

## 4 Testes

A aplicação desenvolvida foi testada por dois grupos de usuários distintos. Em um primeiro momento os testes foram realizados com a equipe do LINPES/IPUB composta por alunos de psiquiatria, psiquiatras, professores e doutores. Estes são os mesmos profissionais que usarão a aplicação em um conjunto de pacientes para avaliação da eficiência do tratamento com exposição com realidade virtual. Em um segundo momento os testes foram realizados com um grupo de pessoas sem relação alguma com a área de psiquiatria e de fobias. O objetivo da realização dos testes com esse segundo grupo foi a coleta de dados “isentos” (isto é, sem um conhecimento aprofundado do assunto, ou expectativas com relação ao uso da aplicação no tratamento de fobias) para a comparação com os dados obtidos a partir dos testes realizados com o primeiro grupo. Os usuários participaram voluntariamente dos testes, interagindo com a aplicação, participando de entrevistas e respondendo a questionários para a avaliação do sentimento de presença que a aplicação proporciona.

Não houve tempo para aguardar a avaliação do resultado do tratamento com os pacientes, pois este exige protocolos e autorizações, e também entendemos que a análise da eficiência do tratamento em si foge do escopo de uma dissertação da área de informática. Assim, nos limitamos a avaliar o sentimento de presença fornecido pela ferramenta do ponto de vista dos usuários dos dois grupos apresentados acima.

#### 4.1. Execução

Ao serem perguntados se gostariam de participar dos testes, cada usuário recebia e preenchia um Termo de Consentimento (Apêndice A) e respondia a um questionário de informações pessoais e para sabermos sua experiência com realidade virtual (Apêndice B) e com aplicações relacionadas. O uso da aplicação foi livre, cada usuário poderia fazer o que quisesse durante o tempo que quisesse, só foi pedido que em algum momento eles se dirigissem ao avião, identificassem o seu assento, assistissem ao vídeo com as instruções do voo e decolassem. A interação de cada usuário levava entre 3 e 10 minutos. Depois de terminada a interação com a aplicação o usuário respondia a mais 4 questionários, esses com o intuito de identificar o nível de presença proporcionado pela aplicação.

O uso de questionários é uma forma bastante utilizada para a medição de presença e nos permite adquirir dados a respeito da experiência do usuário tendo em vista que são compostos por conjuntos de perguntas direcionadas. Possuem um baixo custo, fácil aplicabilidade e não interrompem a experiência do usuário, pois permitem a análise e interpretação dos dados em um segundo momento pelo avaliador. Os questionários aplicados foram o *Igroup Presence Questionnaire* (IPQ), o *Simulator Sickness Questionnaire* (SSQ), o *Slater-Usoh-Steed Questionnaire* (SUS) e o *Subject Units of Discomfort Scale* (SUDS), que serão explicados nas seções que se seguem.

#### 4.2. Resultados

Um total de 24 pessoas participou dos testes. A primeira bateria de testes foi realizada com 13 pessoas, com idades variando de 21 a 58 anos, e uma média de 31 anos. A maior parte das pessoas era do sexo feminino (69%,  $n = 9$ ). No grupo havia 2 pessoas com pós-doutorado, 1 com doutorado, 6 com o ensino superior completo e o restante, 4 pessoas, com o ensino superior em curso, todos profissionais e pesquisadores da área de psiquiatria, especialistas em fobias, do Laboratório Integrado de Pesquisa do Estresse (LIMPES), do Instituto de Psiquiatria da UFRJ (IPUB). A segunda bateria de testes foi realizada com 11 pessoas, com idades variando de 26 a 46 anos, e uma média de 31 anos. Todos

eram do sexo masculino (100%, n=11). No grupo havia 1 pessoa com mestrado, 8 com o ensino superior completo e 2 com o ensino superior em curso. Nenhum deles era da alguma área relacionada ao tratamento de fobias, por outro lado, esse segundo grupo tinha, de uma maneira geral, mais experiência com aplicações 3D, especialmente jogos.

Perguntamos ao primeiro grupo com que frequência usam dispositivos de realidade virtual e 69% deles nunca haviam usado antes e 31% haviam usado raramente. Também perguntamos ao primeiro grupo com que frequência utilizam aplicações de visualização 3D, modelagem 3D ou jogos 3D e 15% deles nunca utilizou nenhuma das aplicações acima, 77% deles já utilizou raramente alguma dessas aplicações e 8% deles afirmou utilizar alguma dessas aplicações pelo menos uma vez a cada 15 dias.

Do segundo grupo, 46% nunca havia usado dispositivos de realidade virtual, 27% havia usado raramente, 18% utilizava pelo menos uma vez a cada 15 dias e 9% utilizava pelo menos três vezes por semana. Quanto a frequência com que utilizam aplicações de visualização 3D, modelagem 3D ou jogos 3D, 9% deles já utilizou raramente alguma dessas aplicações, 9% deles afirmou utilizar alguma dessas aplicações pelo menos uma vez a cada 15 dias, 18% deles utilizou pelo menos uma vez por semana e 64% deles afirmou utilizar alguma dessas aplicações uma vez por dia.

#### **4.2.1. Igroup Presence Questionnaire (IPQ)**

O *Igroup Presence Questionnaire* (IPQ) utiliza o conceito da presença física para medir o sentimento de presença do usuário de uma aplicação de realidade virtual.

Schubert, Friedmann, & Regenbrecht (2001) argumentaram que o sentimento de presença se desenvolve da construção de um modelo mental espaço-funcional do ambiente virtual. Dois processos cognitivos contribuem para este modelo: construção, ou a representação de ações corporais como possíveis ações no ambiente virtual, e a supressão de estímulos sensoriais incompatíveis. Supõe-se que o sentido consciente da presença reflete esses dois componentes como presença e envolvimento espacial.

Para construir a primeira versão do IPQ, 75 itens de questionários publicados anteriormente (incluindo Witmer & Singer, 1998, Hendrix & Barfield, 1996, Slater-Usuh-Steed, 1994), itens de pesquisas anteriores dos autores e itens recém-concebidos foram combinados em um único questionário. A versão final do IPQ é composta por 14 itens classificados em uma escala de classificação de 5 pontos.

