

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
ESCOLA POLITÉCNICA
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO



UM ESTUDO SOBRE ESTRESSE E A COMPUTAÇÃO AFETIVA

ALEXANDRE LEITE LEMOS

GOIÂNIA
2021

ALEXANDRE LEITE LEMOS

UM ESTUDO SOBRE ESTRESSE E A COMPUTAÇÃO AFETIVA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola de Ciências Exatas e da Computação, da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Computação.

Orientador: Fábio Barbosa Rodrigues

GOIÂNIA

2021

RESUMO

O estresse tem sido um grande problema enfrentado pela sociedade. Cada vez mais pessoas passam grande parte do dia sob estresse, agravando então problemas físicos e psicológicos. Com isso, o objetivo do trabalho é abordar e analisar como a computação afetiva é capaz de inferir emoções, bem como suas formas de medição e observação do estresse em um indivíduo. Assim, propõe-se apresentar reflexões para situações estressantes e abordagens para diminuir ou evitar esse problema, além de apresentar técnicas que auxiliem usuários a relaxarem.

Palavras-chave: **Computação Afetiva, Estresse, Emoções.**

ABSTRACT

Stress has been a huge problem facing society. More and more people spend a large part of the day under stress, aggravating physical and psychological problems. So, the objective of the paper is to approach and analyze how Affective Computing is able to infer emotions, as well as its ways of indicating and observing stress in an individual. Thus, offering to present reflections for stressful situations and ways to reduce or avoid this discomfort, in addition to presenting techniques that help users to relax.

Keywords: **Affective Computing, Stress, Emotions.**

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Curva de Yerkes-Dodson.....	12
Figura 2 - Aplicativo Pause.....	27
Figura 3 - Aplicativo MindShift.....	28
Figura 4 - Aplicativo MindShift - Alívio Rápido.....	29
Figura 5 - Inner Balance e HeartMath	30

LISTA DE SIGLAS

CPT Teste Pressor Frio

ECG Eletrocardiograma

EDA Atividade Eletrodérmica

EMG Eletromiografia

EEG Eletroencefalograma

IAPS Sistema Internacional de Imagem Afetiva

ISMA Associação Internacional de Controle do Estresse

OMS Organização Mundial da Saúde

SCWT Teste de Inferência de Palavras e Cores *Stroop*

SNS Sistema Nervoso Simpático

SSST Teste de Resistência ao Cantar uma Música

TSST Teste de Estresse Social de Trier

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 ESTRESSE E COMPUTAÇÃO AFETIVA.....	10
2.1 O ESTRESSE	10
___ 2.1.1 A Origem.....	10
___ 2.1.2 O Conceito.....	10
___ 2.1.3 A lei de Yerkes-Dodson.....	11
___ 2.1.4 Estresse Crônico Atualmente	13
2.2 COMPUTAÇÃO AFETIVA.....	14
___ 2.2.1 A Origem.....	14
___ 2.2.2 O Conceito.....	14
___ 2.2.3 Aplicações	15
2.3 A COMPUTAÇÃO AFETIVA E O ESTRESSE.....	16
___ 2.3.1 Testes de Indução de Estresse.....	16
___ 2.3.2 Sinais de Estresse	17
3. RECONHECIMENTO DE ESTRESSE DE FORMA NÃO INVASIVA	20
3.1 DETECÇÃO DE ESTRESSE NO COTIDIANO COM SMARTPHONE .	20
3.2 INTERAÇÃO ENTRE HUMANO E SMARTPHONE.....	22
3.3 DETECÇÃO DE ESTRESSE COM MOUSE E TECLADO	23
3.4 INTERAÇÃO ENTRE HUMANO E COMPUTADOR	24
3.5 COMPUTAÇÃO AFETIVA LIDANDO COM O ESTRESSE	25
___ 3.5.1 Aplicativo Pause	26
___ 3.5.2 Aplicativo MindShift	27
___ 3.5.2 Aplicativo Inner Balance	29
4. CONCLUSÃO	31
5. REFERÊNCIAS.....	32
6. APÊNDICE.....	35

1 INTRODUÇÃO

O estudo das emoções por muito tempo foi evitado no campo da ciência, seja pelo grau de dificuldade de compreendê-las, ou mesmo pela volatilidade do objeto de estudo. Cientistas estavam acostumados a temas com pensamento lógico e de raciocínio, desviando ao máximo de pautas que levem em conta a emoção e o aspecto sentimental dos humanos (Picard, 1995).

O número de cientistas empenhados em estudar emoções cresceu exponencialmente. Muitos desses estudos têm focado em reconhecimento facial, mas há também um número crescente examinando a fisiologia das emoções e outras questões relacionadas ao corpo humano (Ekman, 2016).

Com isso, surgiu-se o termo “Computação Afetiva” que consiste em computadores capazes de inferir emoções de um indivíduo baseando-se em observações fisiológicas e comportamentais do mesmo. Esses estados emocionais compreendidos pela computação afetiva podem ser alegria, raiva, surpresa, nojo, tristeza e medo. Recentemente o estresse foi adicionado às emoções acima (Can, Arnrich, Ersoy, 2019).

Uma forma de aplicar a Computação Afetiva é a partir de um dispositivo capaz de detectar e responder às emoções e outros estímulos do usuário. Através de uma variedade de fontes como expressões faciais, postura, gestos, fala, a força ou o ritmo do toque nas teclas e as mudanças de temperatura da mão em um mouse, podem significar mudanças no estado emocional do indivíduo (Banafa, 2016).

Tratando de um problema mundial, o estresse é a maneira do corpo humano de responder a qualquer situação que ameace a vida e o equilíbrio interno. A resposta ao estresse é a maneira que o corpo tem de protegê-lo. Quando funciona corretamente, ajuda a manter o foco, energia e em estado de alerta. No entanto, após um certo ponto, o estresse começa a se tornar uma grande ameaça à saúde, humor, produtividade, relacionamentos e na qualidade de vida (HELP GUIDE, 2020).

Há dois tipos principais de estresse, cada um tendo diferentes efeitos no corpo e mente. O estresse agudo resulta de eventos ou situações específicas que envolvem novidade e imprevisibilidade. Esse tipo de estresse geralmente é benéfico porque ajuda o corpo e a mente a lidar com a situação. Já o estresse

crônico é resultante da exposição repetida a situações que liberam excessivamente os hormônios do estresse. Essa liberação excessiva tem sido associada a doenças cardíacas, pressão alta, colesterol alto e até depressão (CSHS, 2019).

Sendo um mal inerente a grande parte da sociedade atual, problemas de estresse têm-se tornado cada vez mais constantes entre jovens e adultos. De acordo com uma estimativa da Organização Mundial de Saúde (OMS) o estresse atinge mais de 90% da população mundial, e segundo um levantamento da Associação Internacional de Controle do Estresse (ISMA), o Brasil é o segundo país do mundo com o maior nível de estresse, ficando atrás apenas do Japão (IMIP, 2020).

