

# Mapeamento Sistemático de Mecanismos de Detecção Automática de Ansiedade e uma Reflexão para Aprendizagem

Edimir Toshimiti Saito<sup>1</sup>, Patrícia Augustin Jaques Maillard<sup>2</sup>, Kamila Takayama Lyra<sup>3</sup>

## *Resumo*

*Atualmente é quase inevitável não ter contato com a tecnologia, pois se encontra incorporada no cotidiano presentes em diversos dispositivos, seja no trabalho ou no convívio através das redes sociais. E novos avanços vêm surgindo, como: Inteligência Artificial, Realidade Virtual e Ampliada e juntamente a elas, novas áreas de pesquisa e estudo, como a Computação Afetiva que se propõe ao desenvolvimento de hardwares e softwares com a habilidade de detectar as emoções humanas, resultando na disponibilização de funcionalidades específicas ao usuário. Assim, este artigo apresenta o resultado de um mapeamento sistemático, cujo foco são os mecanismos de detecção automática especificamente voltados para a ansiedade e uma reflexão sobre sua utilização para aprendizagem.*

## *Abstract*

*Actually, it is almost inevitable not to have contact with technology, because it is incorporated in the routine present in many devices, either at work or in social networks. And new advances are emerging, such as: Artificial Intelligence, Virtual and Extended Reality and along with them, new areas of research and study, such as Affective Computing that proposes the development of hardware and software with the ability to detect human emotions, resulting in the availability of specific features to the user. This article presents the result of a systematic mapping, whose focus is the automatic detection mechanisms specifically focused on anxiety and a reflection on its use for learning.*

## **1.1. Introdução**

É inegável o avanço tecnológico ocorrido nos últimos anos, não apenas pelo seu escopo, mas pelo impacto social causado. Isso pode ser exemplificado através da evolução do celular. A primeira ligação de um telefone verdadeiramente móvel ocorreu em 3 de abril de 1973 [Souza 2018] e comemorou 47 anos em 2020, considerando um parâmetro temporal histórico, isso não é muito tempo. Um aparelho que apresentava a única função de se comunicar via transmissão de som, se tornou algo multitarefa, englobando as esferas social e profissional, sendo usado para se evitar um congestionamento, realizar reuniões virtuais ou solicitar indicações de bons restaurantes.

<sup>1</sup> Pós-Graduando em Computação Aplicada à Educação, USP, edimirsaito@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Orientadora, UNISINOS, PJAQUES@unisinos.br

<sup>3</sup> Orientadora, USP, kamilalyra@gmail.com

Esse avanço do conhecimento científico atingiu diversas áreas resultando em novos campos de pesquisa. Um exemplo é a Computação Afetiva. Na segunda metade da década de 90, Rosalind Picard, do *Massachusetts Institute of Technology (MIT)*, escreveu seu livro *Affective Computing*, a colocando em foco:

Picard (1997) citado por Jaques e Nunes (2018) define Computação Afetiva como a “computação que está relacionada com, surge das, ou deliberadamente influencia as emoções”. Segundo a pesquisadora, para que um sistema computacional seja considerado afetivo, ele deve possuir ao menos uma das seguintes capacidades: (1) detectar as emoções do usuário; (2) expressar emoções; (3) possuir emoções (síntese de emoções).

O novo propósito de que máquinas ou sistemas computacionais possam detectar, expressar ou sintetizar emoções faz com que a relação humano-máquina seja mais intuitiva e natural, então se tornou um aspecto a se criar mecanismos que captem dados importantes (detectar emoções) para se compreender o contexto. Como menciona CRUZ et al. (2019) no artigo *Detection of Stressful Situations Using GSR while Driving a BCI-controlled Wheelchair*, onde a proposta é o desenvolvimento de sistema para o reconhecimento de situações de estresse por meio de resposta galvânica da pele, isso torna as cadeiras de rodas robóticas acionadas pelo cérebro mais seguras para os usuários, pois em situações de tensão os comandos cerebrais (decisões de direção ou destinos) podem ser interpretados erroneamente, ocasionando comandos de navegação indesejados, aumentando ainda mais a tensão.

No campo educacional, a tecnologia também modificou as suas relações. Com o advento e popularização da internet, novas possibilidades de se apresentar o conteúdo surgiram, como equipamentos de Realidade Virtual e Ampliada, *podcast*, palestras síncronas (videoconferências), fóruns de debate e produção colaborativa através de programas de edição on-line. Os ganhos foram bastante expressivos, pois pode-se quebrar a barreira da realidade e espaço, fornecendo oportunidades de, por exemplo, visitar laboratórios experimentais ou acompanhar o transporte de oxigênio pelo sangue. Entretanto, deve-se pensar no desenvolvimento de sistemas para a obtenção de dados sobre as emoções no momento da aprendizagem, como a ansiedade, uma emoção relacionada ao aspecto negativo, pois

[...] possuem um caráter ameaçador, como por exemplo: impotência e frustração por não estarem conseguindo dominar algo que era, no momento, importante, e que os estava desafiando; insegurança com relação às suas próprias capacidades (principalmente no caso de alunos que já apresentavam um certo comprometimento em sua auto-confiança e auto-estima); medo das potenciais consequências de sua “falha” (o que é comum no caso das avaliações escolares, a nota baixa e tudo o que vem ligado a ela). [Loos 2004]

O presente artigo traz os resultados de um mapeamento sistemático, que tem o intuito de apresentar um panorama acadêmico sobre os diversos mecanismos de detecção automática de ansiedade, para que se possa refletir sobre a sua utilização em situações de aprendizagem.

## 2.1. Emoções

As emoções fazem parte do comportamento humano e se manifestam nas mais diversas situações vivenciadas, como a alegria de uma conquista ou tristeza pela perda de amigos

e parentes. Mas será que a cultura a qual cada um pertence, faz com que as emoções sejam manifestadas ou interpretadas de formas diferentes?

