

NLEASER – PROPOSTA DE UMA FERRAMENTA PARA PROCESSAMENTO DE LINGUAGEM NATURAL COM FOCO NA EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO E USABILIDADE

Mateus Michels de Oliveira¹, Lucas Dominiciano Barbosa¹, Cristiane Aparecida Gonçalves Huve²

RESUMO

O processamento de linguagem natural é um método computacional de análise e processamento de textos. Abrange um conjunto de algoritmos capazes de processar linguagens humanas para realizar a extração de informações úteis, a partir de conjuntos massivos de dados de texto. Porém, as ferramentas disponíveis requerem conhecimentos técnicos de desenvolvimento de software, conhecimentos sobre algoritmos e parâmetros para pré-processamento dos algoritmos. Assim, identificou-se o problema tratado nesta pesquisa, que consiste na necessidade de uma ferramenta de processamento de linguagem natural, com foco na experiência do usuário e usabilidade, sem exigir conhecimentos técnicos dos usuários. Utilizando técnicas de modelagem de interface gráfica através de *wireframes*, foi possível desenvolver um protótipo para avaliação destes aspectos. Através de uma pesquisa exploratória de análise quantitativa, aplicada com 33 participantes, foram obtidas avaliações em experiência do usuário e usabilidade, com índices acima de 55% de aprovação para ambos aspectos e 93% dos usuários conseguiram realizar a extração das informações e consideraram viável a utilização de uma ferramenta com esse propósito em sua área de atuação.

Palavras chave: Processamento de Linguagem Natural. Inteligência Artificial. Experiência do usuário. Usabilidade.

¹ Graduando em Engenharia da Computação modalidade presencial na UNINTER.

² Professora Orientadora.

Artigo de Trabalho de Conclusão de Curso entregue como requisito parcial para obtenção do grau de bacharel em Engenharia da Computação ao Centro Universitário Internacional UNINTER, Curitiba – PR, 2021.

1 INTRODUÇÃO

Com a constante popularização dos meios que proporcionam o acesso à internet, como nossos celulares e computadores, houve um aumento exponencial nos dados gerados a partir da interação entre pessoas na internet, a sétima edição da pesquisa “*Data Never Sleeps*” revelou que a cada minuto 188 Milhões de e-mails foram enviados, além de 511 mil tweets e mais de 18 milhões de mensagens de texto (JAMES, 2019).

O conteúdo dessas informações podem ser publicações pessoais em redes sociais a dados de opiniões sobre produtos e serviços, disponibilizados na internet de forma pública. Dados textuais e não estruturados, podem ser interpretadas por uma pessoa, entretanto, com o aumento exponencial no volume de dados, isto inviabiliza análises sem o apoio de recursos computacionais.

O processamento de linguagem natural, do inglês *Natural Language Processing* (NLP), busca desenvolver técnicas e algoritmos capazes de interpretar esses dados (MEDEIROS, 2018). Essas técnicas se baseiam principalmente em transformar as palavras ou letras de modo a serem interpretadas pelos computadores (MEDEIROS, 2018). Assim, é possível realizar cálculos estatísticos para extrair informações destas palavras, como por exemplo, contar quantas vezes uma palavra apareceu em um texto, ou então, o treinamento de modelos capazes de realizar a predição de qual deve ser a resposta para um determinado e-mail recebido. Outras abordagens incluem a extração de entidades (*NER*), a análise de sentimento, a análise de relevância e a análise de semelhança entre palavras.

Para realizar o processamento de texto há ferramentas de código aberto e gratuitos, como o Rapid Miner Studio³ e o KNIME⁴. Entretanto, a interface dessas possui baixa experiência do usuário, e exigem que o usuário tenha conhecimentos sobre NLP para extrair as informações de seus conjuntos de texto, bem como, conhecimento em lógica de programação e algoritmos. Isto evidencia a necessidade de uma ferramenta mais intuitiva e que não requer amplo conhecimento técnico para a obtenção dos resultados. Assim, o objetivo deste artigo é construir um protótipo para realizar o processamento de texto usando NLP, de modo que a extração destes

³ Disponível em: <https://tinyurl.com/ztbseju>

⁴ Disponível em: <https://tinyurl.com/at3ravm>

resultados seja transparente ao usuário, que irá interagir com uma interface simples, intuitiva e com foco na experiência do usuário.

2 ANÁLISE DAS SOLUÇÕES EXISTENTES NO MERCADO

A Tabela 1 apresenta uma análise da interface gráfica, a experiência do usuário e dos procedimentos e conhecimentos necessários para realizar a extração de informações, a partir de um conjunto de textos.

Com base nela, é possível identificar que, os softwares em questão, mesmo tendo uma interface gráfica que elimina a necessidade de escrever códigos de programação, ainda exigem que o usuário tenha conhecimentos técnicos sobre os algoritmos e as técnicas de NLP necessárias para transformar o conjunto de dados em informações.

Software	Rapid Miner Studio	KNIME
Interface Gráfica	Selecionar, arrastar e conectar blocos de funcionalidade (pipeline)	Selecionar, arrastar e conectar blocos. Lembra a interface grafica de um IDE
Documentação	Tutorial de introdução Documentação online Documentação local	Tutorial de introdução Exemplos de pipelines Documentação online Documentação local
Complexidade da interface	Blocos de funções, linguagem acessível, pipeline de funções	Blocos de funções, linguagem técnica, pipeline de funções, ambiente de desenvolvimento
Utiliza plugin de terceiros	Sim	Sim
Compatibilidade entre os plugins e as funcoes nativas	Não	Sim
Exige conhecimento em logica de programação	Sim	Sim
Exige conhecimento sobre pre-processamento	Sim	Sim
Exige conhecimento sobre os algoritmos de NLP	Sim	Sim
O usuário define o formato de saída	Não	Sim

Tabela 1: Análise da interface gráfica e da experiência do usuário dos softwares Rapid Miner Studio e KNIME

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A fundamentação deste artigo está organizada em três seções: a) abordagem dos métodos de processamento de linguagem natural implementados no projeto; b) aspectos de design aplicados na definição da interface gráfica e experiência do usuário; e c) algoritmos e tecnologias considerados na definição da arquitetura e o desenvolvimento do protótipo.

3.1 Processamento de linguagem natural

Antes de realizar o processamento dos textos, é necessário realizar um pré-processamento, para normalizar a formatação do texto, remover números, remover acentuações desnecessárias e as *stop words*.