A necessidade de utilizar o computador no local de trabalho tornou-se cada vez mais evidente nas últimas décadas. Nessa nova era, funcionários estão sendo desafiados a avançar juntamente com a tecnologia, sempre mantendo seus conhecimentos e habilidades atualizados. No entanto, para pessoas novas e não treinadas isso pode causar sentimentos de medo e estresse ao tentar se adaptar a novas tecnologias (Achim, Kassim, 2015).

A pandemia da COVID-19, juntamente com as medidas de isolamento têm agravado diversos problemas psicológicos à população. Trabalhadores e estudantes estão sendo desafiados a se adaptar a uma nova rotina, a novas tecnologias e a permanecerem a maior parte do dia em casa. Ações de saúde pública, como o distanciamento social são necessárias para reduzir a disseminação do vírus, todavia, essas medidas podem acabar levando a problemas psicológicos.

Dentro deste cenário, um fator importante a ser levado em conta é a importância de compreender as emoções dos usuários. Embora registrar informações como frequência cardíaca e níveis de estresse sejam úteis, o que é ainda mais poderoso é como essas informações podem ser usadas a favor da humanidade. Por meio de assistentes pessoais, dispositivos vestíveis, smartphones e até robôs, é possível obter uma resposta ao comportamento do indivíduo, podendo tomar medidas para uma melhora em seu bem-estar.

Portanto, o objetivo do trabalho é apresentar dados e informações com o propósito de analisar como a computação afetiva pode auxiliar usuários a detectar e diminuir o estresse crônico de forma não invasiva.

2 ESTRESSE E COMPUTAÇÃO AFETIVA

2.1 O ESTRESSE

2.1.1 A Origem

O termo “estresse” foi emprestado do campo da física pelo pesquisador médico Hans Selye na década de 1930. Na física o estresse descreve a força que produz tensão em um corpo físico. Partindo desse princípio, o considerado “pai da pesquisa sobre o estresse”, Selye começou a utilizar o termo ao perceber que seus pacientes hospitalizados sofriam de algo em comum, que em sua opinião estavam todos sob uma espécie de estresse físico (CSHS, 2019).

Selye então propôs que o estresse era uma pressão inespecífica no corpo causada por irregularidades em suas funções normais. Ele teorizou que a superexposição do corpo ao estresse causaria o que chamou de “síndrome de adaptação geral”, que poderia causar choque, alarme e eventualmente, exaustão (Fink, 2010).

Com isso, o estudo de Selye ajudou a compreender alguns problemas enfrentados por soldados. Durante a Primeira Guerra Mundial (1914-1918), a ansiedade paralisante denominada “choque de granada” foi inicialmente atribuída às vibrações da artilharia pesada, acreditando danificar os vasos sanguíneos do cérebro. No entanto essa teoria foi abandonada no período da Segunda Guerra Mundial (1939-1945) e o problema rebatizado de “fadiga de batalha”, pois notou-se que a ativação desses instintos de luta e fuga perduraram mesmo em tempo de paz (Rothman, 2016).

A pesquisa de Selye também revelou algo que pode surpreender ou confortar pessoas que convivem com estresse. Embora o termo seja usado quase exclusivamente em um sentido negativo, ele comprovou que um pouco de estresse mantém a vida excitante (Rothman, 2016).

2.1.2 O Conceito

Para Pimenta (2017), estresse é uma resposta física do organismo humano a um estímulo. Quando estressado, o corpo pensa que está sob ataque

e muda para o modo “lutar ou fugir”, liberando uma mistura complexa de hormônios e substâncias químicas. Contudo, trata-se de uma reação natural do corpo, sendo uma forma de se proteger de ameaças.

De acordo com McEwen (2013), o estresse envolve o estressor (o que provoca ou conduz ao estresse) e uma resposta ao estresse, que é controlada pelo sistema nervoso autônomo.

Para McEwen (2013), no funcionamento inconsciente do cérebro, o sistema nervoso autônomo atua durante todo o dia. Ele é responsável por organizar todas as funções corporais, bem como, todo comportamento físico, mental, emocional, psicológico e social. A atividade do cérebro inconsciente varia entre estar relaxado e tenso. Quando funciona bem, o cérebro faz a mudança em segundos. Este é considerado o estresse positivo, chamado de estresse transitório ou agudo.

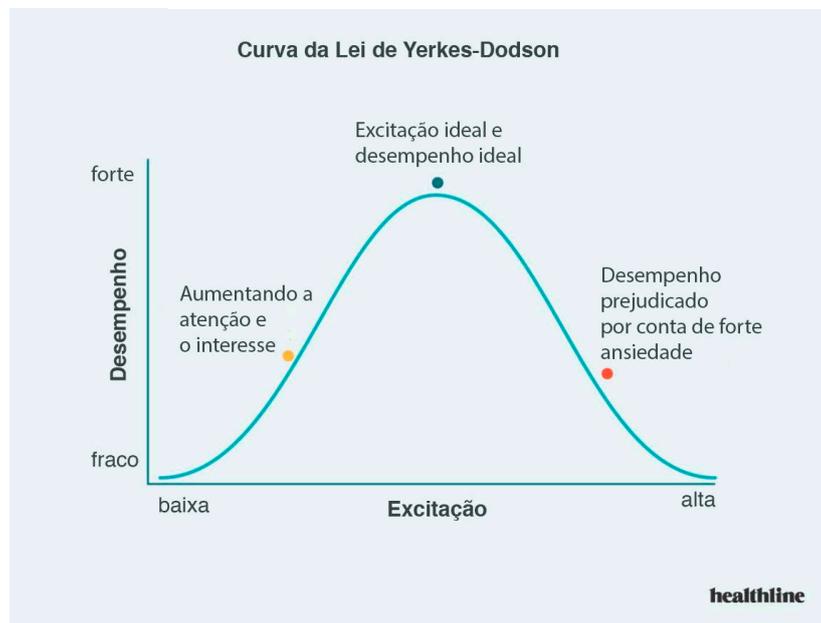
Quando alguém está sob uma carga de estresse muito alta por um período muito longo, o cérebro não consegue ativar o estado de relaxamento corretamente, isso leva à uma variedade de disfunções, podendo reduzir o desempenho geral da pessoa e afetando negativamente a saúde (McEwen, 2013). Assim, o estresse se torna algo negativo e destrutivo, sendo então chamado de estresse persistente ou crônico.

2.1.3 A lei de Yerkes-Dodson

A lei de Yerkes-Dodson é um modelo desenvolvido em 1908 pelos psicólogos Robert M. Yerkes e John D. Dodson, eles afirmam que o desempenho aumenta com a excitação fisiológica ou mental, mas até certo ponto. Quando os níveis de excitação se tornam excessivos, o desempenho diminui (HEALTHLINE, 2020).

Relacionado com a “excitação”, o estresse em seu primeiro momento pode ajudar a reunir motivação e atenção na tarefa empenhada, mas caso seja usado demasiadamente pode gerar improdutividade e falta de interesse. O processo é ilustrado graficamente abaixo como uma curva em forma de sino que aumenta e depois diminui de acordo com níveis de excitação.

