

A INFLUÊNCIA DA ARQUITETURA NA TOMADA DE DECISÃO EM SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA: ESTUDO COM AUXÍLIO DA REALIDADE VIRTUAL

Douglas de Castro Brombilla¹

<https://orcid.org/0000-0003-3101-3667>

João Carlos Souza²

<https://orcid.org/0000-0002-4849-5810>

RESUMO

A partir dos variados acidentes ocorridos em locais com grande concentração de público, tais como boates, shopping, estádios de futebol, identificou-se que existem lacunas críticas relacionadas ao esvaziamento do local em caso de emergência. A dificuldade de prever o comportamento humano e a confusão dos ocupantes do edifício quando são obrigados abandonar o local no momento do incidente são os principais fatores. Este estudo piloto tem como objetivo avaliar a influência dos atributos visuais arquitetônicos na tomada de decisão do indivíduo em uma situação de emergência. Para tanto, foram investigados assuntos relacionados ao comportamento humano, orientação espacial, psicologia ambiental, psicofisiologia, percepção ambiental, percepção de risco, tecnologias e o ambiente construído. Para o desenvolvimento deste trabalho optou-se por adotar um método dedutivo do tipo interdisciplinar e qualitativo. Foram utilizadas técnicas de observação em laboratório e entrevista, com simulação em ambiente virtual através da ferramenta de Realidade Virtual (VR) por imersão e a avaliação Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC) com um equipamento de *Biofeedback*. Através do estudo piloto, ficou evidenciado que a pesquisa pode trazer bons resultados no que se refere a percepção dos indivíduos de maneira visual na tomada de decisão com relação a arquitetura em uma situação de emergência.

Palavras-chave: Arquitetura; Percepção ambiental; Realidade Virtual; Evacuação; Tomada de decisão.

¹ Doutorando em Arquitetura e Urbanismo. Aluno do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Catarina. PósARQ –UFSC.

² Doutor, Professor e Orientador no Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Catarina. PósARQ –UFSC.

THE INFLUENCE OF ARCHITECTURE ON DECISION-MAKING IN AN EMERGENCY SITUATION: A STUDY WITH THE AID OF VIRTUAL REALITY

ABSTRACT

From the various accidents that occurred in places with a large concentration of public, such as nightclubs, shopping malls, soccer stadiums, it was identified that there are critical gaps related to the emptying of the place in case of emergency. The difficulty of predicting human behavior and the confusion of building occupants when they are forced to leave the site at the time of the incident are the main factors. This pilot study aims to evaluate the influence of architectural visual attributes on individual decision-making in an emergency situation. For that, subjects related to human behavior, spatial orientation, environmental psychology, psychophysiology, environmental perception, risk perception, technologies and the built environment were investigated. For the development of this work, it was decided to adopt a deductive method of the interdisciplinary and qualitative type. Observation techniques were used in the laboratory and interview, with simulation in a virtual environment through the Virtual Reality (VR) tool by immersion and the assessment of Heart Rate Variability (HRV) with a Biofeedback equipment. Through the pilot study, it was evident that the research can bring good results regarding the perception of individuals in a visual way in decision making regarding architecture in an emergency situation.

Keywords: Architecture, Environmental Perception, Virtual Reality, Evacuation, Decision Making.

Artigo Recebido em 05/05/2023 e Aceito em 27/06/2023

1. INTRODUÇÃO

A partir da investigação de diversos acidentes ocorridos em locais de reunião de grande público, reconhece-se que houve grandes avanços em legislações e normas, melhorias em equipamentos de combate a incêndio, novos estudos sobre os materiais de construção e revestimentos utilizados em edificações. Também foi incentivada uma maior utilização e aperfeiçoamento de simuladores computacionais. Essas melhorias ocorrem por contribuições de sobreviventes de acidentes e/ou por perícias científicas sobre o ocorrido.

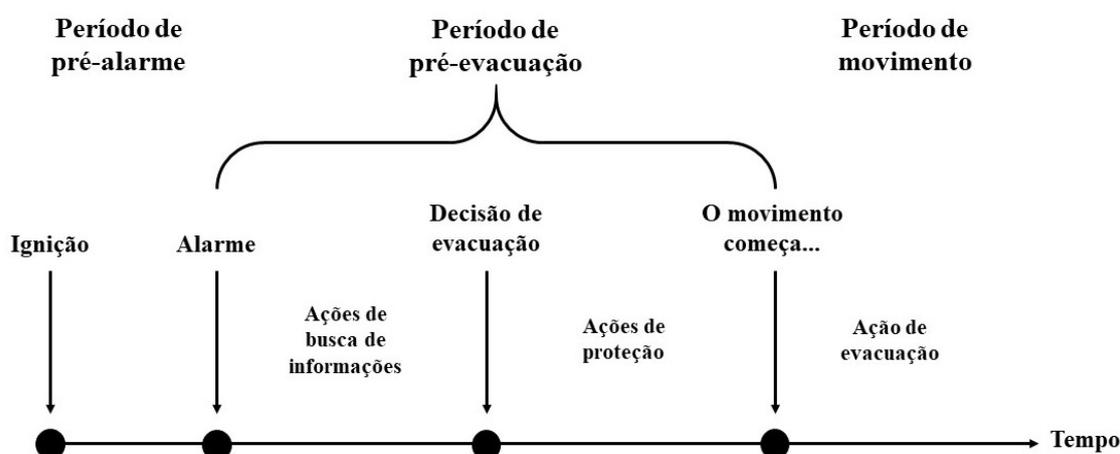
Dentre os aspectos críticos nos acidentes, destaca-se a dificuldade de se prever o comportamento das pessoas e a confusão/interpretação para abandonar a edificação que são relatados com frequência por sobreviventes. Essa “confusão” ao abandonar a edificação pode ser interpretada por dois pontos, onde pode-se apontar: a falta de orientação (falha na sinalização ou treinamento) e o comportamento humano de difícil previsibilidade.

Todos os avanços citados anteriormente são relacionados a tentativa de antever como as pessoas provavelmente agirão em ocorrências emergenciais futuras. Pretende-se, com este estudo, entender melhor o comportamento humano e as percepções que cada indivíduo pode ter em um momento de emergência, principalmente relacionado a fatores arquitetônicos.