O termo "*stop words*" se refere as palavras mais comuns em um idioma ou conjunto de texto, e que não agregam significado semântico, e geralmente podem ser ignoradas sem sacrificar o significado do texto, por exemplo as conjunções (e, ou, então) e pronomes (este, esta, aquele) e afins (TEJA, 2020). Após o pré-processamento, as informações podem ser extraídas dos dados de texto.

Extração de frequência de palavras consiste em gerar um dicionário de palavras que contabiliza a ocorrência de mesma em um determinado texto. Isso pode servir propósitos como, identificar termos recorrentes em um conjunto de textos, até a descoberta de quais são os problemas mais comuns nas interações de suporte ao cliente (ABILHOA, 2014). No entanto, as abordagens de frequência de palavras consideram os documentos como um mero "pacote de palavras", deixando de lado aspectos cruciais relacionados ao significado, estrutura, gramática e sequência de palavras. Os sinônimos, por exemplo, não podem ser detectados por esse método de extração de palavras-chave, resultando no descarte de informações importantes (GASPERIN e LIMA, 2001).

Outro método de extração de informações são os NGrams, semelhante a frequência de palavras, porém, são analisados conjuntos de N-Palavras (N-Gramas) que ocorrem em sequência. Um gram de 2 gramas (ou bigrama) é uma sequência de duas palavras, como: "por favor" ou "bom dia". E um gram de três gramas (ou trigram) é uma sequência de três palavras, como: "olá tudo bem" (JURAFSKY e MARTIN, 2019).

Para identificar a relevância que cada palavra, ou NGram, possui em relação ao conjunto de dados, pode ser utilizado o cálculo de TF-IDF “*term frequency - inverse document frequency*”, este é um modelo de medida estatística que tem como objetivo quantificar a relevância de uma determinada palavra para um corpus (coleção de documentos), de modo geral seria o quão frequentemente o termo é encontrado em todo o conjunto de dados de texto (GASPERIN e LIMA, 2001). Quanto maior a tendência de o valor extraído para o termo ser 0, mais o mesmo é utilizado dentro do corpus. Essa métrica pode ser calculada utilizando o número total de documentos de um corpus, o dividindo-o pelo número de documentos que contêm uma palavra e o calculando o valor logaritmo (CASAROTTO, 2019).

O modelo NGram, como grande parte dos modelos estatísticos, detém de uma dependência significativamente do corpus de treinamento. Como resultado, as probabilidades frequentemente codificam fatos específicos sobre um determinado corpus de treinamento. Além disso, o desempenho do modelo NGram varia com a mudança no valor de N (JURAFSKY e MARTIN, 2019).

Word Cloud ou em português, nuvem de palavras, é um método de análise heurístico, desenvolvido para gerar uma representação visual de dados de texto, aonde as palavras mais relevantes nos conjuntos de dados terão um tamanho de fonte maior e uma palheta de cores diferenciada (SILVA, 2013). Os geradores do *Word Cloud* dividem o texto em tokens de palavras e calculam a relevância das palavras utilizando as técnicas de frequência de palavras ou TF-IDF descritas anteriormente, sendo que quanto maior a frequência que palavra aparece, maior o tamanho da palavra na nuvem (SILVA, 2013).

A extração de entidades é uma técnica utilizada para analisar textos e identificar entidades, como nomes de pessoas, lugares ou organizações que possuem nome próprio. Essa identificação é realizada por modelos de inteligência artificial, treinados na tarefa de NER - Named Entity Recognition (reconhecimento de entidade nomeada) (PADMANABHAN, 2020).

O NER utiliza técnicas de análises gramaticais e de sintaxe de texto para identificar as entidades e, em seguida, classificá-las. Inicialmente, os modelos de reconhecimento de entidades são treinados com textos genéricos como notícias ou artigos, ou com textos de domínio específico, dependendo da necessidade da aplicação (PADMANABHAN, 2020). Por exemplo, um modelo de NER treinado em um conjunto de textos genéricos extraídos da Wikipédia é capaz de aprender a identificar

nomes de presidentes, cientistas, lugares turísticos e eventos históricos. Entretanto, ao inferir neste modelo um laudo médico com o objetivo de identificar a entidade, por exemplo "veia aorta", o mesmo não terá tal capacidade, ou então, terá uma baixa eficiência, pois não foi treinado no domínio específico da medicina.

3.2 Aspectos do design voltados a experiência do usuário, interatividade e interface gráfica

As técnicas de design centrado no usuário e de clean design fornecem diretrizes fundamentais para o desenvolvimento de interfaces gráficas (*User Interface – UI*), com o objetivo de construir uma interface limpa, contendo o mínimo de elementos possíveis, porém que detenham de significância e relevância ao usuário (LOWDERMILK, 2013). Junto com essas técnicas, pode ser aplicado o padrão de experiência do usuário conhecido como micro interações, técnica que visa desenvolver a interação com o usuário, por meio de ações que apresente o mínimo de complexidade possível (KRUG, 2008). Para a validação dos conceitos aplicados na interface gráfica, podem ser utilizados os *wireframes*, uma técnica para desenvolver protótipos da UI, de um modo com que cada elemento que compõem a interface final deverá ser apresentado para a validação da interatividade da interface (TEIXEIRA, 2014).

3.3 Arquitetura da aplicação

Para o desenvolvimento do protótipo, foram utilizadas técnicas comunicação cliente – servidor com uma aplicação *front-end*, utilizando o *framework* ReactJS⁵ e servidor NGinx⁶, e uma aplicação *back-end*, API *RestFul*, utilizando o *framework* Flask⁷, acesso ao banco de dados utilizando modelos ORM (*Object Relational Mapping – Mapeamento Objeto Relacional*), desenvolvimento multicamadas e arquitetura de micro serviços.

⁵ Disponível em <https://pt-br.reactjs.org/>

⁶ Disponível em <https://www.nginx.com/>

⁷ Disponível em <https://flask.palletsprojects.com/>

A arquitetura de micro serviços faz uso do RabbitMQ⁸, na troca de mensagens entre a API e os micro serviços que estão em execução dentro de *containers* do Docker⁹.