Figura 1 - Curva de Yerkes-Dodson



Fonte: www.healthline.com

Yerkes e Dodson formularam sua teoria quando realizavam testes em ratos. Usando choques elétricos leves, eles foram capazes de ensiná-los a aprender tarefas que chamavam de “hábito” mais rapidamente. Contudo, à medida que os choques ficavam mais fortes, os ratos diminuam o desempenho (HEALTHLINE, 2020).

Então, a lei propõe três níveis de excitação, que são eles:

- **Baixa Excitação:** neste momento, não se tem nenhum estresse, não é necessariamente uma coisa boa em termos de desempenho. O baixo nível se caracteriza por falta de interesse e motivação na tarefa.
- **Excitação Ideal:** esse é o que é esperado ao realizar tarefas. Em um nível moderado, ajuda a manter o foco e melhora o desempenho. Nesse instante, o corpo sente uma sensação de clareza e aprofundamento no conteúdo.
- **Alta Excitação:** quando ultrapassa o nível ideal, o estresse intenso leva a uma reação de luta, fuga ou congelamento. Nessas situações, a ansiedade e o estresse sobem a um nível incontrolável.

2.1.4 Estresse Crônico Atualmente

O estresse crônico constitui-se de efeitos físicos ao estresse por longos períodos. Este se encontra em pessoas que estão em um estado constante de alerta intensificado.

De acordo com Hollyman (2020), atualmente existe algumas causas potenciais para ocorrência do estresse crônico, podendo ser:

- **Estar constantemente conectado:** estar conectado grande parte do dia em redes sociais pode ser ruim para a saúde mental. Seja por padrões inalcançáveis de beleza, estilo de vida e produtividade, consumir informação que não corresponda ao modo de viver é bastante perigoso;
- **Sobrecarga:** cada vez mais, jornadas de trabalho têm-se estendido a mais de 8 horas ao dia. Adicione interações sociais, tempo para a família, viagens e exercícios físicos, no final, tudo em um dia se torna exaustivo para apenas uma pessoa;
- **Formas ruins de aliviar o estresse:** o estresse é inevitável na vida moderna e agitada. Infelizmente, como têm-se pouco tempo, as pessoas buscam seu alívio de forma errada, como o consumo de álcool, cafeína e produtos com alto teor de açúcar;
- **Poluição:** a visualização de grande quantidade de conteúdo, o excesso de sons escutados ou mesmo a poluição do ar podem afetar o bem-estar dos indivíduos.

Essa exposição excessiva ao sistema de resposta ao estresse e a outros hormônios podem interromper diversos processos do corpo. Isso aumenta o risco de diversos problemas de saúde, incluindo:

- Ansiedade;
- Depressão;
- Problemas Digestivos;
- Frequente Dores de Cabeça;
- Doenças Cardíacas;
- Problemas com Sono;
- Prejuízo de Memória e Concentração (MAYO CLINIC, 2019).

2.2 COMPUTAÇÃO AFETIVA

2.2.1 A Origem

O termo “Computação Afetiva” foi utilizado pela primeira vez como título em um artigo de 1995 da Dra. Rosalind W. Picard, que é Diretora de Pesquisa em Computação Afetiva do Instituto de Tecnologia de Massachusetts. Posteriormente, em 1997, ela publicou um livro de mesmo nome, então popularizou-se e acabou se tornando um termo comum na computação (Calistra, 2015).

Embora as origens do estudo das emoções (“afeto” é, basicamente, um sinônimo de “emoção”) tenham sido traçadas desde as primeiras investigações filosóficas, o ramo mais moderno da ciência da computação foi iniciado por Rosalind W. Picard. Uma de suas motivações para o estudo era a ideia de máquinas simularem empatia, além de interpretar o estado emocional dos humanos e adaptar-se a eles (Banafa, 2016).

Em seu livro de 1997, Picard argumenta que deveria haver algo como raciocínio emocional para que efetivamente tenha qualquer forma de verdadeira inteligência de máquina. Ainda argumentou que programadores precisam levar em conta emoções ao escrever um software que interage com pessoas (Banafa, 2016).

2.2.2 O Conceito

Para Becker (2016) o termo Computação Afetiva se refere a sistemas e dispositivos de tecnologia projetados para discernir, reconhecer e representar emoções humanas de usuários. Assim, a computação afetiva se esforça para ler o estado emocional de um usuário, adicionando um componente qualitativo às interações entre humanos e computadores.

Ainda para Becker (2016) a Computação Afetiva captura sinais de usuários humanos por meio de câmeras, microfones, sensores, expressões faciais, tom de voz, gestos e outras variáveis que possam indicar o estado emocional. Ao avaliar esses pontos de dados, o sistema determina as ações a

serem feitas com os resultados, como encaminhar usuários para serviços ou recursos apropriados.

De acordo com Banafa (2016) a Computação Afetiva é um campo interdisciplinar que abrange a ciência da computação, psicologia e ciências cognitivas. Assim, as tecnologias de Computação Afetiva detectam o estado emocional de um usuário através de sensores, microfones, câmeras e/ou lógica de software e respondem realizando ações que melhor se adequem ao humor daquele.

2.2.3 Aplicações

Fazendo parte da Inteligência Artificial, a Computação Afetiva pode ser introduzida em vários setores com uma variedade de aplicações. Abaixo, tem-se alguns destes campos que são beneficiados pelo estudo das emoções:

- **Aplicações Médicas:** a detecção de emoção é muito útil para inferir problemas psicológicos como quadros de depressão, ansiedade e/ou estresse;
- **Seleção de Conteúdo e Mineração de Dados:** a capacidade de detectar a satisfação a respeito de um assunto levou ao aprimoramento dos sistemas de recomendação e ao desenvolvimento de sistemas de navegação de conteúdo mais satisfatórios;
- **E-learning (Aprendizado Eletrônico):** o reconhecimento de emoções poder ser bastante úteis na superação de problemas relacionados ao aprendizado eletrônico de um usuário;
- **Melhorias de Interface:** as melhorias da interface de um sistema podem ser projetadas para melhor se adaptar ao estado emocional do usuário;
- **Neuromarketing:** a capacidade de detectar a resposta emocional de um ser humano sem a necessidade de perguntar a ele contribui para o estudo neurológico em determinadas ações de *marketing* (Araneta, Uy, Gonzales, 2014).

2.3 A COMPUTAÇÃO AFETIVA E O ESTRESSE

A reação ao estresse é iniciada pelo cérebro como uma resposta a estímulos sensoriais pelo olho, nariz e ouvido. Quando o corpo sente uma ameaça, podendo ser real ou imaginária, os mecanismos do corpo iniciam um processo rápido e automático denominada “reação ao estresse para se proteger”. Com a liberação de hormônios do estresse, como epinefrina e cortisol, o corpo começa a agir em estado de alerta. A frequência cardíaca aumenta, os músculos contraem, a pressão arterial e o volume das vias aéreas pulmonares aumentam. Então o oxigênio no cérebro aumenta fazendo com que os sentidos se tornem mais nítidos (Can, Arnrich, Ersoy, 2019).

