

## **Análise Preditiva de Modelos de UX de Alta Fidelidade Orientado por Rastreamento Ocular.**

### **Predictive Analysis of High-Fidelity UX Models Guided by Eye Tracking.**

Amanda de Oliveira Costa      { amanda.costa47@fatec.sp.gov.br }  
Arthur Ribeiro Dias Fudali      { arthur.fudali@fatec.sp.gov.br }  
Giovana da Silva Albanês Santos      { giovana.santos30@fatec.sp.gov.br }

#### **RESUMO**

A criação de interfaces UI/UX eficazes depende de uma validação cuidadosa que assegure o alinhamento com as expectativas e necessidades dos usuários. Contudo, muitos designers enfrentam desafios em obter feedback visual preciso e em tempo real, essencial para aprimorar a experiência do usuário. O Ueye busca solucionar esse problema ao combinar rastreamento ocular (Eye Tracking) e inteligência artificial (IA), facilitando a análise visual de interfaces e auxiliando designers a identificar áreas de atenção e desinteresse com maior precisão. Através do sistema de Eye Tracking, os usuários podem interagir com o design enquanto o ponto de foco visual é registrado em uma matriz de atenção, que agrega valores em cada área onde o olhar se fixa. Esse processo gera heatmaps que indicam as regiões de maior e menor interesse visual, fornecendo aos designers uma base sólida para otimizar a disposição dos elementos visuais. Os heatmaps gerados não apenas orientam ajustes de design, mas também alimentam a IA do Ueye, que aprende padrões de comportamento visual a partir de múltiplas interações. Isso permite que a IA faça previsões automáticas de heatmap para novos designs, antecipando os pontos de interesse visual sem a necessidade de testes adicionais. Esse sistema representa um avanço significativo para o design de interfaces, fornecendo uma ferramenta poderosa que integra feedback em tempo real e previsões automáticas, permitindo que designers façam melhorias contínuas com base em dados confiáveis. Ao unir Eye Tracking e inteligência artificial, o Ueye proporciona uma análise detalhada do comportamento do usuário, garantindo que as interfaces sejam não apenas visualmente atraentes, mas também altamente funcionais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Artigo; Latex; Informática.

#### **ABSTRACT**

Creating effective UI/UX interfaces relies on careful validation to ensure alignment with user expectations and needs. However, many designers face challenges in obtaining accurate, real-time visual feedback, which is essential to improving the user experience. Ueye aims to solve this problem by combining eye tracking and artificial intelligence (AI), facilitating visual analysis of interfaces and helping designers identify areas of attention and disinterest with greater precision. Through the Eye Tracking system, users can interact with the design while the visual focus point is recorded in an attention matrix, which aggregates values in each area where the gaze is fixed. This process generates heatmaps that indicate the regions of greatest and least visual interest, providing designers with a solid basis for optimizing the placement of visual elements. The generated heatmaps not only guide design adjustments, but also feed Ueye's AI, which learns patterns of visual behavior from multiple interactions. This enables AI to automatically make heatmap predictions for new designs, anticipating visual interest points without the need for additional testing. This system represents a significant advancement for interface design, providing a powerful tool that integrates real-time feedback and automatic predictions, allowing designers to make continuous improvements based on reliable data. By combining Eye Tracking and AI, Ueye provides detailed analysis of user behavior, ensuring that interfaces are not only visually appealing, but also highly functional.

**KEYWORDS:** Article; Latex; Informatic.

## **INTRODUÇÃO**

A Organização das Nações Unidas (ONU) é uma instituição que visa estabelecer a paz, segurança e desenvolvimento global. A ONU conta com 193 países-membros que formam a Assembleia Geral, responsável por desenvolver as políticas da organização. Em 2015, como parte da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, foram criados 17 objetivos que abrangem desde a melhoria

da indústria até o aprimoramento da saúde da população. Esse conjunto de metas constitui um plano de ação ambicioso para as pessoas, o planeta e a prosperidade. Este trabalho visa contribuir para o nono objetivo, que promove Inovação e Infraestrutura, ao desenvolver uma nova abordagem para analisar o design de interfaces de usuário. ODS (2024)

As Interfaces de Usuário (UI) e a Experiência de Usuário (UX) são elementos fundamentais na interação entre um cliente e um produto digital. Essas duas áreas do design, quando combinadas, desempenham um papel crucial na satisfação do usuário com um sistema. A UI tem como foco a criação e melhoria dos aspectos visuais e interativos do produto. Seu objetivo é tornar a interface esteticamente agradável e funcional, facilitando uma interação mais eficiente e intuitiva entre o usuário e o produto.

