

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

**Framework para Suporte de Experimentos
no Contexto de Vieses Cognitivos em
Sistemas de Busca**

Elias Cyrino de Assis

JUIZ DE FORA
JANEIRO, 2023

Framework para Suporte de Experimentos no Contexto de Vieses Cognitivos em Sistemas de Busca

ELIAS CYRINO DE ASSIS

Universidade Federal de Juiz de Fora
Instituto de Ciências Exatas
Departamento de Ciência da Computação
Bacharelado em Ciência da Computação

Orientador: Jairo Francisco de Souza
Coorientador: Marcelo de Oliveira Costa Machado

JUIZ DE FORA
JANEIRO, 2023

FRAMEWORK PARA SUPORTE DE EXPERIMENTOS NO CONTEXTO DE VIESES COGNITIVOS EM SISTEMAS DE BUSCA

Elias Cyrino de Assis

MONOGRAFIA SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO DE CIÊNCIAS
EXATAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA, COMO PARTE INTE-
GRANTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE
BACHAREL EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO.

Aprovada por:

Jairo Francisco de Souza
Doutor em Informática

Marcelo de Oliveira Costa Machado
Mestre em Ciência da Computação

Igor de Oliveira Knop
Doutor em Modelagem Computacional

Fabício Martins Mendonça
Doutor em Ciência da Informação

JUIZ DE FORA
16 DE JANEIRO, 2023

Aos meus amigos e irmãos.

Aos pais, pelo apoio e sustento.

A Deus, pela vida.

Resumo

O estudo de heurísticas e vieses cognitivos no contexto da busca na *Web* tem ganhado destaque devido ao impacto que tais vieses causam na tomada de decisão e à presença crescente de sistemas de busca para acessar conteúdo na internet. Compreender o comportamento do usuário durante tarefas de busca e caracterizar se tal comportamento indica ou não a presença de tais vieses é necessário para que melhorias possam ser implementadas nas ferramentas de busca com o objetivo de mitigar os efeitos negativos que podem ser causados por esses vieses. O presente trabalho propõe um *framework* que objetiva auxiliar estudos dentro desse contexto, possibilitando que experimentos sejam reproduzidos e comparados. Novos experimentos também poderão ser realizados. Uma breve revisão da literatura em vieses cognitivos em sistemas de busca foi realizada e trabalhos relevantes agrupados de acordo com o processo de busca e vieses cognitivos analisados. A partir desses trabalhos, foi feito o levantamento de requisitos para o *framework* e desenvolvido um protótipo com base nesses requisitos. Para validação da proposta, foi realizada uma prova de conceito com base na reprodução de um experimento com foco no viés de confirmação utilizando o protótipo desenvolvido.

Palavras-chave: Busca na *Web*; vieses cognitivos; *framework*.

Abstract

The study of heuristics and cognitive biases in the context of web search has gained prominence due to the impact that such biases have on decision making and the growing presence of search engines to access content on the internet. Understanding user behavior during search tasks and characterizing whether or not such behavior indicates the presence of such biases is necessary so that improvements can be implemented in search tools in order to mitigate the negative effects that can be caused by these biases. The present work proposes a framework that aims to help studies within this context, allowing experiments to be reproduced and compared. New experiments may also be carried out. A brief literature review on cognitive biases in search engines was performed and relevant papers grouped according to the search process and cognitive biases analyzed. From these works, a survey of requirements for the framework was carried out and a prototype was developed based on these requirements. To validate the proposal, a proof of concept was performed based on the reproduction of an experiment focusing on confirmation bias using the developed prototype.

Keywords: Web search; cognitive biases; framework.

Agradecimentos

De Deus, o caminho. Do homem, o caminhar. Iniciar esses agradecimentos sem essa breve reflexão não faria jus à importância que diversas pessoas tiveram durante a caminhada, as quais, certamente, a fizeram valer a pena. Com a graça de Deus e o auxílio de pessoas que muito estimo, mais uma etapa se conclui. O caminho até aqui foi difícil e desafiador. No entanto, não faltaram amparo e cuidado durante o caminhar.

Agradeço primeiramente a Deus pelo cuidado, força, saúde e sustento nessa importante jornada. Agradeço também por ter encontrado boas pessoas, sem as quais o caminho seria desgastante e deveras penoso.

A meus pais, à minha irmã e demais familiares, tios e tias, primos e primas, por todo apoio, carinho e cuidado ao longo de todos esses anos. Agradeço também a meus irmãos de fé da Célula Comunhão por todos os momentos que se lembraram de mim em suas orações.

A todos os meus amigos pela amizade e por tornar essa caminhada mais agradável e divertida. Em especial, agradeço a meus amigos Pedro Henrique e Pedro Abranches (aos Pedros) pelo suporte e pela troca de saberes que muito me ajudaram e a meus amigos Caio, Thiago e Gabriel pelo companheirismo e ajuda durante os diversos desafios que se apresentaram durante o curso.

Ao professor Jairo pela orientação e pela oportunidade de trabalhar em alguns projetos, os quais contribuíram de forma significativa tanto para aquisição de diversas experiências e conhecimentos como de uma formação mais sólida.

Ao doutorando Marcelo pelas contribuições, cooperação e oportunidade de trabalhar com um tema atual, complexo e relevante, o que decerto muito contribuiu para realização do presente trabalho e formação acadêmica.

Aos professores do Departamento de Ciência da Computação pelos seus ensinamentos e aos funcionários do curso, que durante esses anos, contribuíram de algum modo para o nosso enriquecimento pessoal e profissional.

*“O infinito temor de um único perigo torna
inexistentes todos os outros”.*

Sören Kierkegaard

Conteúdo

Lista de Figuras	8
Lista de Tabelas	9
Lista de Abreviações	10
1 Introdução	11
2 Fundamentação teórica	14
2.1 Os Sistemas 1 e 2	14
2.2 Heurísticas, vieses cognitivos e <i>nudges</i>	16
2.3 O viés de confirmação	18
2.4 Vieses cognitivos em sistemas de busca	19
2.5 Considerações finais	22
3 Trabalhos relacionados	23
3.1 Viés de confirmação em assuntos relacionados à saúde	23
3.2 Viés de confirmação em assuntos relacionados à política	27
3.3 Vieses cognitivos relacionados ao viés de confirmação	29
3.4 Considerações finais	31
4 Requisitos e arquitetura do <i>framework</i>	32
4.1 Levantamento de requisitos	32
4.1.1 Etapa 1: Agrupamento dos trabalhos por etapa do processo de busca	33
4.1.2 Etapa 2: Comparação de metodologias empregadas nos experimentos	34
4.1.3 Etapa 3: Identificação das medidas e variáveis analisadas	37
4.1.4 Levantamento de requisitos para o <i>framework</i>	37
4.2 Funcionalidades e requisitos do <i>framework</i>	39
4.2.1 Requisitos funcionais	40
4.2.1.1 Orientação à tarefa	40
4.2.1.2 Condições de tarefa	42
4.2.1.3 Rastreamento	43
4.2.1.4 Medidas ou variáveis de análise	43
4.2.1.5 Componentes	45
4.2.1.5.1 Barra de pesquisa (<i>Search Bar</i>)	45
4.2.1.5.2 Resultado de busca (<i>Search Result</i>)	46
4.2.1.5.3 “Pessoas também perguntam” (<i>People Also Ask</i>) .	47
4.2.1.5.4 Pesquisas relacionadas (<i>Related Searches</i>)	48
4.2.1.5.5 Formulários (<i>Forms</i>)	49
4.2.1.5.6 Informações adicionais (<i>Legend</i>)	50
4.2.1.5.7 Instruções e ambientação de tarefas de busca (<i>Instructions</i>)	50
4.2.1.5.8 Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (<i>ICF - Informed Consent Form</i>)	51

4.2.1.5.9	Página de visualização do resultado de busca (<i>Search Result Page View</i>)	51
4.2.1.5.10	Relacionamento entre componentes e medidas e variáveis de análise	52
4.2.1.6	TCLE e cadastro de participantes	53
4.2.1.7	APIs de busca	54
4.2.1.8	Manipulação de resultados da busca	55
4.2.2	Requisitos não funcionais	55
4.3	Arquitetura do <i>framework</i>	56
5	Protótipo e prova de conceito	59
5.1	Implementação do protótipo para o <i>framework</i>	59
5.1.1	Visão geral dos requisitos implementados	60
5.1.2	Arquivo de configuração	61
5.2	Prova de conceito com viés de confirmação	64
5.2.1	Registro do participante	65
5.2.2	Introdução ao tópico de pesquisa	68
5.2.3	Questionário preliminar	70
5.2.4	Tarefa de busca	71
5.2.5	Pós-questionário	74
5.2.6	Medidas ou variáveis	75
5.3	Considerações finais	77
6	Conclusões	79
6.1	Limitações	80
6.2	Trabalhos futuros	80
	Bibliografia	82
A	- Regras para referências nas Tabelas 4.1, 4.2 e 4.3	86
B	- Arquivo JSON com informações do banco de dados do experimento	87
C	- Arquivo de configuração utilizado para a prova de conceito	89

Lista de Figuras

2.1	Características dos Sistemas 1 e 2. Adaptado de (AZZOPARDI, 2021).	15
2.2	Visão do Sistema 1 na presença do viés de confirmação. Elaboração própria.	19
4.1	Arquitetura proposta para o <i>framework</i> . Elaboração própria.	57
5.1	Tela de autenticação no sistema.	66
5.2	Tela de aceitação do TCLE.	66
5.3	Formulário de pesquisa demográfica.	67
5.4	Tela com as tarefas a serem realizadas.	67
5.5	Instruções para a tarefa de busca relativa a sementes de chia (<i>chia seeds</i>).	69
5.6	Pré-questionário para a tarefa de busca relativa a sementes de chia (<i>chia seeds</i>).	71
5.7	Tela de exibição dos resultados de busca.	72
5.8	Tela de visualização do resultado de busca.	73
5.9	Pós-questionário para a tarefa de busca relativa a sementes de chia (<i>chia seeds</i>).	74

Lista de Tabelas

4.1	Relação entre trabalhos, vieses cognitivos e etapas do processo de busca . .	33
4.2	Comparação de metodologias dos trabalhos analisados	36
4.3	Relação entre medidas ou variáveis e os trabalhos analisados	38
4.4	Relação entre componentes e medidas ou variáveis de análise	53
5.1	Relação entre agrupamentos de requisitos e requisitos implementados . . .	61
A.1	Relação entre índices e trabalhos analisados	86

Lista de Abreviações

DCC	Departamento de Ciência da Computação
UFJF	Universidade Federal de Juiz de Fora
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
ISR	<i>Information Seeking and Retrieval</i>
API	<i>Application Programming Interface</i>
SERP	<i>Search Engine Result Page</i>
URL	<i>Uniform Resource Locator</i>
HTML	<i>HyperText Markup Language</i>
JSON	<i>JavaScript Object Notation</i>
YAML	<i>YAML Ain't Markup Language</i>

1 Introdução

Sistemas de busca e recuperação da informação têm sido cada vez mais utilizados para acessar conteúdo disponível na internet. Tal conteúdo é utilizado por usuários de tais sistemas para tomar decisões relativas a diversos domínios da vida humana. Com a democratização das mídias digitais o acesso a informações de caráter mais delicado, tem se intensificado, principalmente em virtude da pandemia da COVID-19 (BOGDAN-MARTIN, 2021), onde uma parcela considerável dos acessos se deu devido à procura por informação relacionada à saúde, ao consumo de notícias *online* e ao aprendizado remoto¹ (LEI; CLEMENTE, 2020). Assim, duas frentes de ação têm se destacado. A primeira se concentra na qualidade da informação acessada e costuma ter o foco na identificação de conteúdo duvidoso ou falacioso, de onde surgem várias iniciativas de combate às *fake news*. Já a segunda, na qual se aplica o presente trabalho, tem seu foco na qualidade dos sistemas de busca e no comportamento de busca dos usuários.

Durante a busca por informação, por meio de um sistema de busca o usuário está sujeito a diversos vieses, tanto do sistema quanto do próprio usuário, o que pode impactar negativamente a tomada de decisão, principalmente quando se leva em conta que o processo de busca pode ser uma tarefa exaustiva e o usuário tende a atingir seu objetivo aplicando a menor esforço possível (GARBARINO; EDELL, 1997). Na psicologia, os vieses próprios do usuário são conhecidos como vieses cognitivos (THINKING..., 2017) e preocupações concernentes aos impactos causados por esses vieses durante o processo de busca na *Web* e tomada de decisão têm surgido, visando uma melhor compreensão do papel desses vieses nesse processo e como efeitos negativos podem ser mitigados e os efeitos positivos maximizados (AZZOPARDI, 2021; GOMROKI et al., 2021).

Identificar a presença de vieses cognitivos durante o processo de busca não é uma tarefa trivial. Para que isso seja possível é preciso compreender o comportamento de busca do usuário, isto é, como ele interage com as ferramentas disponibilizadas pelo sistema e definir quais medidas ou variáveis tem de fato uma relação com o viés de

¹(<https://internetlab.org.br/pt/pesquisa/o-que-mudou-em-nosso-consumo-de-informacoes-durante-a-pandemia/>)

interesse (GOMROKI et al., 2021). A complexidade aumenta quando se considera que um determinado viés pode não ocorrer isoladamente, mas pode tanto ser induzido por vieses presentes no sistema de busca quanto por vieses que o próprio usuário pode vir a apresentar (AZZOPARDI, 2021).

É importante ressaltar que o processo de busca na *Web* considera várias etapas que não necessariamente ocorrem de maneira ordenada. O usuário de um sistema de busca pode emitir consultas ao sistema, clicar em resultados de busca, visualizá-los e emitir novas consultas até que se dê por satisfeito e tome decisões a partir das informações coletadas ou se sinta desmotivado e desista do processo. Assim, muitos estudos na área podem estar interessados nos impactos de vieses cognitivos tanto no processo de busca como um todo (KESELMAN; BROWNE; KAUFMAN, 2008; BEHIMEHR; JAMALI, 2020) quanto em uma etapa específica desse processo (WHITE, 2013; KNOBLOCH-WESTERWICK; JOHNSON; WESTERWICK, 2015; POTHIRATTANACHAIKUL et al., 2019). Com isso, necessidades inerentes ao foco da pesquisa são geradas, sendo comum o desenvolvimento de partes de um sistema de busca para atender a determinadas fins de experimentação. Contudo, os estudos dentro desse contexto enfrentam sérios desafios no que tange a reprodutibilidade dos experimentos. A dificuldade que existe em se desenvolver, a cada pesquisa, um sistema de busca que colete os dados necessários para análise do comportamento do usuário complica a realização de novos experimentos, a reprodução de metodologias já empregadas e a comparação entre os estudos, uma vez que é incomum que os sistemas desenvolvidos em experimentos prévios sejam disponibilizados.

O presente trabalho tem como principal objetivo apoiar o desenvolvimento de pesquisas acerca dos vieses cognitivos de usuários de sistemas de busca na *Web*. Para isso, é proposto um *framework* que visa possibilitar a criação de experimentos que envolvam as diversas funcionalidades das ferramentas de busca aliadas às tarefas e necessidades de busca dos usuários. Os módulos desenvolvidos nesse *framework* deverão permitir armazenamento de dados de maneira padronizada, permitindo que sejam analisados e que experimentos possam ser reproduzidos e comparados. Com o *framework* será possível configurar um sistema de busca que coleta dados de navegação do usuário na execução de tarefas de busca configuradas para o experimento. Cada tarefa de busca poderá ser confi-

gurada para atender às necessidades específicas da pesquisa, possibilitando apresentar na interface somente os elementos de um sistema de busca de acordo com a etapa do processo de busca a ser analisada ou desse processo como um todo. Com isso, espera-se facilitar a reprodutibilidade e comparação das propostas bem como a coleta de dados para análise.

O trabalho está organizado da seguinte forma: no Capítulo 2 são apresentados os conceitos que fundamentam estudos em vieses cognitivos em sistemas de busca, onde a relação entre vieses cognitivos e sistemas de busca é tratada em mais detalhes. No Capítulo 3 são apresentados alguns trabalhos relacionados a vieses cognitivos no contexto da busca na *Web*, enquanto no Capítulo 4 o processo de levantamento de requisitos para o *framework* e a arquitetura proposta são detalhados. O Capítulo 5 apresenta a implementação de um protótipo relacionado ao *framework* e uma prova de conceito que utiliza como base um experimento já realizado onde o viés de confirmação foi analisado. O viés de confirmação foi escolhido uma vez que esse viés tem sido um dos vieses mais estudados dentro desse contexto (vide Seções 2.4 e 2.5), uma vez que está associado a impactos negativos tanto para o indivíduo (GATLIN; COOLEY; ELAM, 2019) quanto para a sociedade (MASSEY, 2021; PRADEL, 2022; KNOBLOCH-WESTERWICK; JOHNSON; WESTERWICK, 2015; FISCHER; DAVIE, 2019).

2 Fundamentação teórica

Para melhor entender o impacto dos vieses cognitivos, exclusivamente do viés de confirmação, na interação do usuário no contexto da busca, é preciso antes compreender os mecanismos cognitivos empregados durante o raciocínio e como tais mecanismos afetam a tomada de decisão. Para isso, é necessário recorrer a alguns conceitos presentes na literatura em psicologia cognitiva. Deste modo, na Seção 2.1 do presente capítulo, os Sistemas 1 e 2 são apresentados e a distinção entre os raciocínios intuitivo e deliberativo é ressaltada. No contexto da interação entre esses dois sistemas emergem heurísticas e vieses cognitivos, que embora nem sempre afetem negativamente o raciocínio e a tomada de decisão, podem levar a resultados incompletos, fazendo com que o indivíduo tome decisões piores ou incorretas. O impacto negativo que tais vieses podem causar motiva a aplicação de *nudges*, visando a tomada de melhores decisões. As heurísticas e vieses cognitivos, bem como os *nudges* são discutidos na Seção 2.2. Dados os conceitos apresentados nas Seções 2.1 e 2.2 o viés de confirmação é definido na Seção 2.3, adotando o ponto de vista da psicologia cognitiva. A Seção 2.4 apresenta um panorama geral do estudo de vieses cognitivos no contexto de sistemas de busca e recuperação da informação, onde também é apresentada uma definição de viés de confirmação adequada a esse contexto. Por fim, a Seção 2.5 conclui o capítulo, apresentando algumas considerações sobre os estudos do viés de confirmação no contexto da busca até então identificados.