Em um primeiro estudo realizado com um total de 246 participantes de todas as formas de ambientes virtuais foram convidados a preencher a versão inicial de 75 itens do questionário, que foi publicado na internet. Alguns participantes foram instruídos a lembrar das últimas vezes em que usaram um ambiente virtual e a responderem todos os itens do questionário em referência a um único episódio. Outros participantes completaram o questionário depois de experimentar um ambiente virtual por meio de um *head-mounted display* (HMD) em um laboratório. A análise de fatores exploratórios revelou oito fatores, três dos quais foram identificados como fatores de presença. Estes três fatores foram: presença espacial, ou o senso de estar no ambiente virtual; envolvimento, ou a atenção aos ambientes reais e virtuais; realismo, ou o julgamento de realidade do ambiente virtual. Os outros cinco fatores foram identificados como fatores de imersão e interação.

Em um segundo estudo realizado com 296 pessoas, na intenção de replicar os resultados do primeiro estudo, somente os itens relacionados à presença e interação foram utilizados. Uma estrutura de fatores foi encontrada que se assemelhava bastante com a estrutura de fatores encontrada no primeiro estudo. Uma análise confirmatória dos fatores foi utilizada para a seleção de itens, resultando em cinco itens na escala de presença espacial, quatro itens na escala de envolvimento, três itens na escala de realismo, e um item genérico.

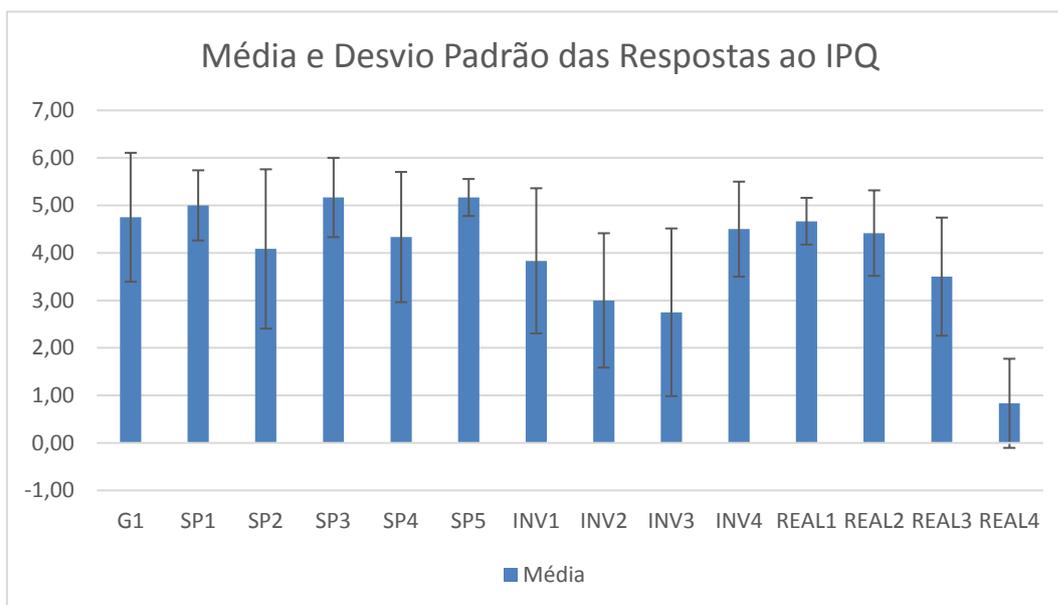
O IPQ é utilizado em diversos estudos que visam medir o sentimento de presença de usuários de aplicações de realidade virtual. Devido a essa grande utilização podemos comparar os resultados que obtivemos com os dados coletados por outros pesquisadores e que estão reunidos em um banco de dados no site do grupo (<http://www.igroup.org/projects/ipq/>). A tradução do IPQ que utilizamos neste trabalho se encontra no Apêndice 3.

Apesar de a escala do questionário variar de -3 a +3, para fins de análise e estatísticas, os valores são transformados para uma nova faixa que varia de 0 a 6,

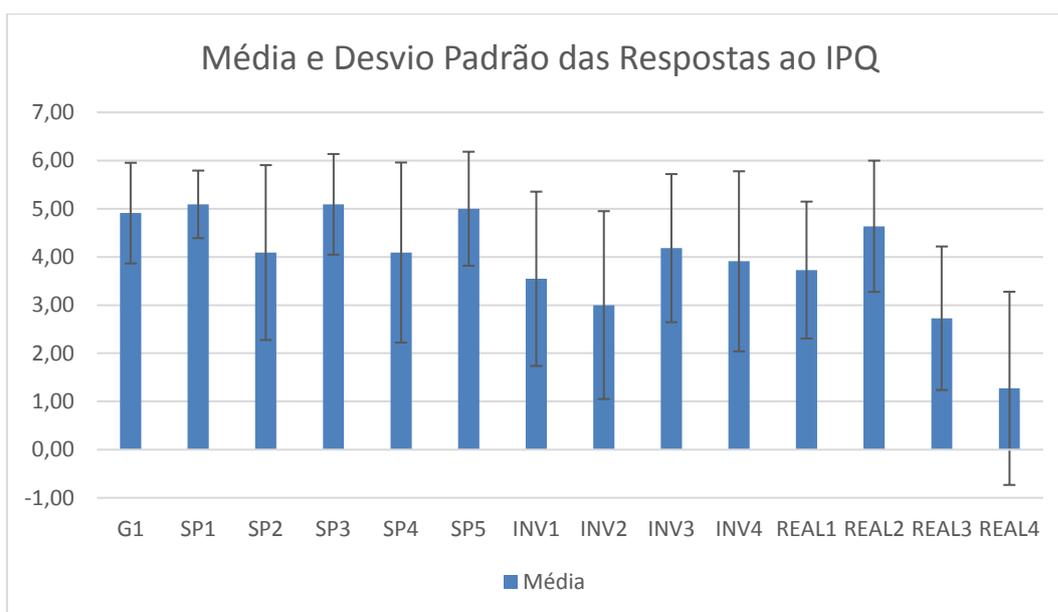
sendo 0 a pior e 6 a melhor pontuação com exceção dos itens SP2, INV3, e REAL1, que possuem uma escala invertida. A Tabela 2 e as Figuras 15 e 16 mostram a média e o desvio padrão das respostas dos usuários do nosso experimento com a aplicação desenvolvida neste trabalho, e os itens SP2, INV3, e REAL1 já estão com seus valores corrigidos.