No entanto, um pouco de estresse é positivo. Faz com que o corpo libere adrenalina, o que ajuda a cumprir atribuições e projetos, podendo melhorar o desempenho e a capacidade de solução de problemas. Mas, o estresse crônico, que é constante e persiste por um longo período, pode afetar o bem-estar físico e psicológico, causando diversos problemas (Kelly, Coons, 2019).

2.3.1 Testes de Indução de Estresse

Existem algumas maneiras de investigar o estresse em laboratório, nestes casos os indivíduos são solicitados a realizar certas tarefas a fim de induzir o estresse (Can, Arnrich, Ersoy, 2019). Os testes mais aplicados em condições de laboratório são:

- **Teste de Estresse Social de Trier (TSST):** durante o teste, saliva e sangue são coletados e os dados de frequência cardíaca são registrados. Além disso, o teste ocorre em uma sala com câmera de vídeo, microfone e juízes. No teste, o indivíduo é solicitado a fazer uma apresentação para os juízes e por último uma tarefa de aritmética mental;
- **Teste de Inferência de Palavras e Cores Stroop (SCWT):** na versão padrão do teste, o indivíduo é solicitado a ler as palavras coloridas, depois nomear a cor da tinta exibida e por último, nomear a cor da palavra;
- **Teste Pressor Frio (CPT):** nesse teste, o indivíduo é solicitado a colocar a mão na água gelada enquanto puder. Eles são instruídos a expressar-se ao sentirem dor. Se a dor se tornar insuportável, ele pode remover as

mãos. Esse processo ajuda pesquisadores a medir a primeira sensação de dor e a tolerância em situações estressantes;

- **Teste de Resistência ao Cantar uma Música (SSST):** inicialmente o indivíduo visualiza mensagens neutras em uma tela por um minuto. Após essa fase, é solicitado que cante em voz alta, permanecendo parado durante todo o processo. Os pesquisadores então obtêm o eletrocardiograma e a atividade eletrodérmica do participante para estudo do estresse;
- **Teste com o Sistema Internacional de Imagem Afetiva (IAPS):** o IAPS é um banco de dados criado para fornecer um conjunto padronizado de imagens para pesquisas de emoção e atenção. O teste consiste em exibir ao indivíduo imagens que vão desde a simples objetos a imagens extremas que causam certo incômodo.

2.3.2 Sinais de Estresse

Os sintomas de estresse podem ser medidos e observados de várias maneiras. O Sistema Nervoso Simpático (SNS) do corpo humano desencadeia a reação ao estresse, resultando em sintomas psicológicos, fisiológicos e comportamentais (Can, Arnrich, Ersoy, 2019).

Na forma psicológica, o estresse pode ser medido através de questionários auto avaliativos ou por entrevistas com psicólogo. A segunda maneira de detectar o estresse é avaliando os sinais fisiológicos do indivíduo, que incluem informações relacionadas à intensidade e característica da emoção. Esses sinais incluem níveis hormonais, Eletrocardiograma (ECG), Eletroencefalograma (EEG), Atividade Eletrodérmica (EDA), respiração, diâmetro da pupila entre outros. Outra forma de reconhecer o estresse é a partir de mudanças comportamentais. As respostas podem ser obtidas através de teclas e da dinâmica do mouse, postura, expressões faciais, fala, uso de telefone celular, padrão de caminhada e linguística de texto (Can, Arnrich, Ersoy, 2019).

2.3.2.1 Sinais Psicológicos

As avaliações de estresse psicológico podem ser realizadas através de questionários e pesquisas. A maneira de coletar dados de indivíduos é feita por relatórios instantâneos ou diários. Como as pessoas tendem a esquecer os picos emocionais em 24 horas, o recomendado é relatar eventos estressantes assim que acontecem. Essa abordagem funciona como uma autoavaliação do indivíduo, sendo feita de forma invasiva, é indicado aplicar esse método em casos bastante específicos (Can, Arnrich, Ersoy, 2019).

2.3.2.2 Sinais Fisiológicos

Os sinais fisiológicos consistem em leituras ou medições que são produzidas pelo processo fisiológico dos seres humanos (Can, Arnrich, Ersoy, 2019). Através deles é possível detectar características do estresse. Esses sinais podem ser:

- **Atividade Cardíaca:** um dos sinais mais relevantes para identificar o estresse é a atividade cardíaca. O Eletrocardiograma (ECG) é empregado para medir a atividade elétrica produzida no coração por meio de eletrodos colocados no corpo;
- **Atividade Cerebral:** as atividades cerebrais também são afetadas por mudanças emocionais e estresse. O Eletroencefalograma (EEG) é utilizado para medir a atividade cerebral, colocando vários eletrodos no couro cabeludo;
- **Atividade Muscular:** a atividade neural relacionada ao estresse também afeta os músculos. A eletromiografia (EMG) mede a ação muscular colocando eletrodos em músculos selecionados;
- **Atividade Eletrodérmica (EDA):** sob excitação emocional e estresse, os suores corporais e a condutância da pele aumentam. Então a EDA mede a alteração das propriedades elétricas da pele, aplicando uma pequena corrente e medindo a resistência entre dois eletrodos;
- **Pulso do Volume Sanguíneo:** o pulso do volume sanguíneo é a mudança no volume do sangue para cada intervalo entre batimentos. A

fotopletiografia mede o pulso do volume sanguíneo através da absorção da luz pelo sangue;

- **Temperatura da Pele:** a temperatura da pele pode mudar devido a vários fatores, incluindo o estresse. O efeito do estresse na temperatura da pele pode ser medido pelas mudanças de temperatura locais que o fluxo sanguíneo provoca.

2.3.2.3 Dados Comportamentais

A partir de mudanças comportamentais é possível reconhecer o estresse. Sem métodos invasivos ou que provoque incômodo ao indivíduo, essa forma de reconhecimento possui diversas abordagens (Can, Arnrich, Ersoy, 2019), se destacando:

- **Fala:** o estresse pode provocar mudanças na forma como a voz humana é gerada. A velocidade de fala, o tom de voz, energia e características espectrais são afetados por eventos estressantes. A fala é bastante usada para detecção por não ser invasiva e pela coleta fácil de dados em ambientes silenciosos;
- **Expressões Faciais:** a eletromiografia (EMG) facial e o reconhecimento de imagem de câmeras são usados para detectar expressões faciais em situações de estresse. Os principais aspectos para detectar o estresse são a intensidade do sorriso, o movimento das sobrancelhas e da boca;
- **Pressionamento de Tecla e Dinâmica do Mouse:** o estresse pode ser detectado com base no pressionamento das teclas e como o indivíduo utiliza o mouse. No teclado, as informações que detectam estresse podem ser a taxa de pausa entre o pressionamento de teclas e a frequência do uso de teclas específicas como o backspace e a barra de espaço. No mouse essa detecção pode ser obtida através da aceleração, velocidade média de movimento, quietude e frequência dos cliques;
- **Gestos e Movimentos Corporais:** quando estão sob estresse os indivíduos podem demonstrar mudanças no comportamento e gestos. Essas mudanças incluem aperto da mandíbula, movimentos do braço, esfregar dos dedos, mudança de postura;

- **Uso do Celular:** o estresse também afeta a forma como se usa smartphones. Como a abordagem é não invasiva, esse método é bastante usado por pesquisadores. O comportamento do indivíduo pode ser detectado pelo uso de aplicativos específicos, uso da bateria, frequência da ativação e desativação da tela, entre outras abordagens.