Em 1978, Ekman estuda a presença de seis emoções básicas: alegria, tristeza, medo, raiva, aversão e surpresa, consideradas como básicas por serem compreensíveis universalmente, não importando a cultura a qual cada um pertence. Entretanto, é possível constatar que não demonstramos e sentimos somente as emoções básicas, mas que há outras manifestações, como o pânico, a melancolia e a satisfação. Russell (1980) propõe o Modelo Circumplexo de Afeto:

[...] as emoções não são discretas e independentes entre si, ao contrário, estão relacionadas umas com as outras e são descritas por pontos em um espaço bidimensional. Mais detalhadamente, as emoções estão dispostas em um círculo e são representadas por duas dimensões, valência e excitação, representadas em um espaço cartesiano, no qual a coordenada x representa a valência e a coordenada y representa a excitação. Dessa forma, cada emoção corresponde a um ponto no plano cartesiano. A valência corresponde ao tipo de emoção, e representa como um ser humano se sente. Ela varia de tristeza (valência negativa - emoções desagradáveis) à alegria (valência positiva - emoções agradáveis). A excitação corresponde à intensidade da emoção, e mede a propensão dos seres humanos em realizar uma ação desencadeada pelo estado emocional. Ela varia de abatido ou sonolento (baixa intensidade - passivo) até super estimulado ou em pânico (alta intensidade - ativo) [Libralon 2014].

As emoções e seu reconhecimento são aspectos importantes no desenvolvimento humano, tanto no aspecto individual quanto coletivo. O viés negativo ou positivo dará conforme a situação. Por exemplo, o medo é um aspecto positivo numa situação de perigo na medida que impulsiona um indivíduo a correr longe de alguém que o persegue, mas se torna negativo quando acontece num contexto avaliativo, impedindo um indivíduo de demonstrar sua plena capacidade. A partir do momento em que se reconhece a emoção e que ela apresenta um viés negativo, pode-se estruturar estratégias para minimizar seus efeitos ou até mesmo revertê-los.

### 2.1.1. Ansiedade

São definições de “ansiedade” dada pelo Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa:

1. Sofrimento físico e psíquico; aflição, agonia, angústia, ânsia, nervosismo.
2. PSICOL. Estado emocional frente a um futuro incerto e perigoso no qual um indivíduo se sente impotente e indefeso.
3. FIG. Desejo ardente ou veemente; anelo.
4. Sentimento e sensação de intranquilidade, medo ou receio. [Michaelis 2015]

Portanto, a ansiedade pode causar tanto sofrimento físico quanto psicológico e se refere a um estado de ânimo que sempre espera uma consequência negativa ou ameaçadora.

A ansiedade, segundo Spielberger e Smith (1966) citado por Biaggio, Natalício e Spielberger (1977), é categorizada em ansiedade traço e ansiedade estado.

A ansiedade estado [Spielberger e Smith 1966 apud Biaggio Natalício e Spielberger 1977] é uma emoção passageira em que predominam sentimentos desagradáveis de tensão e apreensão conscientemente percebidos e também por aumento na atividade do sistema nervoso autônomo.

Já a ansiedade traço [Spielberger e Smith 1966 apud Biaggio Natalício e Spielberger 1977] está relacionada com as diferenças individuais, ou seja, a personalidade individual, que apresenta uma propensão de reagir a situações percebidas como ameaçadoras com o aumento de intensidade na ansiedade estado.

A situação causadora de ansiedade pode ocorrer de modo mais intenso e duradouro ou sutil e passageiro. Entretanto, não importa o nível de intensidade, as sensações emocionais negativas de angústia e nervosismo estão presentes e podem ocasionar diversas reações físicas como: tonturas, sudorese ou aumento na frequência cardíaca.

Apesar da vivência ser comum a todos, o aspecto que a torna peculiar fica a cargo do gatilho disparador, seja, a situação que desencadeia esse processo como, falar em público, submeter a avaliações na escola ou estar num ambiente novo, e afeta diversas esferas como a social, a autoestima e a confiança.

### **2.1.2. Mecanismo de detecção de emoções**

As emoções são um importante componente do comportamento humano, como dito na seção 2, pois nos auxiliam na comunicação não verbal, estimulam e fortalecem o vínculo entre as pessoas dando sustentabilidade a estrutura social. Porém, da mesma forma podem contribuir para desestimular e enfraquecer a autoconfiança.

A capacidade de demonstrar e reconhecer emoções é um aspecto humano essencial. Iniciou-se um movimento de estudos para que máquinas e sistemas computacionais pudessem adquirir essa capacidade de forma adequada e funcional, foco da Computação Afetiva, pois haveria ganho substancial em determinadas situações. Por exemplo no trabalho em linhas automatizadas numa produção industrial, em sistemas de diagnóstico e acompanhamento emocional e no acompanhamento em contextos educacionais.

Como mencionado na seção de Introdução, para que um sistema computacional seja considerado afetivo, uma de suas capacidades é a detecção das emoções do usuário e pode ocorrer de diversas formas:

[...] (i) voz (prosódia); (ii) texto (diálogo, mensagens, posts); (iii) comportamento observável, isto é, as ações do usuário na interface do sistema (por exemplo, opções escolhidas, erros e acertos de exercícios, pedido de ajuda, velocidade de digitação, etc.); (iv) expressões faciais e movimento dos olhos (eyetracking); (v) sinais fisiológicos (batimentos cardíacos, eletromiograma – tensão muscular, condutividade da pele, respiração); (vi) ondas cerebrais (eletroencefalograma – ECG); (vii) expressão corporal. [Jaques e Nunes 2018]

A importância de uma ferramenta de detecção ou reconhecimento de ansiedade que processe informações (fisiológicas, audíveis, visuais) de forma automática, ou seja, sem a validação por questionário avaliativo baseado numa auto percepção do usuário ou

de um profissional, pode-se obter uma maior confiabilidade no resultado, pois a análise de dados se baseia em aspectos mensuráveis e que o corpo manifesta de forma autônoma (aumento do ritmo e frequência cardíaca, sudorese e etc.), devido a relação da manifestação da ansiedade com o sistema nervoso autônomo, de acordo com [Handouzi et al. 2013] “...os participantes não podem manipular conscientemente as atividades de seu sistema nervoso autônomo.”

Outro aspecto do questionário avaliativo de ansiedade é a dificuldade na aplicação numa grande escala, isso ocorre devido ao diagnóstico apresentar maior confiabilidade quando acompanhado por profissional da área em sua aplicação e validação, pois são captados aspectos relevantes, como fala agitada, dificuldade em se manter na posição sentada, comportamentos que próprio usuário pode não perceber e por consequência não registrar no questionário. Por isso, torna-se inviável um acompanhamento profissional numa situação de grande escala, como uma escola, já que seria necessário vários profissionais para executar as avaliações simultaneamente em diversos alunos ou as avaliações ocorreriam numa baixa percentagem da totalidade da escola.