Além disso, as características e consequências do pânico que acontecem em situações emergenciais são fatores que não se pode descartar numa pesquisa sobre situações de perigo, pois podem afetar muito no processo de evacuação. O ser humano, sujeito a uma grande carga emocional, pode tomar decisões precipitadas e equivocadas. Conforme Okamoto (2014) o indivíduo sob pressão, fica tenso e sua respiração torna-se acelerada e curta, o que induz pouca oxigenação no cérebro. Nessa situação, a pessoa fica confusa, não consegue visualizar com clareza o objeto, o diálogo ou evento que está ocorrendo e não raciocina adequadamente.

A evacuação emergencial se divide em dois períodos distintos: a pré-evacuação e a evacuação. O período de pré-evacuação pode ser separado em uma fase de pré-alarme e uma fase de percepção de risco, que termina quando uma decisão de evacuação é tomada, pois é uma fase de ação de proteção (Figura 1).

Figura 1 - Períodos da evacuação



Fonte: Traduzido e adaptado de Kinateder et al. (2014)

Um ponto crucial no período de pré-evacuação é a decisão dos ocupantes de saírem do edifício depois de receberem os sinais iniciais de que está ocorrendo uma situação emergencial, tais como: alarme, fumaça ou cheiro de fumaça, o que marca a transição do comportamento de pré-evacuação para o de evacuação. Essa decisão é potencialmente dependente da Percepção de Risco (PR) dos ocupantes e de outros fatores humanos (KULIGOWSKI et al., 2010).

Para contribuir e ampliar os estudos no que se refere aos fatores humanos em uma situação de emergência, esta pesquisa pretende avaliar além dos itens normativos e as premissas apresentadas, como o usuário orienta-se espacialmente para uma tomada de decisão no ambiente construído

através dos fatores arquitetônicos, principalmente em uma situação de emergência.

Os fatores arquitetônicos que serão analisados se referem a sinalização, pé direito, troca do corredor linear para o curvo, luminosidade, cores, dimensionamento de corredores e espacialidade.

A importância de avaliar o comportamento humano através da percepção dos fatores arquitetônicos em um momento de emergência decorre de que esses elementos podem ou não impactar na tomada de decisão através da orientação espacial e de um deslocamento seguro no momento da evacuação.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. COMPORTAMENTO HUMANO

Segundo Valentin e Ono (2006) o ser humano, diante de uma situação de emergência, independentemente de sua experiência anterior, idade, sexo ou treinamento, sentirá algum estresse. Portanto, quanto mais orientado o usuário estiver no espaço, mais rápido ele poderá tomar a decisão mais efetiva em uma situação de perigo.

O estresse é um processo pelo qual um indivíduo percebe e responde a eventos avaliados como opressores ou ameaçadores ao seu bem-estar. O estudo científico de como o estresse e os fatores emocionais afetam a saúde e o bem-estar é denominado Psicologia da Saúde, um campo dedicado ao estudo do impacto geral dos fatores que impactam diretamente na saúde.

Com base na literatura, pode-se pontuar duas teorias que se dedicam a estudar os aspectos determinantes para o comportamento humano coletivo em situação de emergência, que são as seguintes: Teoria da Identidade Social, Teoria da auto categorização e a Teoria do Pânico (MOUSSAÏD et al. 2016, VON SIVERS et al. 2016, BODE E CODLING, 2018).

Essas teorias são importantes para entendermos o comportamento, muitas vezes adaptativo, dos usuários em uma evacuação. Nem todos reagem da mesma forma e muitos acabam tomando decisões equivocadas por acompanharem as decisões da multidão.

Em alguns estudos, se colocava que os indivíduos, em uma situação de pânico, tinham a tendência de ter reações semelhantes aos animais ou aos seres primitivos e a multidão poderia assumir o que se chamava de comportamento de rebanho. Conforme Steinberg (2005) quando estudamos as características fundamentais de uma multidão, percebemos que ela é guiada quase que exclusivamente, por motivos inconscientes. Seus atos estão mais sobre a influência da espinha dorsal que do cérebro. A esse respeito, realmente, o comportamento de uma multidão em pânico se aproxima muito dos animais que vivem em bandos. Com o passar dos anos e os estudos na área, esse conceito de seres primitivos começou a ser questionado. Conforme Drury et al. (2009) a pesquisa de evacuação moderna tende a renunciar à explicação do pânico e abordar o dinamismo da multidão com mais nuances, abordando a tomada de decisão do evacuado e os fatores sociais, físicos e situacionais associados.

2.2. PSICOLOGIA AMBIENTAL

Segundo Nickerson (2003), a Psicologia Ambiental é definida como "aquele ramo da psicologia preocupada em oferecer um relato sistemático do relacionamento entre pessoa e meio ambiente"

A Psicologia Ambiental estuda a inter-relação ou transação entre o ambiente físico e o comportamento humano e sua experiência. Em suma, a psicologia ambiental evoluiu como um campo altamente aplicado, preocupado com a compreensão de como as pessoas se relacionam com seus ambientes. Segundo McFarling (1978), essa relação se distingue de três formas: reações afetivas e "atitudinais" diante de características ambientais; reações de

aproximação e esquivas diante de atributos do ambiente e adaptação às qualidades ambientais.

A relação entre homem e espaço, no contexto do meio ambiente, tem sido objeto de questionamento para a formação do comportamento, pois o homem é constituído de dois universos: um exterior, em constante processo de adaptação ao meio, e outro interior, cuja motivação se exterioriza em ações como resposta às interpretações dessa realidade. Nossos sentidos estão obliterados pela educação parcial que dá ênfase ao sentimento lógico-racional. Os sentidos comuns, como visão, olfato, paladar, audição e tato, são largamente estudados nos compêndios da psicologia como importantes meios de compreensão e relacionamento com o meio ambiente (OKAMOTO, 2014).

Portanto, conforme Spielman et al. (2020), a percepção refere-se à maneira como as informações sensoriais são organizadas, interpretadas e vivenciadas conscientemente. A percepção envolve o processamento de baixo para cima e de cima para baixo. O processamento de baixo para cima refere-se à informação sensorial de um estímulo no ambiente que conduz um processo, e o processamento de cima para baixo refere-se ao conhecimento e à expectativa que conduz um processo.