Item do IPQ	“Atalho”	Média		Desvio Padrão	
		Grupo 1	Grupo 2	Grupo 1	Grupo 2
G1	<i>Sense of being there</i>	4,75	4,91	1,36	1,04
SP1	<i>Sense of VE behind</i>	5,00	5,09	0,74	0,70
SP2	<i>Only pictures</i>	4,08	4,09	1,68	1,81
SP3	<i>Not sense of being in v. space</i>	5,17	5,09	0,83	1,04
SP4	<i>Sense of acting in VE</i>	4,33	4,09	1,37	1,87
SP5	<i>Sense of being presente in VE</i>	5,17	5,00	0,39	1,18
INV1	<i>Awareness of real env.</i>	3,83	3,55	1,53	1,81
INV2	<i>Not aware of real env.</i>	3,00	3,00	1,41	1,95
INV3	<i>No attention to real env.</i>	2,75	4,18	1,76	1,54
INV4	<i>Attention captivated by VE</i>	4,50	3,91	1,00	1,87
REAL1	<i>VE real (real/not real)</i>	4,67	3,73	0,49	1,42
REAL2	<i>Experience similar to real env.</i>	4,42	4,64	0,90	1,36
REAL3	<i>VE real (imagined/real)</i>	3,50	2,73	1,24	1,49
REAL4	<i>VE wirklich</i>	0,83	1,27	0,94	2,00

**Tabela 2 – Média e desvio padrão das respostas ao IPQ**



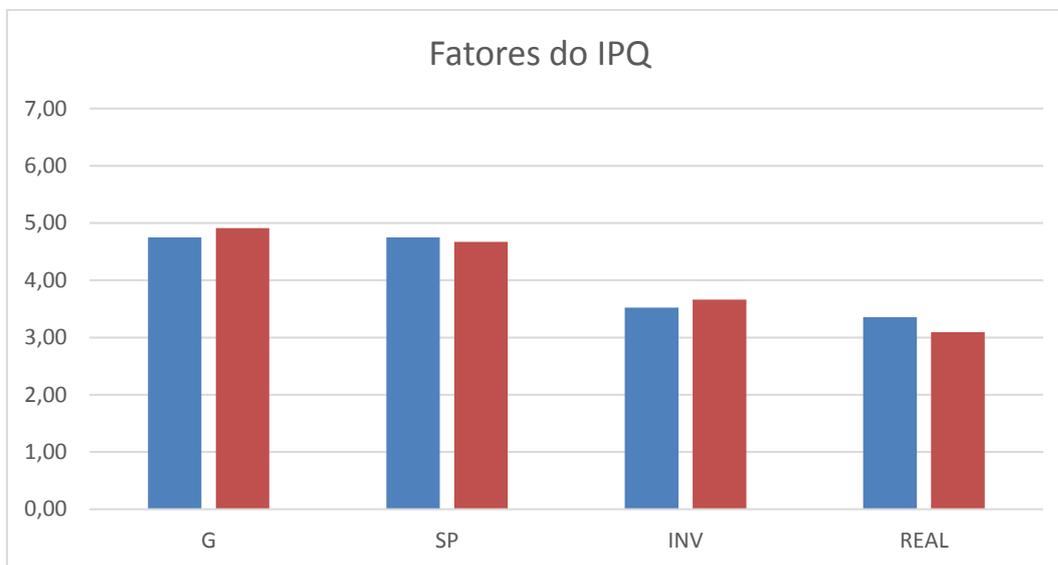
**Figura 15 – Média e Desvio Padrão das Respostas ao IPQ do Grupo 1**



**Figura 16 – Média e Desvio Padrão das Respostas ao IPQ do Grupo 2**

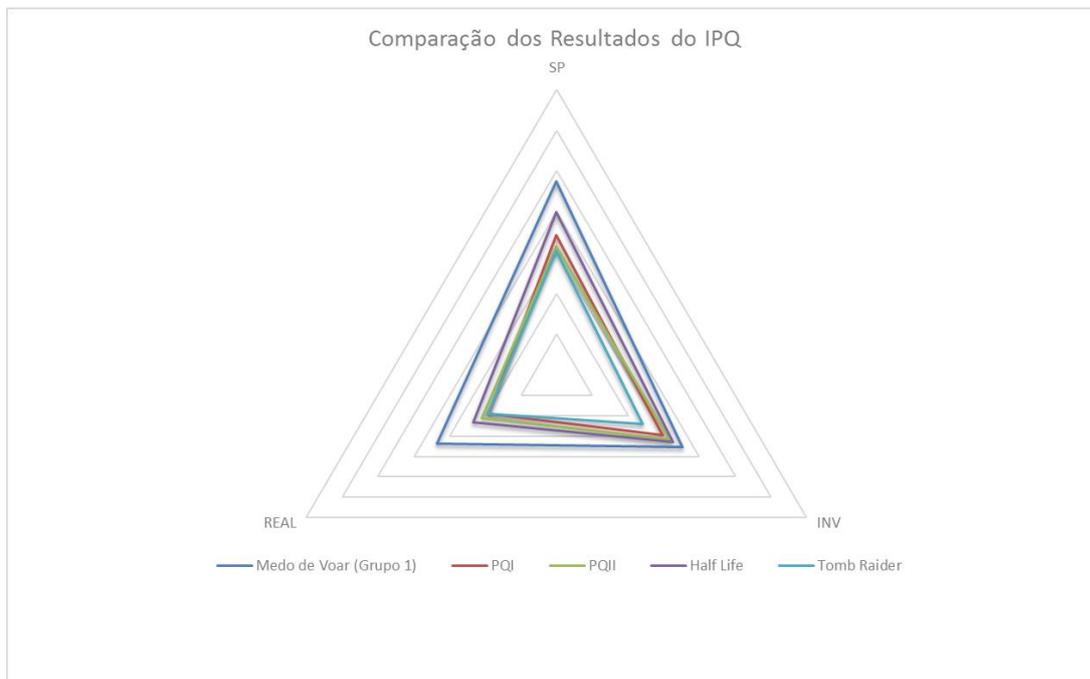
O item G1 é quesito genérico. Ele sozinho compõe o fator que avalia a sensação de estar no ambiente virtual (G). Os valores obtidos nesse quesito foram, 4,75 para o grupo 1 e 4,91 para o grupo 2. A média dos itens SP, que compõem o fator de presença espacial, resultou em 4,75 para o grupo 1 e 4,67 para o grupo 2, enquanto a média dos itens INV, o fator envolvimento, resultou no valor de 3,52