Por outro lado, a UX abrange uma área maior dentro do Design, considerando todos os aspectos da interação do usuário com o produto, como a intuitividade do sistema e as emoções sentidas durante a utilização. Juntas, UI e UX trabalham em sinergia para criar uma experiência de uso satisfatória que atenda aos requisitos funcionais do usuário de forma simples e eficaz. EBAC (2024)

A experiência proporcionada pela UI é de extrema importância para o sucesso de um produto digital no mercado atual, altamente competitivo e centrado no usuário. Uma interface que seja simultaneamente funcional, esteticamente atraente e intuitiva de usar torna-se um fator decisivo na adoção inicial e na fidelização a longo prazo do usuário ao produto. Além disso, uma UI bem projetada pode significativamente reduzir a curva de aprendizado, minimizar erros do usuário, aumentar a eficiência nas tarefas e, conseqüentemente, elevar os níveis de satisfação e produtividade do usuário. Portanto, investir no desenvolvimento de uma UI de alta qualidade não é apenas uma questão de estética, mas uma estratégia fundamental para o sucesso e a sustentabilidade de qualquer produto digital no cenário tecnológico contemporâneo.

O teste da interface de usuário é frequentemente conduzido através de um procedimento conhecido como Teste de Usabilidade. Este método de avaliação consiste em uma entrevista estruturada, realizada em um ambiente controlado, onde há uma interação direta entre o pesquisador e o usuário de teste. Durante essa sessão, a atenção é dedicada principalmente às características específicas de uso e às funcionalidades específicas da interface em questão.

O objetivo deste tipo de teste é realizar uma análise do comportamento do usuário enquanto ele interage com o produto digital. Isso inclui observar como o usuário navega pela interface, quais elementos chamam sua atenção, onde encontra dificuldades e como resolve problemas. Além disso, o teste busca coletar informações sobre a eficiência com que o usuário realiza tarefas específicas, o tempo necessário para completá-las e o nível de satisfação geral com a experiência de uso.

Através deste processo, os pesquisadores podem identificar pontos fortes e fracos na interface, detectar possíveis obstáculos na experiência do usuário e coletar informações valiosas para futuras melhorias. Esta abordagem permite que as equipes de design e desenvolvimento refinem continuamente a interface, garantindo que ela atenda às necessidades do usuário e as expectativas relacionadas a qualidade de uso do sistema.

Essa análise é realizada considerando fatores como: o tempo que o usuário permanece em cada tela, o número de etapas necessárias para realizar uma tarefa, a quantidade de erros cometidos durante o processo e as sensações experimentadas ao usar o sistema. Tal avaliação detalhada só é possível quando um pesquisador observa atentamente cada passo do usuário. Por outro lado, numa análise não moderada — isto é, sem supervisão direta — o resultado pode ser comprometido, pois depende exclusivamente do feedback fornecido pelo usuário, e não de métricas objetivamente coletadas. Essa limitação afeta tanto a profundidade da análise quanto a credibilidade do teste.

Belisiario (2023) e Vieira (2019)

O eye tracking é uma técnica que consiste em usar o posicionamento dos olhos de uma pessoa para obter informações sobre onde ela está olhando. Isso pode ser feito usando luzes infravermelhas, que calculam exatamente onde a pessoa está olhando com base nas reflexões da luz na retina, ou por meio de câmeras que monitoram visualmente a posição dos olhos e identificam sua direção.

Quando aplicada a um teste de usabilidade, essa tecnologia pode fornecer insights valiosos ao pesquisador. Ela permite saber com precisão onde o usuário está olhando, o que ele procura e por quanto tempo olhou para cada elemento. Isso possibilita identificar problemas como textos confusos ou mal formatados, ou até mesmo elementos visuais que chamam atenção indevidamente e diferem da identidade visual do sistema, prejudicando sua usabilidade.

Assim, propomos por meio deste estudo a criação de um software (uEye) que usa as informações obtidas pelo rastreamento ocular de usuários durante o uso de telas de um sistema. Essas informações serão usadas para treinar uma inteligência artificial capaz de identificar, de forma rápida e precisa, possíveis divergências na Interface de Usuário de um sistema que poderiam prejudicar a Experiência do Usuário durante o uso.