2.3 WAYFINDING

O *Wayfinding* é definido por Passini (1984) como um processo cognitivo e que se divide em três etapas: processamento da informação, tomada de decisão e execução da decisão. Para que essas etapas aconteçam o indivíduo deve criar o chamado mapa mental. Mais tarde, Arthur e Passini (1992), começou a incluir a comunicação gráfica que afeta as relações espaciais, elementos táteis e provisão para usuários com necessidades especiais. Para Gibson (2009) os sistemas de *Wayfinding* podem ser divididos em várias categorias de sinais: identificação, direcional, orientação e regulamentar.

Segundo Abrams (2010) o *Wayfinding* é comumente utilizado na arquitetura, referindo-se à orientação do usuário e à seleção de um caminho a ser percorrido. Adições modernas ao termo abrangem uma série de elementos de desenho arquitetônico que auxiliam na orientação através de certas características, como conteúdo, forma, circulação e organização, a comunicação ambiental fornece o adicional, fundamentos arquitetônicos e gráficos para uma orientação eficaz.

2.4 PSICOFISIOLOGIA

Conforme Carlson (2002) a Psicofisiologia originou-se da psicologia. Na realidade, o primeiro livro-texto de psicologia, escrito por Wilhelm Wundt no final do século XIX, intitulava-se Princípios de Psicologia Fisiológica. Em anos mais recentes, com a explosão do conhecimento em biologia experimental e o esforço de psicofisiologistas, fisiologistas e outros neurocientistas a psicofisiologia fundamenta-se no consenso de que o comportamento é a principal função do sistema nervoso.

O sistema nervoso autônomo é a porção do sistema nervoso central que controla a maioria das funções viscerais do organismo. Esse sistema ajuda a controlar a pressão arterial, a motilidade gastrointestinal, a secreção gastrointestinal, o esvaziamento da bexiga, a sudorese, a temperatura corporal e muitas outras atividades, algumas das quais são quase inteiramente controladas, e outras, apenas parcialmente (HALL, 2001).

Podemos classificar o sistema nervoso do ponto de vista funcional em sistema nervoso somático (SNS) e sistema nervoso autônomo (SNA). O sistema nervoso somático é o responsável pelos movimentos de forma voluntária como por exemplo, caminhar ou escrever.

Já o sistema nervoso autônomo é responsável pela atividade inconsciente e involuntária do corpo, também chamada de fisiologia vegetativa ou neurovegetativa, representada por uma grande variedade de funções como

a variação da frequência cardiorrespiratória, sudorese, produção de urina, pressão arterial e digestão, dentre outras que mantem o corpo em estado de equilíbrio (homeostase) (CUNHA, 2015).

Sua classificação é realizada por sua atividade geral ou pelos neurotransmissores e são divididos em dois tipos básicos: sistema nervoso simpático e o sistema nervoso parassimpático.

Portanto, em situações de risco, o corpo produz a adrenalina, um hormônio secretado no sangue pelas glândulas adrenais (Suprarrenais) e que apresenta ação lenta e prolongada, enquanto o sistema nervoso simpático secreta noradrenalina diretamente sobre os órgãos e tecidos alvo, apresentando uma ação comparativamente muito mais rápida, da ordem de uma fração de segundo, podendo, entretanto, ter seus efeitos revertidos pelo sistema parassimpático (CUNHA, 2015).

2.5 PERCEPÇÃO DO RISCO

A percepção do risco é um dos itens importantes na tomada de decisão. Possui uma influência grande no comportamento, pois dependendo das experiências anteriores, esse item pode ajudar o usuário a manter a calma e analisar melhor a situação antes de tomar uma decisão. A percepção do risco depende de fatores situacionais, tais como: localização do usuário em relação ao foco inicial do incêndio, tempo para perceber a veracidade do evento e a complexidade de edificações.

Em relação à influência da PR no comportamento de evacuação, embora vários estudos tenham encontrado correlações entre o risco percebido e várias variáveis de resultado relevantes (por exemplo, decisão de evacuação (sim / não / incerto), atraso na evacuação (tempo) e comportamentos de pré-evacuação (número de ações), o papel do PR durante a evacuação do incêndio na construção ainda é inconclusivo (KINATEDER et al. 2014).

2.6 REALIDADE VIRTUAL

A Realidade Virtual tem fornecido novos meios para melhorar a interface e a interação dos usuários com os sistemas computacionais, ela tem permitido a imersão dos usuários com ambientes sintéticos gerados por computador, através da exploração dos sentidos fundamentais do corpo humano, como a visão, a audição, o tato e o olfato (GUIMARÃES, 2004).

Desta forma, vários estudos apontam como uma ferramenta ideal para estudos de percepção ou tomada de decisão, como já destacava Jansen-Osmann (2002), as pessoas podem adquirir conhecimento espacial viajando por ambientes ou usando mapas, fotografias, descrições verbais e, mais recentemente, ambientes virtuais. Ambientes virtuais estão cada vez mais sendo usados em pesquisas sobre cognição espacial.

Com o passar dos anos, a ferramenta de Realidade Virtual passou a ser muito utilizada em estudos de percepção e tomada de decisões em situações de emergência. A Realidade Virtual tem sido utilizada por diferentes áreas do conhecimento, mas tem cada vez mais se destacado como uma ferramenta eficaz na área de emergências e, mais especificamente, de incêndios e evacuações. Em situações de evacuação de emergência, o uso da Realidade Virtual tem sido em estudos que focam principalmente as situações de fumaça e fogo, as respostas e o tempo e alguns aspectos comportamentais do ser humano. Mas todas essas situações costumam ser usadas separadamente (BERNARDES et al. 2015). Ambientes virtuais interativos são ferramentas estabelecida e comprovada para investigar a tomada de decisão humana dinâmica em resposta a mudanças nas circunstâncias em geral e em evacuações em particular (GONZALEZ et al. 2005; LIPSHITZ et al. 2001).

2.7 BIOFEEDBACK

O *Biofeedback* vem sendo utilizado no tratamento de problemas cardiovasculares, transtornos de pânico, transtorno de ansiedade e tratamento

do estresse pós-traumático. Além disso, pode ser utilizado na avaliação de transtorno de déficit de atenção e hiperatividade (TDAH), estresse e ansiedade. São equipamentos utilizados por clínicas psicológicas e médicas e podem ser utilizados nas seguintes modalidades de *biofeedback*: Respiração, Variabilidade da Frequência Cardíaca, Eletromiografia da superfície, Temperatura e Condutância da pele.

Através do *Biofeedback* pode-se registrar e acompanhar alguns marcadores fisiológico, com o fim de avaliar o funcionamento (comportamento) psicofisiológico, associado ao sistema nervoso autônomo. O *Biofeedback* pode ser influenciada por uma variedade de fatores, como psicológicos, médicos e os ambientais (KHAZAN, 2013).

