviário

Fonte: o autor

4.6.2 Empresa de transporte urbano de passageiros

A análise das filmagens das três linhas de transporte urbano de passageiros demonstrou uma média de 5,8 trocas de marcha por minuto no trajeto 1 e 4,3 no trajeto 3, ou seja, por volta de uma troca de marcha a cada 10 segundos no trajeto 1 e uma troca de marcha a cada 14 segundos no trajeto 3. O trajeto 2 não necessitou trocas de marcha pois o veículo tem câmbio automático.

No que tange à avaliação da relação de importância e frequência de uso, os motoristas destacaram os seguintes comandos: freio motor; velocímetro, painel de indicadores de função e diagnose do veículo, luz de campainha, botão de sirene de marcha à ré e itinerário. Os motoristas também destacaram a importância da chave geral do veículo, apesar de ser utilizada com menor frequência.

Com relação aos níveis de satisfação das condições gerais de conforto da cabine, os motoristas destacaram insatisfação com a climatização da cabine do motorista, ausência de ruído na cabine do motorista, regulagens do banco do motorista e conforto do banco do motorista. No que tange ao *cockpit* propriamente dito, a localização do painel de itinerário, facilidade de uso do painel de itinerário e posicionamento e visibilidade dos comandos do ar-condicionado tiveram as menores médias de satisfação e maiores discrepâncias entre as médias de importância e satisfação.

Os relatos dos motoristas ao longo das entrevistas versaram principalmente sobre o posicionamento do comando do itinerário, que dificulta a sua utilização em função das características da atividade que exige sua operação durante a rota, sem possibilidade de parada em local apropriado. Também há falta de consenso com relação à ventarola do ônibus, que está ligada à ausência de conforto térmico na cabine do motorista. Os motoristas ainda observaram questões relacionadas ao posicionamento do comando do ar-condicionado, conforto do banco do motorista, espaço interno da cabine, chave-geral do veículo e visibilidade do painel de instrumentos e diagnose do veículo.

A dinâmica do protótipo de papel revelou a preocupação dos motoristas com o posicionamento do comando do itinerário em um local de fácil acesso, sem a necessidade de o motorista levantar do banco, com a visibilidade do painel de instrumentos e diagnose do veículo e com o posicionamento do comando do ar-condicionado. A visibilidade do painel de

instrumentos e diagnose do veículo e o posicionamento do itinerário foram evidenciados também através do protocolo *thinking aloud*.

Os fatores mais abordados pelos motoristas da empresa de transporte urbano de passageiros, bem como as ferramentas de investigação em que cada item foi levantado e a proposta de melhoria na cabine, estão apresentados no Quadro 13.

Item/fator investigado	Ferramentas de investigação em que foram abordados	Proposta de Melhorias
Posicionamento do painel de itinerário	<ul style="list-style-type: none"> - Questionário: importância x frequência de uso - Questionário: importância x satisfação - Entrevistas - Dinâmica protótipo de papel - <i>Thinking Aloud</i> 	Reposicionar o comando do painel de itinerário melhorando seu alcance.
Facilidade de uso do painel de itinerário	<ul style="list-style-type: none"> - Questionário: importância x frequência de uso - Questionário: importância x satisfação - Entrevistas 	Reposicionar o comando do painel de itinerário melhorando seu alcance e facilitando seu uso conforme necessidades da tarefa.
Visibilidade do painel de instrumentos e diagnose do veículo	<ul style="list-style-type: none"> - Questionário: importância x frequência de uso - Entrevistas - Dinâmica protótipo de papel - <i>Thinking Aloud</i> 	Observar relação entre regulagens do banco e do volante permitindo visibilidade total do painel de instrumentos.
Posicionamento comando ar-condicionado	<ul style="list-style-type: none"> - Questionário: importância x satisfação - Entrevistas - Dinâmica protótipo de papel 	Reposicionar o comando do ar-condicionado melhorando seu alcance e visibilidade.
Climatização da cabine do motorista	<ul style="list-style-type: none"> - Questionário: importância x satisfação - Entrevistas 	Melhorar condições de conforto térmico da cabine melhorando sistema de ventilação ou implantando sistema de ar-condicionado em todos os veículos e diminuindo ou eliminando calor proveniente do motor (quando posicionado na parte dianteira do ônibus).

Conforto do banco do motorista	- Questionário: importância x satisfação - Entrevistas	Melhorar dimensões e formato do banco de forma a atender motoristas de diferentes estaturas e pesos e melhorar qualidade e abrangência das regulagens.
Regulagens do banco do motorista	- Questionário: importância x satisfação - Entrevistas	Avaliar as regulagens do banco do motorista evidenciando a sua qualidade, durabilidade e se atendem às necessidades de motoristas de diferentes estaturas e pesos.
Ruído da cabine do motorista	- Questionário: importância x satisfação	Diminuir ou eliminar ruído proveniente do motor dos ônibus que é posicionado na parte dianteira ao lado do banco do motorista.
Espaço interno da cabine do motorista	- Entrevistas	Avaliar o espaço interno da cabine dos diferentes modelos de ônibus verificando a adequação para motoristas de diferentes estaturas e pesos e se existem obstáculos que dificultam a entrada e saída da cabine.
Localização da chave-geral do veículo	- Questionário: importância x frequência de uso - Entrevistas	Reposicionar a chave-geral do veículo para o <i>cockpit</i> do ônibus.

Quadro 13: Fatores de conforto evidenciados e propostas de melhorias - transporte urbano
Fonte: o autor

4.7 DIFERENÇAS ENTRE AS DEMANDAS DOS MOTORISTAS DE ÔNIBUS MUNICIPAIS E INTERMUNICIPAIS

Ao analisar a configuração dos ônibus, resultados das filmagens, dinâmicas, questionários, entrevistas e as características das atividades de motoristas das empresas de transporte rodoviário e urbano de passageiros, foi possível evidenciar que, apesar da atividade principal dos dois grupos ser dirigir o ônibus e transportar passageiros, as demandas variam em função das especificidades das tarefas. O Quadro 14 apresenta a relação de itens ou fatores que apareceram nas investigações e qual grupo de motoristas, de transporte rodoviário ou urbano de passageiros, o abordou durante a investigação.

Item/fator investigado	Rodoviário	Urbano
Posicionamento do painel de itinerário	X	X
Facilidade de uso do painel de itinerário		X
Visibilidade do painel de instrumentos e diagnose do veículo	X	X
Posicionamento comando ar-condicionado	X	X
Climatização da cabine do motorista	X	X
Conforto do banco do motorista	X	X
Regulagens do banco do motorista		X
Ruído da cabine do motorista	X	X
Espaço interno da cabine do motorista	X	X
Localização da chave-geral do veículo		X
Posicionamento do tacógrafo	X	X
Posicionamento do DVD	X	
Posicionamento do rádio	X	
Ajuste dos espelhos retrovisores	X	
Quebra-sol	X	
Facilidade de acesso da cabine do motorista	X	
Banco do motorista auxiliar	X	

Quadro 14: Itens/fatores de conforto abordados pelos motoristas de transporte rodoviário e urbano
Fonte: o autor

Ambos os grupos destacaram a visibilidade do painel de instrumentos e diagnose do veículo como fator relevante na realização das tarefas. Também destacaram a climatização da cabine, apesar da diferença na abordagem do tema, uma vez que os motoristas rodoviários destacaram a ineficiência do ar-condicionado, que é compartilhado com o salão do ônibus, e os motoristas urbanos fizeram relatos referentes à ventarola e ao calor proveniente do motor dianteiro. Salienta-se que a climatização da cabine foi a questão abordada com maior recorrência entre os motoristas de transporte rodoviário de passageiros.

O posicionamento do painel de itinerário foi outro aspecto abordado pelos dois grupos. No entanto, essa demanda foi a mais forte entre os motoristas de transporte urbano de passageiros, enquanto que para os motoristas de transporte rodoviário não teve a mesma ênfase. Os motoristas de transporte urbano também evidenciaram dificuldades com relação à utilização do painel de itinerário, o que não foi relatado pelo outro grupo. O posicionamento

do comando do ar-condicionado foi outro item abordado por ambos os grupos de motoristas, mas em função de todos os ônibus rodoviários disporem do recurso e da necessidade de acioná-lo durante a tarefa de conduzir o ônibus, o seu posicionamento e visibilidade foram um dos fatores mais importantes para esses motoristas. Já para o grupo de motoristas urbanos, o posicionamento do comando, apesar de não atender às expectativas do grupo, não teve tanta relevância, pois não são todos os veículos que dispõem desse recurso.

O conforto do banco do motorista foi destacado pelos dois grupos, no entanto os motoristas de transporte urbano também evidenciaram resultados de insatisfação com relação às regulagens do banco, enquanto que os motoristas de transporte rodoviário deram mais ênfase ao sistema de amortecimento dos bancos. O ruído da cabine do motorista também foi um aspecto abordado de maneira diferente por cada grupo de motorista. Enquanto os motoristas de transporte rodoviário relataram que o ruído é proveniente do *cockpit* do ônibus, os motoristas de transporte urbano fizeram comentários referentes ao ruído proveniente do motor do ônibus, que na sua maioria fica localizado na parte dianteira do veículo, ao lado do banco do motorista.

O espaço interno da cabine do motorista foi abordado pelos dois grupos de motoristas, no entanto os motoristas de transporte rodoviário também evidenciaram, através do questionário, insatisfação com relação ao acesso da cabine. Apesar de ter sido observado *in loco* obstáculos para acessar o banco em função do motor dianteiro posicionado ao lado, essa questão não foi abordada pelo grupo de motoristas de transporte urbano que participou da pesquisa.

Questões relacionadas ao posicionamento dos comandos de DVD, rádio, tacógrafo, ajuste dos espelhos retrovisores e quebra-sol foram abordadas somente pelos motoristas de transporte rodoviário. O conforto e regulagens do banco do motorista auxiliar foi uma das características comentadas pela maioria dos motoristas rodoviários que participaram do estudo, sendo que esse recurso, bem como rádio e DVD, não está presente nos ônibus de transporte urbano e assim não foi abordado por aquele grupo de motoristas. Um aspecto relatado apenas pelo grupo de motoristas de transporte urbano de passageiros foi a necessidade de reposicionamento da chave-geral do veículo, que hoje fica na parte externa do ônibus.

5 DISCUSSÃO

Através da aplicação das ferramentas grupo focal com especialistas, questionários, entrevistas, filmagens, dinâmica do protótipo de papel e dos resultados encontrados foram evidenciadas as principais demandas dos dois grupos de motoristas de ônibus. A análise mostrou que as especificidades das tarefas dos motoristas de transporte rodoviário e urbano de passageiros implicam em diferenças nas demandas de cada grupo. Essas observações concordam com as de Brickman *et al.* (2000), em se tratando de formato e localização dos comandos, os quais indicam que a natureza da tarefa determina o projeto ótimo da interface do *cockpit*, relatando ainda que esse projeto tem forte influência sobre a performance do condutor.

Ao longo das entrevistas, que vieram ao encontro dos resultados da aplicação do questionário, os motoristas das duas empresas relataram incômodos em função do ruído na cabine. Sobre esse assunto, estudos anteriores como o de Finkelman *et al.* (1977) já haviam constatado que o ruído influenciava negativamente a capacidade dos indivíduos de realizar a atividade de dirigir, por esta envolver a percepção e a atenção do condutor. Lopes *et al.* (2012) analisando uma amostra de 76 motoristas encontraram uma prevalência de 22,36% de audiogramas alterados, evidenciando a ocorrência de alterações auditivas que sugeriam perda auditiva relacionada ao trabalho mesmo quando não era relatada queixa auditiva. Mukherjee *et al.* (2003) afirmam que as principais fontes de ruído do ônibus são o motor, engrenagem, embreagem, acelerador, freio, golpes da estrutura metálica e abertura e fechamento das portas, que pode variar de acordo com as condições de operação e com o estado geral dos ônibus, além da voz dos próprios passageiros. Além disso, os autores comentam que ao atravessar diferentes zonas de tráfego o ruído externo contribui para o ruído dentro do ônibus.

Com relação ao conforto térmico, apesar da natureza dos relatos ser diferente, tanto os motoristas de transporte rodoviário quanto urbano referiram insatisfação. No que tange às questões relacionadas ao calor no interior do ônibus, Mukherjee *et al.* (2003) alegam que motoristas e condutores estão sujeitos a estresse térmico, especialmente durante o período do verão, onde as condições internas do ônibus apresentam temperaturas mais elevadas. Nesse sentido Battiston *et al.* (2006) afirmam que a temperatura e a ventilação interna do ônibus interferem no desempenho do motoristas.

Os dois grupos de motoristas demonstraram insatisfação com relação a comandos que estavam fora da sua área de alcance, como ar-condicionado, painel de itinerário, rádio, DVD e chave-geral do veículo. Karmakar *et al.* (2012) afirmam que os comandos mais importantes e mais utilizados pelos condutores devem ficar posicionados dentro do seu campo principal de visão, diminuindo assim a sua carga de trabalho físico. Şenol (2016) afirma que o alcance total dos braços é o parâmetro mais eficiente para determinar os alcances operacionais críticos no *cockpit*. Além disso, o autor relata que a manutenção de uma postura adequada e conforto visual dependem da localização dos comandos do *cockpit* estarem a uma distância adequada dos olhos. Nesse sentido Alppay e Bayazit (2015) comentam que o posicionamento dos comandos do *cockpit* deve priorizar a minimização dos movimentos da cabeça e dos olhos do condutor e Bullock (1974) complementa afirmando que, sob condições normais, o condutor do veículo não deveria necessitar atingir seu alcance máximo para manipular os controles do *cockpit*.

Em se tratando de atividades desempenhadas majoritariamente na postura sentada, é difícil investigar percepção de conforto e satisfação sem abordar a qualidade do assento. Nesse sentido alguns motoristas que participaram da pesquisa demonstraram insatisfação tanto nos resultados dos questionários quanto nos relatos das entrevistas. Uma das questões abordadas foi o dimensionamento e regulagens do banco, que não atende às necessidades de todos os usuários. Poirson e Parkinson (2014) relatam que idealmente, as dimensões do assento devem contemplar a maioria dos condutores, no entanto, em veículos, onde os custos são altos e onde cada grama de material pode economizar custos, os fabricantes exigem restrições sobre o público alvo acomodado. Bullock (1974) sugere que, devido à grande variabilidade no tamanho do corpo humano e em proporções corporais, ao projetar estações de trabalho é recomendado não só medir diretamente o grupo que vai usar o equipamento, mas também selecionar a amostra de sujeitos representantes desse grupo de profissionais, de modo que as dimensões corporais relevantes são distribuídas de acordo com as da população original.

A interface é definida por Coutaz (1988) como um dispositivo que permite a comunicação entre entidades que se exprimem através de linguagens diferentes, assegurando uma conexão física e tradução da linguagem de uma entidade para a outra. O autor afirma ainda que o desenvolvimento de uma interface necessita de entendimento do comportamento de cada uma das entidades que fazem parte da interação, assegurando que o usuário tenha

acesso a todas as funcionalidades do sistema. A abordagem de Sanders e McCormick (1993) para definir o arranjo ideal de uma interface se refere aos princípios de (I) grau de importância, (II) grau de frequência de uso, (III) similaridade funcional e (IV) sequência de uso. Esses princípios foram investigados nos questionários e na dinâmica do protótipo de papel, com exceção da sequência de uso, pois não era aplicável a interação com o *cockpits* do ônibus. Em um estudo que utilizou esses mesmos princípios para investigar a interface de *cockpits* de helicópteros, Alppay e Bayazit (2015) também retiraram o princípio de sequência de uso de sua investigação, pois não era aplicável no contexto que estudaram.

A dinâmica do protótipo de papel mostrou que os motoristas, apesar de pequenas variações, mantiveram alguns comandos nos locais em que já estão acostumados nos modelos de ônibus presentes nas empresas onde trabalham, o que tem relação com o conhecimento prévio, modelos mentais para realização das atividades e estereótipos com relação ao arranjo físico do *cockpit*. Nesse sentido, Baxter *et al.* (2007) relatam, em seu estudo com pilotos de avião, que esses profissionais gastam mais tempo e esforço para aprender e gerir novos sistemas, principalmente quando estão habituados a um modelo de aeronave. De acordo com os autores, isso ocorre porque o piloto tem um modelo mental de como realizar a tarefa e se a interface do *cockpit* foi projetada desconsiderando esse conhecimento prévio ocorre uma incompatibilidade cognitiva. Esses conceitos são corroborados por Chan e Hoffmann (2015), em que um bom design de *cockpit* é baseado em um forte estereótipo, ou seja, as ideias pré-concebidas ou senso comum que os usuários têm sobre a funcionalidade do produto.

Ao longo das observações *in loco* e filmagens, foi evidenciado que os motoristas que utilizam câmbio mecânico estão expostos a posturas desfavoráveis com relação aos membros superiores e inferiores, inclusive com maiores frequências de movimentação quando comparadas com a utilização do câmbio automático. No entanto, ainda são necessários outros estudos comparativos, pois embora o câmbio automático diminua a frequência de acionamentos, também induz a posturas estáticas prolongadas, principalmente nos membros inferiores.

