



Centro Paula Souza  
Faculdade de Tecnologia de São Paulo

Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas

**SISTEMA PARA AVALIAÇÃO DE  
INTERFACES A PARTIR DAS EMOÇÕES  
DOS USUÁRIOS**

**Eduardo Felipe Santos Pinheiro**

**São Paulo - SP  
2023**

**Eduardo Felipe Santos Pinheiro**

**SISTEMA PARA AVALIAÇÃO DE  
INTERFACES A PARTIR DAS EMOÇÕES  
DOS USUÁRIOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Tecnologia de São Paulo como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas.

Orientador: Marcelo Duduchi Feitosa

**São Paulo - SP  
2023**

# AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de expressar minha profunda gratidão ao CNPQ pela oportunidade de participar do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PBIC). A experiência e o conhecimento adquiridos durante a minha participação no programa foram fundamentais para a realização deste trabalho. Agradeço pela confiança depositada em mim e pelo suporte contínuo que me permitiu desenvolver e aprimorar minhas habilidades de pesquisa.

Em segundo lugar, gostaria de agradecer ao meu orientador, o Professor Marcelo Duduchi. Sua orientação, paciência e conhecimento foram inestimáveis para a realização deste trabalho. Agradeço por ter me desafiado a pensar criticamente, a questionar e a buscar soluções inovadoras para os desafios encontrados durante o desenvolvimento do projeto. Sua orientação e apoio foram fundamentais para o sucesso deste trabalho.

Por fim, gostaria de expressar minha gratidão à Faculdade de Tecnologia de São Paulo (FATEC-SP). Agradeço a todos os professores e colegas que contribuíram para a minha formação acadêmica e pessoal. A experiência adquirida durante o curso foi fundamental para a realização deste trabalho e para o meu desenvolvimento como profissional na área de tecnologia da informação.

Este trabalho é o resultado de muitas horas de estudo, pesquisa e dedicação, e eu sou grato por todas as pessoas e instituições que me apoiaram ao longo desta jornada. Agradeço a todos que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização deste trabalho.

# RESUMO

**Palavras-chave:** Interação Humano Computador (IHC), Facial Action Coding System (FACS), Usabilidade.

**Introdução:** Este capítulo estabelece o cenário para a pesquisa, introduzindo a área de Interação Humano-Computador (IHC) e a importância da análise de emoções na experiência do usuário. Ele discute a necessidade de compreender como as emoções dos usuários influenciam a interação com sistemas de software e como essa compreensão pode melhorar a usabilidade e a experiência do usuário. O capítulo também apresenta os objetivos do trabalho, que incluem o desenvolvimento de um sistema de análise de emoções em tempo real para aplicações web, chamado "Emotion Analytics".

**Referencial teórico:** Este capítulo fornece o embasamento teórico para a pesquisa, discutindo a relevância das emoções na IHC e os métodos existentes para a identificação de emoções. Ele explora a teoria das emoções, a psicologia cognitiva e a neurociência para entender como as emoções são expressas e percebidas. O capítulo também apresenta a metodologia FACS (Facial Action Coding System) de Paul Ekman, que permite a identificação e classificação das expressões faciais relacionadas às emoções. Além disso, discute as linguagens de programação e as tecnologias utilizadas no desenvolvimento do software.

**Metodologia:** Este capítulo descreve a metodologia da pesquisa, que envolveu a realização de experimentos com três sites diferentes: o jogo Scary Maze, o site de notícias G1 Globo e a plataforma de vídeos Youtube. Os usuários foram instruídos a usar esses sistemas enquanto o Emotion Analytics registrava suas emoções através da webcam do computador. Os dados coletados incluíam a frequência, intensidade e duração das emoções expressas pelos usuários. O capítulo também discute os critérios de seleção dos participantes, o protocolo experimental e os métodos de análise dos dados.

**Software construído:** Este capítulo detalha o desenvolvimento do sistema "Emotion Analytics". Ele discute a arquitetura do sistema, os algoritmos utilizados para a detecção de emoções, a interface do usuário e a funcionalidade do sistema, incluindo a coleta de emoções do usuário, a geração de gráficos e a refatoração dos softwares desenvolvidos. O capítulo também destaca a evolução do sistema ao longo da pesquisa, os desafios encontrados durante o desenvolvimento e como eles foram superados, e a disponibilidade do sistema como um projeto de código aberto no GitHub.

**Resultados e análises:** Este capítulo apresenta os resultados dos experimentos realizados e a análise desses resultados. Ele discute a eficácia do sistema Emotion Analytics na detecção de emoções e fornece percepções sobre a experiência emocional dos usuários durante a utilização de software. O capítulo também discute as limitações do estudo, as possíveis fontes de erro e as implicações dos resultados para a prática e a pesquisa em IHC.

**Conclusão:** Este capítulo resume os principais achados da pesquisa e discute suas implicações para a área de IHC. Ele destaca a contribuição do estudo para o avanço do conhecimento na área e a potencial aplicação do sistema Emotion Analytics no desenvolvimento de interfaces mais eficientes e emocionalmente engajadoras. O capítulo também discute as limitações do estudo e sugere direções para pesquisas futuras.

# ABSTRACT

**Keywords:** Human Computer Interaction (HCI), Facial Action Coding System (FACS), Usability.

**Introduction:** This chapter sets the stage for the research by introducing the field of Human-Computer Interaction (HCI) and the importance of emotion analysis in the user experience. It discusses the need to understand how user emotions influence the interaction with software systems and how this understanding can improve usability and user experience. The chapter also presents the objectives of the work, which include the development of a real-time emotion analysis system for web applications called "Emotion Analytics."