Para a realização da pesquisa, optou-se pelo *Biofeedback* Cardiovascular que é uma técnica de autorregulação fisiológica do sistema nervoso autônomo (SNA) em que se modula as respostas do corpo através das informações vindas do batimento cardíaco, desta forma, o indivíduo reage a estímulos fornecidos em tempo real e conseguimos captar as reações fisiológicas. Os efeitos positivos dessa técnica ocorrem principalmente quando o ritmo cardíaco entra em sintonia e ressonância com o ritmo respiratório, aumentando a amplitude das oscilações do batimento cardíaco (LEHRER, 2000; MOSS, 2004).

A importância da utilização deste equipamento para pesquisa é no sentido de detectar duas informações importantes que são: o primeiro é de identificar o nível de realismo do Ambiente Virtual e a resposta a tarefa falsa e o segundo captar o nível de estresse dos pesquisados em cada tomada de decisão. Como já citado anteriormente, o estresse é um elemento presente em uma situação de emergência, portanto a necessidade de entender o nível de coerência cardíaca durante o decorrer do estudo e identificar que situação grou mais estresse.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo trata da percepção do ambiente construído pelas pessoas em uma situação de emergência, levando em consideração a complexidade e as estratégias adotadas na forma arquitetônica o que requer fundamentos teóricos de diversas áreas, o que podemos caracterizar como um estudo interdisciplinaridade e multimétodos. Serão utilizadas estratégias de avaliação levando em consideração a arquitetura, psicologia ambiental, fisiologia e comportamento humano. Para a realização do estudo, optou-se pelo uso de ferramentas com o *Biofeedback* Cardiovascular, Realidade Virtual (VR) e mais entrevistas e observações.

Quanto as condições observáveis, o trabalho considera a percepção individual através de relatos espontâneos (observação sistemática e aplicação de entrevista), com relação ao risco e as informações que lhe são passadas através da arquitetura/informação visual. Outro ponto importante é a situação de estresse ou ansiedade no momento de uma emergência, que poderá ser identificada com auxílio de um equipamento *Biofeedback*.

3.1 AMOSTRA

Podemos considerar essa etapa como uma das mais importantes da pesquisa, por se tratar de um estudo sobre a percepção humana onde para a obtenção dos resultados será fundamental a participação no estudo de indivíduos que atendam as especificações da pesquisa.

O estudo piloto teve a participação de indivíduos entre as idades de 18 anos à 60 anos, de ambos os sexos, que não sofreram nenhuma experiência traumática anterior em uma situação de emergência de esvaziamento de um ambiente e não possuir deficiências auditiva, visual e mental/cognitiva. Conforme o Decreto 3.298, de 20 de dezembro de 1999, Art. 4º, inciso II, III e IV.

Em virtude da complexidade do estudo (evacuação emergencial) é importante destacar que todas as análises foram realizadas em laboratório com o auxílio da Realidade Virtual não colocando nenhum participante em risco, conforme a autorização do Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina.

O projeto foi registrado do Comitê de Ética em Pesquisa na data de 29/07/2021 com CAAE: 50472221.5.0000.0121, sendo obtida a aprovação para aplicação do estudo em 19/08/2021 através do parecer número 4.917.175

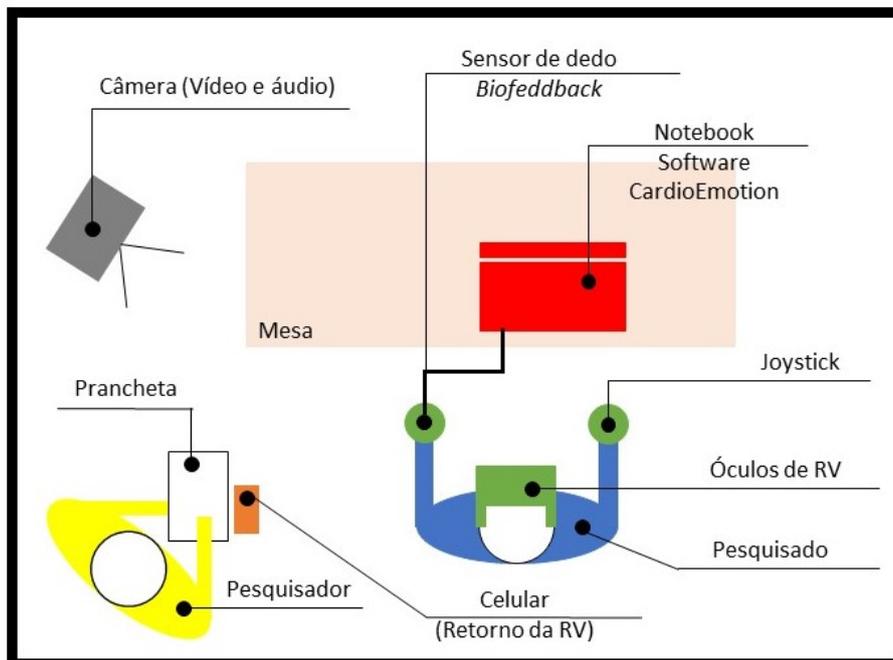
3.2 PROTOCOLO DE PESQUISA

A pesquisa em laboratório foi realizada de forma controlada e de maneira direcionada, conforme a variável independente (percepção do usuário) e, dessa forma o protocolo de observação será definido para organizar a coleta de dados e a forma de registro.

Sobre os participantes, após a seleção e convite para participar da pesquisa foi realizado um pequeno *checklist* de segurança com os seguintes itens: as informações são pertinentes em função da pandemia e a possibilidade de acidentes por possível tontura ao utilizar o equipamento de Realidade Virtual.

Os instrumentos utilizados na etapa única da coleta de dados são eles: Câmera de filmagem (Vídeo e áudio), computador (notebook), equipamento de *Biofeedback*, óculos de realidade virtual e *joystick*, celular e prancheta. Abaixo, leiaute de organização dos equipamentos no laboratório (Figura 2).

Figura 2 – Leiaute dos equipamentos no laboratório



Fonte: Autor (2021).