para o grupo 1 e 3,66 para o grupo 2, e a média dos itens REAL, o fator realismo, resultou no valor de 3,35 para o grupo 1 e 3,09 para o grupo 2 (Figura 17).

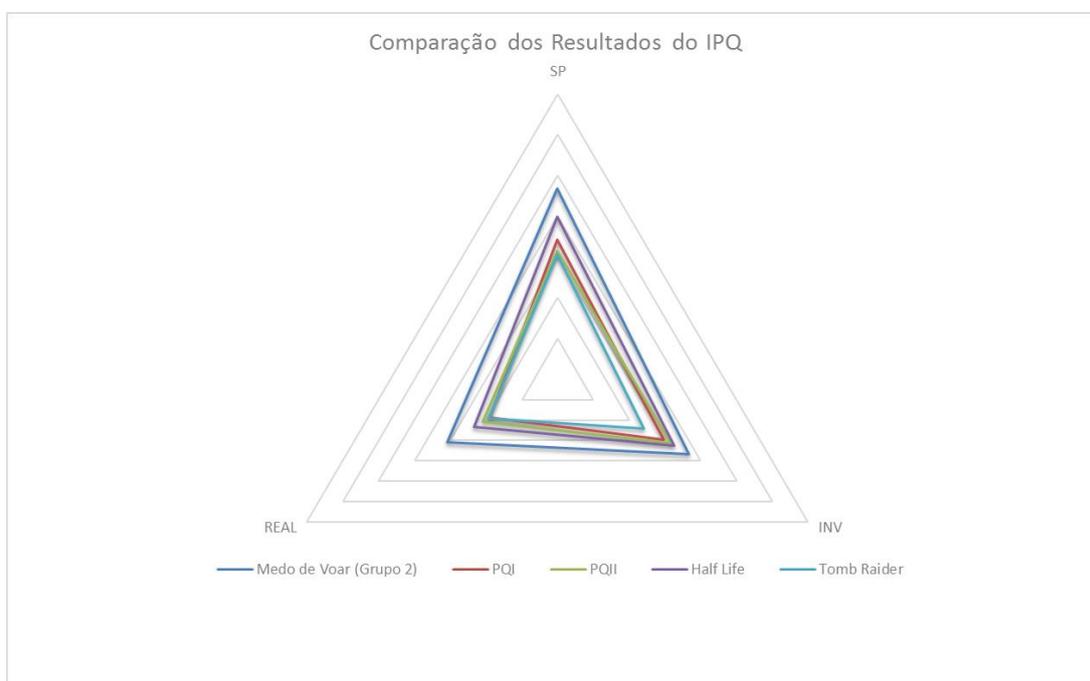


**Figura 17 – Fatores do IPQ para os Grupos 1, barras em azul, e 2, barras em vermelho**

O IPQ permite a análise comparativa entre diversos trabalhos que utilizaram este questionário. Neste estudo utilizamos para a comparação os dados do estudo realizado na primeira versão do IPQ, os dados do estudo realizado na segunda versão do IPQ, dados da avaliação do jogo *Tomb Raider* e do jogo *Half-Life*. Os diagramas das Figuras 18 e 19 mostram a comparação entre os perfis de presença desses estudos e o perfil de presença dos diferentes grupos do nosso trabalho.



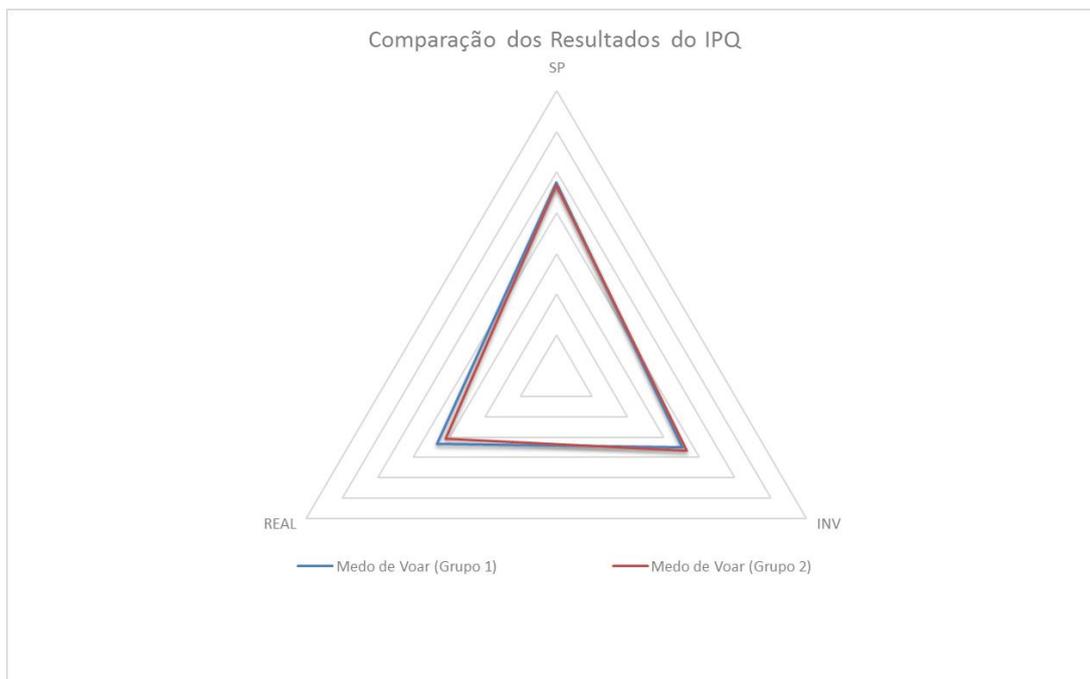
**Figura 18 – Comparação dos resultados do IPQ (Grupo 1) com outros estudos**



**Figura 19 – Comparação dos resultados do IPQ (Grupo 2) com outros estudos**

É possível perceber que o perfil de presença da nossa aplicação foi superior aos demais em todas as variáveis. Essa comparação é apenas ilustrativa, pois os experimentos foram realizados por grupos diferentes, com números de usuários diferentes, com equipamentos e propósitos diferentes.