6 CONCLUSÃO

Esta dissertação teve como objetivo investigar as demandas dos motoristas de transporte rodoviário e urbano de passageiros com relação aos *cockpits* de ônibus, para propor melhorias considerando as características da tarefa e a opinião dos motoristas com relação ao seu conforto e desempenho.

Para tanto, a metodologia empregada baseou-se em entrevistas com especialistas, com responsáveis pelo setor de manutenção das duas empresas participantes do estudo, identificação dos principais modelos de ônibus que compunham as frotas dessas empresas, levantamento das características e peculiaridades das atividades, observação *in loco* e filmagens da realização da atividade de dirigir ônibus, aplicação de questionário e entrevistas com os motoristas e realização de dinâmica do protótipo de papel, em que o motorista teve a possibilidade de fazer o arranjo dos comandos do *cockpit* conforme julgasse mais conveniente.

A partir da análise dos dados encontrados e da relação dos resultados de cada instrumento utilizado foram evidenciadas as principais demandas de cada grupo de motoristas com a comparação dos resultados dos dois grupos. As filmagens indicaram que os motoristas de transporte urbano de passageiros utilizam o câmbio de marchas até seis vezes mais do que os motoristas de transporte rodoviário. Além disso, a demanda de utilização dos manípulos de abertura das portas dos motoristas de transporte urbano de passageiros, apesar de variar de acordo com a rota e o período do dia, pode ultrapassar uma abertura de porta por minuto, o que caracteriza uma repetitividade importante.

As demandas principais dos motoristas de transporte rodoviário de passageiros estavam relacionadas à climatização da cabine do motorista, uma vez que o ônibus dispõe de um sistema de ar-condicionado único para o salão e a cabine e que não é capaz de atender os dois ambientes de forma igual. Além disso, o posicionamento do comando do ar-condicionado, que atualmente fica fora do campo de visão e alcance do motorista, e a necessidade de tirar a atenção da estrada para acioná-lo também foram abordados por esse grupo de motoristas. Outras questões que tiveram ênfase foram: a visibilidade do painel de instrumentos e diagnose do veículo, bem como o sistema de amortecimento do banco do motorista e o conforto do banco do motorista auxiliar, presente em alguns modelos de veículos e utilizados em viagens de longa duração.

Os motoristas de transporte urbano de passageiros, por outro lado, enfatizaram o posicionamento do painel do itinerário, que manipulam entre trechos diferentes e, em alguns casos, sem possibilidade de realizar paradas em locais adequados. Destacaram também a dificuldade de utilização desse acionamento, em função da necessidade de levantar do banco enquanto estão no trânsito. Outras questões abordadas por esse grupo foram a visibilidade do painel de instrumentos e diagnose do veículo e a climatização da cabine, principalmente no que tange a ventarola e o calor proveniente do motor dianteiro.

A partir da análise dos resultados das ferramentas utilizadas para coleta de dados, observou-se que os motoristas tendem a preferir a permanência de parte dos comandos nos locais do *cockpits* que já estão habituados. Isso tem relação com os modelos mentais já estabelecidos pelos motoristas para realização da tarefa e as relações de estereótipo ou senso comum sobre a disposição dos comandos do *cockpit*. Assim, observa-se que na sua maioria os motoristas fazem alterações e observações somente a respeito de questões que comprometem seu conforto e desempenho. Dessa forma foi evidenciada a necessidade de consultar os usuários considerando seu conhecimento e as especificidades da tarefa e do contexto ao projetar uma interface como o *cockpit* do ônibus.

Como sugestão de trabalhos futuros, indica-se replicar esta investigação em outras empresas de transporte de passageiros rodoviário e urbano a fim de evidenciar o panorama geral do segmento, comparando as demandas dos motoristas de diferentes empresas, cidades e regiões. Outra proposta de trabalho futuro é uma comparação da sobrecarga física decorrente da exposição prolongada à condução de ônibus com câmbio manual e automático. Sugere-se ainda, realizar um estudo comparativo com relação à vibração dos bancos com sistemas de amortecimento a ar e com molas além de uma pesquisa referente à vibração e emissão de calor dos motores localizados na parte dianteira do ônibus e o quanto isso influi no conforto e rendimento do motorista.

Referências

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 9241-11:2002** - Requisitos Ergonômicos para Trabalho de Escritórios com Computadores Parte 11 – Orientações sobre Usabilidade. 2002.
- ABREU JUNIOR, C. E. Automação no *cockpit* das aeronaves: um precioso auxílio à operação aérea ou um fator de aumento da complexidade no ambiente profissional dos pilotos. **Ação ergonômica**. v. 3, n. 2, 2008. p. 6-15
- ACOSTA, G.; MORALES, K.; LAGOS, D.; ORTIZ, M. **Addressing Human Factors and Ergonomics in Design Process, Product Life Cycle, and Innovation: Trends in Consumer Product Design**. In: Karwowski, W; Soares, M and Stanton, N. (eds) Human Factors and Ergonomics in Consumer Product Design: Methods and Techniques. CRC Press, 2011. p.133-154.
- ALPEROVITCH-NAJENSON, D.; KATZ-LEURER, M.; SANTO, Y.; GOLMAN, D.; KALICHMAN, L. Upper Body Quadrant Pain in Bus Drivers. **Archives of Environmental & Occupational Health**. v. 65, n. 4, 2010.
- ALPPAY, C., BAYAZIT, N. An ergonomics based design research method for the arrangement of helicopter flight instrument panels. **Applied Ergonomics** v. 51, 2015. p.85 - 101.
- ANDRADE M. M. **Introdução à Metodologia do Trabalho Científico**. 10ª ed. São Paulo: Editora Atlas, 2010.
- ANDRE, A. D., WICKENS, C. D., MOORMAN, L., BOSCHELLI, M. M. Display Formatting Techniques for Improving Situation Awareness in the Aircraft Cockpit. **The International Journal of Aviation Psychology**. v. 1, 1991. p. 205-218.
- BARBÉ, J., MOLLARD, R., WOLFF, M. Ergonomic approaches to integrate touch screen in future aircraft cockpits. **Journal Europeen des Systemes Automatisés**. v. 48, 2014. p. 303-318.
- BATTISTON, M.; MORAES CRUZ, R.; HOFFMANN, M. H. Condições de trabalho e saúde de motoristas de transporte coletivo urbano. **Estudos de Psicologia**. v. 11, n. 3, 2006. p. 333-343.
- BAXTER, G., BESNARD, D., RILEY, D. Cognitive mismatches in the cockpit: Will they ever be a thing of the past? **Applied Ergonomics**. v. 38, 2007. p. 417–423.
- BEVAN, N.; MACLEOD, M. Usability Measurement in Context. **Behaviour and Information Technology**. v. 13, n. 1-2, 1994. p. 132-145.
- BÓRMIO, M. F.; PACOLLA, S. A. O.; RANCOLETTA, M. R.; SILVA, J. C. P.; SANTOS, R. **Estudo experimental e comparativo de métodos de avaliação ergonômica em carteiras escolares**. In.: PASCHOARELLI, L. C.; SANTOS, R; SILVA, J. C. P. (Orgs.) Ergonomia aspectos do conforto e constrangimentos de atividades. Rio de Janeiro: Rio Book's, 1ª Ed., 2010, 95 p.

- BRASIL. **Lei Nº 13.103**. Dispõe sobre o exercício da profissão de motorista. Brasília: Diário Oficial da União, 03 mar 2015.
- BRICKMAN, B. J., HETTINGER, L. J., Haas, M. W. Multisensory interface design for complex task domains: Replacing information overload with meaning in tactical crew stations. **International Journal of Aviation Psychology**. v. 10, 2000. p. 273-290.
- BULLOCK, M. I. The determination of functional arm reach boundaries for operation of manual controls. **Ergonomics**. v. 17, 1974. p. 375-388.
- CASNER, S. M. Perceived vs. measured effects of advanced cockpit systems on pilot workload and error: Are pilots' beliefs misaligned with reality? **Applied Ergonomics**. v. 40, 2009. p.448–456.
- CHAN, A. H. S., HOFFMANN, E. R. Circular displays: control/display arrangements and stereotype strength with eight different display locations. **Ergonomics**. v. 58, 2015. p.1983-1995.
- CHUNG, Y.S.; WONG, J.T. Developing effective professional bus driver health programs: An investigation of self-rated health. **Accident Analysis and Prevention**. v. 43, 2011. p. 2093-2103.
- CLAMANN, M.; KABER, D.B. Applicability of Usability Evaluation Techniques to Aviation Systems. **The International Journal of Aviation Psychology**. v. 14, n. 4, 2004. p. 395–420.
- COOKE, L. Assessing Concurrent Think-Aloud Protocol as a Usability Test Method: A Technical Communication Approach. **IEEE transactions on professional communication**. v. 53, n. 3, set. 2010.
- COUTAZ, J. **Interface homme-ordinateur: conception et réalisation**. Modélisation et simulation. Université Joseph-Fourier - Grenoble I, 1988.
- CRESWELL, J.W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 3ª ed. Porto Alegre, RS: Artmed, 2010. 248 p.
- DEJEAN, P. & WAGSTAFF. Users/consumers differences regarding ergonomics and design theory and practice. **Work**. v. 41, 2012. p. 3641-3645.
- DENZIN, N. K. **The Research Act**. 2ª Ed Chicago: Aldine. 1978.
- DIX, A.; FINLAY, J. A., G. D.; BEALE, R. **Human-Computer Interaction**. 3ed, Edinburgh Gate: Person Prentice Hall, 2004.
- ENDSLEY, M. R. A Survey of Situation Awareness Requirements in Air-to-Air Combat Fighters. **The International Journal of Aviation Psychology**. v. 3, 1993. p. 157-168.
- FALCÃO, C. S.; SOARES, M. M. Usabilidade de Produtos de Consumo: uma análise dos conceitos, métodos e aplicações. **Estudos em Design (online)**. Rio de Janeiro: v. 21, n. 2, 2013. p. 01 – 26
- FALZON, P. Ergonomia. São Paulo: Edgard Blucher, 2007.

- FINKELMAN, J. M.; ZEITLIN, L. R.; FILIPPI, J. A.; FRIEND, M. A. Noise and Driver Performance. **Journal of Applied Psychology**. v. 62, n. 6, 1977. p. 713-718.
- FONTANA, A; FREY, J.H. **Interviewing: The art of science**. In DEZIN, N.; LINCOLN, Y. Handbook of Qualitative Research. Sage, Londres, 1994. p. 361-376.
- GILAD, I., BYRAN, E. Quantifying driver's field-of-view in tractors: methodology and case study. **International Journal of Occupational Safety and Ergonomics**. v. 21, 2015. p.20–29.
- GOMES FILHO, João. **Design do objeto: bases conceituais**. São Paulo: Escrituras Editora. 2006.
- GOODE, W.; LITTLE, C.; SCHALL, A.; GERACI, R.; BROWN, V. A Mixed-Method Approach for In-Depth Contextual User Research. In: Marcus A. (eds) **Design, User Experience, and Usability. Theories, Methods, and Tools for Designing the User Experience**. DUXU 2014. Lecture Notes in Computer Science, v. 8517. Springer, Cham.
- HART, S. G., LOOMIS, L. L. Evaluation of the potential format and content of a cockpit display of traffic information. **Human Factors**. v. 22, 1980. p.591-604.
- IIDA, I. **Ergonomia: projeto e produção**. 2ª ed. São Paulo: Edgar Blucher. 2005.
- ISO 9241-11. **Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs). Part 11: Guidance on usability**. Geneva, Switzerland, International Organization for Standardization (ISO). 1998.
- JENSEN, A; KAERLEV,L; TÜCHSEN,F; HANNERZ,H; DAHL,S; NIELSEN,PS; OLSEN, J. Locomotor diseases among male long-haul truck drivers and other professional drivers. **International Archives of Occupational and Environmental Health**. v. 81, 2008. p. 821–827.
- JOHNSON, W. W.; LIAO, M. J.; TSE, S. The Effect of Symbology Location and Format on Attentional Deployment within a Cockpit Display of Traffic Information. **National Aeronautics and Space Administration - NASA**. Ames Research Center, Moffett Field, California. 2003.
- JORDAN, P.W. Human Factors for pleasure in product use. **Applied Ergonomics**. v 29, n. 1, 1998. p 25-33.
- KARMAKAR, S., PAL, M. S., MAJUMDAR, D., MAJUMDAR, D. Application of digital human modeling and simulation for vision analysis of pilots in a jet aircraft: a case study. **Work-A Journal of Prevention Assessment & Rehabilitation**. v. 41, 2012. p. 3412-341L8.
- KIM, J. & HAN, S. H. A methodology for developing a usability index of consumer electronic products. **International Journal of Industrial Ergonomics**. v. 38, 2008. p. 333-345.
- KOYANI, S.J.; BAILEY, R.W.; NALL, J.R. Research-Based Web Design & Usability Guidelines. **Computer Psychology**. 2004
- KRUG, S. **Não me faça pensar: uma abordagem de bom senso à usabilidade web e mobile**. Rio de Janeiro: Alta Books, 2014.

KULPA, C. C.. **Sistemática para o Desenvolvimento de Diretrizes no Design de Interfaces Gráficas em Tablets PC voltadas a Usuários típicos**. Tese de doutorado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2017.

LEMONS, L. C.; MARQUEZE, E. C.; SACHI, F.; LORENZI-FILHO, G.; MORENO, C. R. C. Síndrome da apneia obstrutiva do sono em motoristas de caminhão. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**. v. 35, n. 6, 2009. p. 500-506

LENIOR, D.; JANSSEN,W.; NEERINCX, M.; SCHREIBERS, K. Human-factors engineering for smart transport: Decision support for car drivers and train traffic controllers. **Applied Ergonomics**. n. 37, 2006. p. 479–490.

LIU, S., WANYAN, X., ZHUANG, D. Modeling the situation awareness by the analysis of cognitive process. **Bio-Medical Materials and Engineering**. v. 24, 2014, p. 2311–2318.

LOPES, A. C.; OTOWIZ,V. G.; LOPES, P. M. B. LAURIS, J. R. P. SANTOS, C. C. Prevalência de perda auditiva induzida por ruído em motoristas. **International Archives of Otorhinolaryngology**. v. 16, n. 4, 2012. p. 509-514.

MAGNUSSON, M.L; POPE, M.H; WILDER, D.G; ARESKOU, B. Are occupational drivers at an increased risk for developing musculoskeletal disorders? **Spine**. v. 21, 1996, p. 710–717.

MERRIAM-WEBSTER. **Cockpit**. Disponível em: <https://www.merriam-webster.com/dictionary/cockpit> Acesso em: 21 nov. 2017.

MUKHERJEE, A.K.; BHATTACHARYA, S.K.; AHMED, S.; ROY, S.K.; ROYCHOWDHURY, A.; SEM, S. Exposure of drivers and conductors to noise, heat, dust and volatile organic compounds in the state transport special buses of Kolkata city. **Transportation Research Part D**. v. 8, 2003. p. 11–19.

NEWMAN, W., & LAMMING, M. **Interactive system design**. Boston: Addison-Wesley. 1995.

NIELSEN, J. **Usability Engineering**. Boston: Academic Press. 1993.

NORMAN, D. A. **The invisible computer: why good products can fail, the personal computer is so complex, and information appliances are the solution**. Cambridge, Massachusetts: MIT. 1999.

PANERO, J.; ZELNIK, M. **Dimensionamento Humano para Espaços Interiores**. Ed.GG, Barcelona - ES, 2006.