A extensão do ambiente virtual foi executada diretamente nos óculos da marca Oculus® Go (32GB), que possui a VR integrada (Figura 3). O equipamento de *Biofeedback* será utilizado o da marca CardioEmotion® Home (Figura 4), que foi desenvolvido para captar a coerência cardíaca que é um estado psicofisiológico caracterizado pela sincronia e equilíbrio entre o ritmo cardíaco, as emoções e algumas funções oscilatórias do corpo, como respiração e pressão arterial.

Figura 3 – Óculos de Realidade Virtual (VR) – Marca OCULUS®



Fonte: <https://vr-expert.com/vr-headsets/oculus-go-rent/>. Acesso em 11/08/2021.

Figura 1 – Biofeedback da Marca CardioEmotion®



Fonte: <https://cardioemotion.com.br/produto/cardioemotion-home-sensor-de-dedo/>. Acesso em 11/08/2021

As observações e entrevistas captaram, através da linguagem verbal e não verbal (linguagem corporal), as reações através de gestos, atitudes e da

postura frente aos desafios do estudo através da imersão. A planilha foi dividida da seguinte forma: ao centro a divisão das etapas de observação onde são divididos os espaços como presença no escritório, os dois corredores lineares e o corredor curvo; as linhas tracejadas representam a transição entre as etapas e os tempos cronometrados; na linha rosa as anotações da linguagem verbal e na amarela a linguagem não verbal.

A escolha da observação em laboratório para esse estudo se faz necessária por duas situações; primeiro para a captação de reações corporais ou verbais do pesquisado no momento da imersão no ambiente virtual o que será cruzado depois com os resultados da entrevista e o segundo que através desse modelo de observações podemos controlar e através das condições próximas do natural e, as respostas através de instrumentos adequados para propósitos preestabelecidos pela pesquisa.

A entrevista foi uma ferramenta importante para obter a percepção do usuário, logo após a realização da aplicação da imersão no ambiente virtual. Para a realização da coleta de dados da pesquisa, optou-se pela utilização da entrevista semiestruturada.

A entrevista consta com o preenchimento de dados para a caracterização da amostra e 6 (seis) perguntas principais divididas em duas categorias: rota de fuga e arquitetura.

3.3 ANÁLISE DE CONTEÚDO

A análise de conteúdo será utilizada como método para obtenção de resultados da análise qualitativa da pesquisa. Conforme Bardin (2016), a análise de conteúdo, organizam-se em torno de três polos cronológicos: a) a pré-análise, b) a exploração do material e c) o tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação. As etapas podem ser divididas em organização da análise, a codificação e a categorização (Quadro 1).

Quadro 1 – Análise de conteúdo

Organização da análise	Corresponde a um período de intuições, mas tem por objetivo tornar operacionais e sistematizar as ideias iniciais, de maneira a conduzir a um esquema preciso do desenvolvimento operações sucessivas.
A codificação	A codificação é o processo pelo qual os dados brutos são transformados sistematicamente e agregados em unidades as quais permitem uma descrição exata das características pertinentes do conteúdo.
A categorização	A caracterização é uma operação de classificação de elementos constitutivos de um conjunto por diferenciação e, em seguida, por reagrupamento seguindo o gênero (analogia), com critérios previamente definidos.

Fonte: Bardin (2016).

3.4 TRIANGULAÇÃO DOS DADOS

Os autores Creswell e Clark (2013) adotam o termo de métodos mistos para se referir a triangulação. Define, portanto, os métodos mistos envolvem combinações ou interações de pesquisas e dados qualitativos e quantitativos em um estudo de pesquisa.

Portanto, a pesquisa terá a triangulação dos dados qualitativos, conforme apresentado anteriormente com os dados das entrevistas, observações e as medições do equipamento de Biofeedback.

3.5 CONSTRUÇÃO DO AMBIENTE VIRTUAL

O ambiente virtual simulou uma edificação de uso coletivo (prédio comercial). A escolha desse prédio, se faz necessária por ser um local de pouca permanência ou até mesmo com a primeira visita (sem conhecimento prévio e treinamento).

O realismo virtual está ligado ao nível satisfatório do ambiente virtual em chegar perto da realidade. Se o experimento de VR se destina a observar o comportamento natural (por exemplo, tentativas de supressão de incêndio ou compartimentação, decisão de evacuar, alertando outros, esforços de autopreservação, escolha de rota, entre outros) é necessário que o Ambiente Virtual leve o participante a operá-lo como faria na realidade. O desenho do Ambiente Virtual deve, portanto, visar um nível satisfatório de realismo. (ARIAS et al. 2020)

Ter um ambiente virtual realista, não quer dizer que o comportamento será realista. Para a pesquisa, o comportamento realista está ligado a uma reação inesperada através da simulação de uma situação de emergência. Portanto, optou-se por não relatar os acontecimentos que irão se desenvolver após a adaptação/treinamento no ambiente inicial (A) e com isso, criar uma “tarefa falsa”. Conforme Arias et al. (2020) uma tarefa falsa, mesmo se não apresentada como tal, exigirá que os participantes prestem atenção a ela e mudem o foco do laboratório para o cenário de VR. A tarefa deve ter alguma credibilidade no cenário, a fim de não afetar o realismo percebido.

Optou-se neste primeiro momento (estudo piloto), a utilização de cores claras nas paredes e o piso um pouco mais escuro (Figura 5). Após a aplicação do estudo piloto e as validações, pode-se optar por novas cores em diferentes ambientes e também a aplicação da planta de estudo.

Figura 5 – Ambiente virtual



Fonte: Autor (2021).

4. RESULTADOS PRELIMINARES

O Estudo Piloto foi realizado com um grupo de 5 pessoas com perfis diversificados (Quadro 2), foi uma abordagem aleatória no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFRS) da cidade de Rio Grande – RS, no dia 3 de março de 2022. Conforme a delimitação da amostra foram convidadas pessoas da faixa etária entre 18 e 60 anos.

A amostra foi reduzida em função de ser um estudo piloto para Tese de Doutorado e pelo motivo de ter sido aplicado em meio à pandemia do Covid-19.