3. RECONHECIMENTO DE ESTRESSE DE FORMA NÃO INVASIVA

A noção prévia das condições de estresse em um indivíduo pode reduzir o impacto geral que o momento estressante pode causar. Idealmente, o sistema de medição de estresse deve funcionar de forma contínua e preferencialmente não sendo invasivo, captando assim respostas sem criar estresse adicional ao indivíduo.

Como destaca Ciman, Wac, Gaggi (2015) a abordagem não invasiva, apesar de ser um campo de estudo recente, dispõe de diversas vantagens diante de outras formas de reconhecimento de estresse. O que mais se destaca é a não necessidade de um aparelho específico para obter os dados, sendo baseado na obtenção de informação através de telas de toque, teclados, movimentos do mouse, entre outros.

Um bom exemplo apresentado por Ciman, Wac, Gaggi (2015) é caso um usuário de computador se sente estressado e o sistema detecta essa ação, o computador pode então adiar atualizações do sistema ou mesmo evitar notificações desnecessárias aparecendo na tela. Além disso, pode apresentar aplicativos de relaxamento ou anunciar que seja necessária uma pausa para não prejudicar a saúde do indivíduo.

3.1 DETECÇÃO DE ESTRESSE NO COTIDIANO COM SMARTPHONE

De acordo com a empresa alemã Statista (2021) especializada em dados de mercado e consumidores, o número atual de usuários de smartphones em todo mundo é cerca de 80,69%. Mostrando que o telefone celular têm se tornado algo do uso cotidiano da maioria das pessoas.

A detecção de estresse através do uso de dados de dispositivos que o usuário sempre utiliza é uma proposta que leva a ideia de ser o menos invasivo

possível. No entanto, para Kostopoulos, Deriaz, Kyritsis e Konstantas (2017) simplesmente coletar padrões do comportamento de indivíduos é insuficiente para detectar o estresse. Sendo então importante levar em consideração as principais dimensões do bem-estar pessoal, sendo elas: o padrão de sono dos usuários, sua interação social e sua atividade física.

Apresentado por Kostopoulos et al. (2017), a ideia de notar o padrão de sono leva em conta a interação do usuário com a tela do dispositivo comumente entre os horários das 18:00 às 10:00, tempo determinante para gerenciar a qualidade do sono. Quanto a interação social, pessoas que verificam repetitivamente o celular para checar se recebe mensagens geralmente apresentam sintomas de estresse. Outro ponto são pessoas altamente dependentes da internet para interagir socialmente, estas evitam assim as emoções e não conseguem manter uma administração de tempo no uso do celular. Por último, monitorar a atividade física é relevante para notar se o usuário pratica exercícios regularmente, devido a comprovação científica que a atividade física diminui o estresse cotidiano.

Com as dimensões do bem-estar sendo pilares na abordagem de detecção de estresse, os smartphones entregam diversas fontes de dados sendo os mais utilizados:

- **Tela de Toque:** sendo um grande gerador de dados para identificar o estresse, a tela apresenta diferentes aspectos que auxiliam na obtenção de informação. Através do toque, duplo toque, a força ao pressionar, o deslizar, tudo pode ser definido como dado para inferir estresse;
- **Entrada de Texto:** ao digitar um texto (sem ajuda do corretor ortográfico), é possível notar certos erros ocorrerem ou determinadas teclas serem pressionadas continuamente, sendo aspectos importantes para medir estresse;
- **Localização do Usuário:** há certos locais que podem promover um ambiente estressante ao usuário. O uso do GPS e Wifi é necessário para perceber padrões de locais conturbados;
- **Frequência de Ativação da Tela:** em situações estressantes é visto que o indivíduo verifica diversas vezes o smartphone a fim de desviar de situações que o ameaçam;

- **Mensagens e Ligações:** está é uma abordagem considerada invasiva devido ao acesso a informações privadas do indivíduo. Mas, caso concorde em enviar os dados, esse tipo de abordagem avalia o tempo de duração de uma conversa em aplicativo de mensagens, as gírias ou abreviações usadas, entre outros aspectos. No caso de ligações, ele permite avaliar através da duração da ligação e a frequência de ligações para determinada pessoa;

- **Sensores:** smartphones possuem diversos sensores que podem ser usados para detectar estresse de um usuário. Através de sensores como giroscópio, acelerômetro e de luminosidade. Com o giroscópio a ação é detectada através do movimento do indivíduo, indicando qual a direção ele está se movendo, por exemplo, ao caminhar a pé com certa pressa. Com o acelerômetro e o sensor de luminosidade, estes podem identificar quantas vezes um smartphone foi retirado do bolso da pessoa, mesmo que não seja ligada a tela, sendo características de uma pessoa estressada.

O uso de smartphones tem se tornado bastante presente na rotina da maiorias indivíduos, principalmente jovens. Apesar de ser um importante detector de estresse, é inevitável dizer que o smartphone também pode gerar estresse nas pessoas. De acordo com Yang, Liu, Fang (2021) o uso prolongado de telefones celulares pode prejudicar o desempenho escolar e profissional, levando até a problemas com saúde mental.

Diante disso, é importante compreender que smartphones são uma enorme fonte de coleta de dados para detecção de emoções e estresse, no entanto, o próprio telefone celular pode levar aos problemas de saúde mental, sendo então necessário um gerenciamento melhor de como o usuário o utiliza.

3.2 INTERAÇÃO ENTRE HUMANO E SMARTPHONE

Existe atualmente diversas formas de induzir o estresse em uma pessoa para fins educacionais. Normalmente esse tipo de indução acontece em laboratório com a supervisão de pesquisadores afim de compreenderem melhor o funcionamento do corpo sob estresse. Verificado por Ciman, Wac e Gaggi (2015) essas pesquisas geralmente induzem a pessoa ao estresse através de

situações consideradas estressantes, como exercícios de matemática e memória, temporizadores ao realizar determinadas tarefas e/ou pressão social ao efetuar atividades em público.

No entanto, esses métodos de gerar estresse não podem ser totalmente aplicados ao cotidiano devido ao ambiente controlado em que são realizados. Esse tipo de aplicação é interessante para compreender quais aspectos podem ser detectados quando a pessoa está sob estresse específico, e futuramente auxiliar no cotidiano do indivíduo.

Sendo assim, a forma de detectar estresse deve ser aplicada em ambientes reais, para que o indivíduo não se sinta pressionado ao realizar tarefas como em um laboratório. Notar aspectos que podem ser característicos em um ambiente de trabalho ou durante um trânsito engarrafado é extremamente relevante para compreender o estresse diário de uma pessoa.

3.3 DETECÇÃO DE ESTRESSE COM MOUSE E TECLADO

A detecção de estresse no cotidiano é um dos maiores desafios a percorrer devido ao objeto de estudo ser indiscutivelmente variável. Com o uso de teclado e mouse é possível perceber padrões, principalmente em ambientes de trabalho quando o usuário se depara com momentos de frustração e nervosismo.