2.1 Os Sistemas 1 e 2

As ciências comportamentais buscam estudar os processos cognitivos e suas interações correspondentes. Uma das principais perguntas a serem respondidas pela ciência comportamental é porque as pessoas fazem o que fazem. Assim, é preciso compreender como a biologia, a personalidade, a história pessoal, crescimento e desenvolvimento, a interação com outras pessoas e o ambiente afetam o modo como se pensa, sente e se comporta. Nesse sentido, os estudos em ciência comportamental encontram interseção com estudos em psi-

ciologia e em ciências sociais relacionados a temas como a economia comportamental, a psicologia moral e a neurociência comportamental (JR; KITE, 2012).

De acordo com Sloman e Fernbach (2018), o ser humano é especializado em pensamento causal, buscando entender como o mundo funciona. Predizer os efeitos de ações e entender porque algo aconteceu requer raciocínio sobre como e quais causas produzem determinados efeitos. Para isso, o pensamento procura estabelecer distinções e identificar causalidades. Há dois tipos de raciocínio causal: um raciocínio deliberativo e um raciocínio intuitivo. O raciocínio deliberativo é entendido como uma máquina associativa e um processo consciente de pensamento. Já o raciocínio intuitivo é entendido como um processo adaptativo que ocorre de forma automatizada, abaixo da superfície consciente do pensamento. Os raciocínios intuitivo e deliberativo têm sido, respectivamente, referidos como pensamento baseado em regras e pensamento associativo, ou simplesmente Sistemas 1 e 2 (THINKING..., 2017), ou a distinção entre intuição e deliberação (SLOMAN; FERNBACH, 2018).

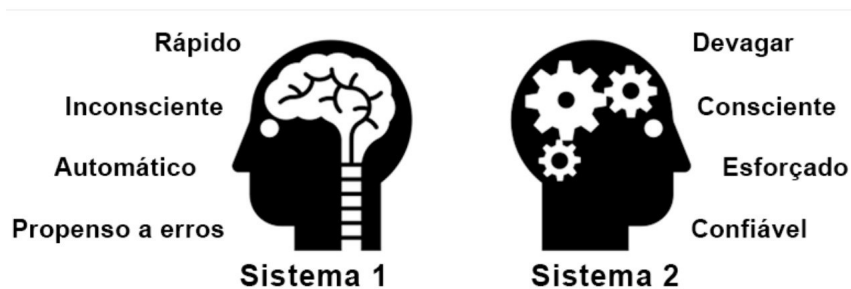


Figura 2.1: Características dos Sistemas 1 e 2. Adaptado de (AZZOPARDI, 2021).

O Sistema 1 está associado ao pensamento rápido, automático, involuntário, inconsciente e não pode ser desligado. O conhecimento é armazenado na memória e acessado automaticamente. Já no Sistema 2 o pensamento ocorre devagar, dado que está ligado ao raciocínio deliberativo, para analisar e resolver problemas. O Sistema 2 pode confirmar ou corrigir os procedimentos executados pelo Sistema 1, exigindo para isso tempo, esforço e concentração. Segundo Thinking... (2017), normalmente, enquanto o Sistema 1 funciona de forma automática, o Sistema 2 está em um modo confortável de pouco esforço. Impressões, intuições, intenções e sentimentos são fornecidos de maneira contínua pelo Sistema 1 ao Sistema 2. Na maior parte do tempo, as sugestões do Sistema 1 são aceitas

pelo Sistema 2 com pouca ou nenhuma modificação, fazendo com que o raciocínio opere suavemente. Caso ocorra algum conflito e o Sistema 1 funcione com dificuldade, o Sistema 1 solicita ao Sistema 2 um processamento mais detalhado e específico. Quando o Sistema 1 não oferece uma resposta, o Sistema 2 é mobilizado, o que pode gerar uma sobrecarga de atenção consciente. Ainda, o Sistema 2 é responsável por monitorar continuamente o seu próprio comportamento, com o objetivo de se autorregular. A divisão de trabalho entre os Sistemas 1 e 2 se dá de maneira eficiente, minimizando o esforço e otimizando o desempenho.

Com isso, tem-se que o trabalho cognitivo se divide entre o raciocínio rápido e intuitivo (Sistema 1) e a inteligência crítica (Sistema 2), sendo a racionalidade a resultante da sincronia ótima entre os dois sistemas. Assim, o Sistema 2 é entendido como um sistema lento, estando relacionado ao seguimento de regras, à comparação de objetos com bases em diversos atributos e à escolha deliberada a partir de opções. O Sistema 1, entendido como um sistema rápido, é ou dá a sensação de ser instintivo.

2.2 Heurísticas, vieses cognitivos e *nudges*

A heurística cognitiva é definida por uma estratégia de resolução de problemas e tomada de decisões baseada em regras práticas derivadas da experiência prévia com o contexto da tarefa (EYSENCK; KEANE, 2015). Uma heurística frequentemente fornece um meio eficiente para encontrar uma resposta, mas não pode garantir que a esteja correta. Em contraste ao processamento algorítmico extenso, que garante uma solução para o problema através de uma sequência de passos específicos, heurísticas se configuram como atalhos mentais que, ao produzir uma resposta suficientemente precisa às demandas do ambiente, são mais eficientes e cognitivamente menos restritivas. Dentre as diversas atividades cognitivas que desempenhamos e que se valem de heurísticas, as reações emocionais instantâneas e o reconhecimento de rostos são exemplos característicos. Assim, as heurísticas podem ser compreendidas como procedimentos representativos do Sistema 1, e são o mecanismo pelo qual decisões complexas podem ser tomadas de forma rápida e intuitiva, o que ocorre normalmente de forma precisa e com mínimo esforço (MYERS et al., 2016).

A heurística de disponibilidade², por exemplo, ocorre quando o indivíduo baseia seus julgamentos na proeminência das informações mantidas em sua memória sobre o tipo específico de evento. Quanto mais informações disponíveis e relevantes relacionadas a um determinado evento estiverem acessíveis, maior a probabilidade de ser dada uma maior importância para esse evento na tomada de decisões. Myers et al. (2016) apontam um dado interessante sobre a aplicação dessa heurística, tomando como exemplo os ataques terroristas de 11 de setembro de 2001. Como consequência dos ataques, os cidadãos norte-americanos optaram por viajar de carro, passando a viajar cerca de 20% a menos de avião. Nos três meses que seguiram o atentado, o número de mortes aumentou em 350 pessoas em relação à média trimestral dos cinco anos anteriores. Uma decisão que buscava segurança, tomada a partir dos dados disponíveis, acabou por não garantir segurança de fato. Esse exemplo é importante pois, além de mostrar uma aplicação prática de uma heurística, apresenta também a ocorrência de uma falha na tomada de decisão decorrente do uso de uma heurística, o que introduz a presença de vieses cognitivos no processo de tomada de decisões.

Um viés cognitivo é um padrão sistemático de desvios de pensamento que pode levar a erros de julgamento e tomada de decisão e ocorre como o resultado de uma tensão entre os Sistemas 1 e 2 (KAHNEMAN et al., 1982). Como visto na Seção 2.1, quando o Sistema 1 domina o pensamento, decisões mais rápidas podem ser tomadas. Contudo, essas decisões são propensas a erros. Isso ocorre porque as heurísticas aplicadas para acelerar o pensamento afetam o modo como se percebe e se processa informações novas, especialmente quando a informação for contraintuitiva, conflitante ou induz incertezas. O trabalho feito por Gilovich et al. (2002) elenca diversos vieses cognitivos discutidos na literatura, como também revisita conceitos e definições de alguns desses vieses.

Como a presença de vieses cognitivos pode levar a erros de julgamento e tomada de decisão, alguns autores, como Thaler e Sunstein (2008), têm proposto o uso de *nudges* para mitigar os efeitos colaterais causados por tais vieses e auxiliar na tomada de melhores decisões. Um *nudge*, como defendido por Sunstein (2014), é calcado no conceito de paternalismo libertário³ e se define por um estímulo ou intervenção capaz de alterar o

²<https://dictionary.apa.org/availability-heuristic>

³O paternalismo libertário é a defesa de que instituições, sejam públicas ou privadas, podem e devem

comportamento das pessoas de forma previsível sem vetar qualquer opção de escolha ou produzir mudanças significativas de incentivo. O conceito de *nudge*, como o paternalismo libertário, é bem debatido na literatura (CUNHA, 2020; HAUSMAN; WELCH, 2010; BOVENS, 2009), não havendo um consenso sobre o seu uso para intervir no comportamento ou no pensamento dos indivíduos. O trabalho de Levy (2017), por exemplo, aponta que nem todo *nudge* preserva a liberdade de escolha, mas propõe uma nova classe de *nudges*, chamada *nudges to reason*, onde seria possível intervir no pensamento sem contornar as capacidades deliberativas, tornando o indivíduo mais responsivo a evidências genuínas.

2.3 O viés de confirmação

Dentre os vieses cognitivos citados na Seção 2.2 está o viés de confirmação, utilizado na prova de conceito do presente trabalho. O viés de confirmação⁴ é definido como uma tendência por coletar informação que confirma crenças preexistentes. Enfatizar ou procurar por evidências que confirmam tais crenças, enquanto dispensa ou falha em examinar evidências contraditórias, são comportamentos habituais nesse viés. Nickerson (1998) salienta que a maneira de interpretar as informações também são afetadas pelo viés de confirmação. O indivíduo não somente busca, como também interpreta as evidências de acordo com crenças preexistentes, expectativas e hipóteses. Com isso, tal viés pode levar a decisões ruins, uma vez que outros pontos de vista e possibilidades podem vir a ser ignorados.

Segundo Thinking... (2017), o Sistema 1 é crédulo e propenso a acreditar, enquanto o Sistema 2 é encarregado de duvidar e descrever. Todavia, o Sistema 2 às vezes se acha ocupado ou muitas vezes dispensa esforço. A teoria da dissonância cognitiva, descrita por Festinger (1957), diz que ao indivíduo apresentar duas ou mais crenças contraditórias simultaneamente ou ser confrontado por nova informação que contradiz crenças, ideias e valores preexistentes, esse indivíduo experimenta um estresse mental ou desconforto. Esse desconforto ocorre pela interferência na consistência⁵ entre os elementos de um sistema

se utilizar de intervenções que direcionam as atitudes das pessoas visando um resultado melhor, desde que estas intervenções preservem a liberdade de escolha (CUNHA, 2020).

⁴<https://dictionary.apa.org/confirmation-bias>

⁵<https://dictionary.apa.org/cognitive-consistency-theory>

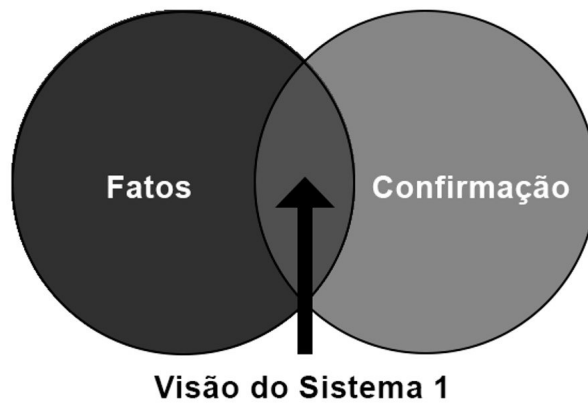


Figura 2.2: Visão do Sistema 1 na presença do viés de confirmação. Elaboração própria.

cognitivo que, na ausência de conflitos, experimenta um estado de conforto associado a sensações como a de familiaridade, de facilidade e à percepção de algo bom ou verdadeiro. Assim, tudo o que possibilite que a máquina associativa (Sistema 2) funcione com sua-vidade também vai predispor crenças, sendo essa uma das razões pelas quais o viés de confirmação se manifesta.

2.4 Vieses cognitivos em sistemas de busca

De acordo com Ingwersen e Järvelin (2006), o conceito de ISR (*Information Seeking and Retrieval*) se define por um processo de pesquisar, descobrir e encontrar informações relevantes, úteis e confiáveis. Diversos fatores relacionados às características dos usuários (como habilidades cognitivas, conhecimento sobre o tópico, etc.), às funcionalidades dos sistemas de busca e recuperação da informação (como interface, apresentação, qualidade, etc.) e aos atributos das tarefas (como a complexidade da tarefa, dificuldade da tarefa, etc.), entre outros, podem impactar esse processo e a maneira como o comportamento de busca dos usuários é moldado e o desempenho de pesquisa é afetado (KELLY et al., 2009; KELLY; SUGIMOTO, 2013; ALYASEEN, 2017). O impacto dos vieses cognitivos no processo de ISR e como tais vieses afetam o comportamento de busca e processamento da informação, a aquisição de conhecimento e a tomada de decisão dos usuários tem sido um crescente interesse de estudo. É importante ressaltar que tanto a identificação

dos vieses cognitivos quanto a caracterização do comportamento de busca do usuário na presença de um ou mais desses vieses não é uma tarefa trivial. Os vieses presentes no conteúdo consumido e nos algoritmos e sistemas de busca podem interagir com os vieses cognitivos, amplificando sua influência tanto positivamente quanto negativamente (KUMPULAINEN; HUURDEMAN et al., 2015; DRAWS, 2021), levando a um ciclo onde vieses podem causar outros vieses (BAEZA-YATES, 2018).

Com o objetivo de identificar os vieses cognitivos no contexto da busca e recuperação da informação que têm sido estudados, os trabalhos de Azzopardi (2021) e Gomroki et al. (2021) apresentam uma listagem dos principais vieses levantados a partir de revisões da literatura. Gomroki et al. (2021) buscam responder a duas questões de pesquisa: (i) da perspectiva de especialistas em recuperação da informação, quais vieses cognitivos podem ocorrer mais frequentemente no processo de recuperação da informação? e (ii) quais vieses cognitivos podem ocorrer mais frequentemente entre usuários? Após identificar os vieses cognitivos nos trabalhos selecionados e apresentar exemplos no contexto da recuperação da informação para cada viés, um grupo de 25 especialistas na área de ciência do conhecimento e da informação foi convocado para determinar o grau de importância de cada um dos vieses identificados para o campo da recuperação da informação. Dentre os vieses que obtiveram maior pontuação, se encontram os vieses de familiaridade⁶, ancoragem⁷, maldição do conhecimento⁸, pressa em resolver⁹ (*rush-to-solve*) e o excesso de confiança¹⁰. Baseado em um valor mínimo de pontuação, 15 dos 30 vieses cognitivos identificados foram selecionados para verificar qual desses vieses ocorrerem mais frequentemente entre os usuários. Um experimento de busca foi realizado e um *software* de captura de tela, que disponibiliza *logs* de busca e interação do usuário, entre outros arquivos, foi utilizado para gravar a interação do usuário com o sistema de busca, possibilitando avaliar quais vieses ocorreram durante o processo de ISR. Entre os vieses cognitivos que apareceram com maior frequência estão os vieses de pressa em resolver, o efeito de mera exposição¹¹ (*mere exposure effect*) e o viés de recência¹² (*recency bias*). O

⁶ <https://dictionary.apa.org/familiarity>

⁷ <https://dictionary.apa.org/anchoring-bias>

⁸ Se manifesta na suposição de que o interlocutor possui o mesmo *background* intelectual para compreender determinado assunto (FOA et al., 1996).

⁹ Ocorre quando o indivíduo se apressa em resolver um problema e ignora parte da informação disponível (FAY, 2015).

¹⁰ <https://dictionary.apa.org/overconfidence>

¹¹ <https://dictionary.apa.org/mere-exposure-effect>

¹² <https://dictionary.apa.org/recency-effect>

viés de pressa em resolver ocorre quando o indivíduo faz um julgamento sem considerar todos os dados disponíveis, decorrendo de um alto desejo por resolver problemas de maneira rápida. Tal desejo geralmente é consequência de fatores do ambiente, como pressões de tempo e financeira. Já o efeito de mera exposição, ocorre quando o indivíduo demonstra uma preferência crescente a um estímulo devido à exposição repetida a esse estímulo, principalmente na falta de consciência sobre a presença desse estímulo durante o processo. A exposição frequente a um determinado estímulo afeta a preferência do indivíduo.

Azzopardi (2021) divide o processo de busca em quatro etapas e investiga, para cada etapa, um conjunto de trabalhos que trata de um determinado viés no contexto da busca. Assim, tem-se um conjunto de trabalhos relacionados à etapa de consulta (*Querying*), um outro conjunto relacionado à etapa de navegação nos resultados da busca (*Examining*) e outro conjunto relacionado à etapa de utilização da informação (*Judging*), onde o usuário toma decisões a partir das evidências avaliadas. O autor também trata a satisfação do usuário com a busca (*Search Satisfaction*) como uma outra etapa do processo de busca, separando alguns trabalhos que avaliaram esse aspecto e sua relação com vieses cognitivos. Os trabalhos encontrados também foram agrupados de acordo com o domínio (saúde, política ou *Web*) escolhido para estudo. Os vieses de confirmação, ancoragem, disponibilidade e os *framing effects*¹³, por exemplo, possuem uma maior quantidade de trabalhos alocados aos domínios da saúde e da política, evidenciando uma maior preocupação em compreender o comportamento dos usuários dentro desses domínios a fim de mitigar os efeitos negativos causados por esses vieses.