Quadro 2 – Caracterização da amostra

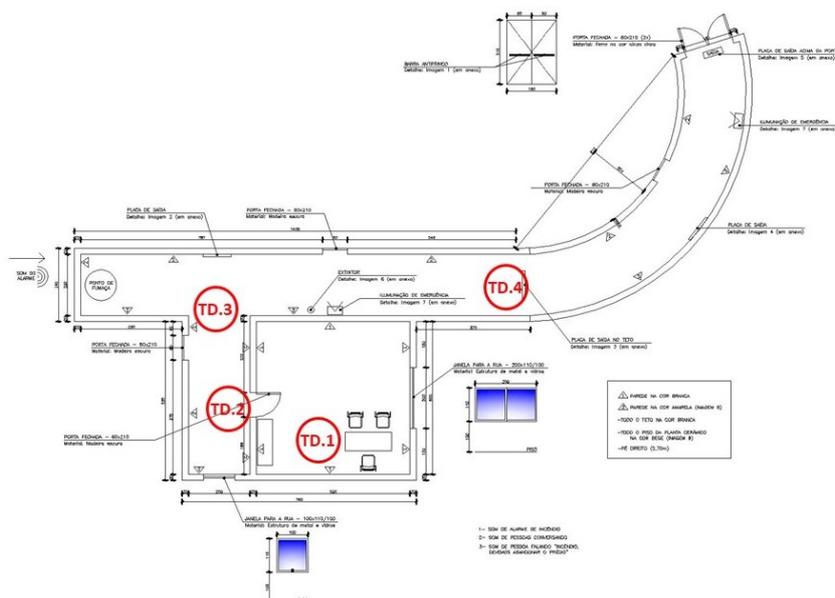
Pesquisado	Idade	Gênero	Profissão	Já utilizou RV
P.1	47	Masculino	Militar	Não
P.2	24	Feminino	Estudante	Não
P.3	40	Feminino	Design de interiores	Não
P.4	39	Feminino	Téc. de Segurança	Sim
P.5	27	Feminino	Aux. de Escritório	Não

Fonte: Autor (2022)

4.1 Tomada de decisão

No ambiente virtual foram estipulados 4 (quatro) tomada de decisões para abandonar o local. Sendo estas uma dentro da sala (sinal de alarme) (TD.1), uma logo na saída da sala, logo após abrir a porta (TD.2), no encontro dos corredores (TD.3) e na troca do corredor reto para curvo (TD.4) (Figura 6).

Figura 6 – Pontos de tomada de decisão



Fonte: Autor (2022)

4.1.1 Tomada de decisão 1 (TD.1) – Recebendo os sinais

Essa tomada de decisão pode ser considerada a mais importante em virtude de ser a decisão de abandonar o local através dos sinais, período de transição entre a pré-evacuação e a evacuação. Os sinais foram os seguintes: Luz que se apaga, ficando somente a iluminação de emergência, alarme sonoro e a voz do pesquisador dizendo “incêndio”. A tomada de decisão contou com algumas dúvidas, muito mais pelo “susto” por perceber que estava em um ambiente de incêndio e também como controlar o equipamento e sair da sala.

Como já mencionado através das observações, foi possível identificar reações momentâneas que direcionam ao nível de estresse no momento da identificação do incêndio e mais precisamente que ação tomar perante os sinais e as informações prestadas.

4.1.2 Tomada de decisão 2 (TD.2) – Logo ao abrir a porta da sala

Neste momento ao olhar para a direita, os participantes já identificaram mais um sinal, a fumaça que começa a tomar conta do segundo corredor. Ao olhar para a esquerda, existe uma janela onde dois pesquisados(as) acabaram indo, que foi detectada da observação através das reações: (P.1) *“Me achei, não uma janela”* e (P.2) *“Ai! Vou cair do precipício! (estavam na janela).”*

Três dos pesquisados acabaram “se perdendo” neste momento em virtude de estresse ou de não realizar uma leitura ideal do espaço e de não parar para analisar a situação.

Questionados sobre a referida tomada de decisão, houve algumas incoerências das respostas da entrevista, a observação e a medição da Variabilidade da Frequência Cardíaca, como por exemplo: (P.3) perguntada sobre a tomada de decisão 2, fez a seguinte colocação - *“Procurar o lado que eu tivesse saída, que tivesse fluxo, entendeu?”*, essa colocação foi no sentido de saber o que estava fazendo, mas na observação é possível ver no neste

momento a seguinte colocação “Ai, Jesus! E agora? Não tem escada, não tem nada!”. Na medição da Variabilidade da Frequência Cardíaca apresenta neste momento um nível de estresse (Figura 7).

Figura 7 – Triangulação dos resultados P.3



Fonte: Autor (2022)

Conforme o *Software CardioEmotion® Home*, a nota satisfatória seria 8, onde o estado de coerência cardíaca estaria plena. Importante ressaltar que nenhum dos pesquisados atingiu a nota 8.

Na figura 7, um exemplo de como foram feitos os cruzamentos de informações das entrevistas, observações e Variabilidade da Frequência Cardíaca, conforme o tempo combinado com as tomadas de decisão.

4.1.3 Tomada de decisão 3 (TD.3) – Encontro de corredores

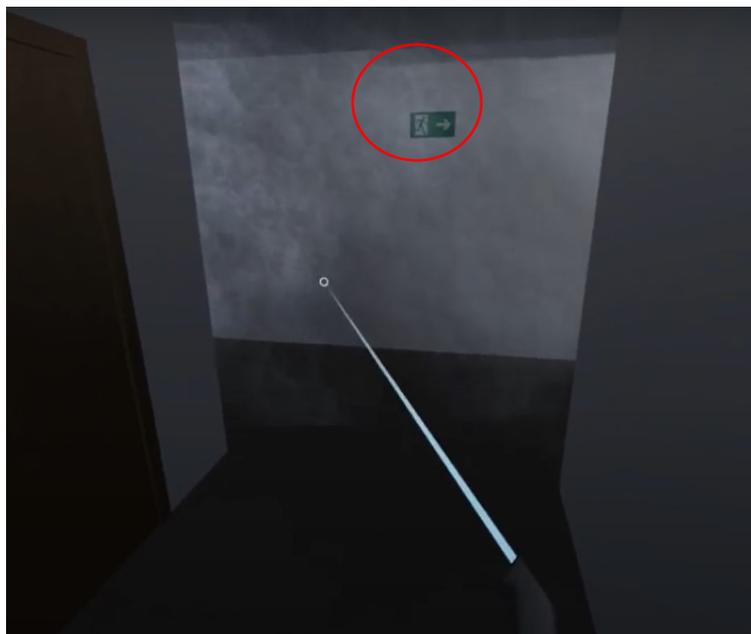
Neste encontro existem duas alternativas, para a esquerda um local sem saída e com a fumaça do incêndio vindo e para a direita o corredor livre. Na reta do corredor 1 ao fundo, existe uma placa de sinalização indicando o sentido da saída de emergência (Figura 8). Sinalização essa, que não foi vista

apenas por um dos pesquisados. Isso pode ter acontecido por dois motivos: primeiro pelo fator de estresse e o segundo pela existência de fumaça que acabou chamando mais atenção do que qualquer elemento no espaço.