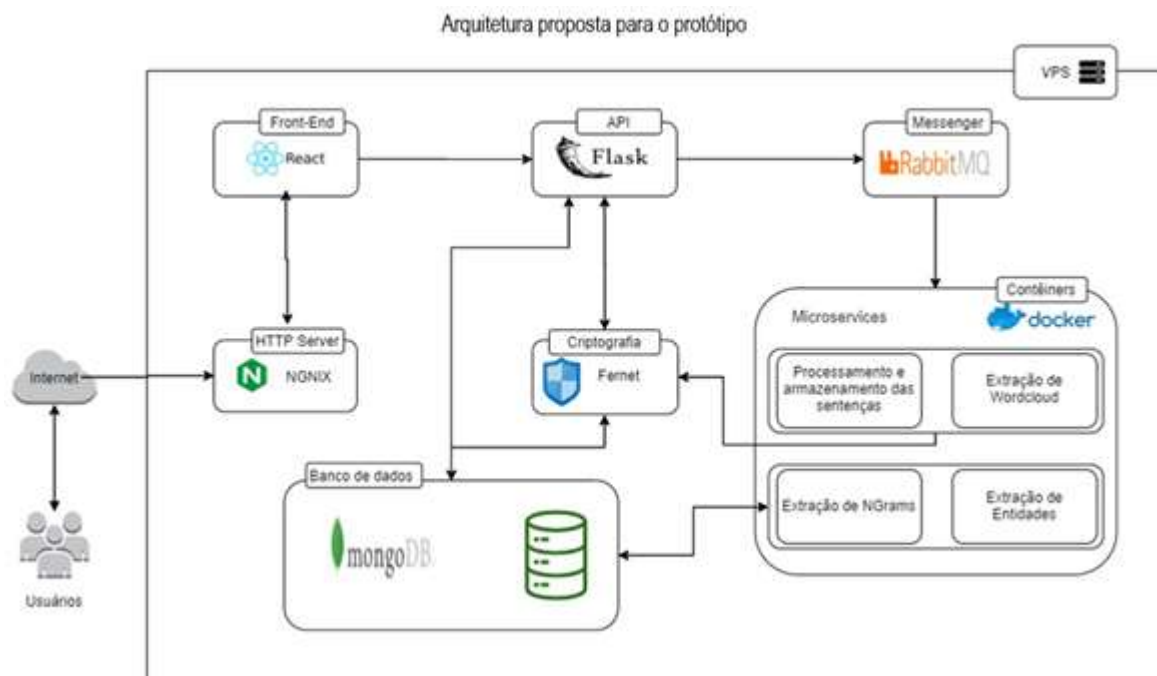


Figura 1: Diagrama macro da arquitetura da aplicação

Para a implementação dos métodos de NLP foi utilizado a linguagem Python juntamente com bibliotecas e algoritmos prontos e mantidos pela comunidade através do desenvolvimento *open source*. A remoção de *stop words* utiliza a lista de palavras comuns dos idiomas inglês e português, disponibilizados no pacote NLTK¹⁰. Para realizar a extração de NGrams foi utilizado a biblioteca Scikit-Learn¹¹, e suas funcionalidades de vetorização baseado em ocorrências (CountVectorizer) e de vetorização baseado nos valores do cálculo de TF-IDF (TfidfVectorizer) (BROWNLEE, 2020).

Enquanto o CountVectorizer realiza a contagem das ocorrências de palavras do conjunto de dados, ou dos NGrams, o TfidfVectorizer aplica o cálculo de TF-IDF sobre os valores extraídos com o CountVectorizer para obter a relevância de cada palavra na sentença, em seguida, para obter os valores absolutos de cada palavra ou

⁸ Disponível em <https://www.rabbitmq.com/>

⁹ Disponível em <https://www.docker.com/>

¹⁰ Disponível em: <http://www.nltk.org/>

¹¹ Disponível em: <https://tinyurl.com/ebnkra5j>

NGram, é realizado um somatório de todas as frequências e dos valores de relevância em relação a todo o conjunto de dados (BROWNLEE, 2020).

Para a extração de NGrams e de frequência de palavras, foi parametrizado, que só serão considerados os termos que ocorrem mais de 5 vezes, ou no máximo em 80% do conjunto de dados, com a extração de no máximo 10000 termos por conjunto de dados, e no TF-IDF foi aplicado a normalização L1, aonde a soma dos valores de cada vetor resultante, é 1.

A extração de *Word Cloud* faz uso da biblioteca *Word Cloud*¹², internamente, essa biblioteca utiliza o Scikit-Learn para encontrar a frequência com que cada palavra aparece no conjunto de dados e definir seu tamanho e cor na imagem, em seguida é utilizado o algoritmo *integral images* para calcular a posição em que cada palavra será escrita (MUELLER, 2012). O *Word Cloud* foi parametrizado para exibir no máximo 75 palavras e considerar a utilização de Bigramas ao gerar a imagem. Por fim, foram utilizados os modelos pré treinados do Spacy¹³, para realizar a extração de entidades (NER), nos idiomas inglês e português.

A documentação técnica¹⁴, junto ao código fonte estarão disponíveis no repositório GitHub¹⁵ do projeto.

¹² Disponível em <https://tinyurl.com/n5x7rw6a>

¹³ Disponível em: <https://spacy.io/>

¹⁴ Documentação técnica disponível em <https://tinyurl.com/2kfe2evx>

¹⁵ Código fonte do projeto disponível em <https://tinyurl.com/cfcsf9hm>

4 METODOLOGIA

Esse trabalho foi desenvolvido em 6 etapas, conforme ilustra a Figura 2. Para os fins da avaliação do trabalho, que consistem na proposta de um protótipo, capaz de realizar processamento de linguagem natural, com foco na experiência do usuário e usabilidade, sem exigir conhecimentos técnicos dos usuários, foram realizadas as etapas 5 e 6.



Figura 2: Etapas do desenvolvimento

4.1 Etapa 1 – Pesquisa

O desenvolvimento deste projeto iniciou com um estudo exploratório realizado na disciplina de projetos (PBL) VIII. Por meio deste foi possível conhecer técnicas aplicadas para o processamento de dados de texto, usando processamento de linguagem natural.

4.2 Etapa 2 - Análise de Ferramentas

Para o desenvolvimento deste projeto foram selecionadas as técnicas NGrams, *Word Cloud* e NER. A partir disso foi realizado uma análise de ferramentas existentes, visando explorar suas características, experiência do usuário e seus detrimientos, conforme análise apresentada na Tabela 1.

4.3 Etapa 3 – Problema de Pesquisa

Com base na análise de ferramentas, foi identificado o problema de pesquisa: baixa experiência do usuário nas ferramentas de processamento de dados de texto para usuários sem conhecimentos técnicos de processamento de linguagem natural.