PREECE, J.; ROGERS, Y.; SHARP, H. **Design de Interação: além da interação homem-computador**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

PREECE, J.; ROGERS, Y.; SHARP, H. **Design de Interação: além da interação homem-computador**. 3ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

- POIRSON, E., PARKINSON, M. Estimated anthropometry for male commercial pilots in Europe and an approach to its use in seat design. **International Journal of Industrial Ergonomics**. v. 44, 2014. p.769-776.
- PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C.. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2ª ed. Novo Hamburgo, RS: Feevale, 2013. 277 p.
- QSR INTERNATIONAL. **Software NVivo Pro**. Disponível em : <http://www.qsrinternational.com/>. Acesso em Set. 2017
- ROCHA, H. V.; BARANAUSKAS, M. C. C. **Design e Avaliação de Interfaces Humano-Computador**. Campinas, SP: NIED/UNICAMP, 2003.
- ROSKE-HOFSTRAND, R. J., PAAP, K. R. Cognitive networks as a guide to menu organization: An application in the automated cockpit. **Ergonomics**. v. 29, 1986. p.1301-1311.
- SAKAMOTO, S. G.; DE MIRANDA, L. C. M4REMAIP: Method for Requirements Elicitation Based on Mobile Applications under an Interaction Perspective. In: Marcus A. (eds) **Design, User Experience, and Usability. Theories, Methods, and Tools for Designing the User Experience**. DUXU 2014. Lecture Notes in Computer Science, v. 8517. Springer, Cham
- SANCHEZ-ALEJO, F. J., ALVAREZ, M. A., HOLGADO, N. F., LOPEZ, J. M. Defining the ergonomic parameters of the driver's seat in a competition single-seater. **International Journal of Vehicle Design**. v. 55, 2011. p.139-161.
- SANDERS, M., MCCORMICK, S. **Human Factors in Engineering and Design**. 7th Edition. McGraw Hill, New York, 1993. p. 456-484.
- SARMENTO, S. Embraer 170: Decolagem para o sucesso – Análise do estrangeirismo. **Revista da ADPPUCRS**. Porto Alegre, n. 5, 2004. p. 33-40.
- SARTER, N. B., WOODS, D. D. Pilot Interaction With Cockpit Automation II: An Experimental Study of Pilots' Model and Awareness of the Flight Management System. **The International Journal of Aviation Psychology**. v. 4, 1994. p.1-28.
- ŞENOL, M. B. Anthropometric evaluation of cockpit designs. **International Journal of Occupational Safety and Ergonomics**. v. 22, 2016. p.246-256.
- ŞENOL, M. B., DAGDEVIREN, M., CILINGIR, C., KURT, M. Display Panel Design of a General Utility Helicopter by Applying Quantitative and Qualitative Approaches. **Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries**. v. 20, 2010. p.73–86.
- SILVA, C. M.; MACEDO, V.; LEMOS, R.; OKIMOTO, M.L.L.R. Evaluating Quality and Usability of the User Interface: A Practical Study on Comparing Methods with and without Users. In: Marcus A. (eds) **Design, User Experience, and Usability. Theories, Methods, and Tools for Designing the User Experience**. DUXU 2014. Lecture Notes in Computer Science, v. 8517. Springer, Cham

- STANTON, N. A.; HARVEY, C.; PLANT, K. L.; BOLTON, L. To twist, roll, stroke or poke? A study of input devices for menu navigation in the cockpit. **Ergonomics**. v. 56, 2013. p.590–611.
- SZETO, G.P; LAM, P. Work-related musculoskeletal disorders in urban bus drivers of Hong Kong. **Journal of Occupational Rehabilitation**. v. 17, 2007. p.181–198.
- TSE, J. L.M.; FLIN, R.; MEARNS K. Bus driver well-being review: 50 years of research. **Transportation Research Part F**. v. 9. 2006. p. 89–114,
- UNIÃO EUROPÉIA. **Regulamento (CE) nº 561/2006 do parlamento europeu e do conselho da União Europeia**. Relativo à harmonização de determinadas disposições em matéria social no domínio dos transportes rodoviários, que altera os Regulamentos (CEE) n.o 3821/85 e (CEE) n.o 2135/98 do Conselho e revoga o Regulamento (CEE) n.o 3820/85 do Conselho. 15 de Março de 2006.
- WARD, S.J. User Research by Designers. In: Karwowski, W; Soares, M and Stanton, N. (eds) **Human Factors and Ergonomics in Consumer Product Design: Uses and Applications**. CRC Press, 2011. p. 127-141.
- WINCKLER, M. A. A.; PIMENTA, M.S. Avaliação de Usabilidade de Sites Web. In: X **Escola de Informática da SBC-Sul**. 2002.
- XIAO, X., WANYAN, X., ZHUANG, D. Mental workload prediction based on attentional resource allocation and information processing. **Bio-Medical Materials and Engineering**. v. 26, 2015. p.S871–S879.
- ZHANG, Y., SUN, Y. Reuse of pilot motions for improving layout design of aircraft cockpit. **Journal of Computers (Finland)**. v. 8, 2013. p.2269 - 2276.

APÊNDICES

Apêndice I - Artigo de revisão sistemática

Involvement of the end user to design cockpits perspectives and future agenda: a systematic review

Projects concerning cockpits' development require the participation of end users to render them more appropriate to their needs and capacities. Regarding the projects, the development methods and the evaluation of parameters used consider the user involvement. However there is great variability in user participation. The objective of this article was to understand the methods to survey cockpit parameters and design and to evidence the involvement of the end user. A systematic review was performed based on Scopus, Science Direct and Web of Science databases. It was evidenced that the end user was involved through usability tests, direct observation, participatory method in arranging the cockpit, anthropometric measurements, questionnaires and interviews. Although most of the studies involve the users at some methodology stage, few involve them in the process of product development and investigate their opinion about the product they are using.

Keywords: Cockpits; Methodology; User Involvement; Product Design; Product Configuration.

1. Introduction

Interfaces with the user are the conceptual space in which information is exchanged between the user and the machine for a man-machine system to function (Alppay and Bayazit 2015). Besides, Şenol et al. (2010) corroborate that the objective of an interface is to supply a dialogue between the operator and the device. For Stanton et al. (2013) the success of the interaction between user and interface depends on the optimization between the input to the device, tasks and environment in which the system is used. In this sense, considering that the displays and controls are the means by which human beings generally communicate with machines, the physical disposition of these devices is very important from the standpoint of ergonomic design (Chan and Hoffmann 2015).

According to Andre et al. (1991), advances in display technology have freed the designers from the restrictions imposed by electronic instruments, ensuring greater flexibility in the formats and processes of this equipment. Nevertheless, Roske-Hofstrand and Paap (1986) reveal that the cognitive structures of systems designers usually do not correspond to those of the people who will learn to use the new system. Therefore these authors state that the only way that project parameters that are in accordance with the needs of future users can be obtained is to perform an empirical verification based on a sample of the population.

Baxter et al. (2007) report that difficulties in operating cockpits, resulting from incompatibilities between the design and the user's cognition, may lead to errors and

operational problems placing the safety of operators and passengers at risk. Zhang and Sun (2013) consider the design of the cabin layout very important for efficient operation and flight safety. In this sense, Şenol et al. (2010) discuss the importance of understanding the user's perspective, interpreting their needs and reflecting them in the product. Thus, the problem of layout design has attracted the attention of many researchers and investigations have been conducted in this field.

Considering this scenario, the purpose of this study is to identify which cockpit design aspects are most discussed in the literature, which methods are used to survey parameters and design cockpits, and also which involve end user's participation and how and at what stage of the project this participation occurs.

2. Methodological procedures

The research method consisted of a systematic review of literature. According to Tranfield et al. (2003), the systematic review is different from the conventional literature review because it uses a research protocol that increases the legitimacy and authority of the evidence found, reduces the effects of chance and allows the readers to evaluate the strictness and replicability of the research. The study followed the PRISMA Statement protocol for systematic reviews (Moher et al. 2009). Initially, the research questions, the databases and the terms that best represented the subject studied were defined. Then an algorithm was developed for Boolean research and an inclusion or exclusion protocol of the articles found in the survey of the databases, from which a qualitative analysis of articles' content was performed to verify whether they would enable answering the research questions. Finally, the articles selected were analyzed and their data systematized. The last search was performed on January 26, 2017.

2.1 Research questions, databases and research terms

Five questions were elaborated to guide the research and analysis of data from the articles on cockpit development:

- (1) What aspects of the cockpit projects are most discussed in the literature?
- (2) Which vehicles are most studied regarding cockpits?
- (3) Which methods are used to define the parameters and the design of cockpits?
- (4) Which methods identified involves user participation?
- (5) If there is user participation, how does this involvement take place, and during which stages of development are the users involved?

The research was done in the Scopus, Science Direct and Web of Science databases, because these bases cover editors such as Elsevier, Emerald, Springer, Taylor & Francis and Wiley & Sons that provide the best coverage for the research subject discussed. In order to define the research terms, a preliminary investigation was performed in the databases used in

the analysis and the vocabulary employed in the title, in the abstract and the keywords of articles that dealt with cockpit development was evaluated. Based on this survey it was evidenced that in some cases the cockpit was called console or display, and these terms are included in the survey. Likewise, the user was called driver, pilot or operator. Considering the guiding questions, the research algorithm used was: (*driver OR pilot OR user OR operator*) AND (*cockpit OR display panel OR console panel*) AND *design* AND (*methodology OR model OR approach*).

2.2 Eligibility criteria

In selecting the articles, only those from scientific journals published in English and which contained the algorithm's terms in the title, abstract and keywords were considered. Articles included dealt with parameters and methodologies for cockpit development, such as how the instruments were arranged and anthropometric parameters, or those that presented methodologies whose results could be used as parameters in the cockpit projects, such as evaluation of the mental workload on the professionals as they operate the vehicle and field of view. As to the second group of articles, one of the factors observed for inclusion was their conclusion, in the cases in which the latter states that the results of the study could be used in cockpit development.

Articles that dealt with software's architecture used in cockpit operation, development and testing of simulators and computerized human models, methods for the analysis of incidents and accidents and literature review, as well as comparisons between cockpit models that did not result in parameters or design suggestions were excluded.

2.3 Data collection

Data collection was structured in three stages. In the first, a pilot study was performed with two researchers to establish the collection strategy, and also the definition of the structures of the data matrices. The second consisted of both of them reading independently to collect data in the articles. In the third stage, the data collected were compared and validated by both researchers. The variables analyzed were type of vehicle, type of user participation, type of interface used and the methodologies employed.

2.4 Analysis of the articles

Initially, the articles selected were classified according to aspects of content. This classification enabled identifying the year with the highest concentration of publications, main authors, authors' origin, approaches and methodologies used. After the articles were classified, it was possible to identify their relevance for the topic and to answer the questions that guide the research study. In order to analyze the principal aspects or parameters related to cockpits and the user participation during the design process (eg. user, cockpit, design, methods, study, display, etc.), the NVivo 11 Pro software was used to verify the importance

of these terms considered by authors in the title and abstract of the chosen articles (Leech and Onwuegbuzie 2011). The software is designed to organize, analyze and find insights in unstructured and qualitative data like articles. The results can express the frequency or relevance of selected words in the texts by a word cloud.

3. Results

3.1 Selecting the articles

A total of 770 articles were found in the three databases investigated (Scopus, Science Direct and Web of Science) and this number was reduced to 624 after the duplicated articles were excluded. These 624 articles were analyzed so as to eliminate publications that did not come from scientific articles, and thus 203 articles remained for analysis. The titles, abstracts and keywords of these articles were analyzed and 58 articles were selected for full analysis, since they represented the studies that were closed to the topic studied. After the full reading of these 58 articles, 37 were excluded because they did not comply with the criteria and eligibility defined previously. Thus, 21 articles were selected for systematic review. Figure 1 shows the flow of stages followed in the selection of articles.

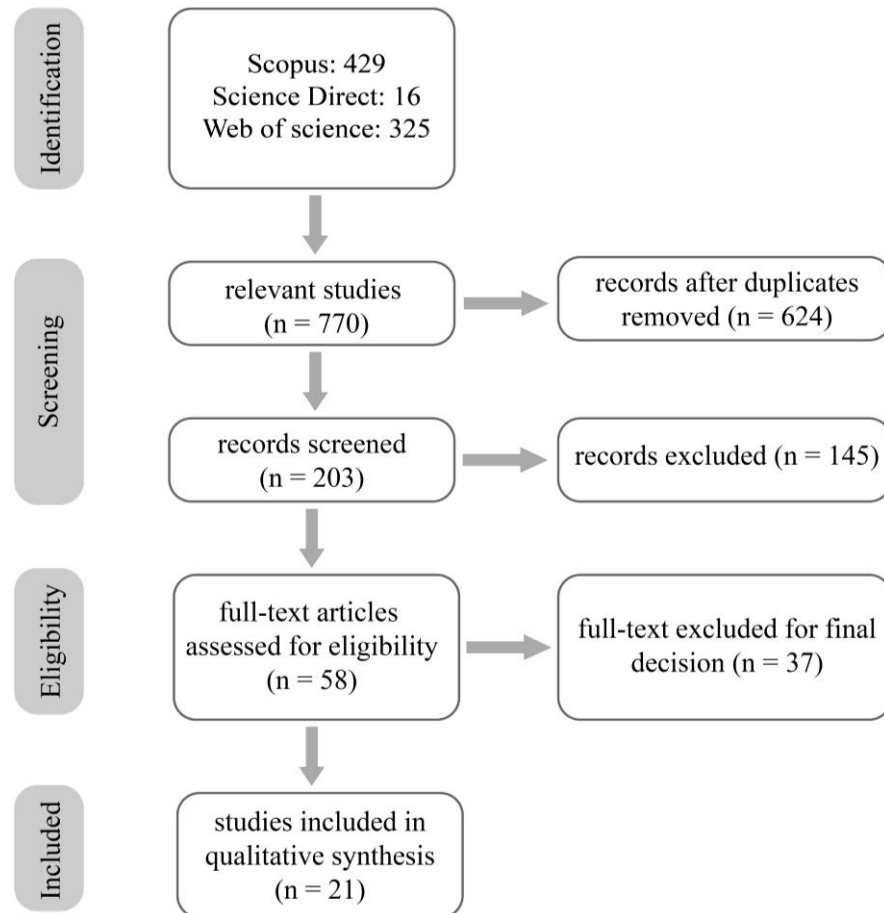


Fig. 1. Flow of information through the different phases of the systematic review
Source: adapted from Moher et al. (2009)

3.2 Article characteristics

The number of articles published was concentrated most in 2015 (n=4) and 2014 (n=3). As to the origin of the articles, the United States was the country with the greatest number of publications (n=7), followed by Turkey (n=3), China and United Kingdom (n=2) and the other countries had one publication each. The articles selected by the systematic review investigate/establish factors that should be taken into account in designing a vehicle cockpit. These factors are anthropometry, arrangement of the display, mental workload, field of view, situation awareness, workspace, input devices, cognitive mismatches, mental models and symbols of the cockpit. Observing summary table 1 it is shown that the arrangement factor of the display was the most investigated (n=5), followed by situation awareness (n=3) and anthropometry (n=3). The factors Mental Workload, Field of view, Workspace and Mental Model were discussed in two articles each and the factors Input Devices, Cognitive Mismatches and Symbols of the Cockpit were discussed in one article each.

Table 1. Type of interface, vehicle and factor investigated in the articles selected

Authors/ Year	Country	Factor investigated	Vehicle	Interface
Senol (2016)	Turkey	Anthropometry	Helicopter	Traditional
Chan and Hoffmann (2015)	Hong Kong	Display Arrangements	Not specified	Traditional
Alppay and Bayazit (2015)	Turkey	Display Arrangements	Helicopter	Traditional
Xiao et al. (2015)	China	Mental Workload	Plane	Graphical
Gilad and Byran (2015)	Israel	Field of view	Tractor	Traditional
Poirson and Parkinson (2014)	France/ USA	Anthropometry	Plane	Graphical
Liu et al. (2014)	China	Situation Awareness	Plane	Graphical
Barbé et al. (2014)	France	Workspace	Plane	Graphical
Stanton et al. (2013)	United Kingdom	Input Devices	Plane	Graphical
Karmakar et al. (2012)	India	Field of view	Plane	Graphical
Sanchez-Alejo et al. (2011)	Spain	Workspace	Competition Vehicle	Traditional
Şenol et al. (2010)	Turkey	Display Arrangements	Helicopter	Traditional
Casner (2009)	USA	Mental Workload	Plane	Traditional and

				Graphical
Baxter et al. (2007)	United Kingdom	Cognitive Mismatches	Plane	Graphical
Brickman et al. (2000)	USA	Display Arrangements	Plane	Graphical
Sarter and Woods (1994)	USA	Mental Model	Plane	Graphical
Endsley (1993)	USA	Situation Awareness	Plane	Graphical
Andre et al. (1991)	USA	Situation Awareness	Plane	Graphical
Roske-Hofstrand and Paap (1986)	USA	Display Arrangements and Mental Model	Plane	Graphical
Hart and Loomis (1980)	USA	Symbols of the Cockpit	Plane	Graphical
Bullock (1974)	Australia	Anthropometry	Plane	Traditional

The studies were performed mainly in airplanes (n=15), followed by helicopters (3). It was also observed that one of the studies was performed on tractors and another on race cars. Further, the research by Chan and Hoffmann (2015) does not specify a vehicle, since the research was developed by simulations of analogic display controls.

According to Alppay and Bayazit (2015), there are two main groups of user interfaces, the traditional and the graphical one. The graphical user-interfaces are computer systems in which the information is supplied by computer screens, while traditional user-interfaces consist of separate controls and displays. Most of the studies investigate the graphical interface with the user (13), but the traditional user-interface is investigated in seven articles. Only the study by Casner (2009) discusses both interfaces in the research.

3.3 Methodological characteristics of the studies and user involvement

Summary table 2 shows the methodology used in each article and also whether there was user participation, and how they were involved in the study.