A detecção de emoções automática baseada em dados resultantes das mudanças dinâmicas nos indicadores de atividade do Sistema Nervoso Autônomo, por serem dados quantitativos e bastante específicos, resultam num aumento da assertividade dos algoritmos para classificar especificamente a ansiedade, resultando num diagnóstico conciso e rápido. Portanto, realizar um levantamento do material produzido é importante, pois assim novos processos podem ser estruturados ou adaptados daqueles já pesquisados e aplicar em diferentes áreas de seu propósito inicial, como a aprendizagem.

### **2.1.3. Ansiedade e Aprendizagem**

A aprendizagem é um processo complexo que engloba fatores fisiológicos, cognitivos e psicológicos. Apesar de haverem várias perspectivas sobre o que é aprendizagem, todas as linhas teóricas mencionam que se trata do resultado da aquisição de um comportamento ou habilidade para a realização de uma ação/atividade.

Como dito anteriormente, há diversas linhas teóricas que apresentam diferentes compreensões a respeito dos processos de aquisição do conhecimento. De acordo com a teoria behaviorista, estudada e divulgada por Burrhus Frederic Skinner, “o ensino é um processo de condicionamento através do uso de reforçamento das respostas que se quer obter.” [Ostermann e Cavalcanti 2010].

Considerando que a teoria de aprendizagem de Skinner seja válida em toda e qualquer situação de ensino, não teríamos diferentes resultados perante um processo avaliativo quantitativo, pois todos alunos estariam no mesmo ambiente sendo influenciados pelos mesmos estímulos negativos e positivos. Portanto, há outros fatores que interferem, conforme a teoria psicogenética de Wallon [1995 apud Mahoney e Almeida 2005], o aspecto principal no desenvolvimento é a integração. Sendo uma delas, a integração cognitiva-afetiva-motora que cita que as “[...] etapas que a criança percorre serão, portanto, as da afetividade, do ato motor, do conhecimento e da pessoa.”

Para Wallon, o desenvolvimento humano ocorre de forma integralizada, alternando o domínio de uma etapa ou de outra conforme o avanço do amadurecimento biológico, portanto, os três aspectos, cognitivo, afetivo e motor, apresentam uma correlação entre si.

A ansiedade, por ser uma emoção, conforme mencionado na seção 2.1.1., faz parte do aspecto afetivo, pois, de acordo com Mahoney e Almeida [2005] “o conjunto afetivo oferece as funções responsáveis pelas emoções, pelos sentimentos e pela paixão”.

Pesquisas têm demonstrado que altos níveis de ansiedade influenciam negativamente a performance dos alunos, em diversos tipos de tarefas, atuando de maneira nefasta, particularmente, sobre a percepção e a memória, bem como aumentando as reações de auto-depreciação [Benjamin, Mc Keachie, Lin, & Holinger 1981; Eysenck 1983; Martins 1993; Mueller 1978 1979; entre outros; apud Loos 2004].

Devido às correlações com os aspectos cognitivo e motor, o conjunto afetivo pode reduzir a capacidade de aprendizagem, como nas circunstâncias de ansiedade citada acima. Mas de que forma pode ser minimizada essa situação?

O processo ensino-aprendizagem só pode ser analisado como uma unidade, pois ensino e aprendizagem são faces de uma mesma moeda; nessa unidade, a relação interpessoal professor-aluno é um fator determinante. [Mahoney e Almeida 2005]

É de extrema valia a relação professor-aluno, pois é através dela que se pode compreender as emoções de alegria ou tristeza perante a aprendizagem de novos conteúdos e estruturar ações para reverter a sensação negativa causada. Com o advento de novas tecnologias educacionais (ensino remoto, sistemas de tutores inteligentes, etc.) é importante que não se perca a relação interpessoal, apesar da presença física no mesmo espaço e tempo não existir.

### **3.1. Trabalhos Correlatos/Relacionados**

As publicações de MORAIS et al. (2017) e WAGH e VASANTH (2019) apresentam questões de pesquisas alinhadas com este artigo.

Em “Computação Afetiva aplicada à Educação: uma revisão sistemática das pesquisas publicadas no Brasil” de MORAIS et al. (2017), a segunda questão de pesquisa aborda de que maneira as emoções podem ser captadas por equipamentos. Entretanto, não se restringe somente à ansiedade, além de incluir métodos de autoavaliação.

Um outro trabalho relacionado foi publicado por WAGH e VASANTH (2019), o artigo *Review on Various Emotional Disorders by Analyzing Human Brain Signal Patterns (EEG Signals)* que apresenta sistemas de detecção automática de emoções, dentre elas a ansiedade, analisando padrões de sinais cerebrais (EEG). Porém, como mencionado na seção 2.2, há diversos equipamentos capazes de captar sinais na detecção de emoções. A proposta do artigo é específica para um único tipo de dado a ser analisado.

Portanto, as duas revisões sistemáticas publicadas apresentam objetivos diferentes do que propõe neste artigo, que são os mecanismos de detecção automática da ansiedade e uma reflexão para aplicação no contexto educacional.

#### **4.1. Mapeamento sistemático**

Este artigo tem como propósito averiguar o que está sendo desenvolvido e estudado no campo de detecção automática da ansiedade, portanto os questionamentos possuem aspectos exploratórios. Assim, a forma adequada para conduzir este estudo é um mapeamento sistemático, pois, conforme definido por Randolph (2009) citado por Derneval, Coelho e Bittencourt (2020), um mapeamento sistemático possui uma pergunta de pesquisa do tipo exploratória e exige menos profundidade na extração dos dados do que uma revisão sistemática.

Para a execução, foi adotado um protocolo composto pelas seguintes etapas: planejamento, condução e relatório. Durante o planejamento, foi levantada a necessidade da realização do mapeamento e a formulação das perguntas de pesquisa, que têm como objetivo guiar o mapeamento sistemático e também o entendimento das informações extraídas. A partir das questões de pesquisa, que serão apresentadas na seção a seguir, estruturou-se a *string* de busca, a qual contempla as palavras-chave para realização da busca pelos artigos.