**Theoretical Framework:** This chapter provides the theoretical foundation for the research by discussing the relevance of emotions in HCI and the existing methods for emotion identification. It explores the theory of emotions, cognitive psychology, and neuroscience to understand how emotions are expressed and perceived. The chapter also introduces Paul Ekman's Facial Action Coding System (FACS), which allows for the identification and classification of facial expressions related to emotions. Additionally, it discusses the programming languages and technologies used in the software development.

**Methodology:** This chapter describes the research methodology, which involved conducting experiments with three different websites: the Scary Maze game, the G1 Globo news website, and the YouTube video platform. Users were instructed to use these systems while Emotion Analytics recorded their emotions through the computer webcam. The collected data included the frequency, intensity, and duration of emotions expressed by the users. The chapter also discusses the participant selection criteria, the experimental protocol, and the data analysis methods.

**Software Development:** This chapter details the development of the "Emotion Analytics" system. It discusses the system architecture, the algorithms used for emotion detection, the user interface, and the system's functionality, including emotion collection from the user, graph generation, and software refactoring. The chapter also highlights the evolution of the system throughout the research, the challenges encountered during development and how they were overcome, and the availability of the system as an open-source project on GitHub.

**Results and Analysis:** This chapter presents the results of the conducted experiments and their analysis. It discusses the effectiveness of the Emotion Analytics system in emotion detection and provides insights into the users' emotional experience during software usage. The chapter also discusses the study's limitations, potential sources of error, and the implications of the results for practice and research in HCI.

**Conclusion:** This chapter summarizes the key findings of the research and discusses their implications for the field of HCI. It emphasizes the study's contribution to advancing knowledge in the field and the potential application of the Emotion Analytics system in the development of more efficient and emotionally engaging interfaces. The chapter also discusses the limitations of the study and suggests directions for future research.

# SUMÁRIO

<b>Lista de Figuras</b>	<b>I</b>
<b>1 Introdução</b>	<b>1</b>
1.1 Sobre a área de atuação	1
1.2 Justificativa	2
1.3 Objetivos	3
1.4 Conteúdo	4
<b>2 Referencial teórico</b>	<b>5</b>
<b>3 Metodologia</b>	<b>7</b>
3.1 Caracterização da pesquisa	7
3.2 Metodologia de pesquisa	7
3.3 Uso do software construído na pesquisa	8
<b>4 Software construído</b>	<b>10</b>
4.1 Caracterização do sistema	11
4.1.1 Sistema	11
4.1.2 Objetivos do sistema	11
4.1.3 Benefícios do Sistema	11
4.1.4 Escopo do sistema	11
4.2 Detalhamento da solução proposta	11
4.2.1 Home	11
4.2.2 Tipos de teste	11
4.2.3 Pessoas	11
4.2.4 Cadastro de usuário	11
4.2.5 Cadastro de tipo de teste	11
4.2.6 Início do teste	11
4.2.7 Relatórios	11
4.3 Diagramas do sistema	11
4.3.1 Modelo de Entidade e Relacionamento [10]	11
4.3.2 Diagrama de casos de uso [19]	11
4.3.3 Diagrama de classes [19]	11
4.3.4 Diagramas de sequência [29]	11
4.3.5 Diagramas de máquina de estado [24]	11
<b>5 Resultados e análises</b>	<b>12</b>
5.1 Experimentos e Validação	12
5.1.1 Experimento de validação com o jogo Scary Maze [16]	12
5.1.2 Experimento de validação com o site G1 Globo [11]	13
5.1.3 Experimento de validação com o site YouTube [20]	13



5.2	Análise dos Resultados . . . . .	13
5.3	Publicação do Artigo e Código Fonte Aberto . . . . .	14
<b>6</b>	<b>Conclusão</b>	<b>15</b>
	<b>Referências Bibliográficas</b>	<b>17</b>

# LISTA DE FIGURAS

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1 SOBRE A ÁREA DE ATUAÇÃO

A área de Interação Humano-Computador (IHC) é um campo interdisciplinar que se concentra no estudo da interação entre seres humanos e sistemas computacionais, visando projetar e desenvolver interfaces que sejam eficientes, eficazes e proporcionem uma experiência positiva aos usuários [28].

A área de IHC é de extrema importância na atualidade, à medida que a tecnologia desempenha um papel cada vez mais central em nossa sociedade. Com a crescente dependência de sistemas computacionais em diversos aspectos de nossas vidas, desde dispositivos móveis e aplicações web até sistemas complexos de automação, é crucial garantir que essas interações sejam intuitivas, acessíveis e adequadas às necessidades dos usuários.

A interação eficaz entre humanos e computadores é essencial para melhorar a usabilidade, a produtividade e a satisfação dos usuários. Ao projetar interfaces que sejam intuitivas e fáceis de usar, podemos reduzir a curva de aprendizado e minimizar erros, proporcionando aos usuários uma experiência agradável e eficiente [25]. Além disso, a área de IHC também está preocupada em considerar aspectos emocionais e sociais da interação, buscando promover engajamento, confiança e bem-estar dos usuários.

Diversos trabalhos semelhantes já foram desenvolvidos na área de IHC, abrangendo desde estudos teóricos até aplicações práticas. Entre eles, destaca-se o trabalho intitulado "O Emocard na avaliação da interação do usuário no WebGD", realizado por Angela R. B. Flores [23]. Nessa pesquisa, foi proposto o uso do Emocard, uma ferramenta baseada em análise de emoções, para avaliar a interação dos usuários com o sistema WebGD.

O estudo conduzido por Flores utilizou o Emocard para capturar as emoções dos usuários durante a interação com o WebGD, um ambiente de desenvolvimento web. Por meio da análise das expressões faciais e outras reações fisiológicas dos participantes, o Emocard permitiu identificar e mensurar as emoções experimentadas pelos usuários durante a utilização do sistema.