Table 2. Methodologies and user participation

Authors	Method	Type of user involvement
Şenol (2016)	The following measurements were performed: arm reach; eye level; elbow level; distance from eyes; displacement of the hands to reach the control; reach of the shoulder joints to the controls; pilot stature; total extension of the arms. The data were analyzed and compared to the cockpit dimensions of the helicopter studied.	Anthropometric Measures

Chan and Hoffmann (2015)	<p>Simulations of the arrangement of the circular controls were performed. The participants were requested to move these controls in the direction (clockwise and anticlockwise and various angulations) that they thought might activate or deactivate controls. The data were analyzed using analysis of variance followed by a Tukey's post hoc test to determine the source of the significant differences between levels of a factor.</p>	Usability Test
Alppay and Bayazit (2015)	<p>Initially structural interviews were performed that, after analysis, were used to generate the arrangements of the instrument panel. Then a prototype study was performed in paper, in which the pilots were asked to arrange the paper instruments on the panel prototype in the way they found most convenient, and that during the process they should say what they were thinking. The data obtained from the interviews and from the paper prototypes were compared.</p>	Interviews; Involvement in Design
Xiao et al. (2015)	<p>The factors that affect the potential mental workload effect on pilots when they operate the airplane cockpit, the way of calculating each of the factors and the equation to calculate mental health were established. An empirical study was performed of a recovery task of an abnormal attitude under different conditions of mental load on the display to validate the model. A NASA-TLX evaluation was carried out to analyze the tendency of the mental workload of the subjects and to compare it to the theoretical forecasts.</p>	Usability Test
Gilad and Byran (2015)	<p>Twenty observations were performed of the activity of tilling the soil. Using a 3D software, the researchers modeled three models of tractor cabs and inside them a digital human model was placed with three different anthropometric measures. Then, tests were performed using the software checking the drivers' visibility and field of view.</p>	Direct Observation
Poirson and Parkinson (2014)	<p>Beginning with access to two anthropometric data bases, measures of the pilots were established and eight methods of synthesis were compared. Then generic algorithms were adapted to determine the optimal combination of the variables and to create a tool that enables the designers to explore the relationship between the anthropometric measures of different body segments.</p>	No Interaction
Liu et al. (2014)	<p>Based on the Situational Awareness model according to the allocation of attention, the cognitive process of the pilot for the elements of the situation was analyzed according to the ACT-R (Adaptive Control of Thought, Rational) theory, which explained how Situational Awareness was produced. The model was validated through simulations. Four techniques were used to evaluate Situational Awareness under different conditions: (I) Situational Awareness Global Assessment Technique (SAGAT); (II) 10-Dimensional Situation Awareness Rating Technique (10-D SART); (III) performance measures; and (IV) measurement of eye movement.</p>	Usability Test

Barbé et al. (2014)	A CAD model of a cockpit was developed based on a model of areas of interaction with touch screens. This model was transformed into a physical mock-up that was used to validate the model in CAD. Postures and movements of the upper limbs were collected when the subjects performed tactile tasks at different locations of the display. In order to identify relationships, a statistical analysis was performed on the following data: subjective evaluation, tasks, displays, postures and task duration.	Usability Test
Stanton et al. (2013)	Initially the participants answered three questionnaires: NASA-TLX, system usability scale and the Cornell University Questionnaire for Ergonomic Comfort. A simulator test was developed where the subjects were instructed to perform the tasks at the highest possible level of efficiency. The data of the tests and questionnaires were sent to a computer that calculated duration of the tasks and errors. A statistical data analysis was performed using ANOVA.	Questionnaires; Usability Test
Karmakar et al. (2012)	Three dynamic digital pilot models were generated from a database of anthropometric data and interface with a digital prototype of the cockpit in Jack software for analysis of vision within and outside the cockpit. Tools to analyze vision such as view cones, eye view window, blind spot area, obscuration zone, reflection zone were employed to evaluate the visual fields.	No Interaction.
Sanchez-Alejo et al. (2011)	The methodology for the design and manufacture of the cockpit comprised six stages: (I) Collection of the 15 main anthropometric measures of 22 members of the team; (II) development of a customized cockpit simulator; (III) analysis of the main parameters of the cockpit using the cockpit simulator with the members of the team; (IV) designing the chassis using CATIA V5 CAD software; (V) producing the chassis and the seat; and (VI) testing the vehicle.	Anthropometric Measures
Şenol et al. (2010)	Two methods were used, the Multi-Criteria Decision Making (MCDM) which is quantitative, and Card-Sorting which is qualitative. Both methods resulted in an arrangement of the cockpit displays.	Involvement in Design
Casner (2009)	Four types of advanced on-board systems were tested in a flight experiment to look at their effect on the workload of the pilot and error. At the end of each flight the pilot had to fill out a NASA-TLX questionnaire. The pilots also completed a survey. Analyses of variance (ANOVA) were performed on the data to compare the effects of navigation, control, flight instruments and independent variable flight phases.	Questionnaires; Direct Observation
Baxter et al. (2007)	Literature review presenting the case of an airplane accident to illustrate the problem of cognitive mismatches, after the authors make remarks on how these incompatibilities can be managed.	No Interaction
Brickman et al. (2000)	A design methodology is presented with four steps, that is used to develop prototypes. Next the authors present the prototype developed.	No Interaction
Sarter and Woods (1994)	Twenty pilots were confronted with situations and tasks that are instances of the categories of problems previously identified involving flight management systems. The pilots flew in a co-task formation simulator. The data were analyzed to identify the tasks and events that provoked	Direct Observation

problems for most pilots.

Endsley (1993)	<p>The initial analyses were conducted in two ways: interviews and analysis of the task. Then structured questionnaires were applied. The results were transformed into classifications of ‘not important’, ‘somewhat important’ and ‘very important’ for each of the items analyzed that comprise the cockpit. Then the answers to the 278 items analyzed were compared among the 20 respondents.</p>	<p>Interviews; Questionnaires; Direct Observation</p>
Andre et al. (1991)	<p>The authors manipulated two independent variables (I) type of display (planar inside-out vs. planar outside-in vs. Perspective outside-in) and (II) visual moment (monochromatic vs. colored). They set up simulation scenarios where they employed a 3x2 mixed effects design, with a variation of types and visual moment. In each condition, the subject flew half of the times with a monochromatic viewfinder and the other half with a colored viewfinder. The subjects participated in 5 one-hour sessions. Afterwards the data were statistically analyzed.</p>	<p>Direct Observation</p>
Roske-Hofstrand and Paap (1986)	<p>Initially the researchers selected 34 panels of the original specifications of the original control display unit (CDU). Afterwards they represented them to 4 pilots to identify the connections and levels of similarity among the panels, resulting in 70 final links. This cognitive network was used as a base to determine 4 prototypes with different levels of information redundancy in organizing the pages structure. Next experiments were performed with 16 pilots. The dependent variable was the total time per judgment. This included the time necessary to read the scenario, select the options on the sequence of main panels for the target panel and to answer the question based on the information presented in the target panel. The data of the experiment were analyzed to verify which levels of redundancy were most efficient to reduce the pilots’ response time.</p>	<p>Involvement in Desig; Usability Test</p>
Hart and Loomis (1980)	<p>Three experiments were performed. In the first experiment, examples of displays that incorporated different categories of information were shown to the pilots. They were invited to select the exhibition resources that incorporate of all the information essential to follow the situation of traffic, error detection, keeping in-trail and fusion separation. Exhibition resources selected were then included in a simulation of a number of encounters between two airplanes. The pilots were invited to use the information shown to evaluate the vertical relationship (Experiment III) and the horizontal relationship (Experiment II) between the two airplanes and give their opinions regarding the digital information and symbolically presented. The data were analyzed statistically.</p>	<p>Involvement in Desig; Usability Test</p>
Bullock (1974)	<p>The pilots were positioned in a rotating chair to which components were attached to simulate the cockpit controls. Besides taking measurements regarding the functional arm reach of each of the arms, several dimensions were selected for static measurement because of their apparent relationship with the functional arm reach of the arm, or its relevance for the cockpit.</p>	<p>Anthropometric Measures</p>

Among the 21 articles that are part of this systematic review, 17 had user involvement at some of the stages of parameter survey or cockpit design. As to the way in which the user is involved, considering that some studies performed more than one interaction with the user,

three articles performed anthropometric measurements, three applied questionnaires, two performed interviews, five used direct observation, seven proposed various usability tests and four studies involved the user directly in designing the arrangement of the cockpit displays.

4. Discussion

In this section the results found in the analysis of the articles will be discussed, considering the questions that guided the research study.

4.1 Vehicles studied and aspect of cockpit design discussed in the literature

As evidenced in the analysis, most of the research (n=15) was performed in airplanes, which explains why most of the studies considered Graphical User-Interfaces. This also evidences the interest of the authors regarding matters focusing on cognition, such as situational awareness (n=3), mental overload (n=2), input devices (n=1), cognitive mismatches (n=1) and mental models (n=2). For Poirson and Parkinson (2014) the multivariate nature of the problem is one of the problems that make it difficult to design the cockpit. In this context, one of the challenges of cockpit designers, according to Brickman et al. (2000), is to design an interface that will make full use of the cognitive capacities of the pilot when using integrated displays. The authors also report that the diffusion of visual displays has often led to visual confusion, which in many circumstances increases the mental overload.

In this sense, Sarter and Woods (1994) report that adding new automated devices in the cockpit may increase the mental overload of the pilots and the increase in power and flexibility of the automated resources creates a form of operational complexity that increases the potential for errors. Brickman et al. (2000) state that the cockpit design strongly influences the pilot's performance, and thus the nature of the task will determine the type of optimal design regarding format and location of the displays.

For Baxter et al. (2007) if the designers understand correctly the way in which the flight crew has to execute the emission tasks, this will make it easier to supply the automation that will support the flight crew in carrying out these tasks. Liu et al. (2014) suggest that a situational awareness model can supply a reference for the design of new interfaces to show the cockpit and help reduce human errors. Xiao et al. (2015) complement this by saying that the information regarding cognitive performance is one of the intuitive indices to estimate the design of the cockpit interface and the ideal design should maintain efficient cognition under different conditions of amount of information.

Hart and Loomis (1980) report that during the task of driving a vehicle, workers should understand the information transmitted by the cockpit rapidly and precisely without the need for deviating their attention from the route to monitor it continuously. In this sense, the symbology used in cockpits is highly relevant to flexibilize the process of understanding and decision making.

The analysis of the visual field and its visual obstruction are, according to Karmakar et al. (2012), of prime importance for designing workstations where the operators continuously receive information from different displays and must make decisions under extreme time limitation, such as the task of navigating air places. In this sense, Karmakar et al. (2012) recommend that all important monitors should be positioned within the main field of view of the pilot in order to minimize the physical workload. Şenol (2016) also reports that the location and distance of the displays in relation to the operator's eyes influence visual comfort and the operator's posture.

In their study on the field of vision of tractor drivers, Gilad and Byran (2015) emphasize the difficulties of multitasking vehicle drivers who, besides conducting the vehicle, especially off roads, require concentration on the road ahead, and must perform other tasks at the same time. The complexity of this activity often requires postural changes that can be fatiguing. Considering this context, the authors say that cleaning the conductors' field of vision enables him to detect obstacles in advance, preventing accidents and helping him maintain a more natural and relaxed posture.

The relationship between the field of vision and the correct sizing inside the cab, through an anthropometric study is evidenced by Şenol (2016). The author says that the visual demands of a task and location of the visual displays are important not just for themselves, but also because they largely determine the posture of the head and neck. Karmakar et al. (2012) corroborate this saying that the way the displays are disposed should be defined based on the characteristic of eye and neck movements, considering a 'normal' angulation of vision.

For Alppay and Bayazit (2015), minimizing the pilot's head and eye movements should be the first ergonomic consideration when designing the position of the displays. Chan and Hoffmann (2015) also speak of the importance of respecting stereotypes throughout the development of the cockpit control arrangements to diminish reaction time, the incidence of errors and training time. The authors also state that a good design is strongly based on stereotypes of the relationship between the controls and the expected response of the action.

In this sense, Roske-Hofstrand and Paap (1986) say that at every change in the cockpit layout the conductor should add new knowledge to their cognitive structure or reorganize some old knowledge. In this way the authors suggest that changes in the cockpits should take into account the prior knowledge of the users, so as to reduce the time needed for adaptation. For Brickman et al. (2000), this question is connected to one of the main difficulties in designing a pilot-vehicle interface: making full use of the conductors' sensory abilities.

When dealing with the format and location of the displays, Brickman et al. (2000) say that the nature of the task should determine the type of arrangement that will be ideal. The author also says that the development processes should be connected to the ergonomic analysis to ensure better human performance.

Sanchez-Alejo et al. (2011) report that the designer must define which components of the cabin should be fixed and which should be adjustable, according to the specifications of each type of vehicle, independent of the conductor's height. Also, regarding workspace, in the study by Barbé et al. (2014) the authors evidenced that, according to the characteristics of the

level of difficulty, precision of gestures, duration of an action and whether both hands are used simultaneously, it is possible to establish the location of the displays aiming to prevent muscle fatigue and improve performance.

According to Şenol (2016), one of the principles to be considered in cockpit design is that all the possible users will be able to operate it effectively and efficiently. In this sense, Bullock (1974) reports that in designing a workspace that is to be used by a broad range of operators of different sizes, it is not sufficient to design for a ‘medium’ sized person. According to Şenol (2016) it is necessary to perform an anthropometric study to identify issues related to posture, field-of-view, and arm reach of the possible population of users. The author also says that human anthropology is the most important factor to evaluate compatibilities between the cockpit and reaching the controls. Sanchez-Alejo et al. (2011) report that if strict ergonomic criteria are not applied to the cockpit design, the conductor may suffer discomfort, fatigue or injury due to bad posture, high limits of vibration and inertia, or, simply, from knocking against some parts of the inner panel.

4.2 Methods evidenced and participation of the end user

Regarding the methodologies used in the articles analyzed, no patterns or points of connection were evidenced. This lack of points in common may be the results of the multivariate nature of the problem of cockpit design, as say Poirson and Parkinson (2014), opening the field for the investigation of various aspects using different methodologies.

User involvement and related parameters was evidenced by applying NVivo software. The analysis of the main words or parameters cited in the selected articles is shown in Figure 2.



Fig. 2. analysis of the main words or parameters cited
Source: The author (2017)

Şenol (2016), Sanchez-Alejo et al. (2011) and Bullock (1974) performed surveys of parameters through anthropometric measurements of a sample. Poirson and Parkinson (2014) also performed a research study involving anthropometric parameters, but they used previously existing data. Although the first three studies interacted directly with the user, this participation did not take into account aspects besides the measures of the body, and in this aspect it is no different from the study by Poirson and Parkinson (2014) who did not interact with the users, but utilized secondary data. This is due to the very characteristic of the aspect studied which involves only physical characteristics of the population.

Alppay and Bayazit (2015) performed structured interviews with experienced pilots to identify the basic principles for the arrangement of the interface with the user. The results of the investigation through the interviews were compared to the results of another data collection technique that involves the user directly in the development of the cockpit interface. The interviews were also used by Endsley (1993) who analyzed the tasks of fighter pilots and then applied a structured questionnaire developed by the author himself.

In the research by Stanton et al. (2013) the authors analyzed the results of applying the NASA-TLX, System Usability Scale and Cornell University Questionnaire for Ergonomic Comfort and the results of simulator tests to analyze the dependent variables while performing the activities, and identified time of duration of the task, number of errors, mental load, usability, discomfort in the hands and body discomfort. Casner (2009) also used the NASA-TLX questionnaire together with usability tests, but on the contrary of Stanton et al. (2013), the author asked the pilots to answer the questionnaire right after the test ended, and not before it began.

Analyzing the methodologies used by Alppay and Bayazit (2015), Endsley (1993), Stanton et al. (2013) and Casner (2009), the application of questionnaires and interviews associated with other forms of data collection was evidenced. According to Patton (2002), it is always desirable to use two or more sources of data, in order to increase the credibility of the results. Furthermore, it is seen that interviews and questionnaires are used at different stages of analyses or of the cockpit development project.

Based on the analysis of the articles that comprised this systematic review, it was shown that most of them involve the user, especially during the cockpit usability test stages (Chan and Hoffmann 2015; Xiao et al. 2015; Liu et al. 2014; Barbé et al. 2014; Stanton et al. 2013; Roske-Hofstrand and Paap 1986; Hart and Loomis 1980) or in direct observations of the activity (Gilad and Byran 2015; Casner 2009; Sarter and Woods 1994; Endsley 1993; Andre et al. 1991).

For Alppay and Bayazit (2015), methods based on visual analyses play an important role in the disposition and design of interfaces with the users, since visual analysis is based on the observation of actions of the users while employing a given product or system. In this same sense, the usability tests are relevant since they allow analyzing the interaction between the system and the user, showing their limitations and opportunities for improvements. Among the articles that used the usability test, a considerable number of tests were observed

that aimed at measuring performance and surveying parameters through analysis of the interaction between users and the cockpit. Hart and Loomis (1980), however, performed usability tests in which the airplane pilots themselves analyzed the symbolic elements of the cockpit during the test, directly considering the users' opinion in evaluating the system that was being tested.

Şenol et al. (2010) say that performing a usability evaluation of a system presents unique challenges. In the case of cockpits, the authors evidenced that new controls are added where there is space available on the panel, but they are not integrated intuitively and without redesigning the matrix of the system control as a whole.