A próxima etapa é a condução, ou seja, a busca através da aplicação da *string* nos repositórios de artigos das bibliotecas digitais. Essa busca resultou em um conjunto de estudos primários que foram selecionados pela aplicação dos critérios de exclusão e inclusão, resultando no conjunto de artigos finais para a extração de dados e que serão tratados para se obter um levantamento do que se tem produzido na literatura para realizar a detecção da ansiedade de forma automática, ou seja, sem a necessidade de aplicação de questionários auto avaliativos. Além disso, deseja-se ter ciência do propósito para o qual essas ferramentas foram desenvolvidas. Assim, ao final será possível identificar as lacunas existentes, analisar as possibilidades de utilização dos equipamentos para contextos educacionais, além de disseminar os achados de pesquisa.

##### **4.1.1. Definição de questões de pesquisa**

As questões de pesquisa serão apresentadas por ordem de complexidade, partindo dos aspectos mais simples aos mais complexos, fornecendo uma trajetória estruturada para compreender diversos aspectos pertinentes.

**QP1** - Quais fontes de dados são usadas para detecção/reconhecimento automático de ansiedade?

As fontes de dados que são utilizadas como parâmetros para a detecção de ansiedade podem ser sinais fisiológicos (EEG, ECG, condutividade elétrica da pele, frequência cardíaca e respiratória, etc.), ou seja, todo e qualquer sinal que é produzido pelo organismo. Além de mapeamento de expressões faciais, análise de textos escritos e a voz.

**QP2** - Quais equipamentos são empregados?

As tecnologias empregadas são os equipamentos utilizados para a captação dos dados, como sensores para captação de ECG e EEG através de eletrodos, arduinos, acelerômetro e giroscópio de *smartphone*, microfone, câmeras, mesas digitalizadoras. Todo e qualquer equipamento que possa captar os dados elencados para detectar a ansiedade.

**QP3** - Quais parâmetros e algoritmos o mecanismo de detecção utiliza para identificar a ansiedade?

Os dados captados por sensores (eletrodos) ou equipamentos (câmeras, gravadores de áudio, mesa digitalizadora, etc.) apresentam diversas informações em estado bruto, para que se consiga extrair as informações necessárias para a análise, algumas etapas devem ser submetidas, porém em determinados processos se utilizam todas elas. A primeira etapa após a captação dos dados é remoção de ruído, para que determinado dado seja isolado, para isso utiliza-se diversos filtros (passa-baixa, passa-banda, passa-alto, etc.), próxima etapa é extração de recursos (variância, distorção, etc.) que conforme a sua característica pode ser associado a diferentes tipos de emoções e a última etapa é o classificador, que baseando-se com os dados e características obtidas pela extração de recursos, irá classificar o que foi obtido resultando na apresentação da emoção que o usuário está tendo no momento.

**QP4** - Para quais finalidades são desenvolvidos os mecanismos de detecção automática?

As finalidades dos mecanismos de detecção de ansiedade são desenvolvidos nas mais diversas áreas, a motivação para seu desenvolvimento, se deve quando a ansiedade traz prejuízos na qualidade de vida do indivíduo, que pode ser tanto no aspecto emocional quanto no físico.

**QP5** - Dentre as ferramentas que podem detectar ansiedade, quais as mais viáveis para serem utilizadas numa situação de aprendizagem?

Para que uma ferramenta seja considerada viável para sua utilização, deve-se ponderar o fator econômico, portanto o custo financeiro na aquisição dos equipamentos de captação dos dados, e atentar sobre sua usabilidade, um dos atributos de experiência do utilizador [Cockton 2012 apud Martins et al. 2013].

#### **4.1.2. Procedimentos de busca**

Inicialmente, as palavras que compuseram as primeiras *strings* de busca foram: “detecção de ansiedade” E “aprendizagem”. Elas foram testadas nas bases nacionais (*Scientific Electronic Library Online* - SciELO, Revista Novas Tecnologias na Educação - RENOTE e Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE), porém nenhum resultado foi obtido. A partir desse retorno, pode-se notar que, até o momento da busca das *strings* nas bibliotecas digitais nacionais, eram escassas as pesquisas publicadas, seja no campo teórico ou na elaboração de ferramentas, referentes à detecção da ansiedade para o contexto específico de aprendizagem.

Partindo dessa nova perspectiva, uma nova *string* de busca foi formulada:

#### **Tabela 4.1. String em Português-Br e Inglês**

<i>String</i> em Português-Br	("reconhecimento" OU "detecção") E ("ansiedade" OU "medo de baixa intensidade")
<i>String</i> em Inglês	("recognition" OR "detection") AND ("anxiety" OR "low intensity fear")

Desse modo, as *strings* de busca utilizadas focam na busca de ferramentas (*hardware* ou *software*) que consigam detectar ou reconhecer a ansiedade ou medo de baixa intensidade das mais diversas formas (visual, léxico, sinais fisiológicos, etc). A inclusão de outro termo para ansiedade é devido ao fato do Modelo Circumplexo de Afeto [Russel 1980 apud Libralon 2014], ser bastante aceito no campo da Computação Afetiva. Nele as emoções são representadas por duas dimensões, valência e excitação. A ansiedade é considerada como um medo (valência negativa), pois traz à tona o sentimento de insegurança e receio. Quanto a excitação, ou seja, a sua intensidade em desencadear uma ação causada pelo estado emocional, ela é categorizada como baixa.