Em ambos trabalhos, o viés de confirmação aparece como um viés cognitivo de interesse para os estudos no contexto da busca e recuperação de informação. Conforme Gomroki et al. (2021), o viés de confirmação ocorre, no contexto de ISR, quando o usuário procura somente por informação condizente com suas crenças prévias sobre determinado assunto, desconsiderando conteúdos que de alguma forma se opõe a tais crenças. Tal comportamento pode afetar todo o processo de busca desde a formulação das consultas até à tomada de decisão. Azzopardi (2021), por exemplo, ressalta que a tendência em preferir informação que confirma crenças preexistentes e ignorar informação contraditória afeta

¹³(<https://dictionary.apa.org/framing>)

não somente a etapa de navegação nos resultados, mas também afeta a etapa de consulta quando o usuário formula os termos de forma a encontrar informação que confirme suas hipóteses.

2.5 Considerações finais

Diante do exposto por Gomroki et al. (2021) e Azzopardi (2021), embora o viés de confirmação tenha relativa importância para especialistas da área de ciência do conhecimento e da informação, ainda existem poucos trabalhos que tratam desse viés no contexto da busca, especialmente se considerarmos as diferentes etapas do processo de busca. Dos onze trabalhos apresentados por Azzopardi (2021) que tratam do viés de confirmação, tem-se apenas três trabalhos relativos à etapa de formulação da consulta, dois trabalhos relacionados à etapa de navegação nos resultados da busca, cinco trabalhos que tratam da etapa de utilização da informação e um trabalho que considera uma abordagem holística para avaliar o comportamento dos usuários.

Outro ponto digno de nota se dá quanto à maior concentração de trabalhos nos domínios da saúde e da política, onde percebe-se grande preocupação em mitigar os efeitos negativos dos vieses cognitivos dentro desses domínios. Na área da saúde, por exemplo, muitos usuários buscam fazer um autodiagnóstico ou até mesmo selecionar medicamentos que combatam ou atenuem os efeitos de determinados sintomas por meio de buscas na *Web*. No campo da política, o impacto dos vieses cognitivos também tem levantado preocupações, como é o caso do viés de confirmação, onde evidências apontam o impacto desse viés nas eleições e sua associação com fenômenos como o das *fake news* e da polarização social (KNOBLOCH-WESTERWICK; JOHNSON; WESTERWICK, 2015; FISCHER; DAVIE, 2019), afirmando a necessidade de que mais estudos sejam feitos sobre esse viés a fim de que seus efeitos negativos possam ser reduzidos.

3 Trabalhos relacionados

Como discutido na Seção 2.5, a maior parte dos trabalhos que avaliam o impacto do viés de confirmação no contexto da busca estão relacionados a assuntos referentes aos domínios da saúde e da política. No presente capítulo, alguns trabalhos relacionados aos domínios citados serão brevemente descritos, sendo apresentadas a metodologia empregada nos experimentos e as conclusões obtidas a partir da análise dos resultados. A Seção 3.1 apresenta trabalhos relacionados ao domínio da saúde, enquanto a Seção 3.2 ao domínio da política. Por fim, a Seção 3.3 apresenta outros trabalhos que discutem vieses cognitivos que estão relacionados ou são agrupados na literatura juntamente com o viés de confirmação. Com isso, afirma-se a importância dos estudos em viés de confirmação, principalmente em relação aos domínios citados, bem como a importância de se adicionar outros vieses durante a análise.

3.1 Viés de confirmação em assuntos relacionados à saúde

Devido ao uso cada vez mais intenso da internet para acessar informação relacionada à saúde, esforços especiais têm sido feitos para que efeitos negativos advindos de más decisões sejam diminuídos. Uma característica comum a trabalhos que tratam do viés de confirmação com temas que de alguma forma estão relacionados a esse contexto é a apresentação de um cenário para ambientar os participantes à tarefa de busca. Os trabalhos de Keselman, Browne e Kaufman (2008), Suzuki e Yamamoto (2020) e Rieger et al. (2021), por exemplo, apresentam uma motivação para a tarefa de busca descrevendo cenários onde um parente está sofrendo de sintomas de determinada doença ou de uma discussão sobre determinados assuntos com amigos ou familiares. Já Pothirattanachaikul et al. (2019) e Pothirattanachaikul et al. (2020) exibem a descrição dos sintomas relacionados a determinadas doenças e a medicação indicada para o tratamento.

Keselman, Browne e Kaufman (2008) fazem uma análise qualitativa das estratégias de busca utilizadas por participantes para realizar uma tarefa de busca. A tarefa de busca dada aos participantes teve como objetivo diagnosticar uma doença (angina estável) com base na descrição dos sintomas associados. Um cenário onde um parente próximo sofre dos sintomas da doença é apresentado como motivação para a tarefa. O experimento foi conduzido por meio de entrevista semiestruturada, onde foi possível aferir o conhecimento prévio dos participantes e suas hipóteses iniciais. Também foram utilizados o protocolo *think-aloud*¹⁴ juntamente com um *software* de gravação de tela e captura das ações do participante na interação com o sistema de busca. As verbalizações dos participantes foram transcritas e associadas às suas ações de busca no sistema, possibilitando examinar estratégias de busca e visualizar tendências de comportamento. Três estratégias de busca foram identificadas: *verification-first*, *narrowing-first* e *bottom-up first*. O modelo que define a estratégia de busca de cada participante foi comparado com um modelo de referência da angina estável, onde as relações estão dispostas de forma a se chegar ao diagnóstico correto a partir da apresentação dos sintomas. Após avaliar os dados obtidos, os autores concluíram que participantes com hipóteses específicas fortes tendem começar a busca verificando suas ideias (*verification-first*) e a interpretar as informações encontradas como suportando as crenças iniciais. Participantes que apresentaram os demais padrões (*narrowing-first* e *bottom-up first*) tendem a terminar a busca sem chegar a uma conclusão. Ainda, é apontado que habilidades de busca eficientes, experiência com a internet e nível educacional podem não compensar a falta de conhecimento de domínio.

O trabalho de Suzuki e Yamamoto (2020), com o objetivo de investigar o impacto do viés de confirmação no comportamento de busca, divide os participantes em dois grupos: um onde os participantes são inseridos em um contexto onde a presença do viés de confirmação é estimulada (*biased*) e outro onde são apresentados aos usuários elementos que fomentam o pensamento crítico (*critical*). A tarefa de busca executada pelos participantes da pesquisa se deu em torno do tópico “uso de sementes de chia (ou quinoa) em uma dieta de emagrecimento”. O conhecimento e a inclinação de cada participante (se favorável ou não ao uso de quinoa na dieta para emagrecimento) foram

¹⁴Nessa abordagem o participante é solicitado a expressar em voz alta os pensamentos associados à execução da tarefa de busca.

coletados antes e após a execução da tarefa de busca. Os resultados da busca foram pré-selecionados e variáveis de navegação foram avaliadas, como o tempo da seção, o tempo de permanência em cada página e o número de páginas visualizadas. Com isso foi possível verificar o comportamento dos usuários durante a tarefa de busca. Os autores do estudo concluíram que participantes com maior conhecimento de literatura médica tendem a selecionar os resultados de posição mais alta no ranqueamento; e que essas posições eram ainda mais altas no grupo de participantes induzidos ao viés de confirmação com maior conhecimento de literatura médica.

Pothirattanachaikul et al. (2019), Pothirattanachaikul et al. (2020) apresentam um cenário semelhante para execução da tarefa de busca, porém, avaliam a interação do usuário com mecanismos distintos de um sistema de busca. Em ambos trabalhos a tarefa de busca consiste em responder se um determinado medicamento é ou não eficaz para tratar uma determinada doença. Os sintomas das doenças e a medicação indicada para tratamento são apresentados aos participantes, bem como a crença sobre sua eficácia é aferida antes e após o término da tarefa. Pothirattanachaikul et al. (2019), com o objetivo de compreender como um sistema de ranqueamento afeta o comportamento e a dinâmica de crença, considera tanto a inclinação da opinião contida em um documento quanto sua credibilidade. Os participantes foram expostos a quatro condições de experimento para cada tarefa de busca apresentada, considerando documentos com baixa ou alta credibilidade combinados com opiniões consistentes ou inconsistentes com as crenças prévias. Os resultados da busca foram manipulados de forma a conter documentos pré-selecionados, nas posições mais altas do ranqueamento, de acordo com cada condição de experimento entre documentos retornados organicamente pelo sistema. Os participantes apresentaram uma tendência de emitir mais *queries* e se esforçar mais na tarefa de busca quando resultados inconsistentes com suas crenças iniciais foram apresentados. A credibilidade do documento, juntamente com a opinião nele contida, afetaram a dinâmica de crença. Os participantes tenderam a acatar opiniões inconsistentes quando apresentadas e a manter a crença prévia quando opiniões consistentes foram apresentadas, sendo esse efeito dependente do nível de credibilidade atribuída ao documento. O estudo sugere que apresentar documentos inconsistentes com as hipóteses iniciais nas posições mais altas do ranquea-

mento pode ser uma estratégia efetiva para combater o viés de confirmação, ao mesmo tempo que alerta que um conteúdo inacurado, mas que parece credível, pode ser acatado caso esteja de acordo com as crenças prévias.

Pothirattanachaikul et al. (2020) investigam quais características de um sistema de QA (*Question Answering*) podem mitigar o viés de confirmação. O impacto do mecanismo *People also ask* (as pessoas também perguntam) no comportamento e nas crenças dos participantes é avaliado. Dois experimentos com focos distintos foram realizados. O primeiro experimento é focado no efeito de se apresentar as questões relacionadas diretamente com o assunto tratado na tarefa de busca e as respectivas respostas e opinião associada. Já o segundo experimento se concentrou nos efeitos de apresentar uma questão alternativa, isto é, uma questão relacionada à solução da tarefa de busca que pode atingir o mesmo objetivo como uma consulta. No contexto do estudo foi considerado como alternativa uma questão que apresenta um medicamento distinto do medicamento descrito na tarefa mas que possibilita combater o mesmo sintoma. Os participantes também foram solicitados a informar quais documentos apoiam as novas crenças posteriores à tarefa de busca. Com os experimentos foi possível identificar que a apresentação das questões desencorajou os participantes a emitirem *queries* e de permanecerem mais tempo na página de resultados. Desta forma, a apresentação da resposta das questões encorajou os participantes a permanecerem mais tempo na página de resultados, a clicar em mais documentos, verificar documentos em posições mais profundas e, conseqüentemente, a gastar mais tempo na tarefa. Já a apresentação da questão alternativa encorajou os participantes a submeterem mais evidências e também desencorajou de emitir *queries*. Uma das implicações do estudo quanto ao viés de confirmação foi a de que apresentar documentos inconsistentes com as crenças prévias no mecanismo *People also ask* não encorajou os participantes a conduzir uma busca mais cuidadosa, uma vez que a interação com o sistema diminuiu de forma significativa nesse contexto. Esse resultado foi distinto do que foi observado em (POTHIRATTANACHAIKUL et al., 2019), onde documentos inconsistentes com as crenças iniciais são apresentados com resultados de busca orgânicos, evidenciando que o comportamento pode se alterar dependendo do mecanismo com o qual se interage durante a tarefa de busca.

3.2 Viés de confirmação em assuntos relacionados à política

Dos trabalhos que tratam o viés de confirmação no contexto da política destacam-se os estudos de Knobloch-Westerwick, Johnson e Westerwick (2015) e Xu, Zhuang e Gadiraju (2021) que embora tenham interseção entre os tópicos considerados durante a tarefa de busca, como legalização do aborto e controle de armas, foram aplicados considerando informação proveniente de contextos distintos. Enquanto Xu, Zhuang e Gadiraju (2021) selecionam criteriosamente argumentos que sejam a favor, contra ou, de certa forma, neutros em relação a um tópico de pesquisa, Knobloch-Westerwick, Johnson e Westerwick (2015) selecionam mensagens de cunho político relacionada aos tópicos que surgiram *online* em um período próximo às eleições norte-americanas de 2012, buscando verificar o impacto do viés de confirmação dentro do contexto eleitoral.

O experimento realizado em (KNOBLOCH-WESTERWICK; JOHNSON; WESTERWICK, 2015) considera duas sessões. A primeira sessão do experimento consistiu de um questionário que buscou medir a inclinação do participante em relação ao tópico da tarefa de busca e a facilidade com que essa inclinação vem à mente. Na segunda sessão a tarefa de busca foi realizada. Quatro artigos de notícias, manipulados de acordo com as crenças prévias dos participantes para cada tópico de pesquisa, foram apresentados por cerca de dois minutos. Esse intervalo de tempo foi empregado para simular o tempo médio de navegação nos resultados da busca e o tempo médio de permanência em um *website* de notícias. Assim como em (POTHIRATTANACHAIKUL et al., 2019), o estudo considerou quatro condições de experimento considerando o nível de credibilidade dos documentos apresentados e a concordância ou não do conteúdo desses documentos com a crença prévia dos participantes. Os autores concluíram que os participantes apresentaram uma preferência por conteúdo consistente com suas crenças iniciais e por conteúdo proveniente de fontes com alta credibilidade. A exposição a resultados consistentes com o viés do participante contribuiu para reforçar suas crenças prévias, enquanto a exposição a conteúdo inconsistente teve o efeito contrário. Os resultados apontaram um forte viés de confirmação na direção de resultados consistentes com as crenças iniciais, possibilitando

verificar o impacto do viés de confirmação no fortalecimento dessas crenças e seu impacto na forma como o conteúdo é selecionado.

Xu, Zhuang e Gadiraju (2021), de maneira semelhante à Suzuki e Yamamoto (2020), consideram o impacto do viés de confirmação considerando dois grupos de participantes: um grupo onde os participantes foram instruídos a pesquisar resultados de busca pertencentes a um tópico controverso (controle de armas ou aborto) (*purposeless*) e outro onde os participantes deveriam coletar informação de suporte ao tópico (*purposeful*). No primeiro grupo, a tarefa de busca ocorreu sem um objetivo definido, enquanto no segundo grupo os participantes foram direcionados a encontrar informação que contribuísse para a tomada de decisão sobre determinado tópico. Os resultados da busca foram pré-selecionados e as *queries de busca* foram fixadas, não sendo permitido ao participante causar um impacto nos resultados de busca apresentados pela formulação da consulta. Dentre os resultados de busca foram selecionados, para cada tópico, argumentos a favor, contra e neutros em relação ao tópico e foram avaliados o número de cliques e o tempo de navegação em documentos relacionados a cada tipo de argumento. Após a finalização da tarefa, os participantes foram questionados se entendiam os resultados da busca como sendo mais inclinados a estar a favor, contra ou neutros em relação ao tópico. Em relação a esse questionamento, foi percebido que os participantes tenderam a acreditar que os resultados estão inclinados a seu próprio ponto de vista, evidenciando que o viés de confirmação realmente afeta a percepção do conteúdo retornado na busca. O grupo de participantes com uma intenção de pesquisa preferiram entender as razões para concordar ou discordar de uma ideia e a formar suas opiniões baseado na crença inicial. Já os participantes que não tinham um objetivo de pesquisa claro pareceram mais liberais e mais facilmente afetados pelos resultados da busca. Participantes que tinham uma inclinação forte a respeito de um tópico realizaram significativamente mais cliques e permaneceram mais tempo nos resultados da busca.

3.3 Vieses cognitivos relacionados ao viés de confirmação

De acordo com Azzopardi (2021), o viés de confirmação pode ser agrupado com outros vieses em uma categoria de vieses cognitivos que são fomentados devido à grande quantidade de informação disponível¹⁵, sendo um grupo de vieses que podem ocorrer simultaneamente durante o processo de busca e tomada de decisão. Assim, a avaliar trabalhos que tratam desses outros vieses pode contribuir de forma significativa para que análises mais sofisticadas possam ser conduzidas.

Novin e Meyers (2017), com o objetivo de explorar vieses que podem ocorrer enquanto se interage com a página de resultados de busca (SERP) no contexto de informações científicas conflituosas, conduz um experimento em dois níveis para avaliar o comportamento de busca dos participantes considerando seis resultados de busca de diferentes gêneros exibidos em uma página de resultados. Foram selecionados documentos relacionados a notícias, artigos do *wikipedia*¹⁶ e artigos acadêmicos e não acadêmicos relacionados ao tópico do biocombustível. No primeiro nível de experimentação, catorze participantes foram selecionados para participar de um experimento *think-aloud* onde uma página de resultados de busca contendo seis documentos de gêneros distintos, denominada *mock*-SERP, foi apresentada e informações como a utilidade dos resultados de busca disponibilizados e a clareza das instruções oferecidas para o experimento foram coletadas. Com essas informações e com a avaliação do comportamento dos participantes, foi possível identificar que os participantes se apoiaram muito nos resultados mostrados no topo da página e tenderam a ignorar diferentes perspectivas, auxiliando na definição do segundo nível de experimentação. Para o segundo nível de experimentação foram recrutado sessenta participantes que foram aleatoriamente alocados a três configurações de experimento distintas. Essas configurações estão relacionadas à posição de um resultado controverso¹⁷ na página de resultados, isto é, se o resultado controverso está posicionado no topo, no meio ou no fundo da página de resultados. Foi pedido aos participantes que

¹⁵Os vieses de confirmação, ancoragem, disponibilidade e *framing effects* fazem parte desse grupo.

¹⁶(<https://www.wikipedia.org/>)

¹⁷Apresenta uma controvérsia científica em torno do debate de “alimento vs combustível”, que trata dos impactos da produção do biocombustível na segurança alimentar.

informassem a utilidade de cada fonte e escrevessem um resumo sobre o tópico baseado na pesquisa feita na SERP. Os participantes ainda realizaram uma segunda pesquisa onde foi possível visualizar mais conteúdo dos resultados e foram perguntados se mudariam algo no resumo feito. Com a análise do gênero e da pontuação de utilidade atribuída a cada resultado e da ordem em que o documento controverso foi posicionado, foi identificada a ocorrência dos vieses de *priming*¹⁸, ancoragem, *framing* e disponibilidade.