The authors Alppay and Bayazit (2015), Şenol et al. (2010), Roske-Hofstrand and Paap (1986) and Hart and Loomis (1980) performed researches in which the end user was involved directly in the design of the arrangement of cockpit displays through methods that involve the user in the stage of project development, like the paper prototype dynamics. Thus, it can be shown what is in fact intuitive for the person who will use the developed product. Alppay and Bayazit (2015) also used interviews before beginning the project and Roske-Hofstrand and Paap (1986) and Hart and Loomis (1980) performed usability tests after developing the cockpit, thus evidencing the use of more than one form of data collection and user involvement.

Şenol et al. (2010) say that to reflect the user's perspective, qualitative research may be more appropriate than quantitative research since it reveals the conceptual model which is the user's first impression of the object of study. The author also states that the designer should understand the user's mind, interpreting their needs to reflect them in the product. However, Roske-Hofstrand and Paap (1986) emphasize that often the way designers interpret a situation does not agree with the user's interpretation, evidencing the need to investigate the user's perception of the product/system involved.

The end user's involvement throughout the product design is very important for acceptance of the final result. In this sense it was found that 17 of the 21 articles analyzed took the users into account in one of the design stages. However, during the analysis of the methodologies of the articles selected, it is evidenced that the cockpit users are involved mainly in the stages of surveys of the requirements and in usability tests after the product design is concluded. A gap is thus perceived in user participation during cockpit development. Another was the lack of a survey of users' opinions about the product analyzed, which could be done through open and closed interviews or verbalizations during the usability tests.

Errors in design or a rejection of the design by the user result in high costs for the developers. Thus, involving the user throughout the development process, and also surveying their opinion about the product is safer and avoids wasting financial resources and time, because it can identify problems or incompatibilities in the early stages of design.

5. Conclusions

Few studies were found about the methodologies for the survey of parameters and for cockpit development in specialized journals. Moreover, a considerable variety of

methodologies used and aspects analyzed were observed, which makes it difficult to perform a comparative study. It was evidenced that most of the articles analyzed investigated airplane cockpits, which justifies the prevalence of studies on Graphical User-Interfaces and investigations of factors connected to cognitive aspects of the man-machine interactions. It was also demonstrated that most of the studies considered the participation of end users at some stage of the investigation/design, mainly in the initial and final stages. However, few really surveyed the user requirement by investigating their opinion and participation in the development of the design.

With regard to user participation in the development of cockpits, a future agenda would require the development of methodologies that would involve the end user more during the design stages. Considering the variability in the end user participation approaches in the articles, it was evidenced that the perception and opinion are disregarded in most of the methods. This indicates the need for a change of culture among the designers, starting to insert in future agendas the systematic and effective participation of the user within the design process.

References

- Alppay, C., and N. Bayazit. 2015. "An Ergonomics Based Design Research Method for the Arrangement of Helicopter Flight Instrument Panels." *Applied Ergonomics* 51, 85 - 101. doi: 10.1016/j.apergo.2015.04.011.
- Andre, A. D., C. D. Wickens, L. Moorman, and M. M. Boschelli. 1991. "Display Formatting Techniques for Improving Situation Awareness in the Aircraft Cockpit." *The International Journal of Aviation Psychology* 1, 205-218. doi: 10.1207/s15327108ijap0103_2.
- Barbé, J., R. Mollard, and M. Wolff. 2014. "Ergonomic Approaches to Integrate Touch Screen in Future Aircraft Cockpits." *Journal Européen des Systèmes Automatisés* 48, 303-318. doi: 10.3166/jesa.48.303-318.
- Baxter, G., D. Besnard, and D. Riley. 2007. "Cognitive Mismatches in the Cockpit: Will They Ever Be a Thing of the Past?" *Applied Ergonomics* 38, 417-423. doi: 10.1016/j.apergo.2007.01.005.
- B. J. Brickman, L. J. Hettinger, and M. W. Haas. 2000. "Multisensory Interface Design for Complex Task Domains: Replacing Information Overload with Meaning in Tactical Crew Stations." *International Journal of Aviation Psychology* 10, 273-290. doi: 10.1207/S15327108IJAP1003_04.
- Bullock, M. I. 1974. "The Determination of Functional Arm Reach Boundaries for Operation of Manual Controls." *Ergonomics* 17, 375-388. doi: 10.1080/00140137408931361.
- Casner, S. M. 2009. "Perceived vs. Measured Effects of Advanced Cockpit Systems on Pilot Workload and Error: Are Pilots' Beliefs Misaligned with Reality?" *Applied Ergonomics* 40, 448-456. doi: 10.1016/j.apergo.2008.10.002.

- Chan, A. H. S., and E. R. Hoffmann. 2015. "Circular Displays: Control/Display Arrangements and Stereotype Strength with Eight Different Display Locations." *Ergonomics* 58, 1983-1995. doi: 10.1080/00140139.2015.1044921.
- Endsley, M. R. 1993. "A Survey of Situation Awareness Requirements in Air-to-Air Combat Fighters." *The International Journal of Aviation Psychology* 3, 157-168. doi: 10.1207/s15327108ijap0302_5.
- Gilad, I., and E. Byran. 2015. "Quantifying Driver's Field-of-view in Tractors: Methodology and Case Study." *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics* 21, 20–29. doi: 10.1080/10803548.2015.1017942.
- Hart, S. G., and L. L. Loomis. 1980. "Evaluation of the Potential Format and Content of a Cockpit Display of Traffic Information." *Human Factors* 22, 591-604. doi: 10.1177/001872088002200508.
- Karmakar, S., M. S. Pal, D. Majumdar, and D. Majumdar. 2012. "Application of Digital Human Modeling and Simulation for Vision Analysis of Pilots in a Jet Aircraft: a Case Study." *Work-A Journal of Prevention Assessment & Rehabilitation* 41, 3412-3418. doi: 10.3233/WOR-2012-0617-3412.
- Leech, N. L., and A. J. Onwuegbuzie. (2011). "Beyond Constant Comparison Qualitative Data Analysis: Using NVivo". *School Psychology Quarterly*, 26(1), 70-84. doi:10.1037/a0022711
- Liu, S., X. Wanyan, and D. Zhuang. 2014. "Modeling the Situation Awareness by the Analysis of Cognitive Process." *Bio-Medical Materials and Engineering* 24, 2311–2318. doi: 10.3233/BME-141044.
- Moher, D., A. Liberati, J. Tetzlaff, and D. G. Altman. 2009. PRISMA Group. "Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analysis: the PRISMA Statement." *Annals of Internal Medicine* 151, 264-269. doi: 10.1371/journal.pmed.1000097.
- Patton, M. 2002. *Qualitative Research & Evaluation Methods*. Sage, London.
- Poirson, E., and M. Parkinson. 2014. "Estimated Anthropometry for Male Commercial Pilots in Europe and an Approach to Its Use in Seat design." *International Journal of Industrial Ergonomics* 44, 769-776. doi: 10.1016/j.ergon.2014.05.003.
- Roske-Hofstrand, R. J., and K. R. Paap. 1986. "Cognitive Networks as a Guide to Menu Organization: An Application in the Automated Cockpit." *Ergonomics* 29, 1301-1311. doi: 10.1080/00140138608967247.
- Sanchez-Alejo, F. J., M. A. Alvarez, N. F. Holgado, and J. M. Lopez. 2011. "Defining the Ergonomic Parameters of the Driver's Seat in a Competition Single-seater." *International Journal of Vehicle Design* 55, 139-161. doi: 10.1504/IJVD.2011.04058.
- Sarter, N. B., and D. D. Woods. 1994. "Pilot Interaction with Cockpit Automation II: An Experimental Study of Pilots' Model and Awareness of the Flight Management System." *The International Journal of Aviation Psychology* 4, 1-28. doi: 10.1207/s15327108ijap0401_1.

Şenol, M. B. 2016. “Anthropometric Evaluation of Cockpit Designs.” *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics* 22, 246-256. doi: 10.1080/10803548.2015.1126456.

Şenol, M. B., M. Dagdeviren, C. Cilingir, and M. Kurt. 2010. “Display Panel Design of a General Utility Helicopter by Applying Quantitative and Qualitative Approaches.” *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries* 20, 73–86. doi: DOI: 10.1002/hfm.20167.

Stanton, N. A., C. Harvey, K. L. Plant, and L. Bolton. 2013. “To Twist, Roll, Stroke or Poke? A Study of Input Devices for Menu Navigation in the Cockpit.” *Ergonomics* 56, 590–611. doi: 10.1080/00140139.2012.751458.

Tranfield D., D. Deyer, and P. Smart 2003. “Towards a Methodology for Developing Evidence-informed Management Knowledge by Means of Systematic Review.” *British Journal of Management* 14, 207–22. doi: 10.1111/1467-8551.00375

Xiao, X., X. Wanyan, and D. Zhuang. 2015. “Mental Workload Prediction Based on Attentional Resource Allocation and Information Processing.” *Bio-Medical Materials and Engineering* 26, S871–S879. doi: 10.3233/BME-151379.

Zhang, Y., and Y. Sun. 2013. “Reuse of Pilot Motions for Improving Layout Design of Aircraft Cockpit.” *Journal of Computers (Finland)* 8, 2269 - 2276. doi:10.4304/jcp.8.9.2269-2276

Apêndice II

Questionário aplicado na empresa de transporte rodoviário

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
Análise de cockpits de ônibus intermunicipais

Nome (opcional): _____

Idade: _____ Tempo na empresa: _____

Tempo como motorista profissional: _____

Escolaridade:

- Ensino fundamental incompleto
 Ensino fundamental completo
 Ensino médio incompleto
 Ensino médio completo
 Ensino técnico
 Ensino superior incompleto
 Ensino superior completo

Turno em que trabalha (pode marcar mais de uma opção):

- Diurno Noturno

Tipo de linha (pode marcar mais de uma opção):

- Comum Semidireta Direta

Principais rotas: _____

Modelos de ônibus que mais dirige (pode marcar mais de uma opção):

- Neo Bus G7 1050 G7 1200 G7 1600 G7 1800 outro modelo

1. Para os itens abaixo, marcando um "x" na nota, estará representando seu grau de importância e sua frequência de uso com relação aos comandos do painel dos ônibus.

1.1 Importância x frequência de uso dos comandos do cockpit	Pior Pontuação ←					Melhor Pontuação →				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. VÁLVULA DE ABERTURA DA PORTA										
Importância										
Frequência de uso										
2. VÁLVULA DE BLOQUEIO DO BAGAGEIRO										
Importância										
Frequência de uso										
3. FREIO MOTOR										
Importância										
Frequência de uso										
4. FREIO DE ESTACIONAMENTO										
Importância										
Frequência de uso										
5. SISTEMA ANTI-FUMAÇA										
Importância										
Frequência de uso										
6. CHAVE GERAL DO VEÍCULO										
Importância										
Frequência de uso										

1.1 Importância x frequência de uso dos comandos do cockpit	Pior Pontuação ←					Melhor Pontuação →				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7. PILOTO AUTOMÁTICO (controle de velocidade)										
Importância										
Frequência de uso										
8. RÁDIO										
Importância										
Frequência de uso										
9. DVD										
Importância										
Frequência de uso										
10. TACÓGRAFO										
Importância										
Frequência de uso										
11. CONTA-GIROS										
Importância										
Frequência de uso										
12. VELOCÍMETRO										
Importância										
Frequência de uso										
13. MANÔMETRO DE PRESSÃO DOS FREIOS										
Importância										
Frequência de uso										
14. MARCADOR DE COMBUSTÍVEL										
Importância										
Frequência de uso										
15. PAINEL DE INDICADORES DE FUNÇÃO E DIAGNOSE DO VEICULO (indicadores de falhas, temperatura do motor, hodômetro, relógio, nível de óleo e fluido do radiador, pressão do óleo no motor...)										
Importância										
Frequência de uso										
16. LUZES DE ADVERTENCIA (correia do ventilador rompida, bateria, fogo no compartimento motor, problemas no sistema de freio, problemas no freio motor)										
Importância										
Frequência de uso										
17. BOTÃO DE ILUMINAÇÃO DA CABINE DO MOTORISTA										
Importância										
Frequência de uso										
18. BOTÃO DE ILUMINAÇÃO DE LEITURA										
Importância										
Frequência de uso										
19. BOTÃO DE ILUMINAÇÃO DE BAGAGEIRO										
Importância										
Frequência de uso										

1.1 Importância x frequência de uso dos comandos do cockpit	Pior Pontuação ←					Melhor Pontuação →				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
20. BOTÃO DE ILUMINAÇÃO DE MANUTENÇÃO										
Importância										
Frequência de uso										
21. BOTÃO DE ILUMINAÇÃO DE NÚMERO DE POLTRONA										
Importância										
Frequência de uso										
22. BOTÃO DE ILUMINAÇÃO DE CORREDOR										
Importância										
Frequência de uso										
23. BOTÃO DE ILUMINAÇÃO SALÃO										
Importância										
Frequência de uso										
24. BOTÃO DE VENTILAÇÃO DEFROSTER (desebaçador)										
Importância										
Frequência de uso										
25. BOTÃO DE REFRIGERAÇÃO DEFROSTER										
Importância										
Frequência de uso										
26. BOTÃO DE AQUECIMENTO DEFROSTER										
Importância										
Frequência de uso										
27. BOTÃO DE LIMPADOR DE PARA-BRISAS										
Importância										
Frequência de uso										
28. BOTÃO DE FAROL DE MILHA										
Importância										
Frequência de uso										
29. BOTÃO DE FAROL DE NEBLINA										
Importância										
Frequência de uso										
30. BOTÃO DO BANHEIRO WC										
Importância										
Frequência de uso										
31. BOTÃO DA CAFETERIA										
Importância										
Frequência de uso										
32. BOTÃO DA GELADEIRA										
Importância										
Frequência de uso										

1.1 Importância x frequência de uso dos comandos do cockpit	Pior Pontuação ←					Melhor Pontuação →				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
33. ACESSIBILIDADE										
Importância										
Frequência de uso										
34. BOTÃO DE PAINEL ELETRÔNICO (que mostra informações aos passageiros)										
Importância										
Frequência de uso										
35. BOTÃO DE CAMPAINHA (sistema de parada solicitada por passageiro)										
Importância										
Frequência de uso										
36. PAINEL DE ITINERÁRIO										
Importância										
Frequência de uso										
37. AR CONDICIONADO										
Importância										
Frequência de uso										
38. CALEFAÇÃO										
Importância										
Frequência de uso										

2. Marque um "x" representando a importância dos itens listados abaixo e o seu grau de satisfação com relação a como eles são apresentados nos ônibus atualmente.

2.1 Condições de conforto da cabine do motorista	Pior Pontuação ←					Melhor Pontuação →				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. CONFORTO DO BANCO DO MOTORISTA (tamanho, estofamento...)										
Importância										
Satisfação										
2. REGULAGENS DO BANCO DO MOTORISTA										
Importância										
Satisfação										
3. ESPAÇO INTERNO DA CABINE DO MOTORISTA										
Importância										
Satisfação										
4. FACILIDADE DE ACESSO DA CABINE DO MOTORISTA (entrar e sair do banco)										
Importância										
Satisfação										
5. POSICIONAMENTO DOS PEDAIS (altura e distância com relação ao banco)										
Importância										
Satisfação										
6. POSICIONAMENTO DO VOLANTE										
Importância										
Satisfação										

7. REGULAGEM DO VOLANTE

Importância																			
Satisfação																			

8. POSICIONAMENTO DO CÂMBIO

Importância																			
Satisfação																			

9. CLIMATIZAÇÃO DA CABINE DO MOTORISTA (ar condicionado, calefação)

Importância																			
Satisfação																			

10. AUSÊNCIA DE RUÍDO NA CABINE DO MOTORISTA

Importância																			
Satisfação																			

11. QUEBRA SOL (posição, facilidade de manipulação, eficiência em bloquear o sol)

Importância																			
Satisfação																			

12. AJUSTE DOS ESPELHOS

Importância																			
Satisfação																			

2.2 Comandos e ícones do painel

Pior Pontuação					Melhor Pontuação				
←					→				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

1. TAMANHO DOS BOTÕES

Importância																			
Satisfação																			

2. FACILIDADE DE COMPREENSÃO DOS SÍMBOLOS

Importância																			
Satisfação																			

3. PROXIMIDADE DOS BOTÕES E COMANDOS

Importância																			
Satisfação																			

4. LOCALIZAÇÃO DO PAINEL DE ITINERÁRIO

Importância																			
Satisfação																			

5. FACILIDADE DE USO DO PAINEL DE ITINERÁRIO

Importância																			
Satisfação																			

6. POSICIONAMENTO E VISIBILIDADE DO PAINEL DE INSTRUMENTOS (conta-giros, velocímetro...)

Importância																			
Satisfação																			

7. POSICIONAMENTO E VISIBILIDADE DOS COMANDOS DO AR CONDICIONADO

Importância																			
Satisfação																			

8. POSICIONAMENTO E VISIBILIDADE DOS COMANDOS DA CARROCERIA (comandos localizados no lado direito do motorista - painel multiplex e controles Marcopolo)										
Importância										
Satisfação										
9. POSICIONAMENTO E ACESSO DAS TECLAS RELACIONADAS AO CHASSI (comandos localizados no lado esquerdo do motorista)										
Importância										
Satisfação										
10. POSICIONAMENTO E ACESSO DO TACÓGRAFO										
Importância										
Satisfação										

3. Quais especificações e características você acha que o painel de instrumentos do ônibus deve ter?

4. Quais especificações e características você acha que o painel de instrumentos do ônibus não deve ter?

Obrigada pela sua participação!