A *string* estruturada foi aplicada no dia 20 de Julho de 2020 em repositórios de artigos das bibliotecas digitais nacionais e internacionais no campo de resumo. Não havia nenhuma restrição quanto à temporalidade dos artigos. Os repositórios usados foram:

- Nacionais
  - *Scientific Electronic Library Online* - SciELO
    - [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_home&lng=pt&nrm=iso](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_home&lng=pt&nrm=iso)
  - Revista Novas Tecnologias na Educação - RENOTE
    - <https://seer.ufrgs.br/renote>
  - Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE
    - <https://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/index>
- Internacionais
  - ScienceDirect
    - <https://www.sciencedirect.com/>
  - Web of Science
    - <http://apps.webofknowledge.com/>
  - Scopus
    - <https://www.scopus.com/home.uri>
  - Springer Link
    - <http://link.springer.com/>
  - ACM Digital Library - ACM DL
    - <https://dl.acm.org/>
  - IEEEXplore
    - <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp>
  - Engineering Village
    - <https://www.engineeringvillage.com/home.url>

A seguir são mostrados os dados obtidos a partir da aplicação da *string* nos repositórios de artigos das bibliotecas digitais:

#### **Tabela 4.2. Resultado obtido pela string**

Categoria	Biblioteca Digital	Quant. de artigo retornado
Nacional	<i>Scientific Electronic Library Online</i> - SciELO	44
	Revista Novas Tecnologias na Educação - RENOTE	0
	Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE	0
Internacional	ScienceDirect	2.392
	Scopus	0
	Springer Link	0
	ACM Digital Library - ACM DL	162
	IEEEExplore	166
Total		2.764

Duas bases de pesquisas internacionais não puderam ser acessadas, a Web of Science, devido ao fato da Universidade de São Paulo não estar vinculada institucionalmente, e a Engineering Village, devido às inúmeras tentativas de realizar o cadastro (no dia da aplicação da *string* e posteriores) não terem sucesso, retornando sempre com uma mensagem de erro.

Como pode ser observado na tabela 4.2., com a aplicação da *string* entre as bases nacionais e internacionais somente a biblioteca digital, *Scientific Electronic Library Online* - SciELO, retornou artigos, Por isso, o mapeamento sistemático iniciará o processo de aplicação dos critérios de exclusão e inclusão com os artigos provenientes das bases internacionais e de uma única base de pesquisa nacional.

#### 4.1.3. Triagem de artigos para inclusão e exclusão

Um dos critérios de inclusão de maior relevância é que a detecção ou reconhecimento de ansiedade se processe de forma automática, ou seja, desconsidera-se os artigos fundamentados em mecanismos que se utilizem de questionário/avaliação de auto reflexão. A partir do momento em que há a necessidade de um julgamento próprio, abre-se a possibilidade de um diagnóstico falso ou, para se ter um diagnóstico mais assertivo, se necessita a avaliação por um profissional da área.

Deste modo, a detecção automática apresenta maior confiabilidade em seus resultados, devido a análise ser baseada em dados mensuráveis, que são o resultado das manifestações do sistema nervoso autônomo, fato devidamente apresentado na seção 2.2.

A análise ser embasada em dados mensuráveis é primordial, visto que determinar certas emoções, como a ansiedade, não é uma tarefa simples, porque deve-se

considerar que culturalmente as pessoas são tachadas de ansiosas, mas nem sempre são. Assim, resultou-se nos seguintes critérios:

**Tabela 4.3. Critérios de Inclusão e Exclusão**

CRITÉRIOS	
INCLUSÃO	EXCLUSÃO
Artigos científicos que descrevem ferramentas para detecção automática de emoções. Sendo considerada ferramentas, como: tecnologias, informação, áudio, vídeo, facial, computer science.	Livros e artigos de opinião.
Artigos científicos que sejam das áreas de computação, informática e biomedicina.	Artigos científicos indexados nas bases utilizadas que sejam das áreas de psiquiatria, saúde, terapia, medicina, psicologia, enfermagem, veterinária, pediatria, farmacologia e ginecologia.
Artigos cujo acesso integral seja gratuito, por meio de e-mail institucional ou cadastro gratuito.	Artigos que estejam escritos em línguas diferentes de Inglês-USA e Português-Br.
Artigos que estejam em Inglês-USA ou Português-Br.	Artigos que tenham duas ou menos páginas.
	Artigos duplicados.

O processo de filtragem ocorreu em três etapas, iniciou com a aplicação de critérios mais “fechados”, como a questão da língua (inglês-USA ou Português-Br) ou quantidade de páginas. A segunda etapa foi a leitura do resumo e conclusão e na etapa final, em sua totalidade. Assim, foram obtidos os artigos finais e extraídos os dados que contribuiriam para as respostas das questões de pesquisa.

A tabela 4.4. demonstra a quantidade de artigos em cada etapa de filtragem até resultar nos artigos finais.

**Tabela 4.4. Resultado obtido após a aplicação dos critérios**

Categoria	Biblioteca Digital	1ª Filtragem	2ª Filtragem	3ª Filtragem
Nacional	<i>Scientific Electronic Library Online - SciELO</i>	0	0	0
Categoria	Biblioteca Digital	1ª Filtragem	2ª Filtragem	3ª Filtragem
Nacional	Revista Novas Tecnologias na Educação - RENOTE	0	0	0

	Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE	0	0	0
Internacional	ScienceDirect	41	39	7
	Scopus	0	0	0
	Springer Link	0	0	0
	ACM Digital Library - ACM DL	161	154	7
	IEEEExplore	166	156	51
Total		368	349	65 <sup>4</sup>

## 5.1. Resultados

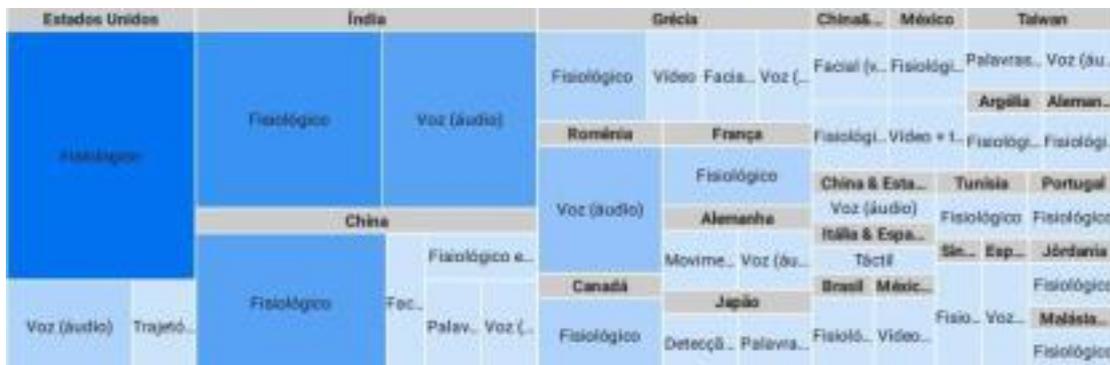
Nesta seção serão apresentados os dados obtidos através da extração de dados, realizados nos artigos após a leitura completa de cada um deles. Essa apresentação será iniciada pelos resultados obtidos referentes aos tipos de fontes de dados e seguirá conforme a ordem das questões de pesquisa.