Apresentado por Hernandez et al. (2014), os resultados de testes laboratoriais indicam que os níveis de estresse aumentam acompanhados por uma pressão de digitação mais forte e uma maior quantidade de contato com o mouse. Isso foi notado levando em conta alguns testes realizados em laboratórios, que podem ser adaptados ao cotidiano do indivíduo. Estes testes são:

- **Transcrição de Texto:** durante essa tarefa, os participantes transcrevem um breve texto. Em um primeiro momento são instruídos a escreverem na condição relaxada, sem qualquer interferência externa. Após esse período é feito os testes na condição estressada em que é adicionado um temporizador informando o tempo restante para finalizar a tarefa, além do curso de texto piscar duas vezes mais rápido além de sons de trânsito serem inseridos durante a tarefa;

- **Escrita Expressiva:** nesta tarefa foi solicitado aos participantes a lembrarem de um recente momento calmo e tranquilo de sua vida (na condição relaxada) e uma situação estressante (na condição estressada) e escrever sobre esses momentos por um curto tempo;
- **Clique do Mouse:** os participantes foram desafiados a clicar em barras horizontais que alternativamente apareciam em ambos os lados da tela. O toque nas barras foi realizado 90 vezes em duas situações diferentes, a primeira no momento relaxado e a outra em um momento estressante (após passar pela transcrição de texto e escrita expressiva).

Enquanto a transcrição do texto captura o tipo ênfase vivenciada quando exposta a um ambiente estressante, a escrita expressiva capta uma interpretação mais subjetiva e pessoal do estresse comumente vivenciado ao lembrar momentos estressantes. Por fim, a tarefa de clicar com o mouse captura os efeitos colaterais do estresse das tarefas anteriores.

Com testes realizados em laboratório, apesar de não serem aplicáveis em um ambiente de trabalho, é possível aprender e compreender quais aspectos que ajudam a distinguir as emoções de um indivíduo, como cliques no mouse ou a pressão no acionamento de teclas. Com isso em mente, é possível dar dicas aos usuários que vivenciam níveis de estresse altos e então desenvolver estratégias para contornar essa situação.

3.4 INTERAÇÃO ENTRE HUMANO E COMPUTADOR

A dinâmica do teclado e mouse pode fornecer informações comportamentais relevantes sobre o estado afetivo e cognitivo de um usuário. Como é apresentado no trabalho de Hernandez, Paredes, Roseway e Czerwinski (2014), têm-se a análise de dados do teclado e do mouse com base no tempo ou na frequência de certos botões, sendo possível também obter informações através da pressão com que os botões são pressionados.

Hernandez et al. (2014) informa em seu artigo que hoje no mercado existem teclados sensíveis a pressão e mouses capacitivos que apresentam um melhor desempenho na detecção de pressão ao acionar um botão. Estes dispositivos geram um valor em escala do nível que o botão foi pressionado, e

que comumente apresenta níveis de pressionamento mais altos, tanto no teclado como no mouse, ao estar sob um momento de estresse.

Reconhecer quando um usuário de computador está estressado pode ajudar a prevenir uma variedade de problemas de saúde associados com o estresse crônico. A detecção pode ser realizada através do teclado, mouse, câmeras, sensores, entre outros dispositivos. A fim de não ser invasivo, as abordagens mais praticáveis levando em conta este quesito é o teclado e mouse devido ao usuário já utilizá-los.

As câmeras ou webcams não são tão recomendadas (mesmo que sejam uma ótima fonte de obtenção de dados comportamentais) devido o incômodo que pode causar. Ao notar que o usuário será gravado constantemente, talvez seu comportamento ou expressões se alterem, podendo gerar inconsistências nos dados.

Quanto aos sensores, tais como sensores de batimento cardíaco, pressão arterial ou sensores que detectam o estresse através do suor do indivíduo, são bastante aplicáveis, podendo gerar resultados até mais satisfatórios que o mouse e teclado, no entanto, geralmente utiliza-se baterias como fonte de energia o que pode levar a situações em que a pessoa não os use (durante o período de recarga). Além disso são incômodos, podendo tornar o indivíduo mais estressado do que ele realmente está.

3.5 COMPUTAÇÃO AFETIVA LIDANDO COM O ESTRESSE

A computação afetiva é um campo de estudo recente, sendo pouco explorado no cotidiano humano. Grande parte dos estudos são realizados em laboratórios sendo capazes de inferir de maneira superficial estados emocionais. Atualmente não foi encontrado aplicativos oficiais comercializados nas lojas de aplicativos App Store e Google PlayStore capazes de detectar o estresse através da atividade no celular, como uso da tela e de certos aplicativos. Portanto, os aplicativos mencionados abaixo auxiliam na redução do estresse, mas sem detectá-lo utilizando a Computação Afetiva.

Isso apresenta uma falha de como é abordado o estresse na rotina diária. Abaixo será exemplificado aplicativos que detectam e/ou auxiliam a lidar com estresse e ansiedade.

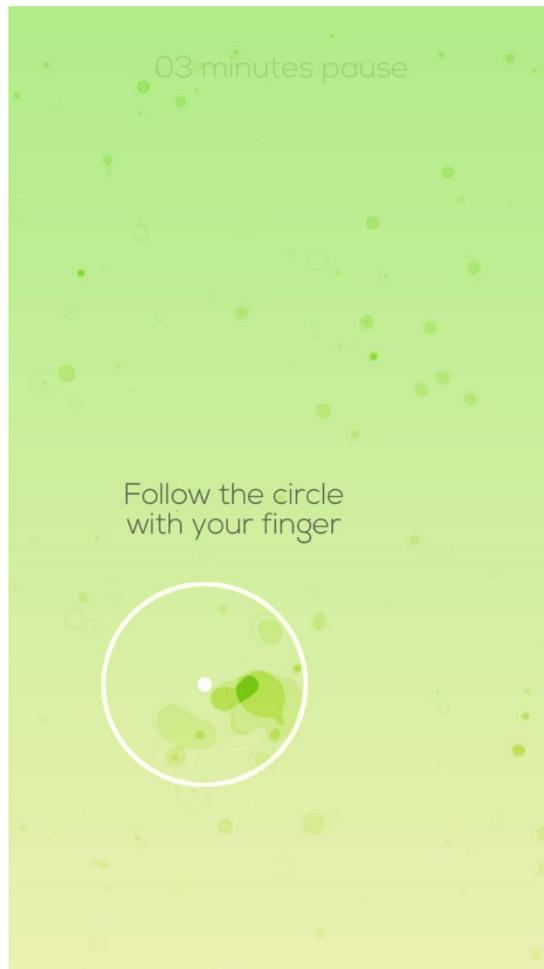
3.5.1 Aplicativo Pause

O aplicativo Pause é um aplicativo disponível para sistema iOS sendo anunciado como uma “experiência de relaxamento e meditação” destinado a combater o estresse e pensamentos desatentos.