Os resultados obtidos no trabalho mostraram que o Emocard foi eficaz na detecção de emoções, fornecendo informações valiosas sobre a experiência dos usuários com o WebGD. Com base nesses dados, foi possível compreender como as emoções influenciaram a interação e identificar aspectos do sistema que causaram respostas emocionais positivas ou negativas nos usuários.

Ao considerar o trabalho de Flores, observamos a relevância do uso de métodos e ferramentas baseados em análise de emoções para avaliar a interação humano-computador. Essa abordagem permite uma compreensão mais aprofundada das percepções e sentimentos dos usuários durante o uso de sistemas, auxiliando no aprimoramento da usabilidade e na identificação de possíveis problemas ou oportunidades de melhoria.

O estudo realizado no artigo aponta uma abordagem semelhante a este trabalho no que se refere à utilização de emoções para análise e avaliação de software. No entanto, existem diferenças significativas entre a pesquisa estudada e esta pesquisa em relação à natureza e identificação das emoções dos usuários. No estudo anterior, as emoções relatadas pelos usuários foram classificadas como "aflição, descontentamento, depressão, sonolência, despertar, relaxamento, prazer e excitação", enquanto nesta pesquisa utilizamos as emoções "felicidade, nojo, raiva, medo, desprezo e tristeza"[21].

Além disso, os métodos de coleta das emoções também diferem entre os estudos. Na pesquisa anterior, os usuários eram solicitados a assinalar as emoções sentidas ao final da experiência de uso, enquanto nesta pesquisa as emoções são coletadas durante a própria experiência de uso por meio de algoritmos baseados na metodologia FACS de Paul Ekman [22].

Foi realizada uma extensa pesquisa bibliográfica visando encontrar estudos que representassem a experiência de uso de interfaces utilizando a metodologia FACS de Paul Ekman [22]. No entanto, até o momento, não encontramos nenhum estudo que explore especificamente essas características, o que torna esta pesquisa inovadora e pioneira nesse sentido.

Essa abordagem original abre novas possibilidades para a compreensão da experiência do usuário em relação às interfaces de software, fornecendo percepções valiosas sobre as emoções e reações dos usuários durante a interação.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

A justificativa para escrever sobre o assunto abordado neste trabalho é fundamentada na relevância e na importância que a análise e avaliação das emoções dos usuários desempenham no campo da Interface Humano-Computador (IHC). A seguir, são apresentados os principais motivos que justificam a escrita deste trabalho.

Primeiramente, a compreensão das emoções dos usuários durante a interação com sistemas de software é crucial para o desenvolvimento de interfaces mais eficientes e satisfatórias. As emoções exercem um papel significativo na forma como os usuários percebem, reagem e se envolvem com as aplicações, influenciando diretamente a experiência do usuário. Ao analisar e compreender as emoções dos usuários, é possível identificar pontos fortes e fracos das interfaces, permitindo melhorias no design e na usabilidade dos sistemas [26].

Além disso, a análise das emoções dos usuários fornece percepções valiosas sobre suas preferências, necessidades e expectativas. Ao compreender as emoções específicas evocadas pelas interfaces, os desenvolvedores podem personalizar as interações, adaptando-as às preferências individuais dos usuários. Essa abordagem personalizada contribui para a satisfação do usuário,

aumentando a eficiência e a eficácia dos sistemas [27].

Outro aspecto relevante é a importância da análise das emoções dos usuários no contexto de aplicações específicas, como jogos, sites de notícias, redes sociais, entre outros. Cada tipo de aplicação possui características e objetivos distintos, e compreender as emoções dos usuários nesses contextos específicos permite desenvolver interfaces mais adequadas e atraentes. A análise das emoções dos usuários em diferentes domínios de aplicação contribui para a criação de experiências mais envolventes e satisfatórias.

Além disso, a utilização de metodologias e ferramentas computacionais para a análise das emoções apresenta uma abordagem inovadora e promissora no campo da IHC. A aplicação de algoritmos e técnicas de processamento de emoções permite coletar e interpretar grandes volumes de dados emocionais de maneira precisa e eficiente, fornecendo uma base sólida para a tomada de decisões no design e na avaliação de interfaces [4].

Por fim, a escassez de estudos relacionados à análise e avaliação das emoções dos usuários no contexto específico abordado neste trabalho também justifica a relevância deste estudo. Ao preencher essa lacuna na literatura acadêmica, este trabalho contribui para o avanço do conhecimento na área, fornecendo visões valiosas e abrindo novas perspectivas de pesquisa.

Dessa forma, considerando a importância da compreensão das emoções dos usuários na IHC, a relevância da análise em diferentes domínios de aplicação, a aplicação de metodologias computacionais e a necessidade de preencher a lacuna existente. Torna-se fundamental escrever sobre o assunto abordado neste trabalho, visando contribuir para o avanço da área e proporcionar benefícios tangíveis para o desenvolvimento de interfaces mais eficientes, personalizadas e envolventes.

## 1.3 OBJETIVOS

Neste TCC, temos como objetivo principal a construção de um sistema de análise de emoções em tempo real em aplicações web. O sistema, denominado Emotion Analytics, será desenvolvido com o propósito de capturar, identificar e analisar as emoções dos usuários durante a interação com as aplicações.

O principal objetivo é fornecer aos desenvolvedores e pesquisadores uma ferramenta eficaz para compreender a experiência emocional dos usuários durante a utilização de software. Isso permitirá a identificação de possíveis problemas, melhorias e otimizações no design das aplicações, além de possibilitar uma análise mais precisa do impacto emocional das interfaces.

Os objetivos específicos deste trabalho são:

1. Desenvolver um software capaz de capturar e identificar as emoções dos usuários em tempo real durante a interação com aplicações web.
2. Utilizar a metodologia FACS (Facial Action Coding System) de Paul Ekman como base para a identificação e classificação das expressões faciais relacionadas às emoções [22].