### 5.1.1. Tipos de fontes de dados (QP1)

As fontes de dados podem diversos tipos, como: sinais fisiológicos (ECG - eletrocardiograma, EEG - eletroencefalografia, condutividade da pele, frequência respiratória, PTT - tempo de trânsito de pulso); voz (prosódia, pitch); texto (léxico de emoção); ações do usuário na interface do sistema (trajetória com o cursor.); expressões faciais e movimento dos olhos (*eyetracking*).

Grande parte dos artigos são baseados em sinais fisiológicos, conforme é demonstrado na Figura 5.1., devido a sua manifestação ser causada pelo sistema nervoso autônomo, ou seja, o corpo humano não pode disfarçar ou dissimular a situação de ansiedade, tornando esse tipo de dado confiável e principalmente mensurável. Outra informação obtida é a constatação de que a China produziu artigos com maior diversidade de tipos de fontes de dados em relação aos outros países, pois apresenta estudos baseados em dados fisiológicos, facial, voz e palavras/texto.

<sup>4</sup>Link para listagem dos artigos finais (<http://tiny.cc/cgz0tz>)



**Figura 5.1. Mapa de árvore de tipo de fonte de dados e seus países**

### 5.1.2. Quais as tecnologias são empregadas e seus parâmetros (QP2)

Os tecnologias empregadas estão relacionadas conforme o tipo de dados que se busca extrair, assim sendo podem ser categorizadas conforme o tipo de fonte, resultando em:

- Fisiológico - são utilizados frequencímetro, placa de arduino, codificador Procomp, sensor shimmer, pletismografia indutiva, todos com o intuito de captar frequências cardíacas e/ou respiratórias, pressão arterial;
- Vídeo - utilizadas câmeras;
- Voz - banco de dados, nos artigos selecionados foi utilizado o banco de dados de Berlim, auxiliando para treinar o sistema;
- Movimento - Sistema de decodificação de postura - Body Action e Posture Coding System (BAP)
- Texto - banco de dados NLPCC-MHMC-TE, apresentando a mesma funcionalidade que o de voz, auxiliar no treinamento do sistema.

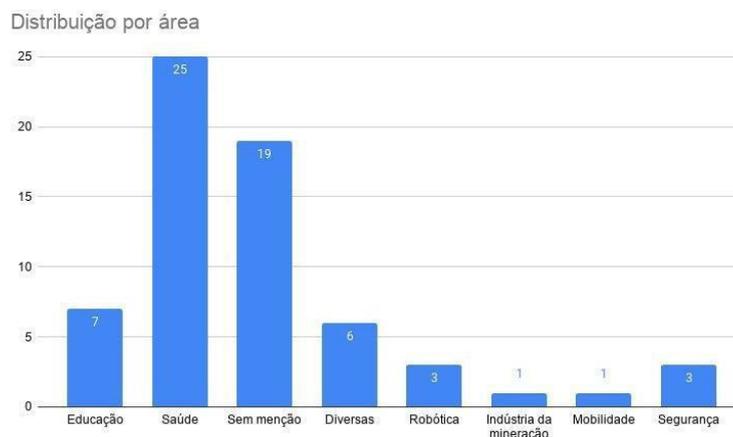
### 5.1.3. Parâmetros e algoritmos utilizados na identificação da ansiedade (QP3)

Os algoritmos serão apresentados da mesma forma que as tecnologias empregadas, ou seja, categorizadas conforme o tipo de fonte de dados.

- Fisiológico - Classificador Support Vector Machine (SVM) e Adaptive Neural Fuzzy Inference Systems/Filtragem de Kalman, Software MATLAB/Algoritmo de detecção Pan Tompkins/Aprendizagem para rede neural feedforward de camada única (SLFN) chamada máquina de aprendizagem extrema (ELM);
- Vídeo - Classificador K-vizinhos mais próximos (K-nn), Máquinas de Vetores de Suporte (SVM) e multirresolução Semi-Naive Bayesian (MSNB)/Extração Active Shape Model (ASM)/ Detecção de ROI;
- Voz - Aprendizado de múltiplas instâncias de um classificador (BLSTM-MIL)/ Classificador KNN (K-Nearest Neighbor), Gabor for Matching Pursuit, Bayesiano e Support Vector Machine (SVM)/Extração de dados - Rabiner-Sambur;
- Movimento - Algoritmo Random Forest;
- Texto - Reconhecimento de emoção do texto (memória de longo-curto prazo (LSTM) / Método de núcleo polinomial (PK) para calcular as semelhanças.

#### 5.1.4. Classificação de acordo com sua finalidade (QP4)

A distribuição por área de acordo com sua finalidade está representada graficamente na figura 5.2., tendo os seguintes resultados: área da Saúde (25), seguidos de Sem Menção (19), ou seja, não mencionado para qual finalidade o mecanismo foi desenvolvido, Educação (07) direcionado para um treinamento daqueles que possuem dificuldades em se expressar diante de público, Diversas (06) os artigos mencionam que o mecanismo poderá contribuir em diversas áreas, como: interação homem-máquina, adaptabilidade de sistema de tutoria inteligente, avaliação psicológica para missão espacial tripulada, Robótica e Segurança (03) e Indústria da Mineração e Mobilidade (01).



**Figura 5.2.. Gráfico de Distribuição por área**

#### 5.1.5. Ferramentas viáveis para a detecção da ansiedade em situações de aprendizagem. (QP5)

Dois fatores são relevantes para a análise da viabilidade:

1. Baixo investimento financeiro, ou seja, ponderar a utilização de equipamentos de baixo custo (mesa digitalizadora ou *webcam*) ou adaptar recursos existentes em dispositivos comuns, como os sensores de giroscópio e câmeras presentes em *smartphones*;
2. Condição física da interação, preservar a mobilidade natural do usuário, optando preferencialmente por mecanismos que se utilizem de transmissão de dados sem contato físico ou o menor possível.

Assim, as ferramentas mais viáveis são aquelas que obtêm os dados através da captura por vídeo, áudio e textual, tornando-se as escolhas mais assertivas, mesmo que não apresentem o nível de eficiência maior ou equivalente aos obtidos pelos dados fisiológicos.