Apêndice III

Questionário aplicado na empresa de transporte urbano

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
Análise de cockpits de ônibus

Nome (opcional): _____

Idade: _____ Tempo na empresa: _____

Tempo como motorista profissional: _____

Escolaridade:

- Ensino fundamental incompleto
 Ensino fundamental completo
 Ensino médio incompleto
 Ensino médio completo
 Ensino técnico
 Ensino superior incompleto
 Ensino superior completo

Turno em que trabalha (pode marcar mais de uma opção):

- Diurno Noturno

Principais rotas: _____

Modelos de ônibus que mais dirige (pode marcar mais de uma opção):

- Caixa mecânica Automático Articulado (minhocão) outro modelo

1. Para os itens abaixo, marcando um "x" na nota, estará representando seu grau de importância e sua frequência de uso com relação aos comandos do painel dos ônibus.

1.1 Importância x frequência de uso dos comandos do cockpit	Pior Pontuação ←					Melhor Pontuação →				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. VÁLVULA DE ABERTURA DA PORTA DIANTEIRA										
Importância										
Frequência de uso										
2. VÁLVULA DE ABERTURA DA PORTA TRASEIRA										
Importância										
Frequência de uso										
3. FREIO MOTOR										
Importância										
Frequência de uso										
4. FREIO ESTACIONÁRIO										
Importância										
Frequência de uso										
5. CHAVE GERAL DO VEÍCULO										
Importância										
Frequência de uso										
6. TACÓGRAFO										
Importância										
Frequência de uso										

1.1 Importância x frequência de uso dos comandos do cockpit	Pior Pontuação ←					Melhor Pontuação →				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7. CONTA-GIROS										
Importância										
Frequência de uso										
8. VELOCÍMETRO										
Importância										
Frequência de uso										
9. MANÔMETRO DE PRESSÃO DOS FREIOS										
Importância										
Frequência de uso										
10. MARCADOR DE COMBUSTÍVEL										
Importância										
Frequência de uso										
11. PAINEL DE INDICADORES DE FUNÇÃO E DIAGNOSE DO VEÍCULO (indicadores de falhas, temperatura do motor, hodômetro, relógio, nível de óleo e fluido do radiador, pressão do óleo no motor...)										
Importância										
Frequência de uso										
12. LUZES DE ADVERTÊNCIA (correia do ventilador rompida, bateria, fogo no compartimento motor, problemas no sistema de freio, problemas no freio motor)										
Importância										
Frequência de uso										
13. BOTÃO DE ILUMINAÇÃO DA CABINE DO MOTORISTA										
Importância										
Frequência de uso										
14. BOTÃO DE ILUMINAÇÃO SALÃO										
Importância										
Frequência de uso										
15. BOTÃO DE LIMPADOR DE PARA-BRISAS										
Importância										
Frequência de uso										
16. LUZ DE CAMPAINHA (sistema de parada solicitada por passageiro)										
Importância										
Frequência de uso										
17. LUZ DE CAMPAINHA CADEIRANTE										
Importância										
Frequência de uso										
18. BOTÃO DO INSUFLADOR / EXAUSTOR										
Importância										
Frequência de uso										
19. BOTÃO DE SIRENE DE MARCHA-RÉ										
Importância										
Frequência de uso										

1.1 Importância x frequência de uso dos comandos do cockpit	Pior Pontuação ←					Melhor Pontuação →				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
20. BOTÃO DE DESEMBAÇADOR DEFROSTER										
Importância										
Frequência de uso										
21. ITINERÁRIO										
Importância										
Frequência de uso										
22. BOTÃO DE ILUMINAÇÃO DE MANUTENÇÃO DO MOTOR										
Importância										
Frequência de uso										

2. Marque um "x" representando a importância dos itens listados abaixo e o seu grau de satisfação com relação a como eles são apresentados nos ônibus atualmente.

2.1 Condições de conforto da cabine do motorista	Pior Pontuação ←					Melhor Pontuação →				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. CONFORTO DO BANCO DO MOTORISTA (tamanho, estofamento...)										
Importância										
Satisfação										
2. REGULAGENS DO BANCO DO MOTORISTA										
Importância										
Satisfação										
3. ESPAÇO INTERNO DA CABINE DO MOTORISTA										
Importância										
Satisfação										
4. FACILIDADE DE ACESSO DA CABINE DO MOTORISTA (entrar e sair do banco)										
Importância										
Satisfação										
5. POSICIONAMENTO DOS PEDAIS (altura e distância com relação ao banco)										
Importância										
Satisfação										
6. POSICIONAMENTO DO VOLANTE										
Importância										
Satisfação										
7. POSICIONAMENTO DO CÂMBIO										
Importância										
Satisfação										
8. CLIMATIZAÇÃO DA CABINE DO MOTORISTA (ar condicionado, calefação)										
Importância										
Satisfação										
9. AUSÊNCIA DE RUÍDO NA CABINE DO MOTORISTA										
Importância										
Satisfação										

10. QUEBRA SOL (posição, facilidade de manipulação, eficiência em bloquear o sol)															
Importância															
Satisfação															
11. AJUSTE DOS ESPELHOS															
Importância															
Satisfação															
2.2 Comandos e ícones do painel						Pior Pontuação ←					Melhor Pontuação →				
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. TAMANHO DOS BOTÕES															
Importância															
Satisfação															
2. FACILIDADE DE COMPREENSÃO DOS SÍMBOLOS															
Importância															
Satisfação															
3. PROXIMIDADE DOS BOTÕES E COMANDOS															
Importância															
Satisfação															
4. LOCALIZAÇÃO DO PAINEL DE ITINERÁRIO															
Importância															
Satisfação															
5. FACILIDADE DE USO DO PAINEL DE ITINERÁRIO															
Importância															
Satisfação															
6. POSICIONAMENTO E VISIBILIDADE DO PAINEL DE INSTRUMENTOS (conta-giros, velocímetro...)															
Importância															
Satisfação															
7. POSICIONAMENTO E VISIBILIDADE DOS COMANDOS DO AR CONDICIONADO															
Importância															
Satisfação															
8. POSICIONAMENTO E VISIBILIDADE DAS TECLAS															
Importância															
Satisfação															
10. POSICIONAMENTO E ACESSO DO TACÓGRAFO															
Importância															
Satisfação															

3. Quais especificações e características você acha que o painel de instrumentos do ônibus deve ter?

4. Quais especificações e características você acha que o painel de instrumentos do ônibus não deve ter?

Obrigada pela sua participação!

Apêndice IV

Tabela com os resultados da aplicação do questionário na empresa de transporte rodoviário de passageiros

Identificação Questionário	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	Média	Desvio Padrão	Mediana		
Idade	42	46	50	49	37	32	48	32	48	34	28	30	35	43	43	29	33	35	37	47	32	48	26	29	36	41					
Tempo na empresa (em anos)	5	5	30	20	7	1,33	9	0,33	24	5	2,33	0,08	0,08	9	3	2,42	11	2	3	6	5	2,67	2	0,17	3	0,5					
Tempo motorista profissional (em anos)	20	20	24	30	15	8	20	6	12	13	6	8	5	6	24	7	11	17	7	30	11	24	3	11	15	20					
Escolaridade	EMI	EMC	EPI	EMI	EMC	EFC	ET	EMC	EPI	EMI	EMI	EMC	EPI	EPI	EPI	EMI	EFC	ESI	EMI	EMI	EMC	EFC	ESI	ESI	EPI	EPI					
Turno em que trabalha	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	N	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN				
1.1. Importância x frequência de uso dos comandos do cockpit	1. Válvula de abertura da porta	Importância	9	10	10	10	10	10	8	9	6	10	8	10	10	8	8	10	10	10	8	10	9	9	10	10	8	9,23	1,07	10	
		Frequência de uso	9	5	6	10	8	6	10	7	9	4	10	6	10	10	6	6	8	6	10	6	6	4	10	8	1	8	7,27	2,36	7,5
	2. Válvula de bloqueio do bagageiro	Importância	9	10	10	10	8	10	10	8	10	6	10	8	10	1	10	8	10	10	8	8	10	9	5	10	10	8	8,69	2,07	10
		Frequência de uso	9	5	10	10	8	10	7	8	10	4	5	1	10	1	8	7	5	10	8	7	6	2	4	9	10	8	7,00	2,86	8
	3. Freio motor	Importância	10	10	10	10	7	10	10	10	10	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	9,85	0,61	10
		Frequência de uso	10	7	10	10	6	9	10	10	10	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	9	10	10	9	10	10	9,58	0,99	10
	4. Freio de estacionamento	Importância	10	10	10	10	10	10	10	10	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	8	10	10	7	9,77	0,71	10
		Frequência de uso	10	5	10	10	6	6	10	9	10	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	9	5	6	10	4	7	8,69	2,02	10
	5. Sistema anti-fumaça	Importância																													
		Frequência de uso																													
	6. Chave geral do veículo	Importância	7	1	10	10	7	10	10	9	10	9	2	10	1	1	10	10	10	10	8	10	10	9	8	10	6	6	7,85	3,15	9,5
		Frequência de uso	7	1	10	10	4	6	9	3	10	9	1	1	1	1	1	6	5	1	8	10	3	3	4	6	3	6	4,96	3,34	4,5
	7. Piloto automático	Importância	9	6	10	9	6	9	10	9	5	9	5	8	5	5	10	5	5	9	10	10	10	9	9	10	9	10	8,12	2,03	9
		Frequência de uso	9	6	3	9	8	6	9	6	5	9	2	6	5	5	10	2	2	4	10	7	5	8	10	8	4	10	6,46	2,66	6
	8. Rádio	Importância	5	9	6	10	1	10	10	9	9	5	10	5	5	1	8	8	5	10	3	6	10	9	9	9	7	10	7,27	2,81	8,5
		Frequência de uso	5	7	1	10	2	10	8	9	9	5	7	1	5	1	8	5	5	10	3	7	5	9	8	7	5	10	6,23	2,92	7
	9. DVD	Importância	5	5	10	8	3	9	10	5	5	5	10	5	1	1	5	8	1	9	1	5	10	9	5	9	10	1	5,96	3,27	5
		Frequência de uso	5	5	6	8	1	6	6	3	5	5	8	1	1	1	10	4	1	6	1	5	5	9	2	9	9	1	4,73	2,96	5
	10. Tacógrafo	Importância	10	10	10	10	10	10	10	10	10	5	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	9	10	10	10	10	9,77	0,99	10
		Frequência de uso	10	10	10	10	10	10	10	10	10	5	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	9	10	10	10	10	9,77	0,99	10

11. Conta-giros	Importância	10	10	10	10	8	10	10	10	10	8	10	8	10	10	10	10	10	10	10	10	10	9	8	10	10	10	9,65	0,75	10
	Frequência de uso	10	10	10	10	8	6	10	10	10	8	10	9	10	10	10	7	10	10	10	10	10	9	8	10	10	10	9,42	1,10	10
12. Velocímetro	Importância	10	10	10	10	10	10	10	10	10	8	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	8	8	10	10	10	9,77	0,65	10
	Frequência de uso	10	10	10	10	9	10	10	10	10	8	10	10	10	10	10	8	10	10	10	10	10	8	8	10	10	10	9,65	0,75	10
13. Manômetro de pressão dos freios	Importância	10	10	10	10	10	8	10	10	7	8	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	7	9	10	10	10	9,58	0,95	10	
	Frequência de uso	10	10	10	10	10	8	10	9	7	8	10	8	10	10	10	6	10	10	10	10	10	5	9	10	10	10	9,23	1,39	10
14. Marcador de combustível	Importância	10	5	10	10	10	10	10	10	4	8	10	6	10	10	9	10	10	10	10	10	8	10	9	10	10	9,19	1,67	10	
	Frequência de uso	10	5	10	10	8	1	10	9	4	8	7	1	10	10	10	10	10	10	10	10	8	9	6	10	10	8,31	2,74	10	
15. Painel de indicadores de função e diagnose do veículo	Importância	10	10	10	10	10	9	10	10	10	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	9	10	10	10	9,88	0,33	10	
	Frequência de uso	10	10	10	10	10	9	9	10	10	9	10	7	10	10	10	10	10	10	10	10	7	9	8	10	10	10	9,54	0,90	10
16. Luzes de advertência	Importância	10	10	10	10	10	10	10	10	10	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	9	9	10	10	10	9,88	0,33	10	
	Frequência de uso	10	10	10	10	9	8	10	10	10	9	10	7	10	10	10	10	10	10	10	10	9	9	10	10	10	9,65	0,75	10	
17. Botão de iluminação da cabine do motorista	Importância	10	10	10	10	9	10	10	10	10	9	10	7	10	10	10	7	5	10	10	10	9	10	10	10	5	9,27	1,51	10	
	Frequência de uso	10	10	3	10	8	7	7	10	10	9	8	3	5	7	10	5	5	6	10	10	7	7	10	8	10	5	7,69	2,31	8
18. Botão de iluminação de leitura	Importância	7	10	10	10	10	10	10	10	10	9	10	7	10	10	10	8	5	10	10	10	10	9	9	10	10	5	9,19	1,52	10
	Frequência de uso	7	10	2	10	8	10	4	8	10	9	7	7	10	9	10	5	10	10	10	10	7	9	9	10	10	5	8,31	2,22	9
19. Botão de iluminação de bagageiro	Importância	10	10	10	10	10	10	10	9	10	9	10	8	10	10	10	8	10	10	10	10	9	10	10	10	7	9,62	0,80	10	
	Frequência de uso	10	10	2	10	8	9	6	9	10	9	10	4	10	6	10	5	10	10	10	10	7	7	10	10	10	7	8,42	2,25	10
20. Botão de iluminação de manutenção	Importância	10	1	10	9	10	6	10	9	10	9	10	7	10	10	9	10	10	10	10	10	9	7	10	10	5	8,88	2,12	10	
	Frequência de uso	10	1	10	9	1	5	7	8	10	9	3	1	1	1	3	5	5	10	10	7	6	3	5	10	2	5	5,65	3,41	5
21. Botão de iluminação de número de poltrona	Importância	10	10	10	10	10	10	10	9	10	9	10	7	10	10	10	10	10	10	10	10	9	10	10	10	5	9,58	1,14	10	
	Frequência de uso	10	10	6	10	10	5	10	8	10	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	9	10	10	10	5	9,31	1,54	10	
22. Botão de iluminação de corredor	Importância	10	10	10	10	10	9	10	9	10	9	10	7	10	10	10	10	5	10	10	10	9	10	10	10	5	9,35	1,44	10	
	Frequência de uso	10	10	6	10	7	6	6	8	10	9	10	10	10	10	10	6	5	10	10	10	7	9	10	9	10	5	8,58	1,86	10
23. Botão de iluminação salão	Importância	10	10	10	10	10	10	10	9	10	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	9	10	10	10	5	9,69	1,01	10	
	Frequência de uso	10	10	6	10	7	6	8	8	10	9	10	8	10	10	10	6	10	10	10	10	7	9	10	9	10	5	8,77	1,63	10