4.4 Etapa 4 – Funcionalidades do Protótipo

Tendo a problemática estabelecida, foi definido o escopo de funcionalidades para a construção de um protótipo, com: a) funcionalidade de *login* para organizar os dados dos usuários; b) criptografia dos dados de textos enviados pelo usuário; e c) extração de NGrams, geração de *Word Clouds* e extração de entidades (NER).

As características da interface gráfica, iterações do usuário e a experiência do usuário foram desenvolvidas visando propor uma resposta para o problema de pesquisa.

4.5 Etapa 5 – Avaliação da interface gráfica usando wireframes

Utilizando a ferramenta Figma¹⁶ foram elaborados *wireframes*, tendo como referência os processos de designer, descritos na seção 3.2. Estes foram construído avaliar a interface proposta para o protótipo, com foco na experiência do usuário.

¹⁶ Disponível em <https://figma.com>

Um processo incremental de avaliação dos *wireframes* foi realizado, aplicando uma pesquisa com seis voluntários das áreas de psicologia (a2 e a3), desenvolvimento (a4 e a5), design (a1) e gestão de projetos (a6). A avaliação dos *wireframes* foi conduzida em 3 etapas: 1) análise de 7 elementos de experiência do usuário e estética; 2) identificação de elementos visuais ou de experiência do usuário que não eram agradáveis. Nesta, foi solicitado indicar ao menos 3 elementos; e 3) análise de dificuldade para interação com o layout.

4.6 Etapa 6 – Avaliação do protótipo

Com a definição das funcionalidades e avaliação dos *wireframes* foi realizado o desenvolvimento de um protótipo web. Para a avaliação do protótipo, foi apresentado aos usuários um vídeo com uma demonstração e foram disponibilizados 4 conjuntos de dados de texto de exemplo, para explorem as funcionalidades do NLEaser. Os conjuntos de dados disponibilizados são compostos por dados que contém comentários em sites de vendas online¹⁷, notícias de esportes¹⁸, avaliações sobre filmes¹⁹, e avaliações de quartos de hotéis²⁰. Cada conjunto de foi segmentado a 5000 registros.

Em seguida, foi submetido uma pesquisa exploratória para os participantes, composta por 18 questões²¹, que buscava analisar o nível de conhecimento técnico em programação e inteligência artificial, o nível de conhecimento no ramo de NLP e a experiência dos participantes ao utilizarem o protótipo do NLEaser.

¹⁷ Brazilian E-Commerce Public Dataset by Olist, Disponível em <https://tinyurl.com/2289wk5z> Acesso em 04 de maio de 2021.

¹⁸ GE Soccer Clubs News, Disponível em <https://tinyurl.com/w6mvfzyd> Acesso em 04 de maio de 2021.

¹⁹ IMDB PT-BR, Disponível em <https://tinyurl.com/zpst89ku> Acesso em 04 de maio de 2021.

²⁰ Hotel Reviews, Disponível em <https://tinyurl.com/6dvj7hd6> Acesso em: 25 de fevereiro de 2020.

²¹ Formulário da pesquisa exploratória disponível em <https://tinyurl.com/s2255ptc>

5 RESULTADOS

Antes de ser iniciado o desenvolvimento do protótipo, foi realizado o desenvolvimento e avaliação de 3 wireframes, que determinaram as características da interface gráfica, após a avaliação destes, o protótipo foi desenvolvido e foi avaliado através de uma pesquisa exploratória.

5.1 Resultado da avaliação dos Wireframes

Almejando atender o objetivo desta pesquisa, em desenvolver uma interface simples, intuitiva e com design centrado no usuário, foram desenvolvidos 3 wireframes em ciclos de aperfeiçoamento, procurando corrigir falhas e mesclar características apontadas como importantes pelos usuários, com o objetivo de obter uma interface, que seja agradável aos usuários.

Para o desenvolvimento do primeiro wireframe, adotamos como inspiração, os sites Trello e Airbnb, pois são ferramentas que apresentam um grande volume de informações e aprestam interfaces harmônicas, mantendo uma padronização dos elementos gráficos.

Ao avaliarmos o primeiro wireframe, foram obtidos os resultados presentes na Tabela 2 que nos permitiu identificar oportunidades de melhoria no conjunto de cores, padrão de fonte e na distribuição do layout. Algo que foi evidenciado ao avaliarmos as 32 observações propostas pelos voluntários, em que, em 21 relatavam problemas nestes elementos.

Wireframe 1							
Elementos Avaliados	A1	A2	A3	A4	A5	A6	Total
Padrão de cores	3	4	3	4	7	6	27
Nível de legibilidade	5	6	3	7	6	4	31
Nível de conforto visual	4	7	4	6	6	5	32
Nível de interpretação das informações textuais	5	5	4	6	6	6	32
Nível de compreensão geral do wireframe	4	5	5	7	5	6	32
Nível de experiência do usuário	7	8	4	8	8	8	43
Nível de interpretação do layout	6	4	6	6	7	6	35
Nível de transmissão de confiança	3	4	2	6	1	3	19
Total	37	43	31	50	46	44	251

Tabela 2: Resultado da avaliação do primeiro Wireframe

Com base nos dados coletados foi desenvolvido um segundo wireframe, com seu layout completamente remodelado, e com a implementação técnica de micro interações descrita na seção 3.2, que nos fez acrescentar elementos mais interativos e intuitivos para os usuários.

A avaliação do segundo wireframe, presente na Tabela 3, demonstrou um amadurecimento da interface, pois além de uma evolução das notas atribuídas das pelos voluntários, o número de observações caiu de 32 para 20, com as mesmas passando a ser menos subjetivas e apresentando caráter mais técnico. Com isso, identificamos novas oportunidades de melhorias, focadas em elementos específicos do layout.

Wireframe 2							
Elementos Avaliados	A1	A2	A3	A4	A5	A6	Total
Padrão de cores	6	3	6	9	8	7	39
Nível de legibilidade	6	6	6	7	8	7	40
Nível de conforto visual	8	7	6	6	5	6	38
Nível de interpretação das informações textuais	5	6	5	5	6	4	31
Nível de compreensão geral do wireframe	5	6	6	4	5	6	32
Nível de experiência do usuário	8	7	6	7	6	7	41
Nível de interpretação do layout	8	8	8	7	7	7	45
Nível de transmissão de confiança	3	4	2	6	2	3	20
Total	49	47	45	51	47	47	286

Tabela 3: Resultado da avaliação do segundo Wireframe.

A partir das observações propostas na avaliação do segundo wireframe, o desenvolvimento do terceiro, foi voltado a pequenas correções da interface e melhorias na experiência do usuário.