A decisão é embasada primeiramente ao quesito investimento financeiro a ser realizado, que compreende desde a compra de equipamentos para realização da medição de EEG e/ou ECG, aquisição de eletrodos reutilizáveis ou modelos descartáveis, profissional capacitado ou treinamento adequado para realizar a correta colocação dos eletrodos, caso contrário poderá resultar em dados equivocados. Todas essas condições a tornam não viável financeiramente, pois a área educacional tem a peculiaridade de

executar ações em grande escala, ou seja, para que os alunos sejam beneficiados com a tecnologia existente, teria que ser aplicável facilmente, da mesma forma que se tira uma *selfie* ou grava uma mensagem de voz, evitando se possível uma preparação prévia complexa e com diversas etapas, fazendo com o que o processo de detecção de ansiedade numa situação de aprendizagem seja reproduzível em grande quantidade.

Outra condição é a preservação da mobilidade natural do usuário, o que não pode ocorrer com mecanismos de dados fisiológicos, em virtude da necessidade de aplicação de sensores em contato com a pele e conectados com o equipamento através de fios, sucedendo um fator de incômodo e acarretando numa inadaptação ao uso, principalmente se for destinado aos alunos do primeiro ano do ensino fundamental.

## **6.1. Discussão**

O mapeamento sistemático resultou em 65 artigos cujo foco é a detecção automática de ansiedade, sendo muitos deles voltados para diferentes áreas e finalidades que não se aproximam da educacional. Entretanto, trazem descobertas e reflexões a respeito de seu desenvolvimento, considerando que cada tecnologia empregada apresenta vantagens e desvantagens perante seu propósito: apresentar o mais alto índice de reconhecimento da ansiedade. Assim, essa seção será dividida em três subseções: proximidade a área educacional, desafios e inovação.

### **6.1.1. Proximidade a área educacional**

O artigo de LIKFORMAN-SULEM et al. (2017) relata a utilização da primeira base de dados publicamente disponíveis que relaciona os estados emocionais com a escrita e o desenho, sendo a coleta dos dados através de amostras de desenhos e caligrafia registradas numa mesa digitalizadora, por ser uma ação bastante executada no ambiente escolar, torna inexistente o processo de adaptação, já que se trata de uma ação corriqueira e natural.

Um aspecto a aprimorar é aumentar a base de dados, incluindo maior variabilidade e quantidade de amostras, pois assim poderá ser aplicado em qualquer tipo de tarefa que o usuário estiver realizando e estruturar sua integração a um sistema de tutoria inteligente, que terá a capacidade de reconhecer o tipo de emoção que está sendo manifestado.

### **6.1.2. Desafios**

Há inúmeros desafios a serem superados para que a detecção tenha alta porcentagem de assertividade. A ansiedade é um estado emocional bastante peculiar para cada um, dessa forma é necessário que o sistema tenha uma etapa de treinamento para cada novo usuário. Trata-se de uma etapa em que se capta dados do usuário em estado de relaxamento e compara-se quando o submete a situações de ansiedade. Assim, torna o sistema mais assertivo, pois os dados de relaxamento e ansiedade são específicos do usuário.

A parametrização por ECG pode ser levada à falsa detecção de ansiedade devido a interferência ocasionada por movimentos com intensidades variadas, pois certos picos

presentes na ansiedade também se encontram na movimentação, fato este que torna a estruturação de um robusto método de aprendizado profundo primordial.

Outra etapa importante e desafiadora é a fase de treinamento do algoritmo, o qual deve receber dados claros e definidos para que o sistema não retorne com um falso positivo, portanto submeter os usuários em situações os mais reais possíveis que causem ansiedade contribui numa maior assertividade dos dados, um recurso que está sendo adotado nesta ação são os recursos de realidade virtual, equipamentos responsáveis pela imersão do usuário em situações que muitas vezes não é facilmente reproduzida, como estar diante de uma platéia de 200 pessoas.

A peculiaridade na detecção através da voz se concentra na existência de um banco de dados, contendo amostras de vozes categorizadas devidamente com a respectiva emoção, e não apenas a sua disponibilidade de acesso é um desafio, mas a nacionalidade a qual pertence, sendo que há diferenças na pronúncia da língua portuguesa falada por brasileiro ou por português, além da importância e englobar variabilidade que compreende desde gênero, idade, situação e foi obtido um maior índice de acerto com uma base de dados de vozes não profissionais, ou seja, não foram gravadas por atores, já que possui maior semelhança aos elementos (pitch, tom, etc.) de voz utilizados pela população.

### **6.1.3. Inovação**

No campo da inovação, os artigos de Fukazawa et al. (2019) e Rus et al. (2018) trouxeram uma nova perspectiva para os mecanismos de detecção de emoção.

O primeiro artigo menciona sobre a adaptação de equipamentos existentes para outras finalidades, no caso a utilização dos sensores passivos de smartphones para captação de dados de características ambientais (iluminância, localização, som), características comportamentais do mundo real (sentar, correr, caminhar) e características comportamentais online (interação em redes sociais, envio de mensagens), todas essas informações foram registradas num *log* e armazenadas num aplicativo autorizado pelo usuário, foram estruturadas recursos categóricos para “prever mudanças nos níveis de ansiedade, combinamos as características ambientais e comportamentais em um vetor de características.” [Fukazawa et al. 2019].

Rus et al. (2018) traz a proposta de incorporar sensores em mobiliário, tornando-o mais amigável e menos perceptível, pois assim não aumenta a ansiedade das pessoas com alto nível de ansiedade traço.

## **7.1. Conclusão**

O grande salto para os mecanismos de detecção de emoções será quando se aprimorar os algoritmos tornando-os eficientes a tal ponto que o sistema seja capaz de reconhecer a ansiedade ou qualquer outra emoção independente do usuário e do meio pelo qual está sendo obtido os dados.

Esse aprimoramento contribuirá para utilização em situações de aprendizagem, captando dados para que a relação interpessoal professor-aluno seja a mais semelhante ao momento presencial. E sendo incorporado ao ambiente de aprendizagem poderá

captar o estado emotivo do aluno e numa situação de ansiedade, comunicá-lo ao professor ou até mesmo adotar procedimentos automatizados para que diminua.