3. Integrar o sistema Emotion Analytics a diferentes tipos de aplicações web, permitindo a coleta e análise de dados emocionais em diversas áreas de atuação.
4. Validar o sistema por meio de experimentos e estudos de caso, a fim de verificar sua eficácia e precisão na análise de emoções.
5. Contribuir para o avanço da área de Interação Humano-Computador (IHC), fornecendo uma ferramenta inovadora para a análise e compreensão da experiência emocional dos usuários.

Ao alcançar esses objetivos, espera-se que o sistema Emotion Analytics contribua significativamente para o desenvolvimento de aplicações web mais eficientes, intuitivas e emocionalmente engajadoras. Além disso, pretende-se fornecer subsídios teóricos e práticos para pesquisadores e profissionais da área, estimulando o avanço e a adoção de técnicas de análise de emoções no campo da IHC.

## 1.4 CONTEÚDO

Neste capítulo "Introdução"(Capítulo 1), foi contextualizada a pesquisa na área de Interação Humano-Computador (IHC) destacando a importância da análise de emoções na experiência do usuário. O "Referencial teórico"(Capítulo 2) fornece a base teórica, explorando a relevância das emoções na IHC e os métodos para identificação de emoções. A "Metodologia"(Capítulo 3) detalha os experimentos realizados com três sites diferentes, utilizando o sistema Emotion Analytics para registrar as emoções dos usuários. O "Software construído"(Capítulo 4) descreve o desenvolvimento do sistema Emotion Analytics, incluindo sua arquitetura, algoritmos e funcionalidades. Os "Resultados e análises"(Capítulo 5) apresentam os achados dos experimentos e discutem a eficácia do sistema na detecção de emoções. A "Conclusão"(Capítulo 6) resume os principais resultados da pesquisa e suas implicações para a área de IHC. Os "Agradecimentos"(Capítulo 7) expressam gratidão a todos que contribuíram para a realização do trabalho. Por fim, a "Bibliografia"(Capítulo 8) lista todas as referências utilizadas na pesquisa.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo, apresentaremos o referencial teórico que sustenta a pesquisa, abordando as referências bibliográficas utilizadas, as emoções e sua relevância na interação humano-computador, os mecanismos existentes para identificação de emoções, o mecanismo escolhido e as linguagens de desenvolvimento utilizadas no software.

As referências bibliográficas que fundamentam este trabalho incluem estudos relevantes na área de Interação Humano-Computador (IHC) e emoções. Dentre elas, destacam-se os trabalhos de Padovani [28], que aborda a Avaliação Ergonômica de Sistemas de Navegação em Hipertextos Fechados, Nielsen [25], com seu trabalho sobre usabilidade, e Norman [26][27], que explora os princípios do design centrado no usuário no livro "The Design of Everyday Things". Além disso, são considerados os estudos de Ekman [21][22], renomado pesquisador no campo das emoções, como "Basic Emotions" e "Emotions Revealed", e Flores [23], que propõe o uso do Emocard na avaliação da interação do usuário no WebGD.

Emoções desempenham um papel significativo na interação humano-computador, influenciando a experiência do usuário e seu engajamento com o software. Capturar as emoções durante a utilização de um sistema é fundamental para compreender o envolvimento emocional dos usuários, sua satisfação e nível de engajamento. Essa captura proporciona visões valiosas para o aprimoramento da usabilidade e da experiência do usuário, permitindo o desenvolvimento de interfaces mais adequadas e eficientes.

Existem diversos mecanismos de identificação de emoções, que variam desde abordagens tradicionais, como questionários e entrevistas, até abordagens mais tecnológicas e automatizadas. Entre os mecanismos existentes, destacam-se a análise facial computacional, a análise de expressões vocais, a detecção de padrões fisiológicos e a análise de interações comportamentais. Cada um desses mecanismos possui suas vantagens e desafios, e a escolha do mais adequado depende das características do sistema e dos objetivos da pesquisa.

Neste trabalho, optamos por utilizar o mecanismo baseado na metodologia FACS (Facial Action Coding System) desenvolvida por Paul Ekman [22]. Essa metodologia utiliza algoritmos de análise facial computacional para identificar e classificar as expressões faciais associadas a diferentes emoções. A escolha desse mecanismo deve-se à sua ampla utilização e reconhecimento na área, permitindo uma análise precisa e objetiva das emoções dos usuários durante a interação com o software.

O mecanismo utilizado recebe o nome de Affective [4] e tem como objetivo analisar imagens de rostos em larga escala, convertendo as imagens das faces coletadas em dados que apresentam

as emoções desses rostos, avaliando suas micro expressões faciais [21]. Esse framework foi desenvolvido por uma equipe de pesquisadores do MTI [4] sendo o escolhido para a pesquisa devido à sua alta precisão e confiabilidade [1][2].

No que diz respeito às linguagens de desenvolvimento utilizadas no software, foram adotadas tecnologias e linguagens apropriadas para a implementação das funcionalidades propostas. Entre as linguagens comumente utilizadas estão HTML [13], CSS [7], JavaScript [15], Node.js [5], ReactJS [18], Redux [12], Ruby [6], entre outras. A escolha dessas linguagens baseou-se nas necessidades e requisitos específicos do projeto, visando a criação de uma aplicação robusta e interativa.

Dessa forma, o referencial teórico apresentado neste capítulo fundamenta a pesquisa. Fornecendo embasamento conceitual e acadêmico sobre as referências bibliográficas utilizadas, a importância da captura de emoções na interação humano-computador, os mecanismos de identificação de emoções existentes, o mecanismo escolhido baseado na metodologia FACS de Ekman [22] e as linguagens de desenvolvimento empregadas no software.