Já o trabalho de Sinha et al. (2022) partiu de dois princípios bem estabelecidos em psicologia cognitiva¹⁹ para construir um modelo de aprendizado de máquina capaz de identificar desvios consistentes de comportamento em relação a uma determinada norma (comportamento normativo). Os pesos de uma rede de atenção foram interpretados de uma nova maneira de acordo com esses princípios para inferir e distinguir entre os vieses de ancoragem e recência. Para validação da proposta, foram coletados dados de *logs* de 1050 usuários de uma plataforma de análises de *marketing*, de onde foram extraídas, para cada tarefa, a sequência de ações realizadas por cada usuário e o intervalo de tempo de execução da tarefa. Ao todo foram encontradas oitenta e uma ações, que foram agrupadas em trinta e três categorias, de acordo com critérios de similaridade. Dispondo dos dados identificando usuários, tarefas e ações executadas ao decorrer do tempo, o modelo foi treinado de forma a aprender o grau de influência que visitas anteriores têm sobre visitas mais recentes para cada usuário de uma tarefa específica. Pesos maiores de visitas anteriores em relação a visitas recentes foram utilizados para identificar o viés de ancoragem, enquanto pesos menores para identificar o viés de recência. Pesos similares indicam falta de evidência para concluir que quaisquer um dos vieses ocorreram. Um experimento de confiabilidade mostrou que os vieses foram detectados de forma consistente com o passar do tempo.

¹⁸(<https://dictionary.apa.org/priming>)

¹⁹Retirado de (HILBERT, 2012). Princípio PN1: um viés cognitivo é um desvio previsível e sistemático de uma norma; PN2: Para ser classificado como um viés, o desvio tem de ocorrer de forma consistente e não pode ser aleatório.

3.4 Considerações finais

Dada a importância do estudo de vieses cognitivos em sistemas de busca, em especial do viés de confirmação devido a seu impacto tanto individual quanto social, evidenciado diante de sua associação com fenômenos de polarização política e riscos no trato com informações relacionadas à área da saúde, é necessário que mais esforços sejam feitos a fim de que o combate aos efeitos negativos causados por tais vieses possa ocorrer de maneira mais eficiente. Para que isso seja possível, é preciso preencher não somente as lacunas observadas durante levantamento da literatura, como a menor atenção dada à etapa de formulação da consulta, que pode impactar negativamente o processo de busca desde seu início até à tomada de decisão; mas também que um meio seja fornecido para que a própria reprodução dos experimentos e das configurações neles observadas, bem como a comparação de resultados, sejam passíveis de serem feitas.

Diante disso, o presente trabalho se propõe a apresentar um *framework*, que visa facilitar o processo de configuração de um sistema de busca para ser utilizado em experimentos no contexto do estudo de vieses cognitivos. Com a facilitação desse processo, além da definição de novos experimentos com necessidades específicas, condições observadas em outros trabalhos poderão ser replicadas e experimentos reproduzidos e comparados, tornando bem menos custosa a realização de experimentos na área e fornecendo um meio eficiente para que os estudos possam avançar com maior rapidez. Até onde se sabe, inexistente esse tipo de solução para suporte a experimentos relacionados ao estudo de vieses cognitivos na busca.

4 Requisitos e arquitetura do *framework*

Para viabilizar que as necessidades, lacunas e limitações identificadas (Capítulo 3) fossem tratadas através de um *framework* capaz de dar suporte a experimentos no contexto de vieses cognitivos em sistema de busca, foi conduzida uma breve revisão da literatura com o objetivo de encontrar trabalhos empíricos para levantamento dos requisitos visando atender às necessidades das pesquisas da área. Assim, o presente capítulo apresenta como se deu o processo de levantamento de requisitos para o *framework* (Seção 4.1), quais requisitos foram levantados a partir da metodologia empregada para o levantamento (Seção 4.2) e a arquitetura proposta para o *framework* (Seção 4.3).

4.1 Levantamento de requisitos

Para levantar os requisitos para o *framework* foi conduzido um breve levantamento da literatura²⁰ em vieses cognitivos em sistemas de busca de tal forma que os trabalhos coletados abrangessem todas as etapas do processo de busca, permitindo abordar o problema de uma perspectiva mais holística. Ao todo foram selecionados dezessete trabalhos que tratam, dentre outros vieses, os vieses de confirmação, ancoragem e disponibilidade. Esses vieses, além de serem categorizados por serem vieses que são fomentados devido à quantidade de informação disponível ou apresentada (BENSON, 2016), têm sido empiricamente estudados no contexto de ISR (AZZOPARDI, 2021), como retratado no Capítulo 3, constituindo uma amostra representativa dos experimentos em vieses cognitivos no contexto da busca.

Os trabalhos foram avaliados em quatro etapas. Na primeira etapa, cada um desses trabalhos foi agrupado de acordo com as etapas do processo de busca em que a análise do comportamento de busca dos participantes ocorreu. Na segunda etapa, os trabalhos foram comparados em relação à metodologia empregada nos experimentos e às características dos sistemas de busca utilizados. Na terceira etapa foram identificadas as

²⁰Esses trabalhos foram encontrados a partir de um processo de *snowballing*, percorrendo-se as referências de outros trabalhos e revisões em vieses cognitivos em sistemas de busca.

medidas ou variáveis que foram analisadas em cada trabalho, a fim de assinalar os dados que o *framework* deve fornecer para a análise comportamental. Por fim, foi feito o levantamento de requisitos para o *framework*, buscando atender às necessidades observadas em cada trabalho.

4.1.1 Etapa 1: Agrupamento dos trabalhos por etapa do processo de busca

A primeira etapa para levantamento de requisitos do *framework* agrupou os trabalhos selecionados de acordo com as etapas do processo de busca e dos vieses cognitivos analisados, o que pode ser visto na Tabela 4.1. O agrupamento desses trabalhos em relação às etapas do processo de busca foi feito para que fosse possível levantar requisitos pertinentes a experimentos que analisam vieses cognitivos em cada uma dessas etapas, como também do processo como um todo. Com a divisão, foram identificados três trabalhos com foco de análise na etapa de formulação da consulta (*Querying*), cinco trabalhos com foco na etapa de exploração dos resultados de busca (*Examining*), seis trabalhos com foco na etapa de tomada de decisão (*Judging*) e três trabalhos que avaliam vieses cognitivos considerando todas as etapas do processo de busca (*Holistic*), possibilitando atender à necessidade de um *framework* que lide não somente com uma etapa em específico do processo de busca, mas que seja capaz de abranger o processo como um todo.

Tabela 4.1: Relação entre trabalhos, vieses cognitivos e etapas do processo de busca

		Etapa de Busca			
		<i>Querying</i>	<i>Examining</i>	<i>Judging</i>	<i>Holistic</i>
Vieses Cognitivos	Confirmação	[9] [12]	[2] [3] [11] [15] [16]	[4] [6]	-
	Ancoragem	-	-	[5] [8]	[17]
	Disponibilidade	-	-	[8]	-
	Recência	-	-	-	[17]
	Framing	-	-	[8]	-
	Priming	-	-	[8]	-
	Diversos	[7]	-	[10] [13]	[1] [14]

Os trabalhos selecionados também foram agrupados de acordo com os vieses cognitivos analisados em cada um. O foco durante o levantamento da literatura nos vieses

de confirmação, ancoragem e disponibilidade se deu tanto pela recorrência com que tais vieses são tratados empiricamente dentro da literatura de vieses cognitivos em sistema de busca (AZZOPARDI, 2021) como pela relevância do viés de confirmação, já tratada no Capítulo 3. Foram selecionados nove trabalhos com foco no viés de confirmação e um trabalho com foco no viés de ancoragem. Os outros sete trabalhos não tratam de apenas um viés cognitivo, havendo a análise de dois ou mais vieses em cada um, onde pode-se encontrar vieses como os de ancoragem, disponibilidade e recência ([8], [17]) sendo analisados em conjunto. O viés de confirmação também ocorreu com outros vieses, como os já citados, exibindo também a necessidade de que mais de um viés possa ser analisado em conjunto com outros vieses cognitivos ([1], [7], [10], [13], [14]).

Com os agrupamentos foi possível verificar que a amostra selecionada foi capaz de cobrir tanto as etapas do processo de busca quanto a análise de um ou mais vieses cognitivos em conjunto, constituindo-se em uma amostra suficiente para levantar requisitos para o *framework*.

4.1.2 Etapa 2: Comparação de metodologias empregadas nos experimentos

Após a validação da suficiência dos trabalhos selecionados para levantamento de requisitos do *framework*, foi realizada uma comparação da metodologia empregada nos experimentos. Características dos sistemas de busca desenvolvidos também foram coletadas caso tais sistemas estivessem presentes. Essa comparação foi realizada a fim de identificar as principais características observadas nos trabalhos. Essas características dizem respeito às decisões que foram tomadas pelos pesquisadores de modo a atender aos objetivos que direcionavam cada trabalho. A Tabela 4.2 mostra quais trabalhos apresentaram (ou não) as características levantadas durante a análise das metodologias.

A primeira característica (divisão em grupos) diz respeito à alocação dos participantes em grupos onde uma mesma tarefa era efetuada, mas com configurações distintas (vide 4.2.1.2). A motivação dessa divisão é avaliar se há alterações significativas no comportamento dos participantes, tendo em vista uma mesma tarefa de busca, quando o sistema está configurado para executar de determinada maneira (e.g., resultados de

busca ordenados de maneira distinta para cada grupo). A pré-seleção de resultados de busca indica se foi realizada uma seleção cuidadosa e controlada dos resultados apresentados durante o experimento, isto é, resultados a serem apresentados foram previamente selecionados, ou se os resultados utilizados durante o experimento foram retornados organicamente por uma API de busca (vide 4.2.1.7 e 4.2.1.8). As colunas da tabela relativas à limitação de tempo na tarefa e à permissão ou não da emissão de consultas ao sistema indicam características próprias do sistema de busca, uma vez que denotam se os sistemas desenvolvidos para os respectivos experimentos apresentaram ou não alguma restrição de navegação ou busca de resultados. Por fim, as colunas com pré e pós-questionários indicam se foram aplicados questionários antes ou após a execução de uma tarefa de busca. A aplicação de tais questionários é bastante comum em experimentos onde aferir o nível de conhecimento ou a opinião do usuário sobre determinado tema é importante para entender o comportamento dos participantes. Essas características são bastante comuns em experimentos que tratam do viés de confirmação, onde a crença antes de executar a tarefa de busca e após executar a tarefa de busca é aferida a fim de identificar mudanças de comportamento e, posteriormente, definir possíveis estratégias que ajudem a mitigar os efeitos negativos desse viés.

Pela tabela é perceptível que as características de divisão em grupos e pré-seleção de resultados são bastante utilizadas, devendo haver uma atenção especial no levantamento de requisitos do *framework* que estão associados a essas características. A quantidade de trabalhos que apresentam essas características é esperada, uma vez que o controle sobre a natureza dos resultados (e.g., viés do conteúdo presente no resultado) e a divisão dos participantes em grupos (e.g., participantes com comportamento induzido ou não a um determinado viés) para verificar diferenças de comportamento entre esses grupos é um ponto de interesse comum aos trabalhos dentro desse contexto. O uso frequente de questionários também é algo esperado, uma vez que o entendimento dos vieses cognitivos passa pelo entendimento da subjetividade dos participantes e contribui para uma análise mais precisa do comportamento de busca apresentado. Em contrapartida, poucos trabalhos limitaram o tempo em que a tarefa de busca deveria ser executada, sendo essa uma prática não utilizada pela maioria dos experimentos. A possibilidade de o partici-

Tabela 4.2: Comparação de metodologias dos trabalhos analisados

Trabalho	Divisão em grupos	Pré-seleção de resultados	Limitação de tempo na tarefa	Permite emitir consultas	Pré-questionários	Pós-questionários
[1]	-	-	-	X	-	-
[2]	-	X	-	-	X	X
[3]	X	X	-	-	X	X
[4]	X	X	X	-	X	X
[5]	-	X	-	-	-	-
[6]	X	X	-	-	X	X
[7]	-	-	-	-	-	-
[8]	X	X	-	-	X	X
[9]	X	X	-	X	X	X
[10]	-	X	-	-	X	-
[11]	X	X	-	-	X	X
[12]	X	X	-	X	X	X
[13]	X	X	-	-	X	X
[14]	-	-	-	-	-	-
[15]	X	X	X	-	X	X
[16]	X	X	-	-	X	X
[17]	-	-	-	-	-	-

pante emitir consultas ao sistema também foi algo pouco observado devido a maior parte dos trabalhos selecionados não tratar da etapa de formulação da consulta, havendo uma concentração maior de trabalhos que tratam das outras etapas de busca.

Por fim, tem-se que os trabalhos [7], [14] e [17] fugiram do padrão que vinha sendo observado nos outros trabalhos, não apresentando durante a análise uma busca que considerava o uso de um sistema convencional de busca para pesquisar informações pertinentes a determinado tópico. O trabalho [7], por exemplo, ataca os vieses que podem existir na plataforma do *twitter* ao retornar os resultados de busca de seus usuários, dentre outros fatores. O trabalho [14] trata de uma entrevista presencial que foi feita com alunos de graduação em relação a suas decisões de pesquisa tomadas durante desenvolvimento de projetos acadêmicos, enquanto o trabalho [17] avalia os vieses de ancoragem e recência por meio da interação dos usuários com elementos específicos de um sistema de *marketing* que gera relatórios diversos.

4.1.3 Etapa 3: Identificação das medidas e variáveis analisadas

As medidas e variáveis analisadas nos trabalhos para discriminar o comportamento dos usuários que apresentam ou estão sujeitos a um viés cognitivo foram coletadas analisando-se os pontos de interesse desses trabalhos durante a análise de resultados dos experimentos. A Tabela 4.3 apresenta a relação entre as medidas e variáveis encontradas e os trabalhos analisados. Para evitar ambiguidade quanto ao significado apresentado nos trabalhos, as medidas e variáveis foram mantidas no idioma original (inglês).

As medidas ou variáveis mapeadas para o maior número de trabalhos (*number of results clicked*, *rank of clicked results*, *dwell time on search result*, *search task time*, *dwell time on SERP*) dizem respeito a elementos comuns de navegação que são avaliados durante o processo de busca, como os resultados de busca retornados após a emissão de uma consulta ao sistema. O tempo gasto em cada resultado de busca, na página de resultados e na tarefa de busca como um todo também são fatores de interesse para estudos dentro desse contexto. As demais variáveis para as quais menos trabalhos foram mapeados são mais específicas e, portanto, dizem respeito a necessidades inerentes aos objetivos de análise dos respectivos experimentos.

Dadas as necessidades de se atender aos objetivos de pesquisa tanto para medidas ou variáveis mais comuns quanto para mais específicas, a depender do foco de pesquisa desejado, é preciso que a solução proposta no presente trabalho seja flexível o suficiente para permitir que o usuário adicione tais medidas de acordo com suas necessidades. É importante ressaltar que a captura de tais medidas durante a execução da tarefa de busca se dá pela interação dos participantes do experimento com os elementos da interface durante o uso do sistema de busca, sendo um ponto importante a se considerar durante o levantamento de requisitos para o *framework*. Esse relacionamento entre elementos do sistema de busca e as medidas e variáveis levantadas na presente seção é explicado em mais detalhe na Seção 4.2.1.5, onde os requisitos associados são apresentados.

4.1.4 Levantamento de requisitos para o *framework*

Com a identificação das características em comum observadas entre os trabalhos selecionados em relação à metodologia empregada nos experimentos e elementos do sistema de

Tabela 4.3: Relação entre medidas ou variáveis e os trabalhos analisados

Medida ou variável	Trabalhos
<i>number of results clicked</i>	[2] [3] [9] [11] [12]
<i>dwel time on search result</i>	[4] [5] [9] [11] [12]
<i>search task time</i>	[9] [11] [12] [16]
<i>dwel time on SERP</i>	[9] [11] [12] [16]
<i>rank of clicked results</i>	[2] [8] [9] [11]
<i>number of clicks per result type</i>	[2] [9] [15]
<i>number of markings</i>	[9] [16]
<i>deepest document rank</i>	[9] [12]
<i>search result bias</i>	[6] [13]
<i>topmost clicked result</i>	[6] [13]
<i>dwel time on search result per result type</i>	[9] [15]
<i>number of queries</i>	[9] [12]
<i>attitude acessibility</i>	[3] [4]
<i>number of clicks</i>	[16]
<i>credibility accuracy</i>	[10]
<i>search result genre</i>	[8]
<i>clickthrough rate</i>	[3]
<i>fraction of correct/wrong decisions</i>	[6]
<i>click sequence per query</i>	[5]
<i>result utility score</i>	[8]

busca utilizados (Seção 4.1.2), bem como das medidas ou variáveis analisadas em cada um dos trabalhos (Seção 4.1.3), foi conduzida a etapa de levantamento de requisitos para o *framework*, observando-se as necessidades apontadas anteriormente pelas análises citadas.

O levantamento de requisitos se deu em duas fases. Na primeira fase foram detectadas as principais funcionalidades que o *framework* deve fornecer para que a solução possa funcionar de maneira genérica, permitindo que experimentos com configurações distintas possam ser feitos, bem como suportar que diferentes vieses cognitivos e etapas do processo de busca possam ser avaliadas. Tais funcionalidades deram origem a uma variedade de requisitos funcionais (Seção 4.2.1) que foram alocados em diversos grupos de requisitos, de acordo com a funcionalidade prevista para o *framework*.