O usuário segue determinadas instruções destinadas a acalmá-lo. Na prática, isso significa colocar o dedo na tela para tocar em um pequeno círculo e movê-lo durante um certo período. Conforme o usuário move o dedo, ele é instruído a desacelerar (se for muito rápido) ou continuar (se permanecer parado).

À medida que a bolha se move, ela aumenta de tamanho, de forma progressiva e satisfatória, até que cresça o suficiente para preencher toda a tela. Nesse ponto, o aplicativo sugere que feche os olhos e experimente aquele momento calmo. Todo esse processo é acompanhado de músicas relaxantes que auxiliam na imersão.

Figura 2 - Aplicativo Pause



Fonte: Aatoria Própria, 2021

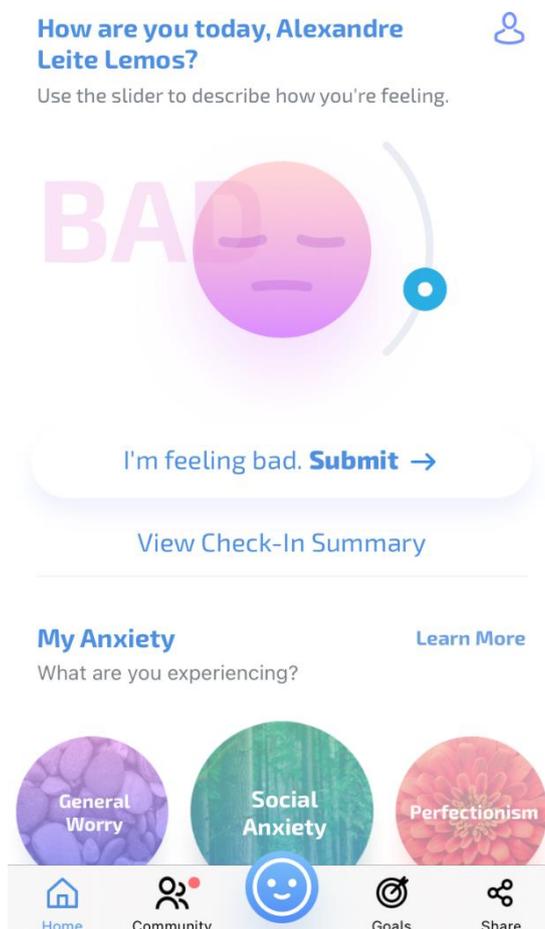
Pause é um aplicativo simples, sendo esse o foco principal. Para pessoas que sentem estressadas durante todo o dia, talvez seja uma boa opção para um breve período de tranquilidade em meio a quantidade massiva de informação recebida.

3.5.2 Aplicativo MindShift

MindShift é um aplicativo criado para fornecer ferramentas de alívio de estresse e ansiedade. Ele funciona a partir de relatos preenchidos pelos próprios usuários que informam seu humor em um determinado momento do dia. Nele também é possível compreender qual tipo de ansiedade ou estresse o usuário vem possivelmente passando, então informando quais são os sintomas e

principalmente sugerindo técnicas de relaxamento. Na figura 3 é possível visualizar a página inicial ao iniciar o aplicativo.

Figura 3 - Aplicativo MindShift

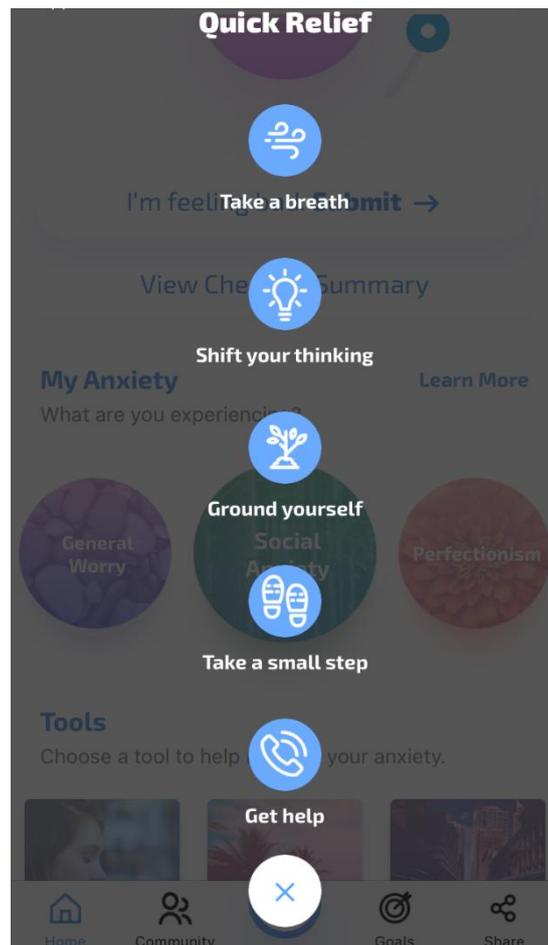


Fonte: Autoria Própria, 2021

Na aba comunidade é possível se comunicar com pessoas que estejam passando por problemas similares e obter dicas de outros usuários de como contornar situações estressantes.

Apresentado na figura 4, no Alívio Rápido é possível praticar técnicas de relaxamento tais como exercícios de respiração, cartões com mensagens motivacionais, exercícios de desvio de foco (não pensar no problema que causa o estresse ou ansiedade) e por último praticar atividades físicas e mentais que auxiliem a esquecer do problema. No entanto, caso o usuário achar que nenhum exercício tenha resolvido seu problema, na aba Obtenha Ajuda, são recomendados telefones para redes de apoio a saúde mental, além de sugerir a procura de um profissional próximo.

Figura 4 - Aplicativo MindShift - Alívio Rápido



Fonte: Autoria Própria, 2021

3.5.2 Aplicativo Inner Balance

O Inner Balance é um aplicativo móvel de alívio de estresse que tem como objetivo ajudar indivíduos a prevenir, gerenciar e reverter os efeitos do estresse. Ele fornece metas diárias de atividades, além de sugerir exercícios de respiração e de pensamentos positivos.

O aplicativo necessita de um sensor HeartMath (Figura 5) que funciona como um treinador de respiração digital juntamente com o usuário. Enquanto o usuário respira, é feita uma concentração em momentos passados de alegria e êxtase. O sistema então monitora essas atividades e acompanha o sinal cardíaco e apresenta um gráfico que demonstra o quão relaxado o usuário se encontra.

Figura 5 - Inner Balance e HeartMath



Fonte: www.heartmathbenelux.com/en/shop/inner-balance-trainer

Com o aplicativo HeartMath é possível visualizar a Variabilidade da Frequência Cardíaca, aspecto importante para noção de estresse. Nele é possível realizar a atividade de respiração até atingir um alto nível de “coerência”, que é alcançado mantendo o foco na tarefa.

4. CONCLUSÃO

O estresse tem se tornado um dos maiores problemas do século 21, essa questão ainda é um objeto recente de estudo, não sendo levado tão sério como deveria ser. Apesar disso, a detecção do estresse utilizando Computação Afetiva apresenta resultados bastante satisfatórios, apresentando alternativas que vão desde sensores cardíacos até abordagens não invasivas como uso de telas de toque, teclados e mouses.