## **OBJETIVO**

### **1. OBJETIVO GERAL**

Desenvolver um sistema inteligente de eye tracking que auxilie designers de experiência do usuário (UX) na otimização de interfaces gráficas, empregando técnicas de inteligência artificial e análise preditiva para gerar sugestões automáticas e mapas de calor, com base no comportamento visual dos usuários. O sistema visa antecipar ajustes necessários e aprimorar o processo de design.

### **2. OBJETIVOS ESPECIFICOS**

1. Implementar uma funcionalidade que permita o upload de designs, possibilitando que a inteligência artificial analise os dados e crie mapas de calor detalhados.
2. Desenvolver um modelo de inteligência artificial em Python, capaz de gerar sugestões de melhorias no design com base nas interações visuais dos usuários e aprendizado prévio.
3. Aplicar técnicas de visão computacional para capturar e analisar o comportamento visual dos usuários durante a interação com a interface.
4. Criar um módulo de testes com usuários reais, incluindo a captura do comportamento visual por meio de visão computacional durante o uso da interface.
5. Gerar mapas de calor que representem as áreas onde os usuários mantiveram a atenção por períodos prolongados.
6. Otimizar o trabalho do UX designer identificando áreas que precisam de ajustes com base na análise preditiva da IA, antes de um teste com usuários reais.
7. Validar a eficácia do sistema, assegurando que ele consiga antecipar e resolver pelo menos 70% das alterações sugeridas pelos usuários finais, utilizando a análise preditiva da inteligência artificial.

## **ESTADO DA ARTE**

Atualmente, a tecnologia é um fator chave quando se trata do processo criativo do design gráfico. A variedade de ferramentas a disposição do designer e sua eficiência são necessárias para

atender de forma ideal as demandas do mercado. Nesta seção, como o software uEye se destaca no mercado de ferramentas e como ele se compara com outras tecnologias.

O primeiro estudo, conduzido por Georges *et al.* (2016), busca desenvolver uma ferramenta de avaliação para UX que utiliza rastreamento ocular e sinais psicológicos e comportamentais para criar heatmaps das interações do usuário com um sistema. Esses heatmaps não apenas mostram onde o usuário fixa o olhar durante a interação, mas também associam essas áreas aos estados emocionais do usuário.

Para a criação dos mapas de calor, foram empregados diversos processos, por exemplo, a triangulação de dados, que por sua vez foi realizada sincronizando as informações de rastreamento ocular com sinais fisiológicos, como frequência cardíaca e atividade elétrica da pele, o que possibilitou a obtenção de dados sobre o estado emocional do usuário. Além disso, um modelo de aprendizado de máquina foi utilizado para estimar a atividade cognitiva com base nos sinais fisiológicos, permitindo que os heatmaps não só identifiquem as áreas mais visualizadas, mas também indiquem aquelas que geram maior sobrecarga mental.

Todos os dados gerados por esse processo passaram por uma etapa de normalização e colorização, na qual as áreas de interesse foram destacadas com cores proporcionais à intensidade dos estados psicológicos associados.

O experimento descrito no artigo envolveu 26 participantes, com a meta de analisar a carga cognitiva em relação à complexidade visual de interfaces de sites. Para o estudo, os pesquisadores selecionaram nove páginas iniciais de websites, distribuídas em três níveis de complexidade visual: baixo, médio e alto. Essas interfaces foram projetadas para induzir diferentes níveis de carga cognitiva nos usuários. As interfaces com maior complexidade visual exigiram mais recursos cognitivos, confirmando uma correlação direta entre a complexidade percebida e a carga cognitiva experimentada.

Os resultados mostraram que os heatmaps fisiológicos, correlacionaram-se significativamente com as avaliações subjetivas dos usuários em relação à complexidade visual das interfaces. Esses heatmaps se destacaram ao capturar com precisão as áreas com maior demanda cognitiva nas interfaces, superando as formas tradicionais de mapear o rastreamento ocular em termos de precisão na predição da carga cognitiva.