A única funcionalidade do *framework* para qual não se levantou requisitos no

presente trabalho se relaciona com o suporte a captura de áudio e *eye-tracking*²¹. Somente os trabalhos que aplicaram o protocolo *think-aloud* ([1], [13]) utilizaram tais recursos, que foram fornecidos por terceiros. Devido ao esforço necessário para estudar os recursos citados e a pequena quantidade de trabalhos que os utilizaram, considerou-se que os requisitos levantados para as demais funcionalidades são suficientes. No entanto, espera-se que futuramente o *framework* dê atenção aos requisitos associados a essas funcionalidades. As funcionalidades e os requisitos do *framework* levantados a partir dessas funcionalidades são apresentadas na próxima seção.

4.2 Funcionalidades e requisitos do *framework*

A presente seção apresenta os principais requisitos e funcionalidades que o *framework* deve fornecer ao usuário para que o usuário possa configurar um sistema de busca que atenda às necessidades inerentes a novos experimentos na área de vieses cognitivos em sistemas de busca. Tais funcionalidades compreendem desde os elementos de interface necessários à execução de tarefas de busca até a forma pela qual os participantes do experimento podem interagir com esses elementos. Ressalta-se que essas funcionalidades estão relacionadas ao que é desejado para que o *framework* seja o mais genérico possível. Os requisitos funcionais apresentados na próxima seção tem relação com essas funcionalidades, embora não haja necessariamente uma relação direta entre as funcionalidades e os grupos de requisitos funcionais na Seção 4.2.1. Abaixo, tem-se as funcionalidades desejadas para o *framework*:

- Suporte à criação de uma ou mais tarefas de busca que podem ou não considerar todas as etapas do processo;
- Suporte à inserção de questionários relacionados ao experimento e, opcionalmente, à cada tarefa de busca;
- Facilitação da inserção de novos componentes de interface às tarefas;
- Facilitação do uso de APIs de busca (e.g., *Google*, *Bing*) junto ao sistema de busca;

²¹Método para estudar a atenção visual do usuário.

- Suporte à definição de condições de tarefa, que requerem um tratamento distinto dos componentes a depender da condição a qual determinado participante foi alocado;
- Rastreamento das ações do usuário sobre os componentes da interface;
- Marcação dos dados de rastreamento coletados de forma a possibilitar que esses dados possam ser dispostos sequencialmente/temporalmente de modo a permitir que análises comportamentais sejam feitas;
- Manipulação dos resultados de busca segundo critérios definidos no experimento;
- Suporte à captura e sincronização de áudio e *eye-tracking*.

As funcionalidades elencadas relacionam-se à visão geral do *framework* para atender às necessidades de experimentos dentro do contexto do estudo de vieses cognitivos em sistemas de busca. Nas próximas seções, são apresentados os requisitos funcionais e não-funcionais (Seções 4.2.1 e 4.2.2) e a arquitetura referente ao *framework* proposto (Seção 4.3).

4.2.1 Requisitos funcionais

Dada a visão geral do *framework*, foram levantadas algumas características referentes ao *framework* e ao sistema de busca que deve ser instanciado a partir dessa solução, citadas a seguir. Os requisitos funcionais descritos nessa seção estão agrupados de acordo com cada uma dessas características.

4.2.1.1 Orientação à tarefa

O principal grupo de requisitos identificado durante a análise dos trabalhos está relacionado com a execução de uma tarefa de busca pelo participante. Sem uma tarefa a ser realizada, não há experimento nesse contexto. É importante ressaltar que, por tarefa de busca, entende-se o conjunto formado por cada uma das etapas do processo de busca, onde nem todas as etapas do processo, descritas anteriormente, necessitam estar presentes para realização do experimento. Quanto à característica de orientação à tarefa foram identificados os seguintes requisitos:

- REQ-1: o *framework* deve fornecer um componente de tarefa;
- REQ-2: o *framework* deve permitir a configuração de uma ou mais tarefas de busca;
- REQ-3: o componente de tarefa deve encapsular todos os componentes (vide Seção 4.2.1.5), escolhidos a critério do usuário, necessários à execução de uma determinada tarefa;
- REQ-4: a ordem com que as tarefas configuradas podem ser executadas pelos participantes deve ser definida a critério do usuário;
- REQ-5: uma tarefa pode conter uma ou mais etapas do processo de busca (*Querying*, *Examining* e *Judging*);
- REQ-6: as etapas de busca podem ser rígidas, respeitando o fluxo do processo, ou livres, permitindo que a busca ocorra da forma mais natural possível;
- REQ-7: as ações do participante em uma tarefa devem ser devidamente armazenadas para os componentes onde a qualidade de rastreável (rastreadibilidade) foi definida (vide Seção 4.2.1.3);
- REQ-8: tarefas podem possuir restrições de tempo (duração) a serem definidas pelo usuário;
- REQ-9: o *framework* deve permitir que o usuário manipule as condições da tarefa (vide Seção 4.2.1.2);
- REQ-10: os componentes do sistema devem permitir a manipulação de seu estado de acordo com suas respectivas funções (vide Seção 4.2.1.5);
- REQ-11: os participantes devem estar cadastrados no sistema antes da realização da tarefa (vide Seção 4.2.1.6);
- REQ-12 o *framework* deve permitir que o usuário defina os componentes e seus estados para cada tarefa definida;
- REQ-13: o *framework* deve permitir que novos componentes, que não estejam previamente mapeados, possam ser adicionados.

4.2.1.2 Condições de tarefa

As condições de tarefa estão relacionadas à maneira como os participantes de um experimento são alocados a diferentes configurações dos componentes ou ordenação dos resultados de busca na página de resultados (SERP) e visa identificar a diferença de comportamento dos participantes em cada uma dessas condições. Tais condições de tarefa podem ser definidas de diversas maneiras, a depender, por exemplo, das respostas dos participantes a questionários ou a uma seleção aleatória dos participantes à determinada condição de tarefa.

- REQ-1: o *framework* deve permitir que o usuário configure uma ou mais condições de tarefa;
- REQ-2: o *framework* deve permitir que o usuário configure, caso presente, como os participantes serão alocados a uma determinada condição de tarefa;
- REQ-3: o *framework* deve permitir que o usuário aloque participantes a condições de tarefa a partir da resposta dos usuários a questionários aplicados antes da execução da tarefa;
- REQ-4: o *framework* deve permitir que o usuário possa alocar participantes de acordo com suas respectivas respostas ao questionário demográfico (vide Seção 4.2.1.5.5);
- REQ-5: o *framework* deve permitir que o usuário possa alocar participantes a condições de tarefa de modo randômico com critérios a serem definidos;
- REQ-6: a condição de tarefa *default* é aquela onde são respeitadas, para todo e qualquer participante, o estado ou comportamento padrão dos componentes alocados na tarefa (vide Seção 4.2.1.5);
- REQ-7: a configuração das condições de tarefa deve conter, para cada condição, os estados dos elementos de interface alocados para a tarefa de busca;
- REQ-8: cada condição de tarefa deve informar como os resultados devem ser ordenados na SERP (vide Seção 4.2.1.8);

- REQ-9: uma condição de tarefa deve permitir a configuração tanto dos estados dos componentes alocados na tarefa como também quais componentes estarão presentes.

4.2.1.3 Rastreamento

Para compreender o comportamento do participante diante dos elementos de interface disponibilizados é preciso armazenar os dados que descrevem a interação do participante com tais elementos. Para isso, é preciso rastrear as ações do participante sobre os elementos da interface durante a execução da tarefa; de onde surge a necessidade de que tais elementos se traduzam em componentes rastreáveis.

- REQ-1: os componentes do sistema de busca, como também questionários aplicados durante a tarefa, devem ser rastreáveis;
- REQ-2: para cada ação do participante realizada sobre um determinado componente/elemento da interface é preciso registrar qual foi o componente que sofreu a ação, a data em que o evento ocorreu, qual o tipo do evento (e.g., *click*, *enter*,...), e outras informações que sejam pertinentes à avaliação futura dos dados para determinado componente (vide Seção 4.2.1.5).

4.2.1.4 Medidas ou variáveis de análise

Os dados de interação do participante com os elementos da interface necessários para análise do comportamento durante uma tarefa de busca, os dados de rastreamento, precisam fornecer informação suficiente para que algumas medidas ou variáveis sejam passíveis de serem avaliadas a partir desses dados. Algumas dessas medidas dizem respeito à natureza da informação contida em determinado componente (e.g. viés do documento em um resultado de busca) e outras dizem respeito às ações que o participante realizou sobre elementos da interface (e.g., tempo gasto em um resultado de busca). As medidas e variáveis descritas na presente seção não vêm necessariamente como um dado nas informações de rastreamento capturadas pelo sistema, mas tais informações precisam viabilizar que sejam obtidas. Diante disso, tem-se que o *framework* precisa gerar dados suficientes para que as seguintes informações sejam obtidas ou armazenadas durante a tarefa de busca:

- REQ-1: tempo gasto na página de resultados (*dwel time on SERP*);
- REQ-2: tempo gasto em um resultado de busca (*dwel time on search result*);
- REQ-3: tempo gasto em uma tarefa de busca (*search task time*);
- REQ-4: número de resultados de busca clicados (*number of results clicked or number of unique clicks*);
- REQ-5: número de cliques por tipo de resultado (*number of clicks per result type*);
- REQ-6: tempo gasto por tipo de resultado (*dwel time on search result per result type*);
- REQ-7: posição no ranqueamento dos resultados clicados (*rank of clicked results*);
- REQ-8: número de cliques em resultados de busca (*number of clicks*);
- REQ-9: número de resultados marcados (*number of markings or evidences selected*);
- REQ-10: número de *queries* emitidas (*number of queries*);
- REQ-11: posição mais profunda do ranqueamento dentre os resultados clicados (*deepest document rank*);
- REQ-12: viés do resultado de busca (*search result bias*);
- REQ-13: gênero do resultado de busca (*search result genre*);
- REQ-14: tempo de reação do participante na marcação de um tópico como “a favor” ou “contra” (*attitude acessibility or answer time to the belief*);
- REQ-15: fração de páginas clicadas na SERP (*clickthrough rate*);
- REQ-16: fração de decisões corretas (*fraction of correct decisions*);
- REQ-17: fração de decisões incorretas (*fraction of wrong decisions*);
- REQ-18: posição mais alta do ranqueamento dentre os resultados clicados (*topmost clicked result*);

- REQ-19: acurácia na marcação dos resultados quanto a sua credibilidade (*credibility accuracy*);
- REQ-20: sequência de resultados clicados para cada consulta (*click sequence per query*);
- REQ-21: pontuação de utilidade do resultado (*result utility score*);
- REQ-22: o *framework* deve permitir que mais medidas ou variáveis possam ser adicionadas pelo usuário.

Para mais informações sobre o relacionamento entre as medidas e variáveis apresentadas nesta seção, vide Seção 4.2.1.5.10, onde os requisitos ligados aos elementos do sistema de busca e componentes do *framework* são apresentados. Para evitar ambiguidade quanto ao significado das medidas e variáveis durante o processo de tradução, as métricas serão referenciadas como observadas nos trabalhos analisados, no idioma original (inglês), ao decorrer do presente trabalho.

4.2.1.5 Componentes

Com a análise dos trabalhos foram identificados alguns componentes que o *framework* deve fornecer para que seja possível configurar um sistema de busca que atenda às necessidades observadas e propicie uma maneira de reproduzir as condições aplicadas em determinado experimento. Com isso, foram levantados componentes relacionados tanto a elementos padrão de sistemas de busca, como barras de pesquisa e resultados de busca, quanto componentes relacionados a informações instrucionais ou legendas que orientam a marcação de determinadas respostas; além de formulários comuns a realização de grupos de experimentos inerentes a determinados vieses cognitivos.

4.2.1.5.1 Barra de pesquisa (*Search Bar*) A barra de pesquisa é um componente bastante utilizado no contexto dos estudos em vieses cognitivos em sistemas de busca (vide Seção 4.1.2), especialmente para os estudos que empregaram a etapa de *Querying*, para os quais o uso desse componente foi indispensável. Os requisitos abaixo se relacionam ao comportamento observado para o componente nos trabalhos citados:

- REQ-1: o *framework* deve disponibilizar uma barra de pesquisa;
- REQ-2: a barra de pesquisa deve conter um campo para inserção de texto e um botão para emissão da pesquisa;
- REQ-3: a barra de pesquisa deve permitir que a emissão da consulta ocorra por meio de um evento de clique sobre o botão presente no componente ou por meio da tecla *Enter*;
- REQ-4: a barra de pesquisa deve permitir que informações de *autocomplete* possam ser exibidas e desabilitadas caso necessário;
- REQ-5: os eventos associados à barra de pesquisa devem ser capturados pelo rastreamento quando o participante clicar sobre uma das opções do *autocomplete* ou submeter uma consulta por meio da tecla *Enter* ou do botão de pesquisa, isto é, o sistema deve capturar a consulta emitida pelo usuário no rastreamento;
- REQ-6: o *framework* deve permitir que uma consulta seja fixada pelo usuário na barra de pesquisa, impedindo alteração dos resultados de busca;
- REQ-7: o *framework* deve permitir que o barra de pesquisa possa ser escondida na interface, isto é, desabilitada;
- REQ-8: a barra de pesquisa deve ter uma função de busca associada para recuperar os resultados da busca relacionados à consulta emitida pelo participante.

4.2.1.5.2 Resultado de busca (*Search Result*) Nos experimentos relacionados a vieses cognitivos no contexto de busca, todos os trabalhos analisados utilizaram o resultado de busca, principal componente a partir do qual os participantes do experimentos acessavam informação para realizar algum tipo de julgamento sobre determinado tópico de pesquisa. Os seguintes requisitos foram levantados:

- REQ-1: o *framework* deve disponibilizar um componente para carregar na interface os dados de um resultado de busca;

- REQ-2: um resultado de busca deve conter um identificador, um título, uma data de publicação, um resumo, a posição no ranqueamento de resultados, um *link* para acesso ao documento, e outras informações provenientes de possíveis marcações feitas pelos pesquisadores como credibilidade, viés do resultado (e.g., a favor ou contra determinado tópico), entre outras informações;
- REQ-3: o *framework* deve possibilitar que resultados de busca sejam marcados pelo participante de acordo com alguma necessidade de pesquisa (e.g., marcação de resultados que o participante compartilharia com outrem);
- REQ-4: o *framework* deve permitir que etiquetas sejam inseridas no resultado indicando alguma marcação a gosto do usuário (e.g., *labels* de perigo para resultados de busca que fomentam o viés de confirmação do participante);
- REQ-5: o *framework* deve permitir que resultados de busca, a critérios a serem definidos pelo usuário, sejam ofuscados. O estado de ofuscamento deve ser desfeito quando o participante clicar sobre o resultado;
- REQ-6: os resultados de busca devem ser retornados na interface do sistema após aplicação da função de ordenação dos resultados, caso presente (vide Seção 4.2.1.8);
- REQ-7: os eventos associados ao resultado de busca devem ser capturados quando o participante clicar no *link* associado à localização do documento a ser pesquisado ou quando clicar sobre o componente como um todo.

4.2.1.5.3 “Pessoas também perguntam” (*People Also Ask*) O componente “As pessoas também perguntam”, comum em consultas que se assemelham a perguntas ao invés de termos-chave, também é um elemento presente em sistemas de busca. Embora apenas um dos trabalhos analisados tenha avaliado o comportamento do usuário em relação a esse componente, o componente foi adicionado como requisito para o *framework*.

- REQ-1: o *framework* deve disponibilizar o componente “As pessoas também perguntam”;

- REQ-2: o componente deve carregar em sua interface as informações da pergunta relacionada, o título e o resumo do documento associado a resposta da pergunta, o *link* para acesso ao documento e uma função para disparar uma consulta ao sistema de busca com os mesmos termos presentes na pergunta alternativa;
- REQ-3: o componente deve carregar uma ou mais perguntas alternativas à consulta emitida pelo usuário;
- REQ-4: o componente deve apresentar as perguntas alternativas exibindo somente seus termos e o acesso ao resultado de busca associado à resposta da pergunta deve ser exibido somente após o clique sobre o componente;
- REQ-5: o sistema deve capturar os dados de rastreamento quando o usuário clicar sobre uma pergunta alternativa e quando clicar sobre o resultado apresentado na interface após o clique na respectiva pergunta alternativa.

É importante ressaltar que os requisitos apresentados nessa seção estão relacionados ao funcionamento padrão do componente como observado em sistemas de busca como o *Google*. No entanto, algumas mudanças podem ser necessárias a nível de implementação, como tratar cada uma das perguntas alternativas como um componente distinto do componente “As pessoas também perguntam”.

4.2.1.5.4 Pesquisas relacionadas (*Related Searches*) Outro elemento comum em sistemas de busca são as pesquisas relacionadas que, embora não tenham sido utilizadas em nenhum dos trabalhos relacionados, foi inserido nos requisitos do *framework*, uma vez que constitui um possível ponto de análise em trabalhos futuros. Esse componente é importante pois pode ser utilizado de maneira semelhante ao componente de pesquisas relacionadas. Com isso, as pesquisas relacionadas podem, por exemplo, envolver visões alternativas a um determinado viés.

- REQ-1: o *framework* deve disponibilizar um componente de pesquisas relacionadas;
- REQ-2: o *framework* deve permitir que uma ou mais pesquisas relacionadas sejam retornadas na interface;

- REQ-3: uma pesquisa relacionada deve conter os termos associados à essa pesquisa;
- REQ-4: ao ser clicado, o componente deve emitir uma consulta de busca ao sistema, executando a respectiva função de busca;
- REQ-5: o sistema deve capturar os dados de rastreamento quando o participante clicar sobre o componente, armazenando os termos associados à pesquisa relacionada juntamente com as informações de rastreamento (vide Seção 4.2.1.3);
- REQ-6: a pesquisa relacionada deve conter um ícone de pesquisa, semelhante ao ícone apresentado na barra de pesquisa, não havendo necessidade de um evento específico para capturar dados de rastreamento.