A avaliação do terceiro wireframe, presente na Tabela 4 corroborou com a capacidade do design adotado, disponibilizando uma boa experiência aos usuários. Ao apresentar uma evolução nos valores, em conjunto com um menor número de observações, ao todo 17. Sendo que as mesmas, foram focadas no aperfeiçoamento do layout e para a inserção de novos elementos.

Wireframe 3							
Elementos Avaliados	A1	A2	A3	A4	A5	A6	Total
Padrão de cores	6	5	6	9	8	7	41
Nível de legibilidade	6	7	8	8	7	7	43
Nível de conforto visual	7	8	8	8	7	7	45
Nível de interpretação das informações textuais	6	7	6	5	6	5	35
Nível de Compreensão geral do wireframe	6	6	7	7	8	5	39
Nível de experiência do usuário	8	8	7	8	9	9	49
Nível de interpretação do layout	8	8	7	9	9	9	50
Nível de transmissão de confiança	7	6	7	6	6	5	37
Total	54	55	56	60	60	54	339

Tabela 5: Resultado da avaliação do terceiro Wireframe.

As observações apontadas pelos usuários, durante o processo de avaliação estão disponíveis no repositório do projeto²².

5.2 Resultados da avaliação do protótipo

A avaliação do protótipo foi conduzida por meio de uma pesquisa exploratória online submetido aos voluntários conforme descrito na seção 4.6.

Participaram da pesquisa exploratória 33 pessoas, das áreas de tecnologia da informação, da educação, de administração e um estudante, a quantidade de participantes de cada área e a média de idade dos participantes estão demonstrados na Figura 3.

²² Resultados da avaliação da interface gráfica disponível em <https://tinyurl.com/btusrxte>

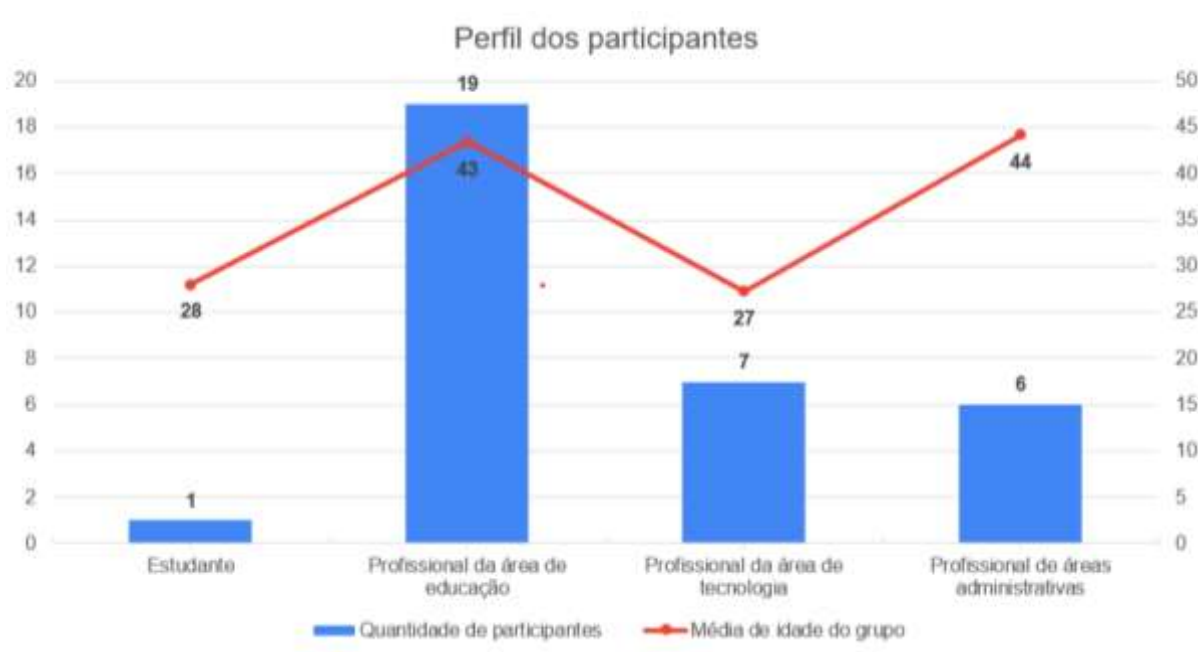


Figura 3: Gráfico com o perfil profissional e a média de idade dos participantes da pesquisa

Após o participante preencher suas informações pessoais, foi solicitado na questão 4²³ que informassem se eram familiarizados com o termo “lógica de programação”, para avaliarmos seus níveis de conhecimento técnico. Conforme demonstrado na Figura 4, todos os participantes conhecem o termo, sendo que 18% (6) apenas ouviu falar sobre, e um total de 61% (20) colocou esses conhecimentos em prática ou trabalha na área de programação.

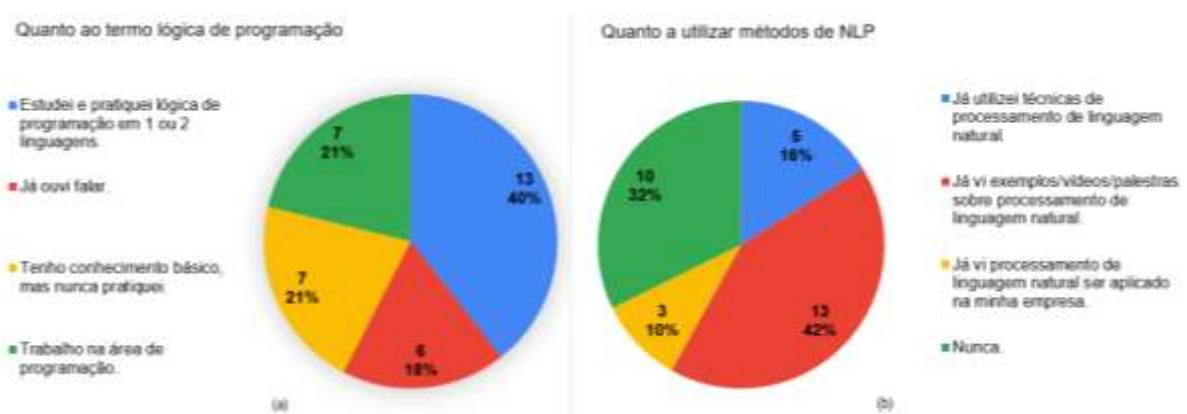


Figura 4: Avaliação do nível de conhecimento técnico dos participantes: a) Conhecimento em lógica de programação; b) Conhecimento em métodos de NLP

²³ Formulário da pesquisa exploratória disponível em <https://tinyurl.com/s2255ptc>

o nível de conhecimento dos participantes na área de processamento de linguagem natural (NLP) foi abordado na questão 7. Quanto a isto, 43% (14) dos participantes viu exemplos ou assistiu palestra sobre NLP, 33% (11) nunca ouviram falar sobre o assunto e 24% (8) dos participantes possuem conhecimento prático na área.