O estudo conduzido por Souza *et al.* (2021) propõe um framework de avaliação de UX que combina rastreamento ocular, monitoramento de movimentos do mouse e entradas do teclado, além de inteligência artificial, para categorizar o desempenho de usuários em sistemas de informação. Esse framework, chamado AIT2-UX, analisa a experiência do usuário com base em diferentes fontes de dados, fornecendo sobre a usabilidade e interação dos usuários com interfaces digitais.

Para implementar o AIT2-UX, a coleta de dados foi realizada em um processo que incluiu variáveis de rastreamento ocular, de movimento do mouse e de uso do teclado. Essas variáveis foram armazenadas na forma de mapas de calor e gráficos de interação, permitindo identificar áreas específicas onde os usuários enfrentaram dificuldades. Além disso, modelos de aprendizado de máquina foram utilizados para classificar os usuários como “experientes” ou “não-experientes”, com base em padrões extraídos das variáveis de interação e dos questionários de usabilidade realizados. A árvore de decisão foi o modelo que apresentou o melhor desempenho, com uma acurácia de 94% ao capturar as características de interação do usuário, indicando seus diferentes níveis de experiência.

Para a geração dos mapas de calor, foi utilizada a ferramenta T2-UXT, que registrou as interações dos usuários com o site da Receita Federal do Brasil (RFB) ao realizarem tarefas como acesso a serviços do CPF e localização de páginas específicas. Esses mapas de calor revelaram áreas onde os usuários com diferentes níveis de experiência focavam a atenção, mostrando que os usuários menos experientes gastam mais tempo e realizam mais movimentos de busca na interface, sinalizando

que o layout do site apresenta dificuldades ao usuário para completar tarefas de forma eficiente.

Os resultados sugerem que o framework AIT2-UX e a ferramenta T2-UXT podem fornecer informações detalhadas para aprimorar o design de interfaces com base no comportamento do usuário. Além disso, o estudo propôs customizações para o site da RFB que poderiam facilitar a navegação, como destacar automaticamente áreas de interesse com base no perfil do usuário. Esses insights demonstram o potencial do framework para melhorar a experiência do usuário em ambientes digitais, oferecendo uma solução que pode ser aplicada para a melhora da experiência de usuários em diferentes sistemas.

## **METODOLOGIA**

A seção de Metodologia explica aos leitores quais procedimentos, abordagens, desenhos e tratamento realizamos na pesquisa, o que permitirá replicar os estudos, entender a linearidade entre a abordagem dos objetivos e os resultados obtidos, determinar sua adequação e relevância e evidenciar qualquer viés na maneira como o estudo foi elaborado e realizado. Em outras palavras, é uma estrutura contextual que apresenta um caminho lógico para responder a perguntas que você levanta no início de sua tese ou artigo (Knuth, 1984).

É importante que nesta seção, você descreva todas as ferramentas e tecnologias utilizadas para o desenvolvimento da sua pesquisa (Boulic; Renault, 1991). Lembre-se de detalhar para que serve cada ferramenta e tecnologia e o motivo da sua escolha.

## **RESULTADOS PRELIMINARES**

O propósito da seção de resultados, como o próprio nome indica, é revelar o que foi encontrado na pesquisa. Essa parte do artigo estará composta dos dados relevantes obtidos e sintetizados pelo autor.

Nesta seção, você deverá apresentar todos os elementos solicitados no mapa mental relacionados ao seu projeto: diagramas, protótipos, modelo de negócios, principais funções e componentes desenvolvidos. Para tanto, na subseção a seguir, você poderá consultar como é feita a inserção de figuras, fluxogramas, fotografias, gráficos, tabelas e quadros.