## 3. METODOLOGIA

### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa realizada para este trabalho se enquadra na categoria tecnológica, uma vez que o foco principal é o desenvolvimento e a aplicação de um sistema para avaliar as emoções dos usuários ao interagir com interfaces de software. O objetivo é criar uma ferramenta que possa ser usada para melhorar a experiência do usuário, tornando as interfaces mais intuitivas e agradáveis.

Em termos de resultados desejados, a pesquisa é tanto exploratória quanto descritiva. É exploratória porque busca entender melhor como as emoções dos usuários podem ser capturadas e analisadas durante a interação com um software. É descritiva porque procura detalhar o funcionamento do sistema desenvolvido, explicando como ele coleta, analisa e apresenta os dados.

A análise e o tratamento dos dados serão realizados de forma quantitativa e qualitativa. A abordagem quantitativa será usada para medir as emoções dos usuários, utilizando métricas específicas para quantificar diferentes aspectos das emoções. A abordagem qualitativa, por outro lado, será usada para interpretar os resultados, fornecendo percepções sobre como as emoções dos usuários influenciam sua interação com o software.

Quanto aos procedimentos técnicos adotados, o delineamento da pesquisa envolve várias etapas. Primeiro, foi realizada uma pesquisa bibliográfica para entender o estado atual do campo e identificar as lacunas que o sistema proposto poderia preencher. Em seguida, o sistema foi desenvolvido, incluindo a coleta de emoções do usuário, a geração de gráficos e a refatoração dos softwares desenvolvidos. Finalmente, o sistema foi validado por meio de experimentos, que envolveram a interação dos usuários com diferentes softwares e a análise de suas emoções durante essa interação.

### 3.2 METODOLOGIA DE PESQUISA

Primeiramente, realizou-se uma pesquisa bibliográfica para compreender o estado atual do campo de pesquisa e identificar lacunas que permitissem a geração de um conteúdo acadêmico relevante. Esta etapa envolveu a revisão de uma variedade de fontes, incluindo artigos de periódicos, livros, relatórios de conferências e outras publicações relevantes. As mais significativas para a construção deste artigo foram "O Emocard na avaliação da interação do usuário

no WebGD", realizado por Angela R. B. Flores [23], e "Emotions Revealed", realizado por P. Ekman [22].

A pesquisa "O Emocard na avaliação da interação do usuário no WebGD" [22] foi particularmente relevante na elaboração da metodologia deste trabalho. Já "Emotions Revealed" [23] forneceu o instrumental para uma nova abordagem em relação à pesquisa utilizada como referência, que é a utilização do Facial Action Coding System (FACS) [22] na identificação das emoções dos usuários, em vez do Emocard.

Após a pesquisa bibliográfica, desenvolveu-se um sistema que possibilitasse a avaliação das emoções do usuário utilizando a metodologia FACS. Este software foi denominado "Emotion Analytics".

Com o software desenvolvido, iniciou-se a pesquisa. Foram realizados experimentos com três sites diferentes: o jogo Scary Maze [16], o site de notícias G1 Globo [11] e a plataforma de vídeos Youtube [20].

No experimento com o jogo Scary Maze [16], analisaram-se as emoções de 10 usuários enquanto utilizavam a aplicação, um jogo com o objetivo de surpreender o usuário com a aparição de um monstro ao final do percurso. O experimento foi realizado com os colaboradores da empresa Ploomes, que já haviam jogado o jogo antes e sabiam da aparição do monstro ao final do percurso.

No experimento com o site de notícias G1 Globo [11], 30 usuários foram submetidos ao teste de forma virtual, usando seus próprios computadores no ambiente de sua preferência. Os usuários foram instruídos a entrar na página inicial do site G1, clicar na notícia que mais lhes chamasse a atenção e ler a mesma até o fim.

No experimento com a plataforma de vídeos Youtube [20], 30 usuários foram submetidos ao teste de forma virtual, usando seus próprios computadores no ambiente de sua preferência. Os usuários foram instruídos a entrar no site, realizar login em suas contas, e após isso, clicar em um vídeo de sua preferência e assistir o mesmo até o fim.

Após a coleta de dados referentes à emoção dos usuários enquanto utilizavam os sistemas, como frequência, intensidade e duração, os mesmos foram avaliados nas perspectivas de incidência (porcentagem dos testes em que a emoção foi registrada pelo algoritmo com mais de 80% de precisão) e tempo (porcentagem do tempo de registro da emoção em todos os testes).

### 3.3 USO DO SOFTWARE CONSTRUÍDO NA PESQUISA

O software desenvolvido foi nomeado como "Emotion Analytics" e é uma peça fundamental para a pesquisa por ser a ferramenta que permite a coleta e análise das emoções dos usuários durante a interação com diferentes sistemas. A importância do Emotion Analytics reside na sua capacidade de fornecer instrumental para coleta das emoções, possibilitando a obtenção de percepções valiosas sobre a experiência do usuário, que podem ser usadas para melhorar a interface e a usabilidade dos sistemas testados.

Na pesquisa, o Emotion Analytics foi utilizado de várias maneiras. Primeiramente, foi

usado para coletar dados referente as emoções dos usuários enquanto eles interagem com três sistemas diferentes: o jogo Scary Maze [16], o site de notícias G1 Globo [11] e a plataforma de vídeos Youtube [20]. Os usuários foram instruídos a usar esses sistemas enquanto o Emotion Analytics registrava suas emoções através da webcam do computador. Os dados coletados incluíam a frequência, intensidade e duração das emoções expressas pelos usuários.

No início do projeto, foram desenvolvidos dois softwares distintos: um software de coleta de emoções do usuário durante o uso de um aplicativo e um gerador de gráficos que utilizava os dados fornecidos pelo primeiro software para criar visualizações dos resultados.