4.2.1.5.5 Formulários (*Forms*) Durante a realização dos experimentos comumente foram empregados diversos questionários que visavam tanto coletar informações demográficas dos participantes da pesquisa como informações inerentes à(s) tarefa(s) de busca realizada(s). Nessa seção estão registrados os requisitos referentes aos principais questionários aplicados nos experimentos analisados.

- REQ-1: o *framework* deve permitir que o usuário configure um questionário com informações demográficas escolhidas a seu critério (questionário de pesquisa demográfica);
- REQ-2: o *framework* deve disponibilizar o componente de escala *Likert* (*likert scale*);
- REQ-3: o *framework* deve permitir que o usuário configure as opções de resposta do componente de escala *Likert*;
- REQ-4: o *framework* deve permitir que o componente de escala *Likert* seja utilizado em conjunto com outros tipos de formulário;
- REQ-5: o *framework* deve permitir que o usuário configure outros questionários inerentes às especificidades das tarefas configuradas e dos componentes nela empregados;

- REQ-6: a inserção ou não dos formulários citados deve ser opcional, de acordo com as necessidades do usuário.

A escala *Likert* foi bastante utilizada durante os experimentos para coletar a crença dos participantes em relação a determinado tópico ou à credibilidade de certos resultados de busca. Tal tipo de questionário foi também utilizado para aferir o nível de conhecimento do participante sobre determinado tópico, como apontado na Seção 4.1.2.

4.2.1.5.6 Informações adicionais (*Legend*) Em alguns experimentos foi necessário que informações adicionais (legendas) fossem disponibilizadas na interface do sistema (ao lado dos resultados de busca ou acima da barra de pesquisa) indicando certas informações sobre determinadas marcações a serem feitas pelos participantes. As legendas podem ser entendidas como um apoio para a avaliação dos itens do resultado de uma busca.

- REQ-1: o *framework* deve disponibilizar um componente de legenda;
- REQ-2: o *framework* deve permitir que o usuário configure as informações necessárias à legenda;
- REQ-3: o componente de legenda não deve ser rastreável, sendo um elemento de interface que pode ser inserido opcionalmente.

4.2.1.5.7 Instruções e ambientação de tarefas de busca (*Instructions*) Outros elementos bastante utilizados durante os experimentos foram as instruções e a descrição de um cenário para ambientar/motivar o participante à tarefa de busca, sendo este último comum a tópicos controversos ou relacionados à saúde. É importante ressaltar que as instruções não necessariamente estão relacionadas a uma tarefa de busca específica mas podem ser instruções gerais do experimento. A presença de uma descrição de um cenário também não é obrigatória e pode ser associada tanto a um conjunto de tarefas (experimento) quanto a uma tarefa específica.

- REQ-1: o *framework* deve disponibilizar um componente de instruções;
- REQ-2: o *framework* deve permitir que o usuário associe o componente de instruções a uma tarefa específica ou ao experimento como um todo;

- REQ-3: o *framework* deve permitir que o usuário descreva um cenário para ambientar o participante à tarefa ou ao experimento.

4.2.1.5.8 Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (*ICF - Informed Consent Form*) O TCLE (Termo de Consentimento Livre e Esclarecido) é um documento fundamental para assegurar uma pesquisa feita com ética, onde tanto a proteção legal e moral do pesquisador quanto a dignidade humana do participante da pesquisa devem ser garantidas. Uma vez que o TCLE é estabelecido por lei para a realização de experimentos científicos, reitera-se que os seguintes requisitos devem ser observados quanto ao conteúdo de determinado documento para uso dentro do *framework*:

- REQ-1: o *framework* deve disponibilizar um componente TCLE;
- REQ-2: o *framework* deve permitir que o usuário preencha as informações relativas ao TCLE;
- REQ-3: o TCLE deve conter o título da pesquisa, o responsável pela pesquisa, justificativa para realização da pesquisa, objetivos da pesquisa, procedimentos metodológicos a serem utilizados, benefícios, desconfortos e riscos esperados, forma de contato com os pesquisadores e acompanhamento da pesquisa, esclarecimentos quanto à saída do participante da pesquisa a qualquer momento e garantia de sigilo dos dados do participante;
- REQ-4: o TCLE deve ter um campo para o participante informar o nome, e-mail e um botão ou *checkbox* para informar aceitação dos termos da pesquisa;
- REQ-5: o TCLE deve conter campos configuráveis para adição de novas informações, como exemplo informações relacionadas ao sigilo dos dados.

4.2.1.5.9 Página de visualização do resultado de busca (*Search Result Page View*) Como consequência da característica de rastreabilidade (vide Seção 4.2.1.3), necessária para que o *framework* atenda ao propósito para o qual foi projetado, é preciso que haja uma maneira de carregar o conteúdo dos resultados de busca em um componente

a parte, onde as ações do usuário possam ser capturadas e seja possível, por exemplo, avaliar medidas como o tempo gasto em um resultado de busca (vide Seção 4.2.1.4).

- REQ-1: o *framework* deve exibir um componente para exibição do conteúdo associado a determinado resultado de busca;
- REQ-2: o *framework* deve permitir que o usuário configure o componente para ser aberto na mesma aba ou em uma aba diferente;
- REQ-3: os eventos associados ao componente devem ser capturados quando o participante acessa o resultado de busca e quando o participante retorna para a página de resultados de busca;
- REQ-4: o *framework* deve permitir que trocas de páginas, fechamento e desfoque do componente sejam rastreados.

É importante ressaltar que esse é um dos requisitos que mais impõe desafios ao *framework* em termos de implementação, uma vez que os resultados de busca nem sempre são documentos pré-selecionados pelos pesquisadores ou possuem formato e conteúdo definidos.

4.2.1.5.10 Relacionamento entre componentes e medidas e variáveis de análise

Alguns dos componentes listados nos requisitos da presente seção possibilitam que as medidas e variáveis de análises (Seção 4.2.1.4) sejam capturadas. Isso ocorre principalmente para os componentes que constituem um elemento da interface do sistema de busca. A Tabela 4.4 mostra a relação entre os componentes e as medidas ou variáveis de análise apresentadas.

Pela tabela, é possível perceber que o componente *Search Result* está associado a um maior número de variáveis. Isso ocorre devido à característica inerente dos experimentos realizados dentro desse contexto, onde tanto a posição do resultado de busca no ranqueamento quanto o conteúdo contido nesse resultado são utilizados com frequência para avaliar o comportamento dos usuários de um sistemas de busca (e.g., quais são os resultados mais clicados ou em que posição os resultados mais clicados costumam ocorrer).

Tabela 4.4: Relação entre componentes e medidas ou variáveis de análise

Componente	Referência	Medida ou variável
Search Bar	4.2.1.5.1	<i>number of queries</i>
Search Result	4.2.1.5.2	<i>number of results clicked</i> <i>number of clicks per result type</i> <i>rank of clicked results</i> <i>number of clicks</i> <i>number of markings</i> <i>deepest document rank</i> <i>search result bias</i> <i>search result genre</i> <i>clickthrough rate</i> <i>fraction of correct/wrong decisions</i> <i>topmost clicked result</i> <i>credibility accuracy</i> <i>click sequence per query</i>
Search Result Page View	4.2.1.5.9	<i> dwell time on search result</i> <i> dwell time on search result per result type</i>
Forms	4.2.1.5.5	<i>result utility score</i>
Task	4.2.1.1	<i>search task time</i>

A partir da aplicação de questionários durante a tarefa de busca é possível coletar dados associados à subjetividade do usuário do sistema de busca, isto é, como o usuário percebe o conteúdo contido em determinado resultado de busca, como ocorre para a medida *result utility score* em que o usuário informa o grau de utilidade que determinado resultado de busca aparenta ter.

4.2.1.6 TCLE e cadastro de participantes

Para experimentos científicos é preciso que o participante concorde de antemão com os termos da pesquisa a qual irá se submeter. Assim, é preciso que o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) seja aceito antes que o participante possa ser devidamente cadastrado no sistema e participar do experimento.

- REQ-1: o participante deve ser cadastrado no sistema após aceitação do TCLE;
- REQ-2: o participante só pode participar do experimento após estar devidamente

cadastrado no sistema;

- REQ-3: o formato do cadastro do participante deve ser configurável, sendo possível atender a cenários onde a privacidade deve ser resguardada (e.g., identificador de sessão ou IP);
- REQ-4: um identificador deve ser gerado para identificação do participante no sistema;
- REQ-5: o participante pode recusar continuar sua participação no experimento a qualquer momento, devendo seus dados serem apagados do sistema;
- REQ-6: o *framework* deve permitir que o usuário cadastre participantes previamente com base na resposta à questionários externos, atendendo à requisição de seleção aleatória de amostra para condições de tarefa específicas (vide Seção 4.2.1.2).

4.2.1.7 APIs de busca

Como apontado na Seção 4.1.2, os trabalhos analisados apresentaram três formas distintas de uso de resultados de busca para realização das tarefas. Essas formas compreendem o uso de resultados orgânicos, aqueles retornados diretamente de uma API de busca, o uso de resultados pré-selecionados e estratégias mistas, onde resultados pré-selecionados são embutidos no ranqueamento de resultados retornados organicamente.

- REQ-1: o *framework* deve permitir o uso de APIs de busca orgânicos como *Bing*, *Google*, entre outros;
- REQ-2: o *framework* deve permitir que o usuário utilize os filtros disponibilizados pelas APIs de busca orgânicas;
- REQ-3: o *framework* deve permitir que o usuário utilize um buscador customizado;
- REQ-4: o *framework* deve permitir que o usuário busque os resultados em um conjunto pré-selecionado de documentos;
- REQ-5: o *framework* deve permitir que resultados de busca sejam retornados de mais de uma fonte (vide Seção 4.2.1.8).

A utilização de uma estratégia mista para retornar resultados de busca é tratado na Seção 4.2.1.8, onde é descrito sobre a manipulação dos resultados de busca.

4.2.1.8 Manipulação de resultados da busca

A depender da condição de tarefa a qual um determinado participante foi alocado (Seção 4.2.1.2) é preciso que os resultados da busca possam, opcionalmente, ser ordenados de acordo com os critérios definidos pelo usuário para a respectiva condição. Portanto, não importando a fonte de onde tais resultados foram buscados, os seguintes requisitos são necessários:

- REQ-1: o *framework* deve permitir que o usuário ordene os resultados da busca por critérios a serem definidos;
- REQ-2: o *framework* deve permitir que o usuário codifique a função de ordenação dos resultados da busca;
- REQ-3: o *framework* deve suportar a coleta de resultados de busca de diferentes fontes (documentos pré-selecionados e/ou resultados de buscadores orgânicos - vide Seção 4.2.1.7).

4.2.2 Requisitos não funcionais

Outras necessidades surgiram com a análise da metodologia e dos sistemas de busca utilizados nos trabalhos relacionados, tendo em vista o aspecto generalista ao qual o *framework* se propõe. Como consequência, pontua-se os seguintes requisitos não funcionais:

- REQNF-1: o sistema de busca instanciado no *framework* deve ser escalável, atendendo a experimentos que visem tanto um número de participantes próprio de experimentos qualitativos até experimentos em ambientes mais próximos do real;
- REQNF-2: o sistema de busca instanciado no *framework* deve ser compatível com os navegadores *Web* mais utilizados como *Google Chrome*, *Firefox*, *Edge*, *Opera*, entre outros;

- REQNF-3: o sistema de busca instanciado no *framework* deve ser responsivo, sendo possível utilizá-lo tanto em um *desktop* quanto em dispositivos móveis como *smartphones* e *tablets*;
- REQNF-4: o banco de dados utilizado para gravar as informações de rastreamento deve ser um banco de dados de tempo real;
- REQNF-5: a interface do sistema de busca deve ser semelhante a de sistemas de busca amplamente utilizados, como o *Google*.

Enquanto os três primeiros requisitos se relacionam com questões de compatibilidade e escalabilidade do sistema de busca, o quarto requisito se relaciona aos requisitos funcionais que dizem respeito aos dados capturados durante a realização de uma tarefa de busca. Com o uso de um banco de dados de tempo real, por exemplo, aspectos como sincronização dos dados, bem como a interrupção da tarefa de busca devido a algum problema de natureza externa podem ser tratados mais facilmente. O último requisito diz respeito à aparência do sistema de busca a ser instanciado no *framework*. Essa característica foi observada em apenas alguns dos trabalhos analisados, constituindo-se, portanto, apenas uma recomendação de interface para o sistema de busca.

4.3 Arquitetura do *framework*

A partir das funcionalidades identificadas e do levantamento de requisitos apresentado na Seção 4.2 projetou-se a seguinte arquitetura para o *framework*, exibida na Figura 4.1. Na figura, o cliente *Web* (*Web Client*) representa a interface para interação gráfica com o *framework*, por meio da qual os participantes do experimento podem interagir com os elementos de interface configurados pelo usuário para a realização das tarefas de busca desejadas. A depender do elemento da interface com o qual ocorreu uma interação, um determinado módulo do *framework* será executado. Para que a comunicação entre a interface e os módulos do *framework* ocorra da maneira adequada um conjunto de controladores (*Controllers*) realizam o trabalho de associar corretamente cada um desses elementos de interface aos módulos disponíveis no *framework* (*Modules*), disparando as respectivas funções para o funcionamento adequado das operações requisitadas.

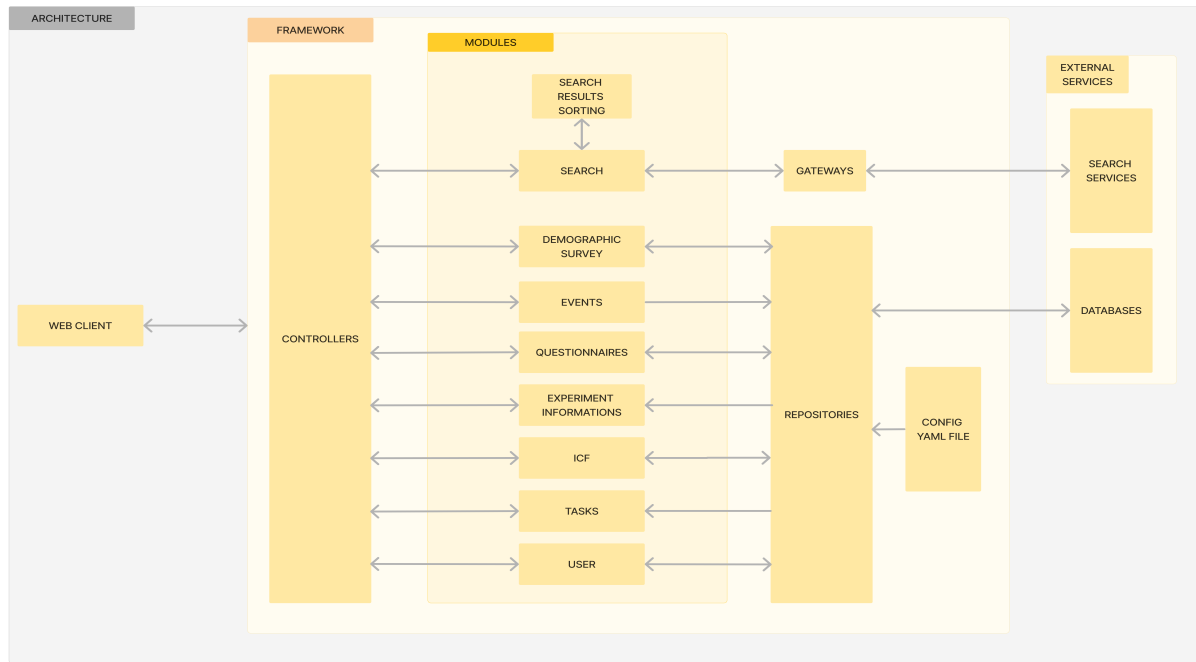


Figura 4.1: Arquitetura proposta para o *framework*. Elaboração própria.

A partir dos requisitos foram identificados nove módulos que o *framework* deverá disponibilizar para a realização dos experimentos. O módulo de busca (*Search*) se comunica através de uma ponte (*Gateway*) com acesso a serviços externos de busca (APIs de busca), não importando se esses serviços foram implementados pelo próprio usuário ou se são serviços de terceiros como as APIs do *Google*, do *Bing* ou do *Yahoo*. Esse módulo é então responsável por receber as consultas enviadas através da interface e fazer com que os resultados de busca sejam retornados para renderização. O módulo de busca também interage com o módulo de ordenação de resultados de busca (*Search Results Sorting*). Nesse módulo, deverá ser permitido ao usuário definir a ordem com que os resultados de busca deverão ser retornados à interface, sendo um módulo programável que visa atender às especificidades do experimento.

Os demais módulos do *framework* estão relacionados à comunicação com o arquivo de configuração do experimento (*Config Yaml File*), onde são armazenadas informações como elementos de interface a serem utilizados e as funcionalidades que estarão disponíveis para cada componente do sistema de busca, e à comunicação com serviços externos de bancos de dados. Os módulos de informações do experimento (*Experiment Informations*) e tarefas de busca (*Tasks*) apenas consomem as respectivas configurações presentes no ar-

quívio de configuração e retornam os dados para serem renderizados de acordo na interface. Já os módulos do termo de consentimento livre e esclarecido (ICF), do usuário (*User*), questionários (*Questionnaires*) e pesquisa demográfica (*Demographic Survey*) além de consumir as respectivas configurações do arquivo de configuração, enviam dados para serem armazenados em bancos de dados externos, uma vez que são módulos que tratam de informações pertinentes ao experimento que são preenchidas em formulários e devem ser salvas para análise. Por fim, tem-se o módulo de eventos (*Events*), responsável por salvar os dados de interação do usuário com elementos da interface do sistema de busca para a qual a rastreabilidade foi definida, a fim de persistir os dados comportamentais dos participantes para serem analisados futuramente. A comunicação entre os módulos citados, o arquivo de configuração e os serviços de banco de dados externos são intermediados por um *gateway* específico, denominado *Repositories*.