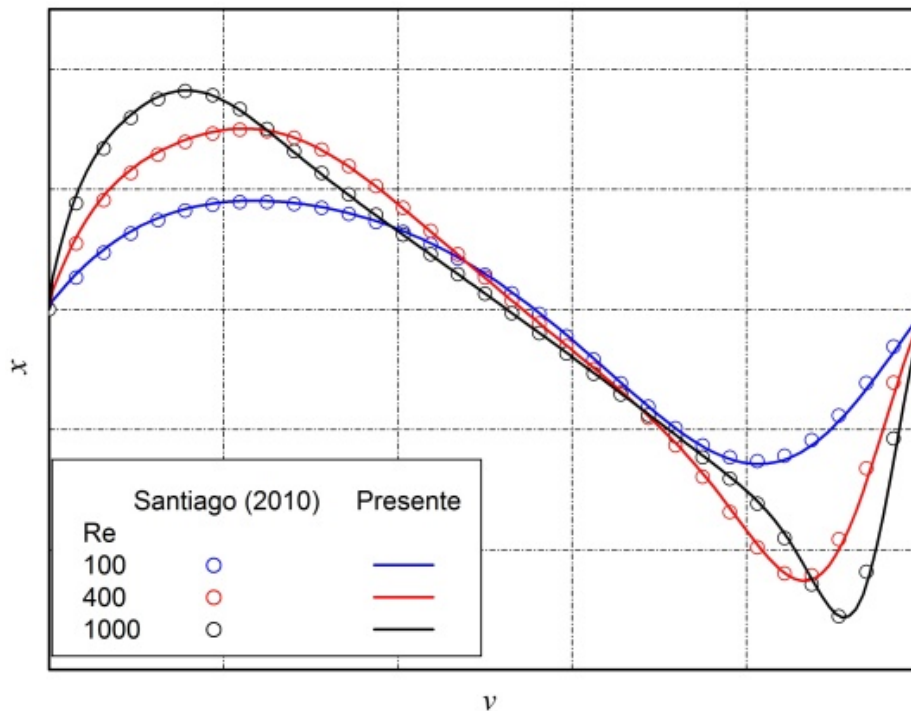
## **ILUSTRAÇÃO E TABELA**

Independentemente da ilustração (figura, fluxograma, fotografia, gráfico, quadro, entre outras) ou tabela inserida no trabalho, sua identificação deve aparecer na parte superior. Esta identificação deve ser precedida da palavra designativa, seguida de seu número de ordem de ocorrência no texto, em algarismos arábicos, travessão e do respectivo título.

Após a ilustração ou tabela, na parte inferior, indicar a fonte consultada (mesmo sendo produção do próprio autor), legenda, notas e outras informações necessárias à sua compreensão (se houver). A ilustração deve ser citada no texto e inserida o mais próximo possível do trecho a que se refere. A seguir, encontra-se um exemplo para a inserção de um elemento do tipo Gráfico, o Gráfico 1.

Em computação, é muito comum a utilização de fluxogramas, para documentar, estudar, planejar, melhorar e comunicar processos complexos por meio de diagramas claros e fáceis de entender. Um fluxograma é um diagrama que descreve um processo, sistema ou algoritmo de computador. O Fluxograma 1 é um dos vários exemplos deste tipo de ilustração que pode ser gerado ou editado na ferramenta *online* Lucidchart, entre outras.

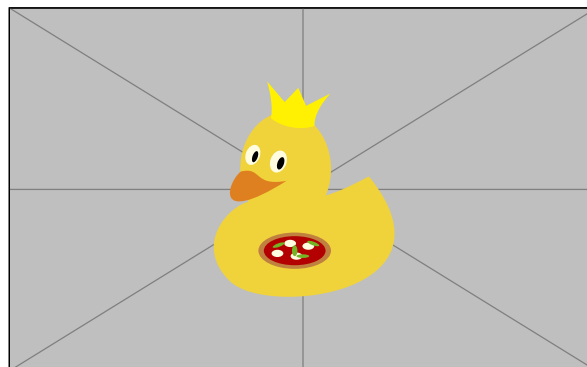
Gráfico 1 – Exemplo de gráfico



Fonte: Autoria Própria (2024)

O LaTeX tem uma biblioteca específica para utilizar imagens no documento. O pacote `graphicx` habilita um ambiente chamado `figure`, que permite que você insira imagens de uma forma simples no texto. A Figura 1 é um exemplo deste tipo de ilustração.