24. Botão de ventilação defroster	Importância	10	10	10	10	8	10	10	9	10	9	10	8	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	9,58	1,10	10
	Frequência de uso	10	10	6	9	8	6	9	6	10	9	9	6	10	6	7	5	5	10	10	10	7	8	9	9	6	10	10	10	8,08	1,81	9
25. Botão de refrigeração defroster	Importância	10	10	6	10	10	10	9	10	9	10	8	10	10	10	10	8	10	10	10	9	9	10	10	10	10	10	10	9,54	0,95	10	
	Frequência de uso	10	10	5	10	1	10	9	6	10	9	10	6	10	6	9	5	8	10	10	10	7	9	5	10	6	10	10	8,12	2,41	9	
26. Botão de aquecimento defroster	Importância	10	10	6	10	10	10	9	10	9	10	8	10	10	10	10	5	10	8	10	10	7	9	10	10	10	10	9,27	1,37	10		
	Frequência de uso	10	10	6	10	1	6	7	6	10	9	8	6	10	6	7	5	5	10	8	10	7	7	5	9	6	10	7,46	2,28	7		
27. Botão de limpador de para-brisas	Importância	10	10	10	10	10	10	9	10	9	10	10	10	10	10	10	9	10	10	10	9	10	10	10	10	10	10	9,85	0,37	10		
	Frequência de uso	10	10	6	10	9	7	6	5	10	9	10	6	6	5	8	5	10	8	10	10	7	8	10	9	6	10	8,08	1,92	8,5		
28. Botão de farol de milha	Importância	10	10	8	10	7	10	10	8	5	9	10	9	10	10	8	5	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	9,19	1,50	10		
	Frequência de uso	10	10	7	10	5	10	8	7	5	9	10	6	6	10	9	4	5	10	10	10	7	8	10	10	10	10	8,31	2,05	9,5		
29. Botão de farol de neblina	Importância	10	10	10	10	7	10	10	9	10	9	10	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	9,77	0,65	10		
	Frequência de uso	10	10	4	10	5	10	7	7	10	9	10	6	6	10	8	5	10	10	10	10	7	8	10	9	10	10	8,50	1,96	10		
30. Botão do banheiro WC	Importância	10	10	10	10	9	1	10	9	10	9	10	6	10	10	9	10	8	10	10	9	10	10	8	10	10	5	8,96	2,07	10		
	Frequência de uso	10	10	6	10	10	1	10	5	10	9	8	1	6	6	7	6	8	10	10	8	7	10	5	9	10	5	7,58	2,69	8		
31. Botão da cafeteria	Importância																															
	Frequência de uso																															
32. Botão da geladeira	Importância	10	10	10	10	10	10	10	8	10	9	10	6	10	10	9	7	5	10	10	10	10	9	9	10	10	1	8,96	2,11	10		
	Frequência de uso	10	10	5	10	5	10	10	4	10	9	10	4	10	1	4	5	5	7	10	8	7	9	5	10	10	1	7,27	3,00	8,5		
33. Acessibilidade	Importância	10	6	6	10	10	9	10	8	1	9	5	9	10	10	10	8	5	10	8	8	10	9	10	8	10	9	8,38	2,19	9		
	Frequência de uso	10	6	2	8	10	9	10	6	1	9	5	6	10	1	2	5	5	9	8	5	10	6	8	5	7	9	6,62	2,87	6,5		
34. Botão de painel eletrônico	Importância	10	6	6	10	6	10	10	7	1	9	10	6	10	4	7	7	5	10	10	8	10	9	5	10	10	10	7,92	2,46	9		
	Frequência de uso	10	6	6	10	6	4	10	5	1	9	10	2	10	4	3	5	3	10	10	8	6	9	5	9	10	10	6,96	2,97	7		
35. Botão de campainha	Importância	10	10	10	10	10	10	10	10	9	10	6	10	10	10	6	8	10	8	10	10	9	10	10	10	10	10	9,27	1,46	10		
	Frequência de uso	10	10	5	10	10	10	10	10	10	9	10	2	10	10	4	5	8	6	8	10	6	5	10	10	10	5	8,19	2,50	10		
36. Painel de itinerário	Importância	10	10	10	10	10	10	10	10	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	9,96	0,20	10	
	Frequência de uso	10	10	10	10	10	10	10	10	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	9,96	0,20	10	
37. Ar condicionado	Importância	10	10	10	10	10	10	10	10	4	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	9,77	1,18	10		
	Frequência de uso	10	10	10	10	10	10	10	10	4	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	9,77	1,18	10		
38. Calefação	Importância	10	10	10	10	8	10	10	10	10	9	10	10	10	10	10	8	7	10	10	10	10	8	10	10	10	10	9,62	0,85	10		
	Frequência de uso	10	10	1	10	3	10	10	8	10	9	10	6	10	6	10	5	7	10	10	10	8	6	10	10	10	10	8,42	2,50	10		

Comandos e ações do	2.1 Condições de conforto da cabine do motorista	1. Conforto do banco do motorista	Importância	10	10	10	10	10	10	10	7	4	10	10	7	10	8	6	3	10	10	7	10	8	10	10	8	10	8,77	2,01	10	
			Satisfação	10	6	10	7	6	4	5	10	7	4	8	6	7	10	1	5	3	5	10	6	8	8	9	8	8	5	6,77	2,39	7
		2. Regulagens do banco do motorista	Importância	10	10	10	10	10	10	10	10	9	4	10	10	7	10	10	10	8	10	10	10	10	8	10	10	8	10	9,38	1,39	10
			Satisfação	10	10	10	10	9	10	4	10	9	4	3	8	7	10	8	10	8	5	10	10	8	8	10	8	8	5	8,15	2,20	8,5
		3. Espaço interno da cabine do motorista	Importância	10	10	6	10	10	10	10	10	9	1	10	8	10	10	10	6	3	10	10	10	10	6	10	10	8	10	8,73	2,41	10
			Satisfação	10	10	6	7	10	5	6	9	9	1	2	6	10	10	8	5	3	4	10	10	5	6	10	10	8	5	7,12	2,80	7,5
		4. Facilidade de acesso da cabine do motorista	Importância	10	10	10	10	10	10	10	9	10	2	10	8	6	10	10	10	3	10	10	10	10	7	10	10	9	10	9,00	2,17	10
			Satisfação	7	10	6	8	8	1	6	9	10	2	4	6	6	10	10	10	3	6	10	10	7	7	10	9	9	8	7,38	2,64	8
		5. Posicionamento dos pedais	Importância	10	10	9	10	10	10	10	10	10	9	10	9	8	10	9	10	10	10	10	9	10	7	10	10	10	10	9,62	0,75	10
			Satisfação	10	10	9	10	10	10	6	9	10	9	10	7	8	10	9	10	10	6	10	9	9	7	10	8	10	10	9,08	1,29	10
		6. Posicionamento do volante	Importância	10	6	10	10	10	10	10	10	10	4	10	9	8	10	10	7	7	10	10	6	10	9	10	10	10	10	9,08	1,67	10
			Satisfação	10	6	9	10	9	10	10	9	10	4	5	9	8	10	10	5	7	10	10	5	10	9	10	9	10	5	8,42	2,06	9
		7. Regulagem do volante	Importância	10	6	10	10	10	10	10	10	10	4	10	9	7	6	10	10	8	10	10	10	10	8	10	10	10	10	9,15	1,64	10
			Satisfação	10	6	10	10	10	10	10	9	10	4	4	8	7	7	10	10	8	10	10	10	10	8	10	10	10	6	8,73	1,93	10
		8. Posicionamento do câmbio	Importância	10	10	10	10	10	10	10	9	10	9	10	10	10	10	9	10	7	6	10	10	10	8	10	10	10	10	9,69	0,74	10
			Satisfação	10	10	10	10	10	10	9	9	10	9	10	8	10	10	8	10	7	6	10	10	10	8	10	9	10	10	9,35	1,09	10
		9. Climatização da cabine do motorista	Importância	10	6	10	10	10	10	10	9	3	1	10	10	10	10	10	10	2	10	8	4	10	6	10	10	10	10	8,42	2,84	10
			Satisfação	10	6	8	9	7	10	4	8	3	1	4	8	10	10	7	5	2	5	8	4	1	6	5	7	7	5	6,15	2,71	6,5
		10. Ausência de ruído na cabine do motorista	Importância	10	6	10	10	10	10	10	10	9	2	10	10	10	10	10	10	7	10	8	4	10	5	9	10	10	10	8,85	2,20	10
			Satisfação	10	6	9	7	7	10	4	10	9	2	3	8	10	10	10	5	7	6	8	4	1	5	9	8	6	6	6,92	2,65	7
		11. Quebra sol	Importância	10	5	10	10	10	10	10	10	8	1	10	10	6	10	10	10	3	10	10	10	10	6	10	10	10	10	8,81	2,48	10
			Satisfação	10	5	9	8	9	10	8	10	8	1	10	8	6	10	9	6	3	4	10	5	10	6	5	8	5	3	7,15	2,65	8
		12. Ajuste de espelhos	Importância	10	10	10	10	10	10	10	10	8	6	10	10	10	10	10	10	2	10	10	10	10	8	10	10	10	10	9,38	1,77	10
			Satisfação	10	1	8	10	9	10	7	10	8	6	5	7	10	10	7	5	2	4	10	10	6	8	10	8	10	3	7,46	2,75	8
1. Tamanho dos botões	Importância	10	10	10	10	7	10	10	10	10	10	10	8	5	10	8	10	7	10	10	10	10	6	10	10	10	10	9,27	1,46	10		
	Satisfação	10	1	9	9	10	10	10	9	10	10	10	8	5	10	8	8	7	8	10	10	9	6	10	10	10	10	8,73	2,09	10		
2. Facilidade de	Importância	10	10	10	10	10	10	10	9	9	7	10	10	2	10	10	10	6	10	10	10	10	10	7	9	10	10	10	9,19	1,83	10	

compreensão dos símbolos	Satisfação	10	6	8	10	10	10	9	9	9	7	8	8	2	5	10	8	6	8	10	10	10	7	9	10	10	10	8,42	1,98	9
	Importância	10	10	10	10	10	10	10	9	9	7	10	7	10	10	10	10	6	10	10	10	10	9	10	10	10	10	10	9,50	1,10
3. Proximidade dos botões e comandos	Satisfação	10	1	8	10	10	10	10	8	9	7	10	7	10	10	10	6	8	10	10	10	9	9	9	10	10	10	8,88	1,99	10
	Importância	10	10	10	10	10	10	10	9	10	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	9	10	10	10	10	9,88	0,33	10
4. Localização do painel de itinerário	Satisfação	10	5	9	10	8	3	8	9	10	9	10	8	10	10	1	5	10	9	10	10	10	9	9	8	10	10	8,46	2,37	9
	Importância	10	10	10	10	10	10	10	9	9	9	10	10	6	10	10	10	10	10	10	10	10	9	9	10	10	10	9,65	0,85	10
5. Facilidade de uso do painel de itinerário	Satisfação	10	5	8	10	9	10	10	9	9	9	10	8	6	10	6	5	10	8	10	10	10	9	9	9	10	10	8,81	1,60	9
	Importância	10	10	10	10	10	10	10	10	10	4	10	10	9	10	10	10	8	10	10	10	10	9	10	10	10	10	9,62	1,24	10
6. Posicionamento e visibilidade do painel de instrumentos	Satisfação	10	10	10	7	8	10	8	9	10	4	7	7	9	10	10	10	8	5	10	6	8	9	10	10	9	4	8,38	1,92	9
	Importância	10	10	10	10	9	10	10	9	8	8	10	8	10	10	10	10	10	10	10	10	10	9	10	10	10	10	9,65	0,69	10
7. Posicionamento e visibilidade dos comandos do ar condicionado	Satisfação	10	1	7	7	9	10	8	9	8	8	10	8	5	10	8	6	10	9	10	10	6	9	6	8	10	10	8,15	2,11	8,5
	Importância	10	10	10	10	10	10	10	9	9	8	10	8	10	10	10	10	8	10	10	9	10	6	10	10	10	10	9,50	0,99	10
8. Posicionamento e visibilidade dos comandos da carroceria	Satisfação	10	1	9	8	10	10	9	9	9	8	10	8	10	8	2	6	8	8	10	9	1	6	9	9	10	10	7,96	2,69	9
	Importância	10	10	10	10	8	10	10	9	9	8	10	8	5	10	10	10	8	10	10	9	10	7	9	10	10	10	9,23	1,24	10
9. Posicionamento e acesso das teclas relacionadas ao chassi	Satisfação	10	5	10	9	8	10	10	9	9	8	6	8	10	10	8	5	8	9	10	9	10	6	9	10	10	10	8,69	1,59	9
	Importância	10	10	10	10	10	10	10	9	10	3	10	10	10	10	10	9	10	10	10	7	10	8	10	10	10	10	9,46	1,50	10
10. Posicionamento e acesso do tacógrafo	Satisfação	10	10	10	7	10	10	8	9	10	3	8	8	10	10	9	5	10	9	10	7	4	8	10	8	5	10	8,38	2,08	9

Legenda: D = diurno; N = noturno; DN = diurno e noturno; EFI = Ensino fundamental incompleto; EFC = Ensino fundamental completo; EMI = Ensino médio incompleto; EMC = Ensino médio completo; ET = Ensino técnico; ESI = Ensino superior incompleto.

Apêndice V

Tabela com os resultados da aplicação do questionário na empresa de transporte urbano de passageiros

Identificação Questionário		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	Mediana	Desvio Padrão	Mediana		
Idade		38	40	57	37	40	34	28	54	27	46	34	51	28	38	53	32	49	48	29	33	34	47	23	37	40	44	39	39,26	9,03	38		
Tempo na empresa (em anos)		4,17	13	11	15	19	4	1,25	12	2	1,5	13	24	1,5	10	14	2,5	6	15	10	6	13	6	5	8	13	5	4	8,85	5,88	8		
Tempo motorista profissional (em anos)		9	22	39	10	7	1	5	23	2	1,5	5	17	5	2	28	12	25	27	5	1,75	5	10	2	7	15	12	12	11,49	9,95	9		
Escolaridade		EMI	EMI	ERC	ERC	EMI	EMC	EMC	ERC	EMC	EMC	EMC	EMC	EMC	EMI	EPI	EMC	ERC	EPI	EMC	ERC	EPI	EMC	EMC	EMC	EMC	EPI	EMC					
Turno em que trabalha		D	D	D	D	D	DN	D	N	N	N	N	N	N	D	N	N	D	D	N	D	D	D	N	D	D	D	DN					
1.1. Importância e frequência de uso dos comandos do cockpit	1. Válvula de abertura da porta dianteira	Importância	9	10	10	5	9	9	10	10	10	5	10	5	9	10	10	10	8	10	5	7	10	8	10	5	10	10	10	8,67	1,94	10	
		Frequência de uso	9	10	10	10	8	9	10	10	10	6	10	10	10	10	10	9	9	10	10	8	10	9	10	10	9	10	10	10	9,48	0,94	10
	2. Válvula de abertura da porta traseira	Importância	9	10	10	5	8	9	10	10	10	10	10	10	9	10	10	9	8	10	5	7	10	8	10	5	10	10	10	8,96	1,65	10	
		Frequência de uso	9	10	10	10	10	9	10	10	10	10	10	10	10	9	10	10	9	9	9	10	8	10	9	10	10	9	10	10	9,63	0,56	10
	3. Freio motor	Importância	10	10	10	5	10	9	10	10	10	10	10	10	10	7	10	9	10	10	10	8	10	10	10	10	10	10	8	10	9,48	1,19	10
		Frequência de uso	10	10	10	10	10	9	10	10	10	10	10	10	10	6	10	8	10	10	10	8	10	10	10	10	7	10	7	10	9,44	1,15	10
	4. Freio de estacionamento	Importância	10	10	10	4	10	9	10	10	10	8	10	10	10	10	10	9	7	10	10	8	10	10	10	10	10	10	10	10	9,44	1,34	10
		Frequência de uso	10	8	10	9	10	9	6	8	10	8	10	10	10	10	7	8	10	8	5	6	4	5	1	10	10	9	10	10	8,19	2,34	9
	5. Chave geral do veículo	Importância	10	10	10	4	10	9	10	10	10	10	10	10	9	10	10	8	5	10	10	6	10	10	10	7	10	8	10	10	9,11	1,69	10
		Frequência de uso	10	1	5	8	8	9	2	2	10	1	10	5	9	7	1	1	5	8	5	4	5	2	1	3	6	6	1	10	10	5,00	3,21
	6. Tacógrafo	Importância	10	10	10	5	10	9	6	10	10	10	10	10	9	10	10	6	8	10	10	3	10	10	10	10	10	10	8	10	9,04	1,87	10
		Frequência de uso	10	10	10	10	10	9	6	1	10	1	10	10	9	10	10	6	9	9	8	4	10	1	10	4	10	10	10	10	8,04	3,11	10
	7. Conta-giros	Importância	10	10	10	4	10	10	10	10	10	7	10	5	9	10	6	8	8	9	5	8	8	8	5	7	9	9	10	10	8,33	1,90	9
		Frequência de uso	10	8	10	9	10	10	10	10	10	7	10	5	9	10	6	8	9	10	8	8	10	8	5	10	9	10	10	10	8,85	1,56	10
	8. Velocímetro	Importância	10	10	10	5	10	10	10	10	10	9	10	10	10	10	10	9	9	10	6	8	10	10	10	7	10	10	10	10	9,37	1,33	10
		Frequência de uso	10	10	10	10	10	10	10	10	10	7	10	10	10	10	10	9	9	10	8	8	10	10	10	10	10	10	10	10	10	9,67	0,78
	9. Manômetro de pressão dos freios	Importância	10	10	10	5	10	10	10	10	10	9	10	10	10	10	10	8	8	10	8	8	10	10	10	10	10	10	9	10	9,44	1,15	10
		Frequência de uso	10	10	10	9	8	10	10	10	10	7	10	10	10	10	10	8	8	10	8	8	8	9	5	10	10	10	10	10	9,19	1,27	10
	10. Marcador de combustível	Importância	9	10	5	4	7	10	5	10	5	5	10	10	9	10	10	5	4	9	7	1	6	3	10	6	10	9	10	10	7,37	2,73	9
		Frequência de uso	9	1	3	10	1	10	5	10	5	5	10	10	9	10	10	2	4	9	3	1	6	3	5	4	10	7	10	10	6,37	3,39	6