Com essa arquitetura, espera-se que o *framework* consiga se comunicar com diversos serviços externos, tanto de busca quanto de armazenamento de dados, que sejam mais convenientes para o usuário. A partir do arquivo de configuração será possível configurar todas as informações pertinentes ao experimento, indicando se o experimento apresentará ou não questionários a serem aplicados durante as tarefas de busca e quais tarefas de busca deverão ser executadas, além de ser possível indicar quais elementos da interface estarão disponíveis e como tais elementos devem se comportar em condições específicas definidas pelo usuário.

5 Protótipo e prova de conceito

Após o levantamento de requisitos e modelagem da arquitetura proposta para o *framework* apresentados anteriormente, foi feita a implementação de um protótipo com as funcionalidades mínimas para realização de um experimento básico e uma prova de conceito para testar a efetividade da solução. O protótipo contém então a implementação dos requisitos mais importantes e a base para inclusão de novos códigos. Assim, o presente capítulo apresenta as decisões de implementação tomadas para desenvolvimento do *framework*, uma prova de conceito tendo em vista um experimento relacionado ao viés de confirmação e se encerra com algumas considerações relativas a limitações das tecnologias utilizadas, requisitos implementados e discussões sobre o processo de adaptação de experimentos.

5.1 Implementação do protótipo para o *framework*

Como já mostrado na Figura 4.1, a arquitetura proposta prevê um cliente *Web*, isto é, uma interação gráfica com o *framework*, relativo ao *front-end* do projeto. O *framework* em si está associado ao *back-end*, onde foram implementados os módulos previstos na arquitetura e conexões com serviços externos. Para implementação da interface foi utilizada a versão 17.0.2 do *React*, uma biblioteca *JavaScript* para construção de interfaces de usuário. Para implementação do *framework* foi utilizado o *Node.js* (versão 18.9.0), um ambiente de servidor de código aberto multiplataforma capaz de executar código *JavaScript* fora de um navegador *Web*. Para gerenciamento dos serviços e rotas implementados foi utilizado o *Express* sobre o *Node.js*. Essas tecnologias, além de serem de código aberto, são extensivamente utilizadas para desenvolvimento de aplicações voltadas para *Web*, sendo este um fator facilitador para implementação de novas aplicações, uma vez que a quantidade de material disponível para consulta ou reuso é extensa.

O *framework* foi implementando respeitando-se a arquitetura proposta. Essa arquitetura é baseada em *Repository Pattern*, onde as requisições feitas aos módulos através da interface se utilizam de controladores e pontes (controllers e gateways na Figura 4.1)

para comunicar com serviços externos e repositórios de dados e retornar os dados requisitados ao cliente *Web*. Com isso, atinge-se um maior grau de desacoplamento no código, facilitando a inclusão de outros serviços externos, repositórios e funcionalidades, permitindo que a arquitetura possa crescer com o surgimento de novos requisitos.

5.1.1 Visão geral dos requisitos implementados

Para que fosse possível ter uma versão do *framework* minimamente funcional para validação da proposta, foram implementados os requisitos referentes ao cadastro dos usuários no sistema (Seção 4.2.1.6), à configuração de tarefas de busca (Seção 4.2.1.1) e aos principais elementos da interface de um sistema de busca necessários a uma busca simplificada, como a barra de pesquisa (Seção 4.2.1.5.1), os resultados de busca (Seção 4.2.1.5.2) e a página de visualização desses resultados (Seção 4.2.1.5.9), bem como os requisitos relacionados às medidas ou variáveis analisadas durante a revisão dos trabalhos (Seção 4.2.1.4) e às informações que devem ser rastreadas durante a execução das tarefas de busca (Seção 4.2.1.3). Os requisitos correspondentes ao uso de APIs de busca externos (Seção 4.2.1.7) foram implementadas considerando a API *Google Custom Search*, que foi utilizada para retornar para dada consulta resultados de busca orgânicos. A Tabela 5.1 mostra o relacionamento entre os agrupamentos de requisitos descritos na Seção 4.2 e os requisitos que foram implementados para o protótipo do *framework*.

Os requisitos implementados também podem ser considerados requisitos mais simples, uma vez que suas dependências com outros requisitos é menor ou de fácil implementação. Já os requisitos não implementados apresentam maior dificuldade de implementação e possuem alta dependência com outros requisitos, inclusive requisitos já implementados, tornando a implementação altamente custosa. Ainda, tem-se que tais requisitos levantam outras necessidades em relação à gestão do experimento e à maneira como os resultados da busca são tratados antes de serem retornados à interface, sendo necessário um olhar mais profundo das ferramentas a serem disponibilizadas para pesquisadores da área. Portanto, esses requisitos foram adiados para serem considerados em trabalhos futuros. As funcionalidades mais importantes com as quais tais requisitos se relacionam são a ordenação dos resultados de busca (Seção 4.2.1.8) e as condições de tarefa

Tabela 5.1: Relação entre agrupamentos de requisitos e requisitos implementados

Seção	Requisitos implementados
4.2.1.4	1, 2, 3, 4, 7, 8, 10, 11, 15, 18, 20, 22
4.2.1.1	1, 2, 3, 5, 7, 11, 12, 13
4.2.1.5.1	1, 2, 3, 5, 6, 7, 8
4.2.1.5.5	1, 2, 3, 6
4.2.1.5.2	1, 2, 7
4.2.1.5.7	1, 2, 3
4.2.1.6	1, 2, 4
4.2.1.7	1, 2, 3
4.2.1.5.8	1, 2, 4
4.2.1.3	1, 2
4.2.1.5.9	1, 3
4.2.2	4, 5
4.2.1.2	-
4.2.1.5.3	-
4.2.1.5.4	-
4.2.1.5.6	-
4.2.1.8	-

(Seção 4.2.1.2). A não implementação desses requisitos impossibilitou que o módulo de ordenação dos resultados da busca (*Search Results Sorting*) fosse codificado, sendo este o único módulo não implementado da arquitetura proposta para o *framework*. No entanto, é esperado que o *framework* seja suficiente para permitir que outras funcionalidades, não implementadas ou não previstas, possam ser desenvolvidas. Funcionalidades e módulos não implementados deverão ser contemplados futuramente.

5.1.2 Arquivo de configuração

Para a configuração do experimento a ser realizado foi utilizado um arquivo de configuração para definir quais informações devem ser disponibilizadas na interface para interação com o usuário. Nesse arquivo devem ser descritas tanto informações gerais sobre o experimento (e.g., nome, resumo, TCLE, instruções...) quanto informações específicas para cada tarefa de busca a ser realizada por participantes do experimento (e.g., título da tarefa, instruções, questionários associados e comportamento dos elementos da interface

do sistema de busca). Para melhor legibilidade do arquivo e atendimento à necessidade de definir *strings* multilinha para eventuais códigos HTML, foi escolhido o formato *.yaml*. O Trecho de Código 1 exhibe o modelo do arquivo de configuração com as principais opções para definição de experimentos implementadas até então.

```

name: <string> # nome do experimento
summary: <string> # código html com um resumo do experimento
icf: <string> # código html do TCLE
demographic_survey:
  title: <string>
  description: <string>
  questions: # objeto contendo uma lista de questões (valor do campo) e respectivas lista de opções
    - <question_1>:
      - <option_1> ...
      - <option_n>
    ...
    - <question_n>:
      - <option_1> ...
      - <option_n>
instructions: <string> # código html com instruções gerais do experimento
tasks:
  - title: <string>
  description: <string>
  id: <string>
  instructions: <string> # código html com instruções específicas da tarefa
  pre_questionnaire:
    - question: <string>
      options: # objeto contendo uma lista de opções
        - <option_1> ...
        - <option_n>
  post_questionnaire:
    - question: <string>
      options: # objeto contendo uma lista de opções
        - <option_1> ...
        - <option_n>
  components_configuration: # objeto cujas chaves são identificadores de elementos da interface (e.g., search_bar)
    # e os objetos as configurações disponíveis (e.g., search_bar: DEFAULT)
    <element>: <object> ...

```

Trecho de código 1: Arquivo de configuração do experimento.

Para que o processo de configuração ocorra de maneira adequada, isto é, não haja erros na instanciação da interface do experimento, é necessário que a estrutura do arquivo de configuração seja respeitada, bem como os nomes dos campos exibidos no trecho apresentado. Os campos *name*, *summary* e *icf* devem ser *strings* que correspondem, respectivamente, ao nome do experimento a ser realizado, a um pequeno resumo sobre o experimento e ao termo de consentimento livre e esclarecido para aceitação dos termos da pesquisa pelo participante. Tanto o resumo quanto o termo de consentimento podem ser definidos por meio de um código HTML. Como apontado nos requisitos, o questionário demográfico é um elemento bastante comum em pesquisas de maneira geral. O campo *demographic_survey* foi definido para que questões demográficas necessárias ao experimento pudessem ser informadas pelo pesquisador. Na prática, cada campo *question_x* e *option_x* deve ser substituído por uma *string* correspondendo à questão (e.g.,

gênero, idade, nacionalidade...) e às respectivas opções disponíveis para escolha. Ainda, o campo *instructions* foi disponibilizado para informar instruções gerais do experimento, bem como a apresentação de cenário(s) para habituar o participante à(s) tarefa(s) a ser(em) efetuada(s).

Como discutido na Seção 4.2, as tarefas de busca são o principal componente do *framework*, uma vez que são necessárias para a realização de qualquer experimento dentro do contexto de vieses cognitivos em sistemas de busca. Assim, o campo *tasks* foi definido para a configuração de uma ou mais tarefas de busca a serem realizadas no experimento. A configuração de cada tarefa de busca consiste de um título, uma descrição, um identificador para a tarefa, um campo *instructions* (semelhante às instruções do experimento), campos para definição de questionários a serem aplicados antes e depois da execução da tarefa (*pre_questionnaire* e *pos_questionnaire*) e um campo para configuração do comportamento dos elementos da interface do sistema de busca (*components_configuration*). Os campos *pre_questionnaire* e *pos_questionnaire* devem ser definidos utilizando-se uma lista de questões. Cada questão consiste de uma *string* e um campo de opções (*options*), semelhante ao do questionário demográfico. Já o campo *components_configuration* contém identificadores de elementos da interface do sistema de busca (*<element>*) cujo valor são objetos que representam os respectivos parâmetros de configuração. Até então, apenas a barra de pesquisa (*search bar*) possui um modelo para sua configuração. Nesse modelo, a barra de pesquisa pode exibir um comportamento padrão (*DEFAULT*) ou ter sua visibilidade (*visibility*) ou consulta padrão (*default_query*) alteradas, como mostrado no Trecho de Código 2.

```
# Ou
components_configuration:
  search_bar: DEFAULT
# Ou
components_configuration:
  search_bar:
    visibility: <bool>
    default_query: <string>
```

Trecho de código 2: Possíveis configurações da barra de pesquisa.

5.2 Prova de conceito com viés de confirmação

Para a prova de conceito foi escolhido o estudo feito em (SUZUKI; YAMAMOTO, 2020), onde o comportamento de busca dos participantes é avaliado a fim de descobrir como os participantes se comportam se estimulados ao viés de confirmação ou ao pensamento crítico. Além de ser um estudo que trata do viés de confirmação, que figura entre os mais estudados na área, o procedimento aplicado no experimento é bem semelhante a de outros trabalhos que estudam esse viés e é apresentado de forma clara, permitindo descrever a prova de conceito de modo mais conciso e didático. Ainda, o experimento apresenta alguns requisitos que não foram contemplados, auxiliando a identificar mais nitidamente a importância desses requisitos para experimentos na área e como esses requisitos deveriam atuar no *framework*. Uma melhor compreensão dos requisitos já implementados também pode ser obtida a partir disso. Embora a implementação do protótipo não permita que os experimentos sejam reproduzidos de maneira ideal, a utilização de um estudo com um cenário mais desafiador para aplicação da prova de conceito, pelos motivos já citados, se torna mais efetiva para validação da proposta e para verificar se as decisões tomadas seguem em direção a uma boa solução para suporte de experimentos em vieses cognitivos em sistemas de busca.

O procedimento aplicado por Suzuki e Yamamoto (2020) segue as seguintes etapas para cada participante:

- Registro do participante
- Introdução do tópico de pesquisa
- Questionário preliminar
- Tarefa de busca
- Pós-questionário

Nessa prova de conceito, o procedimento retratado no estudo foi seguido observando-se as etapas apresentadas pelos autores. Cada etapa corresponde a uma seção da prova de conceito, onde é informado o que foi ou não possível atingir com a implementação do

protótipo. Outro ponto importante de ser avaliado se dá em relação à coleta dos dados para análise comportamental, isto é, se é possível extrair as medidas ou variáveis desejadas para análise das informações rastreadas pelo sistema de busca, o que será discutido na Seção 5.2.6. O arquivo de configuração completo utilizado para a prova de conceito pode ser encontrado no Apêndice C.

5.2.1 Registro do participante

É importante ressaltar que o estudo apresentou quatro condições para as quais os participantes poderiam ser alocados. Essas condições foram baseadas na presença de estímulo ao viés de confirmação ou ao pensamento crítico e no tópico de pesquisa, que poderia ser ou “sementes de chia” ou “quinoa”. Esses tópicos foram escolhidos para verificar a crença dos participantes sobre o efeito do alimento na dieta. Os participantes foram registrados através de uma plataforma de recrutamento (Lancers.jp²²), de onde foram redirecionados ao *website* para estudo do usuário. Os participantes foram alocados para uma determinada condição de maneira randômica. Como visto na Seção 5.1.1, os requisitos relativos às condições de tarefa (Seção 4.2.1.2) não foram priorizados, o que limitou a reprodução do experimento nesse quesito. Sendo assim, o controle das condições apresentadas no experimento devem ser feitas de forma manual, o que dificulta a aplicação em um cenário real para esse modelo de experimentação.

No *framework* o cadastro dos participantes foi feito por meio do serviço de autenticação fornecido pela *Google*, pelo qual o participante pode ser autenticado no sistema com uma conta *Google* (Figura 5.1). Após a autenticação o participante é direcionado para uma tela com o TCLE (Figura 5.2). O cadastro do participante no banco de dados é efetuado somente após o participante ter concordado em participar do experimento. O identificador da conta *Google* do participante é utilizado como identificador do usuário, e apenas o nome e e-mail são persistidos no banco. Ao concordar com o termo, é disponibilizado para o participante o questionário demográfico (Figura 5.3).

²²[\(https://www.lancers.jp/\)](https://www.lancers.jp/)

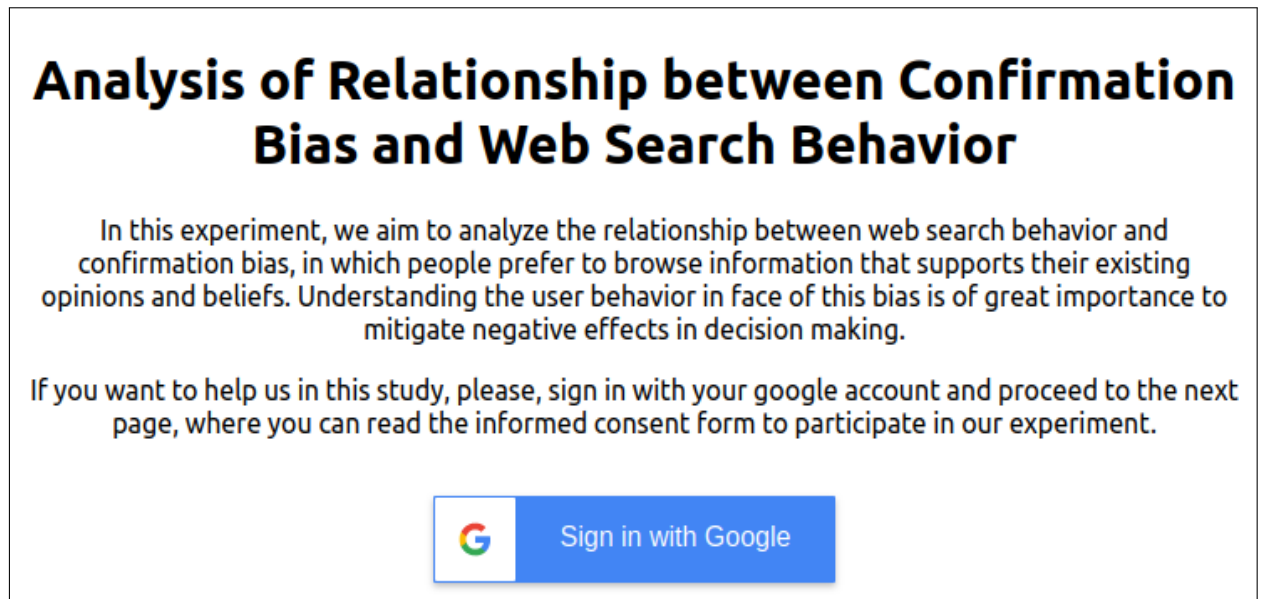


Figura 5.1: Tela de autenticação no sistema.