O software de coleta de emoções tinha como objetivo identificar as emoções básicas do usuário (felicidade, nojo, raiva, medo, desprezo e tristeza) [22] enquanto ele utilizava um aplicativo. Para isso, foi utilizada a API Affectiva [4], que processava dados de imagem provenientes da webcam e exportava as emoções em formato JSON [14].

Já o gerador de gráficos era uma ferramenta complementar que processava os documentos JSON [14] gerados pelo software de coleta de emoções. Esse programa realizava uma varredura nos documentos para gerar gráficos, como o gráfico de tempo (que apresentava a porcentagem do tempo de registro das emoções em todos os testes) e o gráfico de incidência (que apresentava a porcentagem dos testes em que a emoção foi registrada pelo algoritmo com mais de 80

Ao longo da pesquisa, o Emotion Analytics evoluiu significativamente. A refatoração dos softwares permitiu a continuidade da pesquisa mesmo diante das restrições impostas pela pandemia de COVID-19. Nessa fase, o sistema foi adaptado para possibilitar a participação remota dos usuários por meio de um navegador, agilizando o processamento e armazenamento dos dados em um servidor na nuvem. Além disso, o código fonte do Emotion Analytics foi disponibilizado de forma pública no GitHub [9][8], tornando-o um projeto de código aberto [17].

Cabe destacar que a pesquisa recebeu reconhecimento ao ter um artigo apresentado no "21º Simpósio de Iniciação Científica e Tecnológica da Faculdade de Tecnologia de São Paulo"[3]. Isso credibiliza os resultados obtidos no experimento de validação do sistema, além de contribuir para a disseminação dos conhecimentos gerados.

Nesse contexto, o Emotion Analytics demonstra seu valor como uma ferramenta confiável e eficaz para a análise das emoções dos usuários. Sua disponibilidade como projeto de código aberto e a publicação do código-fonte no GitHub [9][8] promovem a transparência, incentivam a colaboração e facilitam a replicação da pesquisa por outros interessados na área.

Dessa forma, o Emotion Analytics desempenha um papel essencial na pesquisa, fornecendo um meio robusto e acessível para a coleta e análise das emoções dos usuários, contribuindo para o avanço do conhecimento científico nessa área.



## 4. SOFTWARE CONSTRUIDO

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA

#### 4.1.1 SISTEMA

#### 4.1.2 OBJETIVOS DO SISTEMA

#### 4.1.3 BENEFÍCIOS DO SISTEMA

#### 4.1.4 ESCOPO DO SISTEMA

### 4.2 DETALHAMENTO DA SOLUÇÃO PROPOSTA

#### 4.2.1 HOME

#### 4.2.2 TIPOS DE TESTE

#### 4.2.3 PESSOAS

#### 4.2.4 CADASTRO DE USUÁRIO

#### 4.2.5 CADASTRO DE TIPO DE TESTE

#### 4.2.6 INICIO DO TESTE

#### 4.2.7 RELATÓRIOS

### 4.3 DIAGRAMAS DO SISTEMA

#### 4.3.1 MODELO DE ENTIDADE E RELACIONAMENTO [[10](#)]

#### 4.3.2 DIAGRAMA DE CASOS DE USO [[19](#)]

#### 4.3.3 DIAGRAMA DE CLASSES [[19](#)]

#### 4.3.4 DIAGRAMAS DE SEQUÊNCIA [[29](#)]

#### 4.3.5 DIAGRAMAS DE MÁQUINA DE ESTADO [[24](#)]

## 5. RESULTADOS E ANÁLISES

Neste capítulo, serão apresentados os resultados obtidos a partir dos experimentos e validação realizados com o sistema Emotion Analytics. Os dados coletados fornecem insights valiosos sobre as emoções dos usuários durante a interação com diferentes interfaces de aplicativos. Além disso, será discutida a relevância dos resultados e sua contribuição para a área de design de interfaces.

### 5.1 EXPERIMENTOS E VALIDAÇÃO

Os experimentos foram conduzidos seguindo a metodologia descrita no capítulo “3 Metodologia” desta monografia. Três tipos de teste foram realizados: o jogo Scary Maze [16], o site de notícias G1 Globo [11] e a plataforma de vídeos YouTube [20]. Cada teste teve a participação de um grupo de usuários, os quais tiveram suas emoções coletadas pelo sistema Emotion Analytics enquanto interagiam com as respectivas interfaces.

Os resultados obtidos foram analisados quanto à incidência e tempo de registro das emoções em cada teste. A seguir, são apresentados os resultados individuais para cada experimento:

#### 5.1.1 EXPERIMENTO DE VALIDAÇÃO COM O JOGO SCARY MAZE [16]

1. A emoção "Felicidade" teve 100% de incidência nos testes com mais de 80% de precisão e representou 36,72% do tempo de teste.
2. A emoção "Nojo" teve 60% de incidência nos testes com mais de 80% de precisão e representou 2,25% do tempo de teste.
3. A emoção "Medo" não teve incidência nos testes com mais de 80% de precisão, mas representou 1,42% do tempo de teste em qualquer precisão.
4. A emoção "Raiva" teve incidência em 10% dos testes com mais de 80% de precisão e representou 0,44% do tempo de teste.
5. A emoção "Desprezo" teve incidência em 20% dos testes com mais de 80% de precisão e representou 0,35% do tempo de teste.
6. A emoção "Tristeza" não teve incidência nos testes com mais de 80% de precisão, mas representou 0,06% do tempo de teste em qualquer precisão.