O diagrama da Figura 20 mostra a comparação entre os perfis de presença dos diferentes grupos do nosso trabalho.



**Figura 20 – Comparação dos resultados do IPQ entre os dois grupos**

É possível perceber que há uma pequena diferença no perfil de presença dos usuários dos diferentes grupos que utilizaram a nossa aplicação. Os usuários do Grupo 1 consideraram a aplicação um pouco mais realista que os usuários do Grupo 2, assim como o envolvimento dos usuários do Grupo 2 foi maior que o envolvimento dos usuários do Grupo 1. Isso pode se dar pelo perfil dos usuários do Grupo 2, que estão mais acostumados a utilizar aplicações parecidas com a aplicação desenvolvida, o que pode ter aumentado o envolvimento e diminuído a sensação de realismo, por estar mais claro, para esses usuários, que se trata de um jogo.

#### 4.2.2. Slater-Usoh-Steed Questionnaire (SUS)

Slater, Usoh, & Steed (1994) propuseram que tanto fatores externos quanto fatores internos contribuem com o sentimento de presença. Eles identificaram os fatores externos embasados em pesquisa já existente. Esses fatores identificados foram a qualidade e a resolução dos displays, a consistência dos ambientes, interatividade, auto representação realística, e a conexão simples de atores e efeitos. Os fatores internos foram identificados com base em um modelo de programação neurolinguística. Esses fatores identificados foram principalmente o sistema de apresentação e a posição perceptual. Um modelo empírico foi então construído para relacionar o senso de presença a todos esses fatores.

Parcialmente baseados em Barfield & Weghorst (1993), três indicadores de presença foram identificados: o senso de estar no ambiente virtual, medida em que o ambiente virtual se torna “mais real” que a realidade, e a localidade, ou seja, a medida em que o ambiente virtual é entendido como um lugar visitado.

O questionário SUS original consistia em três itens classificados em um sistema de classificação de sete pontos. Mas ele foi estendido e sua última versão contém seis itens. A pontuação total é calculada como o número respostas com 6 ou 7 pontos.

Infelizmente, apenas 5 participantes, todos do segundo grupo, responderam corretamente a esse questionário. Do primeiro grupo, apenas 3 participantes responderam corretamente as 5 últimas questões, mas não responderam a primeira questão. A grande maioria dos participantes do primeiro grupo achou que deveria responder o questionário discursivamente quando na realidade deveria ser respondido com números para que pudéssemos avaliar a sensação de estar no ambiente virtual. No segundo grupo, apenas 5 participantes, responderam todas as questões, enquanto 6 deles não responderam a primeira questão. Isso pode ser explicado porque no formulário entregue aos usuários (Apêndice 4) não havia uma escala numérica em cada questão, como no IPQ, mas apenas na primeira, que poderia também, ser facilmente confundida como uma instrução e não uma das perguntas. Dessa forma, faremos uma análise qualitativa das respostas escritas nos questionários relacionados ao Grupo 1. A análise comparativa dos dois grupos fica, de certa forma comprometida, porém cabe ressaltar também que isso não

afetou o experimento como um todo porque o SUS mede exatamente os mesmos fatores que o IPQ e, na verdade, ele está de certa forma contido no SUS, que é mais recente e mais utilizado.

Na primeira pergunta (“Até que ponto houve momentos durante a experiência em que o mundo virtual era real para você?”) tentamos entender se houve momentos em que o mundo virtual era real para o participante. A maioria deles destacou a noção de espaço que se tem ao utilizar a aplicação e o aumento do sentimento de presença ao entrar no avião, se sentar e iniciar o procedimento de decolagem. Esse aumento do sentimento de presença foi atribuído, por muitos dos participantes ao aumento da qualidade e da quantidade dos estímulos sonoros na aplicação e nesse momento quase todos concordaram que o mundo virtual parecia real. Alguns participantes comentaram que era possível perceber os pixels da tela e que isso reduzia a imersão em alguns momentos. Esse problema se dá ao fato de estarmos utilizando a primeira versão do *Oculus Rift*, desenvolvida para desenvolvedores nos testes. Com as novas versões do *Oculus Rift*, e com sua versão comercial, esse problema tende a diminuir bastante já que a resolução das telas aumentou para HD.

Na segunda pergunta (“Quando você pensa novamente na experiência, você pensa no ambiente virtual mais como imagens que você viu ou mais como um lugar que visitou?”) alguns participantes relataram pensar no ambiente virtual como um lugar que visitou e outros relataram pensar no ambiente virtual apenas como uma imagem. As respostas ficaram bem divididas. O mesmo aconteceu também nas respostas à terceira pergunta (“Durante a experiência, o que foi mais forte como um todo, a sensação de estar em um ambiente virtual ou a sensação de estar em outro lugar?”). Alguns participantes relataram ter tido a sensação de estar em outro lugar e outros relataram ter tido a sensação de estar mesmo em um ambiente virtual.