Na questão 8 os participantes informaram quais ferramentas de processamento de linguagem natural eles conhecem, as ferramentas citadas estão na Figura 5. O RapidMiner e o KNime, analisados na seção 2, foram citados por, respectivamente, 2 e 0 participantes.

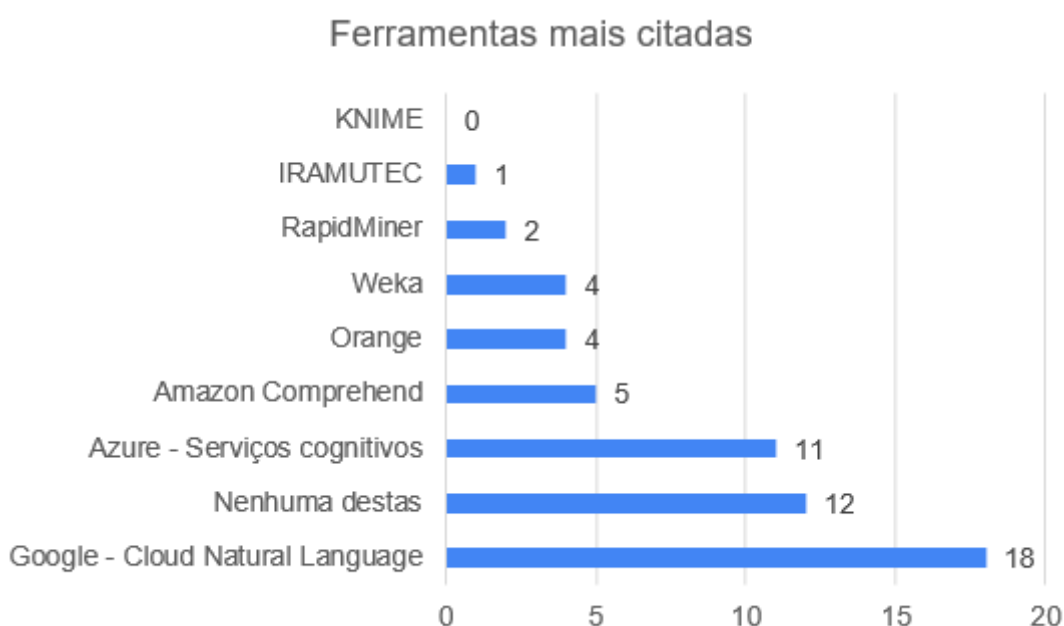


Figura 5: Ferramentas de NLP citadas pelos participantes

Sobre a avaliação do protótipo do NLEaser, apresentado para os participantes em vídeo, 43% (14) do total de participantes exploraram a ferramenta, realizando o upload de 1 ou mais arquivos de exemplo e navegando entre as ferramentas de NLP disponíveis no momento da avaliação (*Word Cloud*, NGrams e NER).

O nível de conhecimento técnico em NLP e em lógica de programação destes participantes que utilizaram a ferramenta e prestaram suas avaliações está demonstrado na Figura 6. Todos os participantes que exploraram a ferramenta possuem conhecimento em lógica de programação e 43% (6) destes já tiveram algum contato com NLP através de exemplos ou palestras, 29% (4) nunca ouviu falar sobre o assunto.

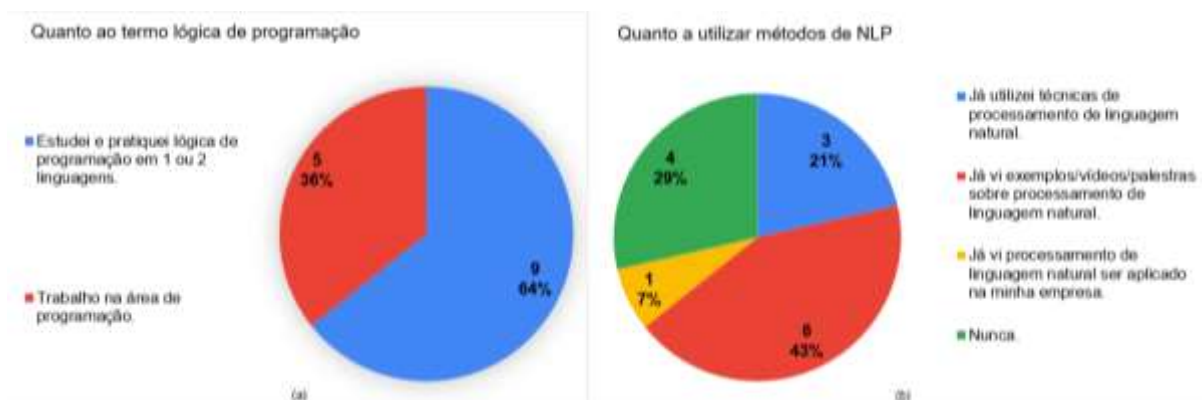


Figura 6: Nível de conhecimento técnico em lógica de programação e em processamento de linguagem natural dos participantes que exploraram a ferramenta: a) Conhecimento em lógica de programação; b) Conhecimento em métodos de NLP

Quanto a extração das informações a partir dos dados de exemplo fornecidos, conforme a Figura 7 demonstra que 7% (1) dos participantes não conseguiram extrair informações e 93% (13) dos participantes conseguiram extrair as informações com êxito.



Figura 7: Usuários que conseguiram extrair com sucesso as informações dos arquivos de exemplo disponibilizados

Adentrando nas questões de experiência do usuário e interatividade, foi solicitado na questão 11, avaliar quão intuitivo foi o processo para enviar um arquivo para ser analisado pela ferramenta, com 3 opções de 1 a 3, sendo que 1 significa que o envio do arquivo é impraticável, e que o usuário não enviar o arquivo e o nível 3

indicando que o processo foi fácil e que ele conseguiu enviar o arquivo de dados intuitivamente.