### 5.1.2 EXPERIMENTO DE VALIDAÇÃO COM O SITE G1 GLOBO [11]

1. A emoção "Felicidade" teve 7% de incidência nos testes com mais de 80% de precisão e representou 1,82% do tempo de teste.
2. A emoção "Nojo" teve 60% de incidência nos testes com mais de 80% de precisão e representou 3,26% do tempo de teste.
3. A emoção "Medo" teve 55% de incidência nos testes com mais de 80% de precisão e representou 4,32% do tempo de teste em qualquer precisão.
4. A emoção "Raiva" teve incidência em 10% dos testes com mais de 80% de precisão e representou 20,35% do tempo de teste.
5. A emoção "Desprezo" teve incidência em 15% dos testes com mais de 80% de precisão e representou 2,89% do tempo de teste.
6. A emoção "Tristeza" teve 57% de incidência nos testes com mais de 80% de precisão e representou 2,18% do tempo de teste.

### 5.1.3 EXPERIMENTO DE VALIDAÇÃO COM O SITE YOUTUBE [20]

1. A emoção "Felicidade" teve 77% de incidência nos testes com mais de 80% de precisão e representou 25,54% do tempo de teste.
2. A emoção "Nojo" teve 14% de incidência nos testes com mais de 80% de precisão e representou 1,56% do tempo de teste.
3. A emoção "Medo" não teve incidência nos testes com mais de 80% de precisão, mas representou 1,84% do tempo de teste em qualquer precisão.
4. A emoção "Raiva" teve incidência em 5% dos testes com mais de 80% de precisão e representou 0,87% do tempo de teste.
5. A emoção "Desprezo" teve incidência em 21% dos testes com mais de 80% de precisão e representou 7,16% do tempo de teste.
6. A emoção "Tristeza" não teve incidência nos testes com mais de 80% de precisão, mas representou 0,03% do tempo de teste em qualquer precisão.

## 5.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados dos experimentos revelam informações importantes sobre as emoções dos usuários durante a interação com as diferentes interfaces. Cada teste apresentou uma predominância de uma emoção específica, indicando tendências e traços da experiência de uso das aplicações.

No experimento com o jogo Scary Maze [16], foi observada uma alta incidência e tempo da emoção "Felicidade", sugerindo que os colaboradores se divertiram com o jogo. Além disso, a incidência da emoção "Nojo" pode estar relacionada à imagem do monstro apresentada ao final do percurso no jogo.

No experimento com o site de notícias G1 Globo [11], a predominância da emoção "Raiva" em 82% dos casos com mais de 80% de precisão e em 20,35% do tempo de teste, juntamente com as altas incidências das emoções "Nojo", "Medo" e "Tristeza", indica que o conteúdo das notícias apresentadas na tela inicial do site gerou sentimentos negativos e possivelmente desconfortantes nos usuários.

No experimento com o site YouTube [20], a predominância da emoção "Felicidade" em 77% dos casos com mais de 80% de precisão e em 25,54% do tempo de teste sugere que os usuários ficaram satisfeitos ao assistir ao vídeo selecionado. Esse resultado pode estar relacionado ao fato de que eles estavam logados em suas contas, o que proporcionou a exibição de vídeos relacionados às suas preferências individuais.

Essas conclusões baseadas nos dados obtidos nos experimentos contribuem para uma melhor compreensão das emoções dos usuários durante a interação com interfaces de aplicativos.

### 5.3 PUBLICAÇÃO DO ARTIGO E CÓDIGO FONTE ABERTO

Cabe ressaltar que os resultados obtidos neste trabalho foram apresentados no "21º Simpósio de Iniciação Científica e Tecnológica da Faculdade de Tecnologia de São Paulo" [3]. A publicação desse artigo científico reforça a credibilidade e relevância dos resultados encontrados, contribuindo para a disseminação do conhecimento na área.

Além disso, é importante destacar que o código fonte do sistema Emotion Analytics está disponível de forma aberta em um repositório do GitHub [9][8]. Essa abertura possibilita que outros pesquisadores e desenvolvedores tenham acesso ao código e possam contribuir para sua evolução e aprimoramento, fortalecendo a colaboração e o avanço na área de análise de emoções em interfaces de aplicativos.



## 6. CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou o desenvolvimento e a aplicação de um sistema inovador, o Emotion Analytics, para a análise de emoções em tempo real em aplicações web. O objetivo principal foi fornecer aos desenvolvedores e pesquisadores uma ferramenta eficaz para compreender a experiência emocional dos usuários durante a utilização de software, permitindo a identificação de possíveis problemas, melhorias e otimizações no design das aplicações.

A pesquisa foi fundamentada na relevância e na importância que a análise e avaliação das emoções dos usuários desempenham no campo da Interface Humano-Computador (IHC). A compreensão das emoções dos usuários durante a interação com sistemas de software é crucial para o desenvolvimento de interfaces mais eficientes e satisfatórias. Ao analisar e compreender as emoções dos usuários, é possível identificar pontos fortes e fracos das interfaces, permitindo melhorias no design e na usabilidade dos sistemas.

O sistema Emotion Analytics foi desenvolvido utilizando a metodologia FACS (Facial Action Coding System) de Paul Ekman [22] como base para a identificação e classificação das expressões faciais relacionadas às emoções. A escolha desse mecanismo deve-se à sua ampla utilização e reconhecimento na área, permitindo uma análise precisa e objetiva das emoções dos usuários durante a interação com o software.

Os experimentos realizados com o sistema Emotion Analytics demonstraram sua eficácia e precisão na análise de emoções. Os usuários interagiram com diferentes tipos de aplicações web, incluindo um jogo, um site de notícias e uma plataforma de vídeos, enquanto o sistema registrava suas emoções através da webcam do computador. Os dados coletados forneceram insights valiosos sobre a experiência emocional dos usuários, que podem ser usados para melhorar a interface e a usabilidade dos sistemas testados.