No mercado existe aplicativos que auxiliam o enfrentamento do estresse diário, muitos utilizando a computação afetiva a seu favor, apresentando resultados mais coesos e eficazes. Contudo, há ainda aplicativos que apenas apresentam técnicas de relaxamento, sem que seja detectado o estresse do indivíduo. Esse tipo de abordagem ainda é a mais simples e rápida, mas não dispõe de uma grande eficácia em combater diferentes tipos de estresse.

Portanto, foi apresentado dados que viabilizam e confirmam que o uso da computação afetiva no tratamento de estresse é altamente recomendado, devido a quantidade de informações que podem ser obtidas através de aspectos comportamentais humanos. Além disso, foi exposto aplicativos que abordam o enfrentamento do estresse com o uso de técnicas de relaxamento.

Dada à importância do assunto, torna-se necessário a integração entre aplicativos de relaxamento e a computação afetiva, pois acabam sendo ainda campos pouco integrados.

5. REFERÊNCIAS

- ACHIM, Nur`ain; KASSIM, Arraqib Al. **Computer Usage: The Impact of Computer Anxiety and Compute Self-efficacy**. ScienceDirect, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042815004590#:~:text=From%20the%20findings%20it%20was,affected%20employees'%20self%2Defficacy>. Acesso em: 26 mai. 2021.
- ARANETA, John Michael; UY, Chinbe Honelly; GONZALES, Baldwin. **Affective Computing**. Prezi, 2014. Disponível em: <https://prezi.com/0wvmoejf9ch/affective-computing/>. Acesso em: 27 mai. 2021.
- BANAFSA, Ahmed. **What is Affective Computing?**. Open Mind BBVA, 2016. Disponível em: <https://www.bbvaopenmind.com/en/technology/digital-world/what-is-affective-computing/>. Acesso em: 30 abr. 2021.
- BankMyCell. **How many smartphones are in the world?**. Disponível em: <https://www.bankmycell.com/blog/how-many-phones-are-in-the-world>. Acesso em 27 nov. 2021.
- BECKER, Samantha. **7 Things You Should Know About Affective Computing**. EduCause, 2016. Disponível em: <https://library.educause.edu/resources/2016/8/7-things-you-should-know-about-affective-computing>. Acesso em: 27 mai. 2021.
- CALISTRA, Cole. **What is Affective Computing?**. Kairos, 2015. Disponível em: <https://www.kairos.com/blog/what-is-affective-computing>. Acesso em: 27 mai. 2021.
- CAN, Y. S.; ARNRICH, B.; ERSOY, C. **Stress detection in daily life scenarios using smart phones and wearable sensors: A survey**. Science Direct, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1532046419300577> Acesso em: 30 abr. 2021.
- Centre for Studies on Human Stress (CSHS). **Acute vs. Chronic Stress**. Disponível em: <https://humanstress.ca/stress/understand-your-stress/acute-vs-chronic-stress/>. Acesso em: 30 abr. 2021.
- Centre for Studies on Human Stress (CSHS). **History of Stress**. Disponível em: <https://humanstress.ca/stress/what-is-stress/history-of->

ResearchGate, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/311252593_Stress_Detection_Using_Smart_Phone_Data. Acesso em: 27 nov. 2021.

Mayo Clinic. **Chronic Stress Puts Your Health at Risk**. Disponível em: <https://www.mayoclinic.org/healthy-lifestyle/stress-management/in-depth/stress/art-20046037>. Acesso em: 27 mai. 2021.

PICARD, Rosalind Wright. **Affective Computing**. MIT Media Laboratory, 1995. Disponível em: <https://affect.media.mit.edu/pdfs/95.picard.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2021.

PIMENTA, Tatiana. **Estresse: saiba como ele afeta sua saúde física e emocional**. Vittude, 2017. Disponível em: <https://www.vittude.com/blog/estresse-saiba-como-ele-afeta-sua-saude/#:~:text=Estresse%20%C3%A9%20uma%20resposta%20f%C3%ADsica,corpo%20para%20a%20a%C3%A7%C3%A3o%20f%C3%ADsica>. Acesso em: 18 mai. 2021.

REIMER, Ulrich. LAURENZI, Emanuele. MAIER, Edith. ULMER, Tom. **Mobile Stress Recognition and Relaxation Support with SmartCoping: User-Adaptive Interpretation of Physiological Stress Parameters**. ResearchGate, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/314950277_Mobile_Stress_Recognition_and_Relaxation_Support_with_SmartCoping_User-Adaptive_Interpretation_of_Physiological_Stress_Parameters. Acesso em: 27 nov. 2021.

ROTHMAN, Lily. **Meet the doctor who changed our understanding of stress**. Times, 2016. Disponível em: <https://time.com/4243311/hans-selye-stress/>. Acesso em: 30 abr. 2021.

YANG, Haibo; LIU, Bingjie; FANG Jianwen. **Stress and Problematic Smartphone Use Severity: Smartphone Use Frequency and Fear of Missing Out as Mediators**. Frontiers in Psychiatry, 2021. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsy.2021.659288/full>. Acesso em: 27 nov. 2021.

6. APÊNDICE

DocuSign Envelope ID: 5B5F1900-A534-4C26-A326-36DB1550D830



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
GABINETE DO REITOR

Av. Universitária, 1069 ● Setor Universitário
Caixa Postal 86 ● CEP 74605-010
Goiânia ● Goiás ● Brasil
Fone: (62) 3946.1000
www.pucgoias.edu.br ● reitoria@pucgoias.edu.br

RESOLUÇÃO n° 038/2020 – CEPE

ANEXO I

APÊNDICE ao TCC

Termo de autorização de publicação de produção acadêmica

O(A) estudante Alexandre Leite Lemos
do Curso de Engenharia de Computação, matrícula 20161003305217,
telefone: (62)998433302 e-mail alexandreleitel@hotmail.com, na qualidade de titular dos
direitos autorais, em consonância com a Lei n° 9.610/98 (Lei dos Direitos do autor),
autoriza a Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás) a disponibilizar o
Trabalho de Conclusão de Curso intitulado
Um Estudo sobre Estresse e a Computação Afetiva
, gratuitamente, sem ressarcimento dos direitos autorais, por 5
(cinco) anos, conforme permissões do documento, em meio eletrônico, na rede mundial
de computadores, no formato especificado (Texto (PDF); Imagem (GIF ou JPEG); Som
(WAVE, MPEG, AIFF, SND); Video (MPEG, MWV, AVI, QT); outros, específicos da
área; para fins de leitura e/ou impressão pela internet, a título de divulgação da
produção científica gerada nos cursos de graduação da PUC Goiás.

Goiânia, 10 de novembro de 2021.

Assinatura do(s) autor(es): Alexandre Leite Lemos
DocuSigned by: Alexandre Leite Lemos
598491C2FDC0463...

Nome completo do autor: Alexandre Leite Lemos
DocuSigned by: Alexandre Leite Lemos
598491C2FDC0463...

Assinatura do professor-orientador: Fábio Barbosa Rodrigues
Nome completo do professor-orientador: Fábio Barbosa Rodrigues