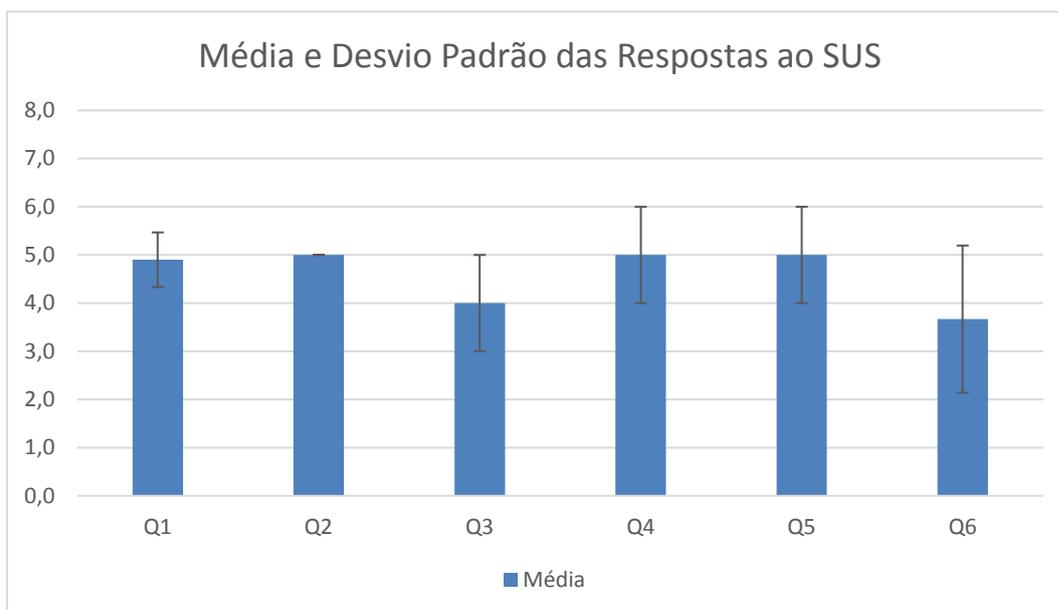
Na quarta pergunta (“Considere sua memória de estar no ambiente virtual. O quão semelhante em termos de estrutura de memória é esta a estrutura da memória de outros lugares que você esteve hoje?”) os participantes consideraram a estrutura da memória de estar no ambiente virtual semelhante a estrutura de memória de estar em outros lugares que eles tiveram no dia em que responderam ao questionário e muitos destacaram a consciência de que foi uma experiência virtual.

Na quinta pergunta (“Durante a experiência, você frequentemente pensava para si mesmo que realmente estava no ambiente virtual?”) poucos usuários disseram que pensavam para si mesmo que realmente estavam no ambiente virtual. A maioria disse que não pensava que estava realmente no ambiente virtual. Um deles destacou que em alguns momentos agia, automaticamente, como se estivesse realmente no avião.

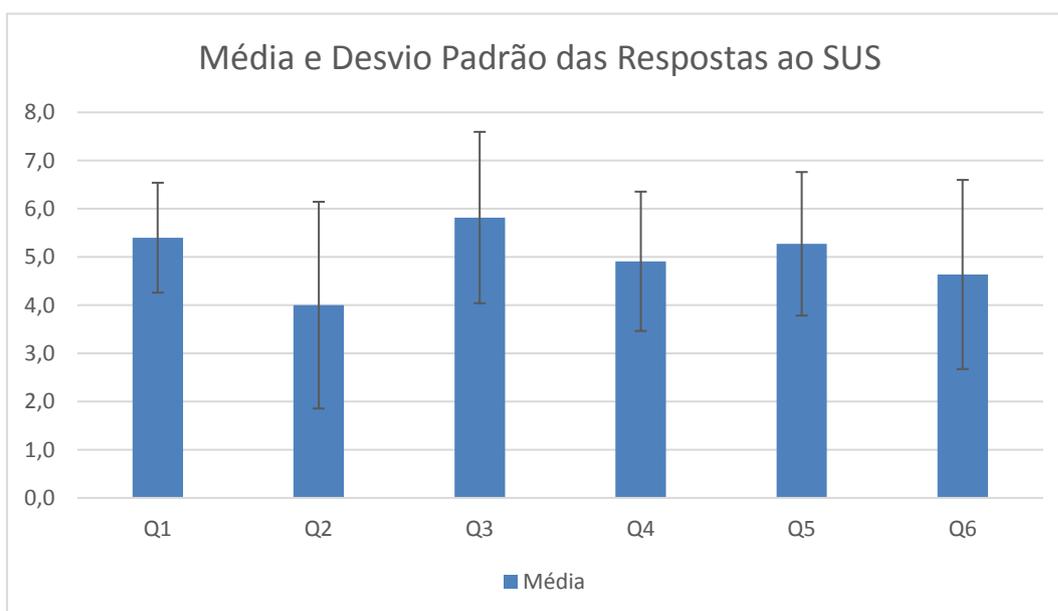
A Tabela 3 e as Figuras 21 e 22 mostram a média e o desvio padrão das respostas dos usuários do nosso experimento com a aplicação desenvolvida neste trabalho.

Item do SUS	Média		Desvio Padrão	
	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 1	Grupo 2
Q1	4,9	5,4	0,6	1,1
Q2	5,0	4,0	0,0	2,1
Q3	4,0	5,8	1,0	1,8
Q4	5,0	4,9	1,0	1,4
Q5	5,0	5,3	1,0	1,5
Q6	3,7	4,6	1,5	2,0

**Tabela 3 – Média e desvio padrão das respostas ao SUS**



**Figura 21 – Média e Desvio Padrão das Respostas ao SUS do Grupo 1**



**Figura 22 – Média e Desvio Padrão das Respostas ao SUS do Grupo 2**

### 4.2.3. Simulator Sickness Questionnaire (SSQ)

O questionário *Simulator Sickness Questionnaire* (SSQ) é um protocolo que também se baseia no conceito da presença física e é utilizado extensivamente para medir o mal-estar reportado durante uma simulação em realidade virtual (Kennedy, Lane, Berbaum, & Lilienthal, 1993).

Segundo van Baren & IJsselsteijn (2004), existem duas hipóteses alternativas sobre a relação entre o sentimento de presença e o mal-estar durante uma simulação em realidade virtual: 1. Um maior grau de conflito entre o visual e os sentidos proprioceptivos leva a um grau mais elevado de mal-estar durante uma simulação em realidade virtual. 2. O mal-estar durante uma simulação em realidade virtual pode distrair o usuário e diminuir a sensação de presença. O mal-estar durante uma simulação em realidade virtual é dividido em três componentes: náuseas, efeitos óculo motores, e desorientação.