Nenhum participante julgou o envio dos dados como impossível e 21,4% (3) participantes votaram que a intuitividade do processo estava mediana, porém 78,6% (11) participantes consideraram o processo fácil e intuitivo, conforme a Figura 8.

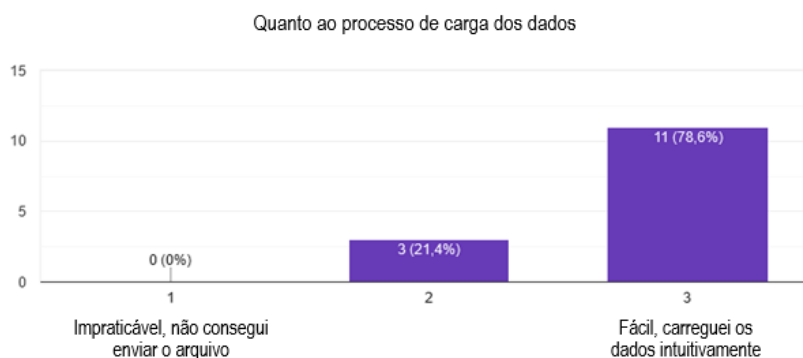


Figura 8: Resultado da avaliação da intuitividade do processo de carregamento de dados

Quanto a navegar entre as funcionalidades do protótipo, na questão 13, os participantes avaliaram a intuitividade da ferramenta em níveis de 1 a 5, 1 significava que ele não conseguiu utilizar a ferramenta, e 5 indicando que explorou todas as funcionalidades de maneira intuitiva, os resultados estão demonstrados na Figura 9.

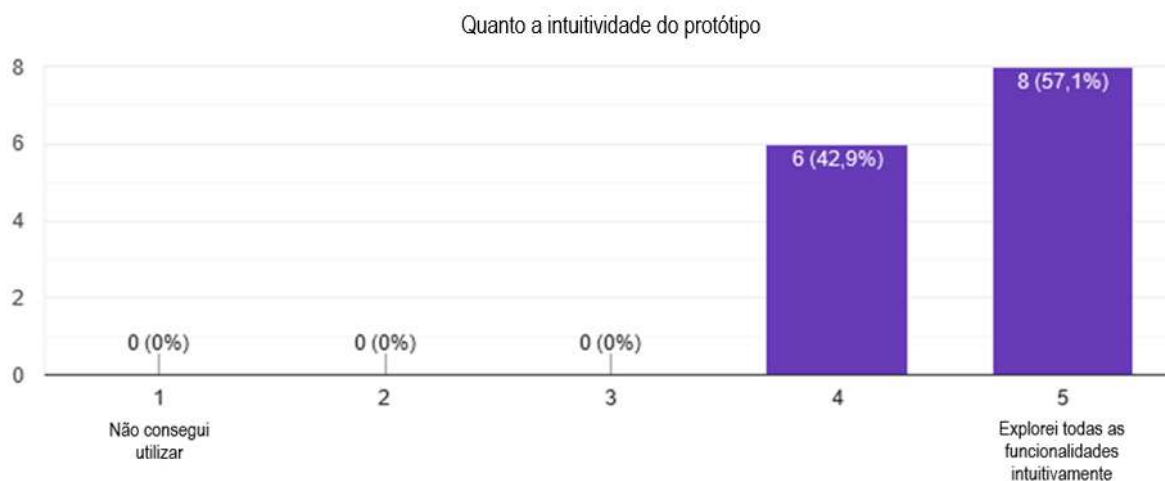


Figura 9: Resultado da avaliação da intuitividade ao navegar e explorar as funcionalidades do protótipo.

Na questão 14 foi solicitada a avaliação do nível de dificuldade para visualizar e interpretar os resultados obtidos dos métodos de NLP, novamente com 5 níveis possíveis, de 1 a 5, sendo que 1 significa que o usuário não conseguiu visualizar, nem

os resultados, e 5 significa que ele conseguiu visualizar, interpretar e entender os resultados.

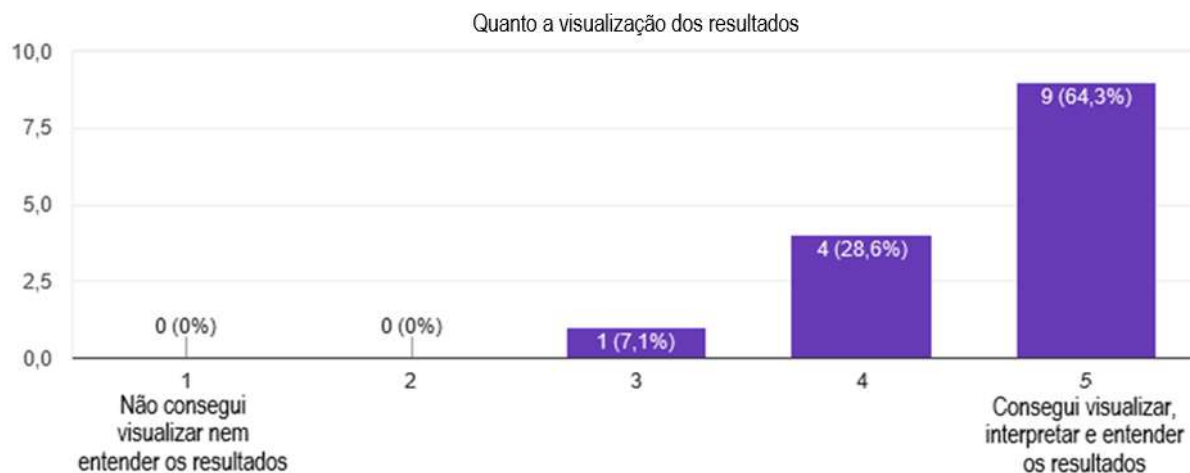


Figura 10: Resultado da avaliação sobre a forma com que os resultados são exibidos

Por fim, a questão 16 serviu para avaliar a viabilidade da utilização do NLEaser na área de trabalho de cada um dos participantes que explorou a ferramenta, sendo que 93% (13) dos participantes votaram que sim, seria viável.



Figura 11: Resultado da avaliação sobre a viabilidade de utilizar o protótipo na área de atuação dos participantes.

Os usuários também contaram com campos de respostas abertas, para enviarem críticas, comentários e sugestões de melhorias para o protótipo. Na questão 15 os participantes sugeriram permitir enviar dados no formato PDF, adicionar

funcionalidades leitura de textos a partir de imagens, dendogramas e a implementação de design responsivo para dispositivos móveis.