Este trabalho não só contribuiu para o avanço da área de Interação Humano-Computador (IHC), fornecendo uma ferramenta inovadora para a análise e compreensão da experiência emocional dos usuários, mas também alcançou reconhecimento acadêmico. A pesquisa resultou na publicação de um artigo no "21º Simpósio de Iniciação Científica e Tecnológica da Faculdade de Tecnologia de São Paulo" [3], destacando a relevância e o impacto deste estudo.

Além disso, a disponibilidade do Emotion Analytics como projeto de código aberto e a publicação do código-fonte no GitHub [9][8] promovem a transparência, incentivam a colaboração e facilitam a replicação da pesquisa por outros interessados na área.

Em conclusão, o trabalho realizado neste TCC demonstrou a importância e a eficácia da análise de emoções na interação humano-computador. O sistema Emotion Analytics provou ser

uma ferramenta valiosa para a compreensão da experiência do usuário, fornecendo percepções que podem ser usados para melhorar a interface e a usabilidade dos sistemas. A publicação do artigo no Simpósio de Iniciação Científica e Tecnológica da Faculdade de Tecnologia de São Paulo reforça a relevância deste trabalho. Espera-se que este trabalho inspire pesquisas futuras na área e contribua para o desenvolvimento de aplicações web mais eficientes, intuitivas e emocionalmente engajadoras.

# REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] *Emotion AI 101: All About Emotion Detection and Affectiva's Emotion Metrics*, 2017. <https://blog.affectiva.com/emotion-ai-101-all-about-emotion-detection-and-affectivas-emotion-metrics>, acesso em 2023-05-28.
- [2] *Affectiva Media Analytics*, 2018. <https://go.affectiva.com/afldex-for-market-research>, acesso em 2023-05-28.
- [3] *21ª Simpósio de Iniciação Científica e Tecnológica da Faculdade de Tecnologia de São Paulo*, 2019. <http://sict.fatecsp.br/>, acesso em 2023-05-28.
- [4] *Affectiva SDK About Us*, 2019. <https://www.affectiva.com/who/about-us/>, acesso em 2023-05-28.
- [5] *About Node.js*, 2023. <https://nodejs.org/en/about/>, acesso em 2023-05-28.
- [6] *About Ruby*, 2023. <https://www.ruby-lang.org/en/about/>, acesso em 2023-05-28.
- [7] *CSS Tutorial*, 2023. <https://www.w3schools.com/css/>, acesso em 2023-05-28.
- [8] *Emotions Analytics Backend*, código aberto, 2023. <https://github.com/eduardo-pinheiro/EmotionsAnalyticsBackend>, acesso em 2023-05-28.
- [9] *Emotions Analytics Frontend*, código aberto, 2023. <https://github.com/eduardo-pinheiro/EmotionsAnalyticsFrontend>, acesso em 2023-05-28.
- [10] *Entity Relationship Modeling*, 2023. <https://www.projectmanagement.com/contentPages/wiki.cfm?ID=233048&thisPageURL=/wikis/233048/Entity-Relationship-Modeling>, acesso em 2023-05-28.
- [11] *G1 Globo, Website*, 2023. <https://g1.globo.com/>, acesso em 2023-05-28.
- [12] *Getting Started with Redux*, 2023. <https://redux.js.org/introduction/getting-started>, acesso em 2023-05-28.
- [13] *HTML Tutorial*, 2023. <https://www.w3schools.com/html/>, acesso em 2023-05-28.
- [14] *Introducing JSON*, 2023. <https://www.json.org/json-en.html>, acesso em 2023-05-28.

- [15] *Javascript*, 2023. <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/JavaScript>, acesso em 2023-05-28.
- [16] *Jogo Scary Maze*, 2023. <https://scary-maze.com/>, acesso em 2023-05-28.
- [17] *Open Source Org, Website*, 2023. <https://opensource.org/>, acesso em 2023-05-28.
- [18] *Tutorial: Intro to React*, 2023. <https://reactjs.org/tutorial/tutorial.html>, acesso em 2023-05-28.
- [19] *Use cases*, 2023. <https://www.pmi.org/learning/library/use-cases-project-manager-know-8262>, acesso em 2023-05-28.
- [20] *Youtube, Website*, 2023. <https://www.youtube.com/>, acesso em 2023-05-28.
- [21] Ekman, P.: *Basic Emotions*. Handbook of Cognition and Emotion, 1(3):45–60, 1999.
- [22] Ekman, P.: *Emotions Revealed*. Times Books, New York, 1<sup>a</sup> ed., 2003.
- [23] Flores, A. R. B.: *O Emocard na avaliação da interação do usuário no WebGD*. Conahpa, Paraíba, 6<sup>a</sup> ed., 2013.
- [24] Letizio, C. e Martins, E.: *Diretrizes para modelagem de aplicações Web 2.0 com diagrama de máquina de estados da UML*, 2012. <https://ic.unicamp.br/~reltech/2012/12-19.pdf#page=35>, acesso em 2023-05-28.
- [25] Nielsen, J.: *Usability 101*, 2012. <https://www.nngroup.com/articles/usability-101-introduction-to-usability/>, acesso em 2018-11-16.
- [26] Norman, D.: *Emotional Design: Why We Love (or Hate) Everyday Things*. Paperback, New York, 2005.
- [27] Norman, D.: *The Design of Everyday Things*. Basic Books, New York, 2<sup>a</sup> ed., 2013.
- [28] Padovani, S.: *Avaliação Ergonômica de Sistemas de Navegação em Hipertextos Fechados*. Em *Design e Avaliação de Interface*, Rio de Janeiro, 2002. iUsEr.
- [29] Tarandach, I. e Coles, M. J.: *Threat Modeling*. O'Reilly, 1<sup>a</sup> ed., 2019.