conforto da cabine do	11. Painel de indicadores de função e diagnóstico do veículo	Importância	10	10	10	5	10	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	6	10	10	7	8	10	10	10	10	10	10	9,44	1,34	10	
		Frequência de uso	10	10	10	10	8	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	9	6	9	10	7	10	10	7	10	10	9	5	9,22	1,40
	12. Luzes de advertência	Importância	10	10	10	5	10	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	8	7	10	10	7	8	10	10	9	10	10	9,37	1,28	10	
		Frequência de uso	10	9	10	10	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	2	7	10	10	7	10	8	7	7	10	7	5	8,78	1,97	10
	13. Botão de iluminação da cabine do motorista	Importância	10	10	10	4	10	9	7	10	10	10	7	10	6	10	10	7	5	9	4	6	6	7	10	8	8	6	10	8,11	2,06	9
		Frequência de uso	10	7	2	9	9	9	7	10	10	8	7	5	6	10	1	5	5	9	4	5	6	3	3	10	8	10	1	6,63	2,94	7
	14. Botão de iluminação salão	Importância	10	10	10	4	10	10	7	10	10	9	10	10	9	10	10	10	9	10	7	7	10	10	10	9	9	10	10	9,26	1,43	10
		Frequência de uso	10	9	10	9	8	10	10	10	10	9	10	10	9	10	10	10	9	9	9	7	10	10	10	10	9	10	10	9,52	0,75	10
	15. Botão de limpador de para-brisas	Importância	10	10	10	4	10	9	10	10	10	9	10	10	8	10	10	9	8	10	8	6	9	10	10	10	8	10	10	9,19	1,44	10
		Frequência de uso	10	9	10	9	8	9	10	10	10	6	10	10	8	10	10	9	7	9	8	6	8	10	5	8	8	10	6	8,63	1,52	9
	16. Luz de campainha	Importância	10	10	10	5	10	9	9	10	10	9	10	10	10	10	10	10	8	10	8	8	10	10	10	10	7	10	10	9,37	1,21	10
		Frequência de uso	10	10	10	10	10	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	9	10	8	9	10	10	10	10	7	10	10	9,70	0,72	10
	17. Luz de campainha cadeirante	Importância	10	10	10	4	10	10	10	10	10	9	10	10	8	10	10	8	6	10	8	6	10	7	10	6	9	8	10	8,85	1,70	10
		Frequência de uso	10	10	5	9	10	10	5	10	10	10	10	5	8	8	10	6	6	9	8	6	10	4	1	6	9	10	7	7,85	2,44	9
	18. Botão do insuflador / exaustor	Importância	10	10	5	3	10	10	10	10	6	9	6	10	6	10	1	8	4	10	4	1	8	9	10	7	8	10	10	7,59	2,93	9
		Frequência de uso	10	6	1	7	10	10	5	10	6	9	6	10	6	9	1	8	4	8	4	1	8	7	4	7	6	10	1	6,44	3,02	7
	19. Botão de sirene de marcha-ré	Importância	10	10	10	5	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	9	9	10	10	7	10	10	1	10	8	10	10	9,22	2,01	10
		Frequência de uso	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	9	9	10	10	8	7	10	1	10	10	9	10	9,37	1,82	10
	20. Botão de desembaçador defroster	Importância	10	10	10	4	10	4	10	5	1	8	9	10	6	10	10	8	6	8	6	1	8	7	10	1	8	10	10	7,41	3,02	8
		Frequência de uso	10	7	5	9	5	4	6	5	1	7	9	10	6	8	10	7	6	5	6	1	8	5	5	1	7	4	7	6,07	2,54	6
	21. Itinerário	Importância	10	10	10	5	10	2	10	10	10	8	10	10	10	10	10	10	8	10	6	8	10	10	10	7	9	10	10	9,00	1,96	10
		Frequência de uso	10	8	10	10	10	2	10	10	10	8	10	10	10	10	10	10	8	10	8	8	10	10	10	10	9	10	10	9,30	1,66	10
22. Botão de iluminação de manutenção do motor	Importância	10	10	5	4	10	9	10	10	1	5	10	10	8	10	10	8	4	10	8	3	8	6	1	7	8	10	10	7,59	2,93	8	
	Frequência de uso	10	7	1	9	2	9	4	1	1	1	10	5	8	10	10	6	4	7	8	3	8	2	1	2	7	10	1	5,44	3,51	6	
1. Conforto do banco do motorista	Importância	10	10	10	5	10	7	10	10	1	10	10	10	6	8	10	10	8	10	4	5	10	10	10	10	10	10	10	8,67	2,42	10	
	Satisfação	8	10	8	10	8	7	5	2	1	8	8	10	5	6	1	7	7	6	4	5	7	6	3	3	7	7	10	6,26	2,63	7	
2. Regulagens do banco do motorista	Importância	10	10	10	4	10	7	10	10	2	10	10	10	5	10	10	10	8	10	4	5	10	10	10	10	10	10	10	8,70	2,43	10	
	Satisfação	9	10	3	9	8	7	5	5	2	8	8	10	5	8	1	7	8	4	4	5	7	2	3	5	7	8	10	6,22	2,64	7	

2.2 Comandos e ícones do painel	3. Espaço interno da cabine do motorista	Importância	10	10	10	5	10	9	10	10	10	8	10	10	7	10	10	10	8	9	5	4	10	9	10	10	8	10	10	8,96	1,76	10
		Satisfação	10	10	10	10	9	9	10	10	10	4	8	5	7	8	1	9	8	7	5	4	9	9	10	3	6	9	10	7,78	2,56	9
	4. Facilidade de acesso da cabine do motorista	Importância	10	10	10	4	10	4	10	10	10	8	10	10	8	10	10	9	8	9	4	3	10	10	10	6	8	10	10	8,56	2,28	10
		Satisfação	10	10	10	9	7	4	10	10	10	6	8	10	7	7	10	9	8	9	4	3	8	2	10	5	6	10	10	7,85	2,48	9
	5. Posicionamento dos pedais	Importância	10	10	10	4	10	10	10	10	10	9	10	10	9	10	10	9	7	10	4	6	10	10	10	8	10	10	10	9,11	1,78	10
		Satisfação	10	10	10	9	9	10	10	10	10	8	8	5	9	9	10	9	7	10	4	6	10	10	5	4	10	7	10	8,48	2,03	9
	6. Posicionamento do volante	Importância	10	10	10	5	10	10	10	10	10	9	10	10	8	10	10	10	9	10	7	7	10	10	10	8	10	10	10	9,37	1,28	10
		Satisfação	10	10	10	10	9	10	7	10	10	8	8	10	8	9	10	9	9	9	7	7	9	10	10	6	10	10	10	9,07	1,21	10
	7. Posicionamento do câmbio	Importância	10	10	10	5	10	10	10	10	10	9	10	10	8	10	10	10	10	10	5	7	10	9	10	10	8	10	10	9,30	1,46	10
		Satisfação	10	10	10	10	9	10	10	10	10	9	10	10	8	10	10	10	10	9	5	7	10	9	10	6	8	10	10	9,26	1,35	10
	8. Climatização da cabine do motorista	Importância	10	10	10	3	10	10	10	10	2	10	10	10	8	10	10	10	6	10	5	4	10	10	10	10	7	10	10	8,70	2,46	10
		Satisfação	10	1	2	7	7	10	5	10	2	6	8	10	8	7	5	6	6	6	5	4	5	1	1	1	7	8	10	5,85	3,01	6
	9. Ausência de ruído na cabine do motorista	Importância	10	10	10	3	10	7	10	10	8	10	10	10	6	10	10	9	9	10	3	6	10	9	10	10	8	10	10	8,81	2,08	10
		Satisfação	10	9	2	8	5	7	5	10	8	6	6	5	6	3	1	7	9	4	3	7	6	3	1	3	8	5	10	5,81	2,70	6
	10. Quebra sol	Importância	10	10	10	4	10	9	10	10	10	9	10	10	8	10	10	10	7	10	8	6	10	8	10	10	8	10	10	9,15	1,51	10
		Satisfação	10	10	10	9	8	9	4	10	10	9	10	10	8	8	10	8	7	8	4	6	8	8	10	5	8	3	10	8,15	2,09	8
	11. Ajuste de espelhos	Importância	10	10	10	4	10	6	10	10	10	10	10	10	9	10	10	10	8	10	8	6	10	10	10	10	9	10	10	9,26	1,56	10
		Satisfação	8	10	10	8	8	6	8	10	10	6	10	10	9	8	10	8	8	7	4	6	8	10	5	3	9	5	10	7,93	2,06	8
	1. Tamanho dos botões	Importância	10	10	10	4	9	9	7	10	10	6	10	10	8	10	10	9	7	10	5	6	10	10	10	5	9	10	10	8,67	1,92	10
		Satisfação	10	10	10	9	9	9	9	10	10	4	10	10	8	10	10	9	7	8	3	7	10	10	10	4	9	10	10	8,70	2,03	10
	2. Facilidade de compreensão dos símbolos	Importância	10	10	10	3	10	10	10	10	10	9	10	10	9	10	10	9	5	10	10	7	10	10	10	10	9	10	10	9,30	1,68	10
		Satisfação	10	10	10	7	9	10	10	10	10	5	9	10	9	8	10	8	5	7	4	7	8	10	3	5	9	10	10	8,26	2,16	9
	3. Proximidade dos botões e comandos	Importância	10	10	10	4	10	10	6	10	10	10	9	10	10	10	10	10	7	10	8	7	10	9	10	8	8	10	10	9,11	1,55	10
		Satisfação	10	10	10	8	9	10	10	10	10	6	9	10	10	10	10	9	7	7	3	7	8	7	10	5	8	9	10	8,59	1,85	9
4. Localização do painel de itinerário	Importância	10	10	10	2	10	1	7	10	2	8	9	10	9	10	10	10	4	10	9	5	10	10	10	8	8	10	10	8,22	2,83	10	
	Satisfação	10	7	2	6	10	1	10	2	2	7	9	2	9	10	5	6	6	3	3	5	5	1	10	6	8	9	2	5,78	3,18	6	
5. Facilidade de uso do painel de itinerário	Importância	10	10	10	3	10	1	10	10	1	9	9	10	9	10	10	10	6	10	8	6	10	10	10	8	8	10	10	8,44	2,72	10	
	Satisfação	10	9	2	8	10	1	10	10	1	7	9	2	9	7	5	6	6	2	3	6	5	2	10	5	8	7	2	6,00	3,16	6	
6. Posicionamento	Importância	10	10	10	3	10	10	10	10	6	7	10	10	9	10	10	10	7	10	9	6	10	8	10	8	9	10	10	8,96	1,76	10	

e visibilidade do painel de instrumentos	Satisfação	10	10	10	7	10	10	10	10	6	9	10	10	9	10	10	8	7	10	5	6	9	6	10	7	9	10	10	8,81	1,64	10
7. Posicionamento e visibilidade dos comandos do ar condicionado	Importância	10	10	10	2	9	1	10	10	5	10	10	10	9	10	10	9	6	10	6	6	10	10	10	10	8	10	10	8,56	2,55	10
	Satisfação	10	10	10	7	7	1	6	2	5	8	10	3	9	9	5	6	6	4	4	6	5	5	5	3	8	8	10	6,37	2,63	6
8. Posicionamento e visibilidade das teclas	Importância	10	10	10	3	9	1	10	10	1	10	9	10	9	10	10	10	6	10	5	6	10	9	10	8	9	10	10	8,33	2,79	10
	Satisfação	10	10	10	7	9	1	7	10	1	8	9	10	9	10	10	9	6	8	6	6	6	7	10	6	9	10	10	7,93	2,53	9
9. Posicionamento e acesso do tacógrafo	Importância	10	10	10	4	10	10	8	10	10	10	10	10	9	10	10	9	8	10	8	4	10	6	10	7	9	10	10	8,96	1,79	10
	Satisfação	10	10	10	7	10	10	10	10	10	10	10	10	9	10	10	9	8	9	7	4	8	4	10	7	9	10	10	8,93	1,75	10

Legenda: D = diurno; N = noturno; DN = diurno e noturno; EFI = Ensino fundamental incompleto; EFC = Ensino fundamental completo; EMI = Ensino médio incompleto; EMC = Ensino médio completo.

Apêndice VI

Listagem da representação dos comandos utilizados na dinâmica do protótipo de papel



Velocímetro



Comando das luzes externas dianteiras



Conta-giros



Manômetro de pressão do óleo



Freio de estacionamento



Marcador de combustível



Manômetro de pressão dos freios



Manipulos de abertura das portas



Chave seletora DVD e rádio



Manipulos de bloqueio do bagageiro



Pisca Alerta



Desembaçador de espelhos



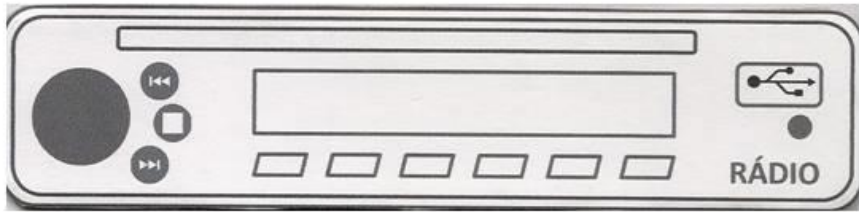
Painel eletrônico de mensagens do salão



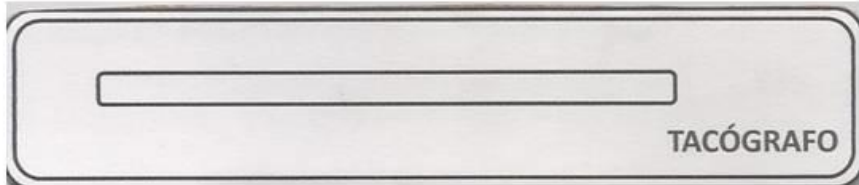
Farol day time running



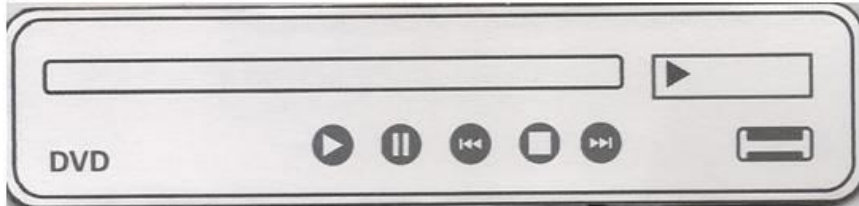
Limpador de para-brisas auxiliar



Rádio



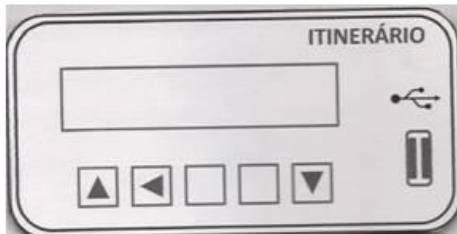
Tacógrafo



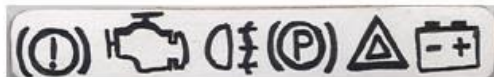
DVD



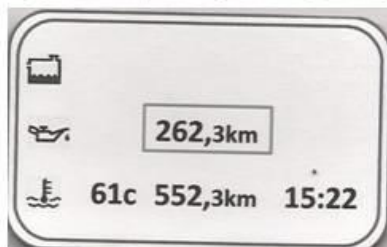
Ar-condicionado



Itinerário







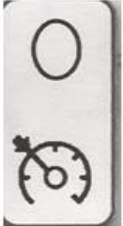
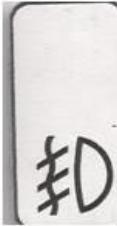









Luzes de advertência



Painel de indicadores de função e diagnose do veículo



Controle de intensidade de iluminação interna

	Luz de campainha da porta do cadeirante		Luz de campainha de parada solicitada
	Regulagem altura da carroceria		Check (conferência das luzes do veículo)
	Suspensão a ar		Farol de neblina traseiro
	Piloto automático		Farol de neblina dianteiro
	Luz de leitura da cabine do motorista		Defroster
	Iluminação noturna do salão		Calefação
	Farol de neblina dianteiro		Desembaçador do teto solar
	Iluminação da cabine do motorista		Banheiro
	Farol de neblina traseiro		Iluminação de número de poltrona

	Calefação		Ventilação defroster
	Campainha		Delimitadoras
	Acessibilidade		Iluminação de manutenção
	Damper defroster		Calefação motorista
	Ventilação de climatização		Iluminação dos degraus DD
	Iluminação piso inferior DD		Itinerário
	Exaustor do salão		Refrigeração defroster
	Calefação DD e LD		Sirene marcha ré
	Calefação piso simples		Limpador para-brisa DD e LD
	Iluminação bagageiro		Iluminação de corredor piso simples
	Iluminação do salão principal		Iluminação de leitura
	Climatização		Calefação DD e LD