A questão 16, teve como objetivo identificar em quais contextos eles utilizariam a ferramenta em suas áreas de atuação profissional, e as respostas mais frequentes podem ser resumidas em pesquisas de satisfação, análises de qualidade de produtos, textos acadêmicos, análises de artigos e em análises dos canais de comunicação com os clientes.

6 CONCLUSÃO

A utilização dos wireframes permitiu um rápido desenvolvimento e amadurecimento da interface gráfica, a evolução do layout é percebida ao comparar os resultados da Tabela 2, em que o primeiro wireframe obteve uma pontuação total de 251 pontos, com os dados da Tabela 5, em que o terceiro wireframe obteve uma pontuação total de 339 pontos. Sendo que o layout do terceiro wireframe foi implementado no protótipo.

A principal vantagem obtida ao utilizar os wireframes foi que, não se fez necessário o desenvolvimento de código apresentar a interface gráfica para ser testada pelos voluntários em cada etapa da pesquisa. A atualização dos elementos gráficos sugeridas eram implementadas diretamente no Figma. Aliás, o uso dos wireframes teve um papel importante ao auxiliar a estruturar o código fonte da página web.

Os resultados da avaliação do protótipo final, através da pesquisa exploratória, demonstram que os aspectos de experiência do usuário e intuitividade da ferramenta tiveram aprovação acima de 55% em todas as questões em que foram abordados, sendo assim, as características de experiência do usuário e usabilidade empregadas no protótipo se demonstraram promissoras para atingir o objetivo desde trabalho.

A viabilidade de uso do NLEaser na área de trabalho dos participantes, teve 93% de aprovação, indicador que fortalece a oportunidade de amadurecimento do protótipo para que seja disponibilizado em uma versão definitiva, se adequando as normas de LGPD (Lei Geral de Proteção de dados) e segurança da informação (assuntos que tiveram uma ascensão durante a fase final de desenvolvimento do projeto e por conta disso, não foram abordados).

Importante citar que os participantes da pesquisa exploratória levantaram críticas e sugestões para serem analisados e implementados no projeto em trabalhos futuros, como por exemplo opção para enviar os dados em PDF, leitura de texto a partir de imagens, melhoria no desempenho e melhorias na experiência do usuário.

Outras melhorias possíveis seriam disponibilizar aos usuários, parâmetros para personalizar o pré-processamento das sentenças, customizar as cores do *Word Cloud*, aplicar NGrams apenas em verbos ou pronomes.

A ferramenta também possibilita que novas funcionalidades voltadas ao processamento de linguagem natural sejam adicionadas, como por exemplo,

agrupamento de sentenças com LDA (Latent Dirichlet Allocation) ou algoritmos para identificar similaridades entre sentenças com word2vec.

Trabalhos futuros podem ser desenvolvidos para que informações com valor agregado sejam levantadas, enquanto a ferramenta permanece com código aberto e gratuita. Uma possibilidade é utilizar a mão de obra dos usuários, e seus conjuntos de dados, para classificar sentenças e criar conjuntos de dados estruturados, que possam ser utilizados no treinamento de modelos de classificação de sentimentos, de extração de entidades e Part of Speech Tagger (POS Tagger) em português, inglês ou outros idiomas.

Essa futura implementação pode se aproveitar da demora do processamento de algumas tarefas, como a extração de NER, exibindo frases para serem classificadas na tela de carregamento, porém o impacto dessa abordagem deve ser adequado as normas de LGPD (Lei Geral de Proteção de Dados) vigentes.

7 REFERÊNCIAS

ABILHOA, W. **UM MÉTODO PARA EXTRAÇÃO DE CHAVES DE PALAVRAS DE DOCUMENTOS REPRESENTADOS EM GRAFOS**. São Paulo. 2014.

BROWNLEE, J. How to Encode Text Data for Machine Learning with scikit-learn. **Machine Learning Mastery**, 2020. Disponível em: <<https://machinelearningmastery.com/prepare-text-data-machine-learning-scikit-learn/>>. Acesso em: 30 Junho 2021.

CASAROTTO, C. TF-IDF: a abordagem de otimização on page que seu blog precisa. **rockcontent**, 11 dez. 2019. Disponível em: <<https://rockcontent.com/blog/tf-idf/>>. Acesso em: 07 Julho 2021.

GASPERIN, C. V.; LIMA, V. L. S. Fundamentos do Processamento Estatístico da Linguagem Natural, 01 nov. 2001.

JAMES, J. What ‘Data Never Sleeps 7.0’ Says—and Doesn’t Say. **Domosphere**, 2019. Disponível em: <<https://www.domo.com/blog/what-data-never-sleeps-7-0-says-and-doesnt-say/>>. Acesso em: 03 Julho 2021.

JURAFSKY, D.; MARTIN, J. H. Speech and Language Processing. **N-gram Language Models**, 2 out. 2019.

KRUG, S. **Não me faça pensar**: uma abordagem de bom senso na usabilidade na web. 2. ed. [S.l.]: Alta Books, 2008.

LOWDERMILK, T. **Design centrado no usuário**: Um guia para o desenvolvimento de aplicativos amigáveis. 3. ed. [S.l.]: Novatec, 2013. 184 p.

MEDEIROS, L. F. D. **Inteligência artificial aplicada**: uma abordagem introdutória. 1ª. ed. [S.l.]: InterSaber, 2018.

MUELLER, A. A Wordcloud in Python. **Peekabo**, 2012. Disponível em: <<https://peekaboo-vision.blogspot.com/2012/11/a-wordcloud-in-python.html>>. Acesso em: 30 Junho 2021.

PADMANABHAN, A. Named Entity Recognition. **Devopedia**, 2020. Disponível em: <<https://devopedia.org/named-entity-recognition>>. Acesso em: 21 maio 2021.

SILVA, T. O que se esconde por trás de uma nuvem de palavras? **tarciziosilva**, 21 out. 2013. Disponível em: <<https://tarciziosilva.com.br/blog/o-que-se-esconde-por-tras-de-uma-nuvem-de-palavras/>>. Acesso em: 07 Julho 2021.

TEIXEIRA, F. **Introdução e boas práticas em UX Design**. 1. ed. [S.l.]: Casa do Código, 2014.

TEJA, S. Stop Words in NLP. **Medium**, p. 1, 10 Junho 2020. Disponível em: <<https://medium.com/@saitejaponugoti/stop-words-in-nlp-5b248dadad47>>. Acesso em: 07 Julho 2021.