Apenas dois dos pesquisados(as) conseguiram parar e analisar a situação, foi o caso do (P.4) *“Quando eu cheguei da bifurcação, que eu parei ali...eu já vi que não tinha saída e já dobrei.”* e (P.5) *“Fui primeiro olhar para os dois lados, pra ver de qual lado estava vindo a fumaça... pra ir para o lado contrário. Porque geralmente quando tem esses... incêndios pode haver uma explosão, então, como eu estava em uma peça e eu ia sair para um outro corredor, vá que tivesse uma explosão...então, parei e olhei para os dois lados.”*

Foi nesta tomada de decisão, que muitos optaram por seguir para o lado contrário ao da fumaça, mesmo sem saber se a opção escolhida seria a ideal para chegar na saída de emergência do local. (P.3) *“Virei para o lado que “estava” oposto...que a fumaça estava vindo daqui, aí eu fui pro lado que a fumaça estava indo... pra correr na frente dela, entendeu?”*

Figura 2 – Placa de sinalização no corredor 2



Fonte: Autor (2021)

Na tomada de decisão 3, outros participantes seguiram a luminosidade ou a luz de emergência, conforme relatos: (P.1) *“A luz me direcionou para a tomada de decisão para a direita”,* (P.2) *“Eu fui pela direita, né?! A luz, estava mais clara ali...”*.

4.1.4 Tomada de decisão 4 (TD.4) – Início do corredor curvo

A tomada de decisão 4 ficou sem função no estudo porque era no encontro do corredor 2 (linear) com o corredor 3 (curvo), mas nenhum dos pesquisados relatou problemas, pois não foi necessária uma tomada de decisão no local.

Isso aconteceu também, pela limitação do tamanho do ambiente virtual para o estudo piloto, desta forma, fica como ponto de melhoria para o estudo final. Ao final do corredor, logo se localiza a saída de emergência do ambiente virtual (Figura 9)

Figura 9 – Saída de emergência



Fonte: Autor (2021)

Ao realizar a triangulação dos resultados (entrevistas, observações e frequência cardíaca), verificou-se que alguns dados não são compatíveis, o que demonstra que na entrevista (principalmente) muitas vezes não são mencionados com clareza ou certeza o que aconteceu no ambiente virtual, isso acontece muitas vezes por não estar em situação de estresse ou porque não lembra de como as decisões foram tomadas.

O (P.2) por exemplo, demonstra incoerência entre as observações e a medição da frequência e a entrevista. Pela entrevista o (P.2) revelou que na (TD.1) tentou abrir outra porta ao sair da sala e pelas observações verbalizou aparentava estar nervosa, mas pela medição da frequência cardíaca foi o momento que mais ficou em estado de plena coerência. Desta maneira, ficou evidenciado que a triangulação favorece para identificar as incoerências dos participantes.

Todos os participantes demoraram a se localizar ou para tomar decisões, principalmente na TD.1 e TD.2. Ao contar da tomada de decisão 2, todos os participantes encontraram a saída relativamente rápido, possivelmente por dois motivos: um pelo tamanho do ambiente virtual com a facilidade de tomar a decisão ou porque o ambiente favoreceu encontrar a saída.

A segunda alternativa é menos provável em virtude dos resultados apresentados com relação as informações arquitetônicas, que conforme os participantes, não interferiu diretamente nas suas decisões.

5. CONCLUSÕES PRELIMINARES

Através do estudo piloto, ficou evidenciado que a pesquisa pode trazer bons resultados no que se refere a percepção dos indivíduos de maneira visual na tomada de decisão com relação a arquitetura do ambiente. Fica evidente que as percepções são de caráter individual, onde muitas vezes não há uma unanimidade com relação a alguns tópicos da pesquisa.

Através dos participantes fica evidente que alguns elementos arquitetônicos e sinalizações não foram percebidos em virtude do estresse momentâneo e pelas estratégias adotadas. Todos os participantes interagiram de forma positiva com a imersão e julgaram bem realista o ambiente virtual, onde pode-se concluir que a renderização e os protocolos adotados surtiram o efeito desejado.

O nível de estresse diagnosticado pelas medições, indicam que os participantes permaneceram pouco tempo em pleno estado de coerência Cardiorrespiratória, principalmente no momento de adaptação ao equipamento, o que demonstra que o período de adaptação deve ser maior e com outras tarefas para melhor familiarização.

O resultado entre os participantes é muito semelhante no que se refere principalmente a percepção do ambiente. Desta forma, é possível que seja interessante adotar novas estratégias com mais ambientes ou diversificar ambientes para os participantes, não necessitando um número elevado de pesquisados para o decorrer do estudo.

Ao realizar a triangulação dos resultados, foi fundamental para encontrar possíveis contradições principalmente nas respostas das entrevistas. Desta forma, as técnicas utilizadas surtiram resultados e devem ser mantidas para a próxima etapa.

6. PRÓXIMAS ETAPAS DA PESQUISA

Após a realização do estudo piloto, as próximas etapas serão os ajustes nos equipamentos e aperfeiçoamentos nos cenários da realidade virtual para que se possa melhorar leitura e comparação dos dados e a também aplicação dos experimentos numa amostra muito maior de participantes.

Em paralelo, a construção de um novo ambiente virtual com mais tomadas de decisão com a aplicação de mais elementos arquitetônicos. Pretende-se implantar um número de no mínimo 8 (oito) tomadas de decisão,

sendo elas diversificadas e adotando elementos diferentes para cada tomada. Serão avaliados os seguintes elementos; identificação ou não das sinalizações de emergência, diferença de pé direito, luminosidade, largura de corredores e cores.

O desafio será criar um ambiente virtual inspirado nos princípios estocásticos das Cadeias de Markov, no qual o participante tomará a sua próxima decisão de forma independente da sua tomada de decisão anterior. Desta forma, não haverá decisão certa ou errada, o participante tomará uma decisão, ir para direita ou ir para a esquerda e, como em um game, ele passará “de fase” e entrará em um novo ambiente. O participante não saberá, mas este novo cenário que se apresenta, independentemente da decisão anterior, esquerda ou direita, será o mesmo para as duas alternativas. Agora ele deverá tomar uma nova decisão e o processo se repete.