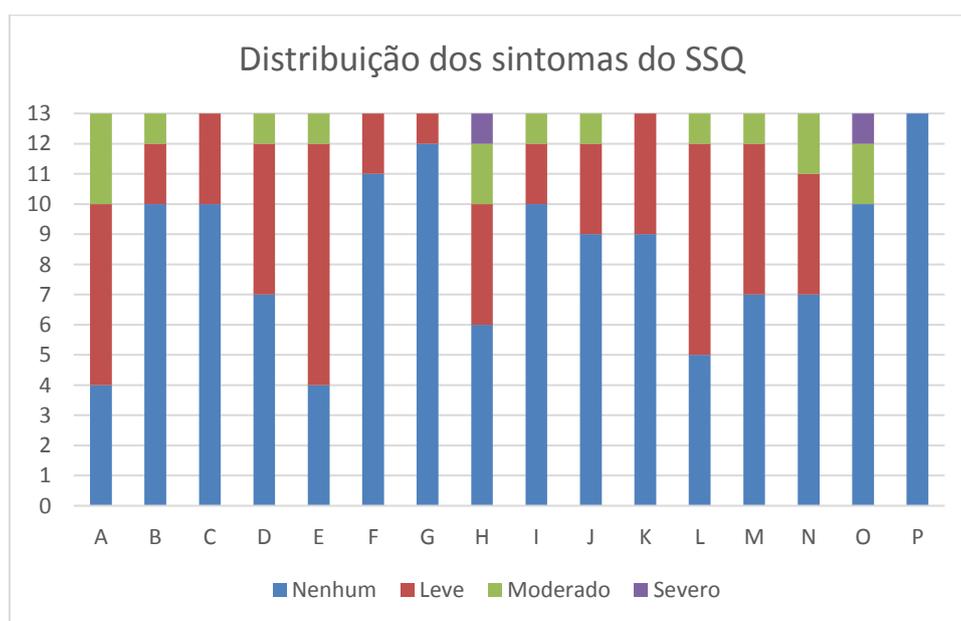
O SSQ contém 16 itens, cada um deles classificado em uma escala de classificação de quatro pontos (Apêndice 5). Kennedy et al. (1993) fornece instruções extensivas sobre o uso e a classificação do SSQ.

Wilson, Nichols, & Haldane (1997) utilizaram o SSQ em dois experimentos de presença. No primeiro experimento, com 20 participantes, estes preencheram o questionário de presença de Witmer e Singer e o SSQ logo após a imersão em um ambiente virtual utilizando um *head-mounted display* (HMD). Somente a subescala de interface do questionário de presença mostrou uma correlação negativa com a pontuação do SSQ. No segundo experimento, com 24 participantes, estes participaram de um ambiente virtual onde poderiam atirar em patos utilizando *head-mounted displays* (HMD) ou o *desktop*. A pontuação obtida através de diversos questionários de presença e a pontuação do SSQ foram significativamente mais altas no *head-mounted display* (HMD) do que no *desktop*, e uma significativa correlação positiva foi encontrada entre essas medidas na utilização do *head-mounted display* (HMD).

A Tabela 4 e 5 e as Figuras 23 e 24 mostram o quanto os sintomas afetaram os participantes.

Item	Sintoma	Nenhum	Leve	Moderado	Severo
A	Desconforto geral	4	6	3	0
B	Fadiga	10	2	1	0
C	Dor de cabeça	10	3	0	0
D	Vista cansada	7	5	1	0
E	Dificuldade no foco	4	8	1	0
F	Aumento da salivacão	11	2	0	0
G	Suando	12	1	0	0
H	Náusea	6	4	2	1
I	Dificuldade de concentração	10	2	1	0
J	<i>Fullness of the head</i>	9	3	1	0
K	Visão embaçada	9	4	0	0
L	Tontura com olhos abertos	5	7	1	0
M	Tontura com olhos fechados	7	5	1	0
N	Vertigem	7	4	2	0
O	<i>Stomach awareness</i>	10	0	2	1
P	Arrotos	13	0	0	0

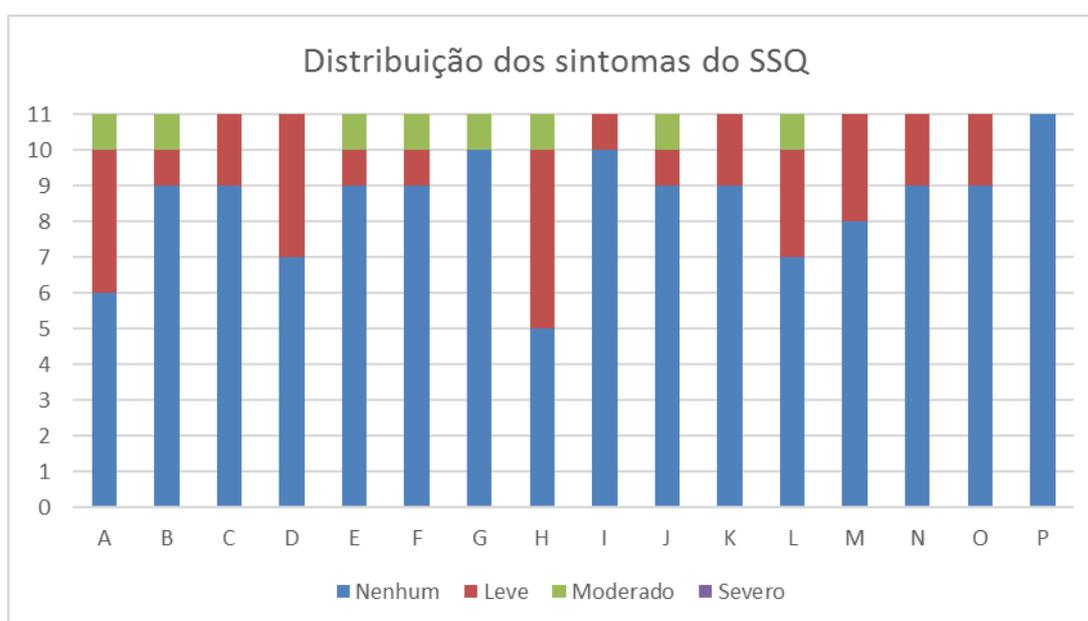
**Tabela 4 – Sintomas do SSQ para o Grupo 1**