Abrindo possibilidades de uma simples redação, o algoritmo detectar palavras de polaridades negativas e que pode ser percebida como um alerta para o professor e os pais, expandindo sua funcionalidade inicial, de potencializar as situações de aprendizagem para um acompanhamento emocional.

Uma próxima etapa a partir do mapeamento sistemático é o desenvolvimento de mecanismos de detecção automática de ansiedade em situações de aprendizagem que possam ser integradas em sistemas de tutoria inteligentes.

## 8.1. Referências

- ANSIEDADE. (2020) In: MICHAELIS, Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa. São Paulo: Melhoramentos. Disponível em: <<http://michaelis.uol.com.br/busca?id=vKKM>>. Acesso em: 31 out. 2020.
- BIAGGIO, A. M.; NATALÍCIO, L.; SPIELBERGER, C. (1977) “Desenvolvimento da forma experimental em português do Inventário de Ansiedade Traço-Estado (IDATE), de Spielberger.” Arquivos Brasileiros de Psicologia Aplicada, v. 29, n. 3, p. 31–44.
- CRUZ, Aniana; PIRES, Gabriel; LOPES, Ana C.; et al. (2019) “Detection of Stressful Situations Using GSR while Driving a BCI-controlled Wheelchair.” Proceedings of the Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, EMBS, p. 1651–1656, 2019. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8857748>>. Acesso em: 2 nov. 2020.
- DERMEVAL, Diego; COELHO, Jorge A. P. de M.; BITTENCOURT, Ig I. (2020) “Mapeamento Sistemático e Revisão Sistemática da Literatura em Informática na Educação.” In: JAQUES, Patrícia Augustin; SIQUEIRA, Sean; BITTENCOURT, Ig; PIMENTEL, Mariano. (Org.) Metodologia de Pesquisa Científica em Informática na Educação: Abordagem Quantitativa. Porto Alegre: SBC. (Série Metodologia de Pesquisa em Informática na Educação, v. 2) Disponível em: <<https://metodologia.ceie-br.org/livro-2>>.
- FUKAZAWA, Yusuke; ITO, Taku; OKIMURA, Tsukasa; YAMASHITA, Yuichi; MAEDA, Takaki; OTA, Jun. (2019) “Predicting anxiety state using smartphone-based passive sensing.” Journal of Biomedical Informatics, [S. l.], v. 93, n. March 2019, p. 103151. DOI: 10.1016/j.jbi.2019.103151. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2019.103151>.
- HANDOUZI, Wahida; MAAOUI, Choubeila; PRUSKI, Alain; MOUSSAOUI, Abdelhak; BENDIOUIS, Yamina. (2013) “Short-term anxiety recognition induced by virtual reality exposure for phobic people.” Proceedings - IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, SMC 2013, [S. l.], p. 3145–3150, 2013. DOI: 10.1109/SMC.2013.536.
- JAQUES, P. A.; NUNES, M. A. S. N. (2018) “Computação Afetiva aplicada à Educação – Informática na Educação.” Disponível em: <<https://ieducacao.ceie-br.org/computacaoafetiva/#citar>>. Acesso em: 2 nov. 2020.
- LIBRALON, Giampaolo Luiz. (2014) “Modelagem computacional para reconhecimento de emoções baseada na análise facial.” São Carlos. 196 p.
- LIKFORMAN-SULEM, Laurence; ESPOSITO, Anna; FAUNDEZ-ZANUY, Marcos; CLEMENCON, Stephan; CORDASCO, Gennaro. (2017) “EMOTHAW: A Novel Database for Emotional State Recognition from Handwriting and Drawing.” IEEE Transactions on Human-Machine Systems, [S. l.], v. 47, n. 2, p. 273–284. DOI: 10.1109/THMS.2016.2635441.

LOOS, Helga. (2004) “Ansiedade e aprendizagem: um estudo com crianças resolvendo problemas algébricos.” *Estudos de Psicologia (Natal)*, [S. l.], v. 9, n. 3, p. 563–573. DOI: 10.1590/s1413-294x2004000300019.

MAHONEY, Abigail Alvarenga; ALMEIDA, Laurinda Ramalho De. (2005) “Afetividade e processo ensino-aprendizagem: contribuições de Henri Wallon.” *Psicol. educ.*, [S. l.], n. 20, p. 11–30.

MARTINS, Ana Isabel; QUEIRÓS, Alexandra; ROCHA, Nelson Pacheco; SANTOS, Beatriz Sousa. (2013) “Avaliação de usabilidade: Uma revisão sistemática da literatura.” *RISTI - Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao*, Portugal, n. 11, p. 31–43. DOI: 10.4304/risti.11.31-43. Disponível em:

[http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1646-98952013000100004&lng=pt&nrm=i&so&tlng=pt](http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1646-98952013000100004&lng=pt&nrm=i&so&tlng=pt). Acesso em: 30 nov. 2020.

MORAIS, Felipe; SILVA, Juarez Da; REIS, Helena; ISOTANI, Seiji; JAQUES, Patricia. (2017) “Computação Afetiva aplicada à Educação: uma revisão sistemática das pesquisas publicadas no Brasil.” In: *ANAIS DO XXVIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO (SBIE 2017) 2017, Anais [...].* : Brazilian Computer Society (Sociedade Brasileira de Computação - SBC). p. 163. DOI: 10.5753/cbie.sbie.2017.163.

OSTERMANN, Fernanda; CAVALCANTI, Cláudio José De Holanda. (2010) “Teorias de aprendizagem: texto introdutório.” [S. l.], p. 40. Disponível em: <http://ebooks.cambridge.org/ref/id/CBO9781107415324A009>. Acesso em: 2 nov. 2020.

SOUZA, R. (2018) “Primeira ligação feita com um celular completa 45 anos; relembre a história.” *Canaltech*. [S.l.]. Disponível em: <<https://canaltech.com.br/inovacao/primeira-ligacao-feita-com-um-celular-completa-45-anos-relembre-a-historia-111152/>> Acesso em: 05 out. 2020.

WAGH, Kalyani P.; VASANTH, K. (2019) “Review on Various Emotional Disorders by Analyzing Human Brain Signal Patterns (EEG Signals).” *Proceedings of 2019 3rd IEEE International Conference on Electrical, Computer and Communication Technologies, ICECCT 2019*, [S. l.]. DOI: 10.1109/ICECCT.2019.8869453.