Referente a amostra, imagina-se um número de 40 (quarenta) à 50 (cinquenta) participantes para sejam alcançados resultados significativos, mantendo a metodologia já adotada no estudo piloto. A finalização do estudo deverá acontecer em outubro de 2023.

AGRADECIMENTO

Agradecemos ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – IFRS, por fomentar a realização do Doutorado do aluno Douglas de Castro Brombilla.

REFERÊNCIAS

ABRAMS, Jason Brandon, "**Wayfinding in Architecture**" (2010). Graduate Theses and Dissertations. <http://scholarcommons.usf.edu/etd/3541>

ARIAS, Silvia, et al. "**Pursuing behavioral realism in Virtual Reality for fire evacuation research**". Interflam, 2019: Human behavior in fire, no 15th, 2020, p. 1–11, <https://doi.org/10.1002/fam.2922>.

ARTHUR, Paul; PASSINI, Romedi. **Wayfinding: People, Signs and Architecture**. Ontario/Canadá: Focus Strategic Communications Incorporates, 2002.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016, 229p

BERNARDES, Sarah M., et al. “**Methodological approaches for use virtual reality to develop emergency evacuation simulations for training, in emergency situations**”. 6th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics (AHFE 2015), 2015, p. 6811–6818.

BODE, N. W. F.; CODLING, E. A. **Exploring Determinants of Pre-movement Delays in a Virtual Crowd Evacuation Experiment**. Fire Technology, 55, n. 2, p. 595-615, 2018, Article.

BRASIL. **Decreto nº 3.298 de 20 de dezembro de 1999**. Regulamenta a Lei no 7.853, de 24 de outubro de 1989, dispõe sobre a Política Nacional para a Integração da Pessoa Portadora de Deficiência, consolida as normas de proteção, e dá outras providências.

CARLSON, Neil R. **Fisiologia do comportamento**. Ed: Manole, p.719, 2002.

CUNHA, Claudio da. **Introdução à Neurociência**. 2ª Ed. Editora Átomo, Campinas, SP, 2015.

DA SILVA, Rodrigo S. et al. **Cadeias de Markov e Modelagem Matemática: da abstração pseudo-empírica à abstração refletida com uso de objetos virtuais**. Editora Geral, 2021

DRURY, J.; COCKING, C.; REICHER, S.; BURTON, A. et al. **Cooperation versus competition in a mass emergency evacuation: A new laboratory simulation and a new theoretical model**. Behavior Research Methods, 41, n. 3, p. 957-970, 2009. Article.

GIBSON, David. **The Wayfinding Handbook: Information Design for Public Spaces**. Princeton Architectural Press: New York, 2009.152p.

GONZALEZ C, Vanyukov P, Martin MK. **The use of microworlds to study dynamic decision making**. Comput. Hum. Behav. 21, 273-286, 2005.

CRESWELL, John W. CLARK, Vicki L.P. **Pesquisa de métodos mistos**. Editora Penso. 2º Ed. 288p. 2013.

GUIMARÃES, Marcelo de Paiva. **Um Ambiente para o Desenvolvimento de Aplicações de Realidade Virtual baseadas em Aglomerados Gráficos.**

Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004, 126 p.

HALL, John E. **Tratado de Fisiologia Médica.** 12^a Ed, Elsevier, 2011.

JANSEN-OSMANN, Petra., BERENDT, Bettina. **Investigating distance knowledge using virtual environments.** ENVIRONMENT AND BEHAVIOR, Vol. 34 No. 2, March 2002 178-193

KHAZAN, Inna Z. **The clinical handbook of biofeedback: a step by step guide for training and practice with mindfulness.** John Wiley & Sons, Ltd., Publication, UK, 2013.

KINATEDER, Max T. et al. **A Review of Risk Perception in Building Fire Evacuation.** Fire Science Reviews. National Institute of Standards and Technology Technical Note 1840, 2014.

KULIGOWSKI, E., R. Peacock, and B. Hoskins. **A Review of building evacuation models NIST, Fire Research Division.** 2010, Technical Note 1680 Washington, US.

LEHRER, Paul M. et al. **Resonant Frequency Biofeedback Training to Increase Cardiac Variability: Rationale and Manual for Training.** Applied Psychophysiology and Biofeedback, Vol. 25, No. 3, 2000.

LIPSHITZ R, Klein G, Orasanu J, Salas E. **Taking stock of naturalistic decision making.** J. Behav. Decis. Making 14, 331-352, 2001.

MCFARLING, Heimstra. **Psicologia ambiental.** Editora Epu. São Paulo, 1978.

MOSS, Donald. **Heart Rate Variability (HRV) Biofeedback.** Psychophysiology Today: The Magazine for Mind-Body Medicine, 1, p. 4-11, 2004.

MOUSSAÏD, M.; KAPADIA, M.; THRASH, T.; SUMNER, R. W. et al. **Crowd behaviour during high-stress evacuations in an immersive virtual environment.** Journal of the Royal Society Interface, 13, n. 122, 2016. Article.

NICKERSON, Raymond S. **Psychology and Environmental change,** 2003.

OKAMOTO, Jun. **Percepção ambiental e comportamento: visão holística na arquitetura e sua comunicação – 2. Ed. – São Paulo: Editora Mackenzie, 2014.**

PASSINI, Romedi. **Wayfinding in architecture**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1984.

STEINBERG, José Gustavo. **Desenvolvimento de modelo para simulação de situações de evacuação de multidões**. 2005. 125p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2005.

SPIELMAN, Rose M. et al. **Psychology 2ª Ed**. OpenStax, Houston, Texas, 2020.

VALENTIN, Marcos Vargas; ONO, Rosaria. **Saídas de emergência e comportamento humano: uma abordagem histórica e o estado atual da arte no brasil**. CONGRESSO NUTAU 2006. São Paulo, 2006. Disponível em: < <http://www.lmc.ep.usp.br/grupos/gsi/wp-content/nutau/valentin.pdf>>. Acesso em 27/02/2019.

VON SIVERS, I.; TEMPLETON, A.; KÜNZNER, F.; KÖSTER, G. et al. **Modelling social identification and helping in evacuation simulation**. Safety Science, 89, p. 288-300, 2016. Article.