**Figura 23 – Distribuição dos sintomas do SSQ para o Grupo 1**

Item	Sintoma	Nenhum	Leve	Moderado	Severo
A	Desconforto geral	6	4	1	0
B	Fadiga	9	1	1	0
C	Dor de cabeça	9	2	0	0
D	Vista cansada	7	4	0	0
E	Dificuldade no foco	9	1	1	0
F	Aumento da salivacão	9	1	1	0
G	Suando	10	0	1	0
H	Náusea	5	5	1	0
I	Dificuldade de concentração	10	1	0	0
J	<i>Fullness of the head</i>	9	1	1	0
K	Visão embaçada	9	2	0	0
L	Tontura com olhos abertos	7	3	1	0
M	Tontura com olhos fechados	8	3	0	0
N	Vertigem	9	2	0	0
O	<i>Stomach awareness</i>	9	2	0	0
P	Arrotos	11	0	0	0

**Tabela 5 – Sintomas do SSQ para o Grupo 2**



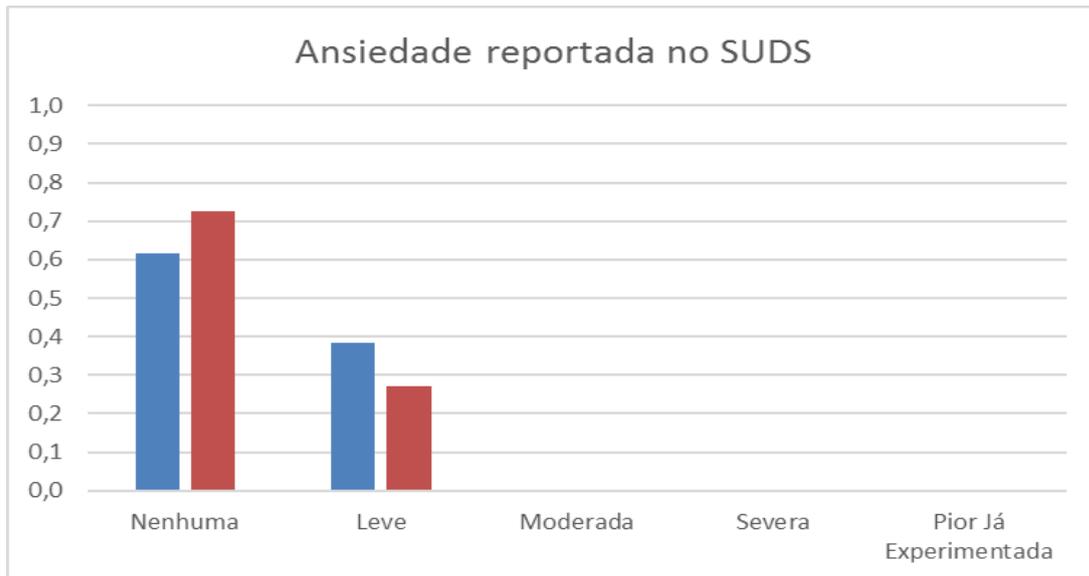
**Figura 24 – Distribuição dos sintomas do SSQ para o Grupo 2**

Em geral os participantes não sentiram muitos sintomas de desconforto enquanto utilizavam a aplicação. Apenas um dos usuários do primeiro grupo relatou ter sentido algum desconforto severo, e em dois sintomas diferentes (náusea e “*stomach awareness*”), o que pode indicar uma maior sensibilidade da própria pessoa. Nenhum dos usuários do segundo grupo relatou ter tido algum desconforto severo, apesar de um dos participantes ter interrompido sua sessão antecipadamente devido a uma sensação de mal-estar. No total, apenas quatro dos treze participantes do primeiro grupo e quatro dos 11 do segundo grupo são responsáveis pelo relato de ter sentido sintomas de desconforto moderados ou severos, sendo que um dos participantes do segundo grupo é responsável pelo relato de ter sentido 5 sintomas de desconforto diferente em moderada intensidade. Isso mostra que a sensibilidade é diferente entre as pessoas, mas a maioria tende a não ter grandes sintomas de mal-estar durante o uso da aplicação de RV com o *Oculus Rift*.

#### **4.2.4. Subjective Units of Discomfort Scale (SUDS)**

No SUDS (Wolpe, 1969) os participantes fazem uma auto avaliação da sensação de ansiedade em uma escala de 0 a 100 (Apêndice 6). Uma pontuação de 0 representa que o participante não teve medo, estava calmo e sem ansiedade, uma pontuação de 25 representa que o participante sentia uma ansiedade suave com a qual ele era capaz de lidar, uma pontuação de 50 representa uma ansiedade moderada e também que o participante está tendo alguma dificuldade para se concentrar, uma pontuação de 75 representa uma ansiedade severa, o participante pensou em abandonar a situação, e uma pontuação de 100 representa que o participante sentiu medo como nunca havia sentido antes, viveu a pior ansiedade já experimentada.

A Figura 25 reforça que a maioria das pessoas não sentiu efeitos severos enquanto utilizava a aplicação.



**Figura 25 – Ansiedade reportada no SUDS**

Todos os participantes relataram não ter havido aumento na ansiedade ou ter sentido um leve aumento na ansiedade. Do grupo 1, 62% dos participantes relataram não ter havido aumento na ansiedade e 38% deles relataram ter sentido apenas um leve aumento na ansiedade. Do grupo 2, 73% dos participantes relataram não ter havido aumento na ansiedade e 27% deles relataram ter sentido apenas um leve aumento na ansiedade. Provavelmente esses dados irão variar bastante quando testes forem realizados com pessoas que têm fobia de voar.