Figura 1 – Exemplo de figura



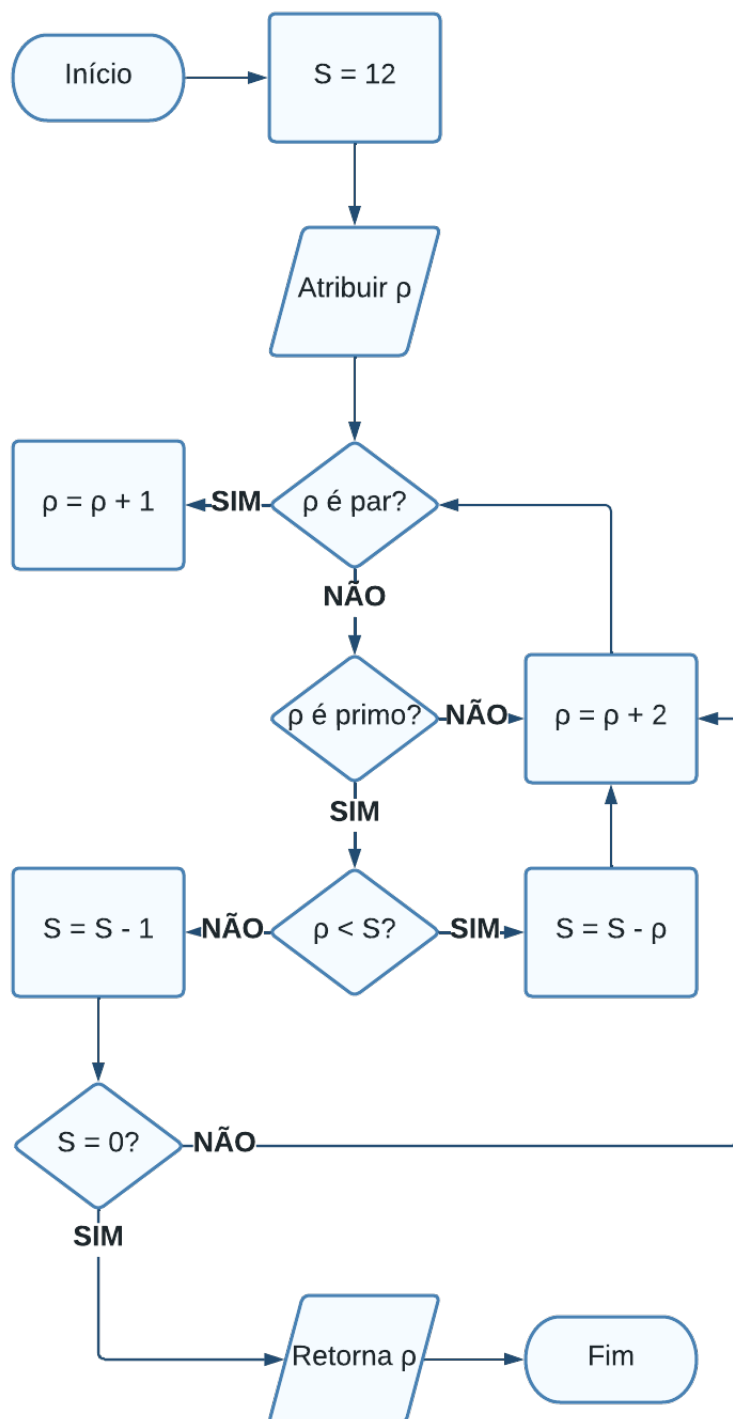
Fonte: Autoria Própria (2024)

Caso seja necessário, você ainda poderá inserir fotografias, por meio do ambiente `photograph`, conforme ilustrado na Fotografia 1.

Outro elemento visual bastante utilizado na seção de Resultados são as tabelas, pois elas fornecem uma estrutura visualmente organizada para apresentar dados, tornando a leitura e a compreensão do conteúdo mais fácil para o leitor. As células, linhas e colunas ajudam a alinhar informações de maneira sistemática.

Para conjuntos de dados comparativos, as tabelas são particularmente úteis. Elas possibilitam a disposição lado a lado de informações relacionadas, facilitando a comparação direta entre diferentes elementos.

**Fluxograma 1 – Exemplo de fluxograma de algoritmo**



**Fonte: Autoria Própria (2024)**

Tabelas e quadros devem estar centralizados e conter apenas dados imprescindíveis, evitando-se que sejam muito extensos, não repetindo dados já inseridos no texto, ou vice-versa. O formato de tabela pode ser observado na Tabela 1.

No caso de quadros, deve ser seguida a estrutura demonstrada no Quadro 1. Caso os dados sejam inéditos e provenientes de uma pesquisa realizada pelos próprios autores do trabalho, essa



**Fotografia 1 – Fachada da Fatec de Registro**



**Fonte: Autoria Própria (2024)**

**Tabela 1 – Exemplo de tabela**

Idade	Percentual (%)
Até 20 anos	0
De 21 a 30 anos	10
De 31 a 40 anos	20
De 41 a 50 anos	30

**Fonte: Adaptada de Beltrano (2021)**

especificação deve constar na fonte com o ano da pesquisa de campo. Nesse caso, a fonte deve ser: Autoria Própria (2024).

**Quadro 1 – Tipografia das seções**

Seção	Tipografia	Exemplo
Primária	Letras maiúsculas em negrito	<b>1 SEÇÃO PRIMÁRIA</b>
Secundária	Letras maiúsculas sem negrito	1.1 SEÇÃO SECUNDÁRIA
Terciária	Letra inicial de todas as palavras em maiúscula, sem negrito	1.1.1 Seção Terciária
Quaternária	Letra inicial da primeira palavra em maiúscula, sem negrito	1.1.1.1 Seção quaternária
Quinária	Letra inicial da primeira palavra em maiúscula, sem negrito e em itálico	<i>1.1.1.1.1 Seção quinária</i>

**Fonte: Autoria Própria (2024)**

Quadros e tabelas podem ser inseridos neste documento usando os ambientes tabframed e table, respectivamente, conforme exemplos no arquivo-fonte deste modelo. A geração ou edição



desses elementos visuais pode ser realizada por meio de ferramentas *online*, tais como: Tables Generator e Latex Tables Editor, entre outras.

## EQUAÇÕES

Equações podem ser inseridas neste documento usando o ambiente `equation`, como ilustrado na Equação (1).

$$u = \beta \operatorname{sen}(\pi x) \frac{(e^{2x} - 1)(e^y - 1)}{(e^2 - 1)(e - 1)} \quad (1)$$

Símbolos matemáticos (ou equações mais simples) podem ser inseridos ao longo do texto de um parágrafo usando o ambiente do Latex `math`. É possível ainda, a utilização de ferramentas online para a geração ou edição de equações, tais como: Formula Sheet e Latex Equation Editor.

## CONCLUSÃO

Apresente aqui as conclusões do seu trabalho, verifique se o objetivo foi cumprido, apresenta respostas para o problema da pesquisa, relate as limitações e as recomendações do estudo. Por fim, coloque sugestões para trabalhos futuros.

## REFERÊNCIAS

BELISIARIO, Gabriel. **UX Baseado em Fatos: Teste de Usabilidade**. [S. l.: s. n.]. Disponível em: <<https://brasil.uxdesign.cc/ux-baseado-em-fatos-teste-de-usabilidade-ce8dc58841a3>>.

BELTRANO, P. **Título do trabalho do Beltrano**. Edição: P. Sicrano. [S. l.: s. n.], 2021.

BOULIC, R.; RENAULT, O. 3D Hierarchies for Animation. In: MAGNENAT-THALMANN, Nadia; THALMANN, Daniel (Ed.). **New Trends in Animation and Visualization**. [S. l.]: John Wiley & Sons Ltd., 1991.

EBAC, Escola Britânica de Artes Criativas e Tecnologia. **Tudo o que você queria saber sobre UX/UI Design**. [S. l.: s. n.]. Disponível em: <<https://ebaonline.com.br/blog/o-que-e-ux-ui-design>>.

GEORGES, Vanessa *et al.* UX Heatmaps: Mapping User Experience on Visual Interfaces. Association for Computing Machinery, San Jose, California, USA, p. 4850–4860, 2016. DOI: 10.1145/2858036.2858271. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/2858036.2858271>>.

KNUTH, Donald E. **The T<sub>E</sub>X Book**. 15th. [S. l.]: Addison-Wesley, 1984.

ODS, Movimento Nacional. **A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. [S. l.: s. n.]. Disponível em: <<https://sc.movimentoods.org.br/agenda-2030/>>.

SOUZA, Kennedy *et al.* An Evaluation Framework for User Experience Using Eye Tracking, Mouse Tracking, Keyboard Input, and Artificial Intelligence: A Case Study. **International Journal of Human-Computer Interaction**, v. 38, p. 1–15, ago. 2021. DOI: 10.1080/10447318.2021.1960092.

VIEIRA, Jon. **Teste de usabilidade: tudo o que você precisa saber!** [S. l.: s. n.]. Disponível em: <<https://medium.com/aela/teste-de-usabilidade-o-que-voc%C3%AA-precisa-saber-39a36343d9a6>>.