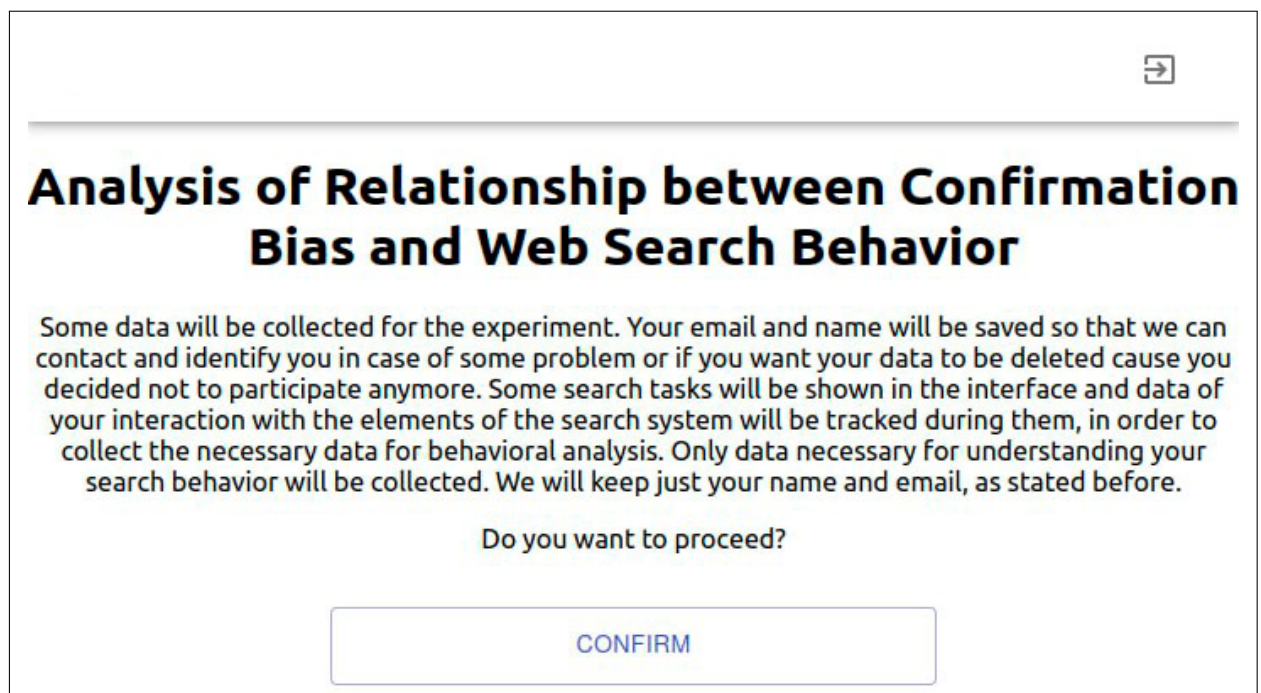
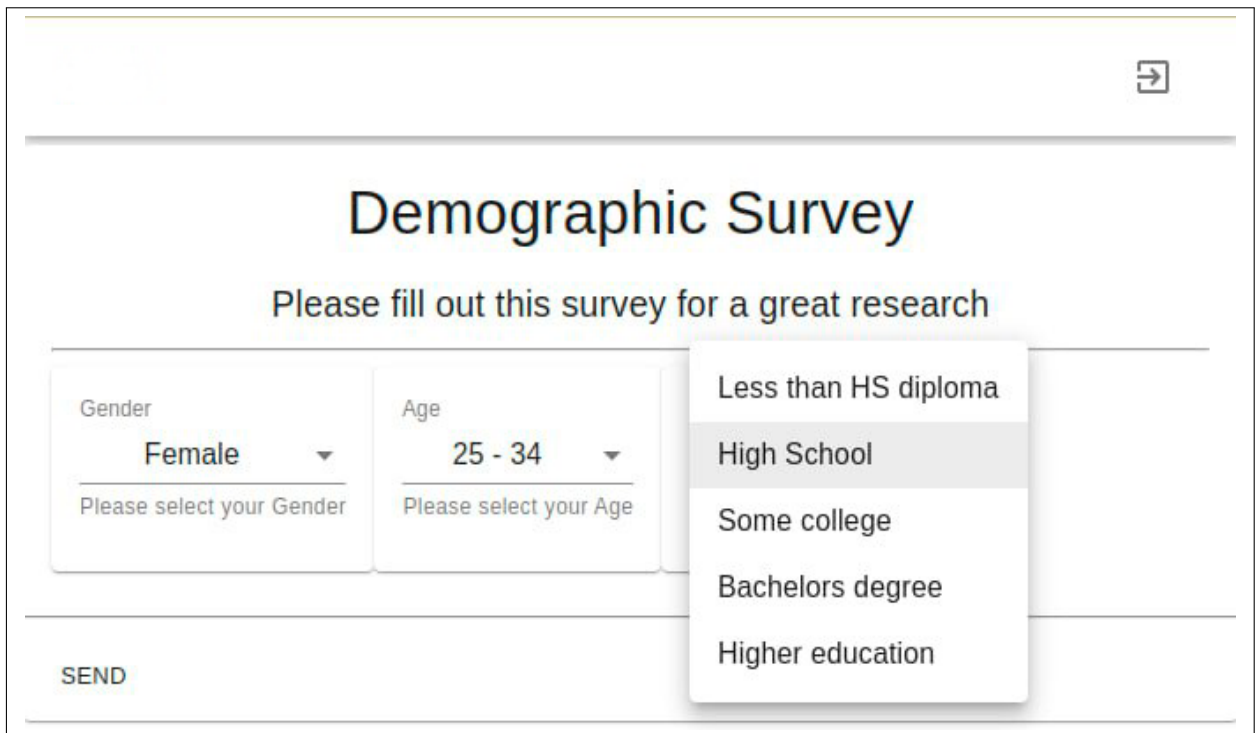


Figura 5.2: Tela de aceitação do TCLE.



Demographic Survey

Please fill out this survey for a great research

Gender: Female

Age: 25 - 34

Less than HS diploma

High School

Some college

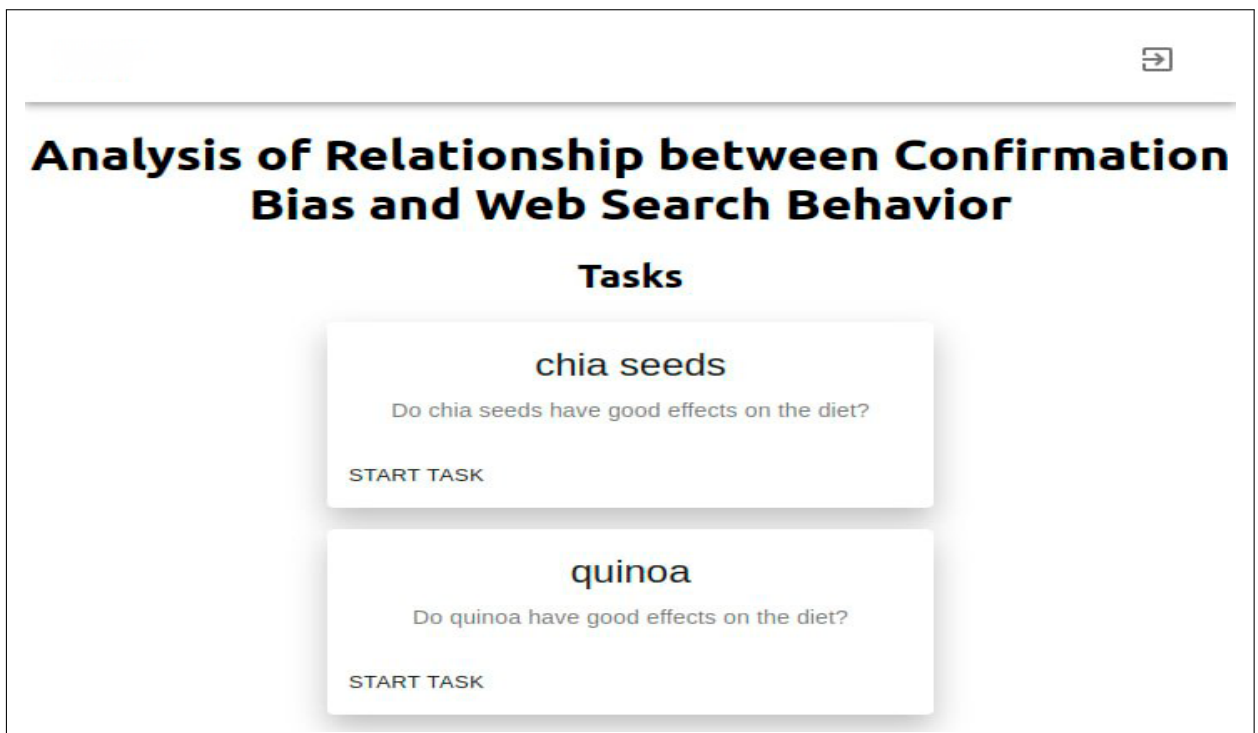
Bachelors degree

Higher education

SEND

Figura 5.3: Formulário de pesquisa demográfica.

Após consentir com o termo e preencher o questionário demográfico, as tarefas de busca a serem realizadas são apresentadas para o participante (Figura 5.4).



Analysis of Relationship between Confirmation Bias and Web Search Behavior

Tasks

chia seeds

Do chia seeds have good effects on the diet?

START TASK

quinoa

Do quinoa have good effects on the diet?

START TASK


Figura 5.4: Tela com as tarefas a serem realizadas.

Para a prova de conceito, configuramos duas tarefas para o experimento, uma contendo as informações para manipulação do viés de confirmação do participante (“*chia seeds*”) e outra contendo informações que estimulam o pensamento crítico (“*quinoa*”). A configuração aplicada nas tarefas é semelhante, exceto pelo foco (indução ao viés ou pensamento crítico) proposto. Assim, a prova de conceito seguirá tratando apenas da primeira tarefa (“*chia seeds*”). É importante ressaltar que o conteúdo apresentado nas figuras 5.1, 5.2 e 5.3 é meramente ilustrativo, uma vez que tais informações não foram disponibilizadas no trabalho original. O trecho do arquivo de configuração correspondente a essas figuras é mostrado no Trecho de Código 10, presente no Apêndice C.

5.2.2 Introdução ao tópico de pesquisa

No trabalho original, anteriormente à realização da tarefa de busca, foi apresentado um cenário para contextualizar e motivar a busca do participante. Em seguida as instruções da tarefa foram apresentadas. Para reprodução da apresentação do cenário e instruções da tarefa de busca utilizamos o campo *instructions* presente no arquivo de configuração, inserindo as informações necessárias no formato de código HTML. A tela correspondente a essa etapa é exibida na Figura 5.5, enquanto o Trecho de Código 3 apresenta o código HTML no arquivo de configuração utilizado para geração das instruções.

A tela para a outra tarefa de busca (“*quinoa*”) é semelhante, porém dispendo de informações que fomentam o pensamento crítico ao invés de induzir o viés do participante. Assim como no trabalho original, foram informamos os passos para realização da tarefa e a presença de questionários a serem respondidos antes e após a navegação nos resultados de busca apresentados. Como as informações de instruções são codificadas em HTML, não há maiores problemas em carregar recursos externos, como o gráfico apresentado na figura. No entanto, caso o recurso não esteja disponível na *Web* é preciso que o recurso seja adicionado para uso no cliente *Web*, sendo necessário um esforço adicional para que o caminho presente no HTML corresponda ao correto local do recurso na máquina onde o cliente *Web* se encontra. Com isso, contata-se que o protótipo para o *framework* atendeu às condições mínimas para apresentação de instruções e ambientação da tarefa de busca. A adaptação descrita nessa seção é bem próxima do que é apresentado no trabalho original.



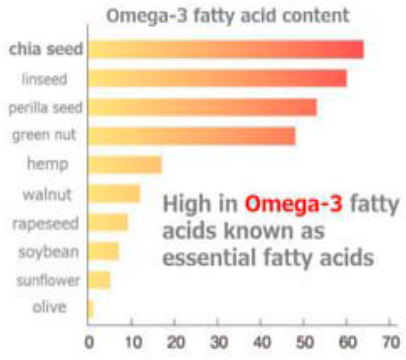
Instructions for task chia seeds

Have in mind the following scenario while performing the task:

Please imagine that you recently had a medical checkup at your company. You were disappointed to know that your triglyceride levels were high, and you were almost obese. You decided to lose weight because you thought that you shouldn't live a life in the same way in your twenties. Later, you asked one of your health-conscious colleagues what was his key to stay in his shape. Then you learned that he maintained his shape by eating a superfood called "chia seeds" every day. Furthermore, the colleague gave you the following information about "chia seeds".

Chia seeds is:

- Rich in omega-3 fatty acids, which are a fat-burning component
- Foreign celebrities use this healthy food and it is becoming popular



High in Omega-3 fatty acids known as essential fatty acids

Follow the steps below to answer the question, "Is chia seeds effective for weight loss?". First, browse a list of search results and their links. When you have reached a convincing conclusion about whether chia seeds are effective for weight loss, please stop your search and enter your final opinion.

Figura 5.5: Instruções para a tarefa de busca relativa a sementes de chia (*chia seeds*).

O código HTML correspondente à Figura 5.5 mostra como os parágrafos e listas não numeradas das instruções da tarefa foram estruturados. Nota-se que, para inserção do gráfico com informação favorável ao uso da semente de chia na dieta (``), foi necessário informar o caminho da imagem no código correspondente à interface do sistema de busca para que o recurso pudesse ser devidamente renderizado. Recursos locais necessitam de ser adicionados ao projeto no cliente *Web*, enquanto recursos disponíveis na *Web* poderiam ser facilmente recuperados por meio da respectiva URL.

```
instructions: "  
<p>Have in mind the following scenario while performing the task:</p>  
<p><i>Please imagine that you recently had a medical checkup  
at your company. You were disappointed to know that  
your triglyceride levels were high, and you were almost  
obese. You decided to lose weight because you thought  
that you shouldn't live a life in the same way in your  
twenties. Later, you asked one of your health-conscious  
colleagues what was his key to stay in his shape. Then  
you learned that he maintained his shape by eating a  
superfood called \"chia seeds\" every day. Furthermore,  
the colleague gave you the following information about  
\"chia seeds\".</i></p>  
<p>Chia seeds is:</p>  
<ul>  
  <li>Rich in omega-3 fatty acids, which are a fat-burning component</li>  
  <li>foreign celebrities use this healthy food and it is becoming popular</li>  
</ul>  
<img src='/images/biased.png'/>  
<hr/>  
</p>Follow the steps below to answer the question, \"Is chia  
seeds effective for weight loss?\". First, browse a  
list of search results and their links. When you have  
reached a convincing conclusion about whether chia  
seeds are effective for weight loss, please stop  
your search and enter your final opinion.</p>  
"
```

Trecho de código 3: Trecho do arquivo de configuração relativo às instruções da tarefa sementes de chia (*chia seeds*).

5.2.3 Questionário preliminar

Para aferir o nível de conhecimento e a crença prévia do participante sobre o tópico de pesquisa utilizamos um questionário que usa a Escala *Likert*, assim como no trabalho original. Essa escala é bem comum em experimentos que tratam do viés de confirmação. No experimento, os autores perguntaram aos participantes se o tópico em questão era efetivo na dieta e empregaram uma escala que varia de “*No knowledge at all*” à “*Have enough knowledge*” (nenhum conhecimento a conhecimento suficiente) para medir o nível de conhecimento do participante e uma escala que varia de “*No effect*” a “*Sufficiently effective*” (nenhum efeito à suficientemente efetivo) para medição da crença prévia. A escala *Likert* implementada no protótipo é mostrada na Figura 5.6.

Para o questionário preliminar apresentado no experimento também foi possível reproduzir de maneira bem próxima as condições descritas. O Trecho de Código 4 apresenta a configuração correspondente ao questionário preliminar no arquivo, onde pode-se verificar as duas questões e suas respectivas opções.

Pre-Questionnaire: chia seeds

Do you know about chia seeds?

No knowledge at all
 Not much knowledge
 A little knowledge
 Have a lot of knowledge
 Have enough knowledge

Do you think that chia seeds is effective for dieting?

No effect
 Not very effective
 Moderately effective
 Very effective
 Sufficiently effective

NEXT

Figura 5.6: Pré-questionário para a tarefa de busca relativa a sementes de chia (*chia seeds*).

```

pre_questionnaire:
- question: Do you know about chia seeds?
  options:
  - No knowledge at all
  - Not much knowledge
  - A little knowledge
  - Have a lot of knowledge
  - Have enough knowledge
- question: Do you think that chia seeds is effective for dieting?
  options:
  - No effect
  - Not very effective
  - Moderately effective
  - Very effective
  - Sufficiently effective

```

Trecho de código 4: Trecho do arquivo de configuração relativo ao questionário preliminar da tarefa sementes de chia (*chia seeds*).

5.2.4 Tarefa de busca

De acordo com a descrição da tarefa de busca presente no trabalho original os participantes podiam apenas visualizar documentos previamente selecionados pelos autores. Ao todo foram selecionados cem documentos referentes às consultas “<search topic> is effective for diet” (<tópico de pesquisa> é efetivo na dieta) e “<search topic> is ineffective for diet” (<tópico de pesquisa> é inefetivo na dieta) enviadas ao *Google Search*. Agrupados em grupos de cinco documentos para cada consulta, os resultados foram exibidos de forma alternada para os participantes. Os cinco primeiros resultados correspondiam à consulta que dizia que o tópico era efetivo na dieta, enquanto os outros cinco à consulta que dizia

que o tópico era ineficaz, e assim sucessivamente. A tarefa de busca ocorreu sem limitação de tempo e não foi permitido aos participantes emitir consultas ao sistema. A página com os resultados de busca foi feita com um *design* semelhante ao do *Google* e os resultados clicados foram abertos em outra aba. A Figura 5.7 mostra como foi implementada a tela que exibe os resultados de busca, enquanto a Figura 5.8 mostra a tela de visualização do resultado de busca.

Como no trabalho original a barra de pesquisa não foi utilizada, sua configuração no arquivo YAML foi feita como apresentada no Trecho de Código 5. Adicionamos na configuração da barra de pesquisa uma consulta padrão para retornar documentos orgânicos utilizando a API da *Google*. A partir dessa consulta, espera-se que resultados possivelmente favoráveis à utilização de sementes de chia na dieta para emagrecimento sejam retornados.

```
components_configuration:  
  search_bar:  
    visibility: false  
    default_query: chia seeds is effective for diet
```

Trecho de código 5: Trecho do arquivo de configuração relativo à barra de pesquisa da tarefa sementes de chia (*chia seeds*).

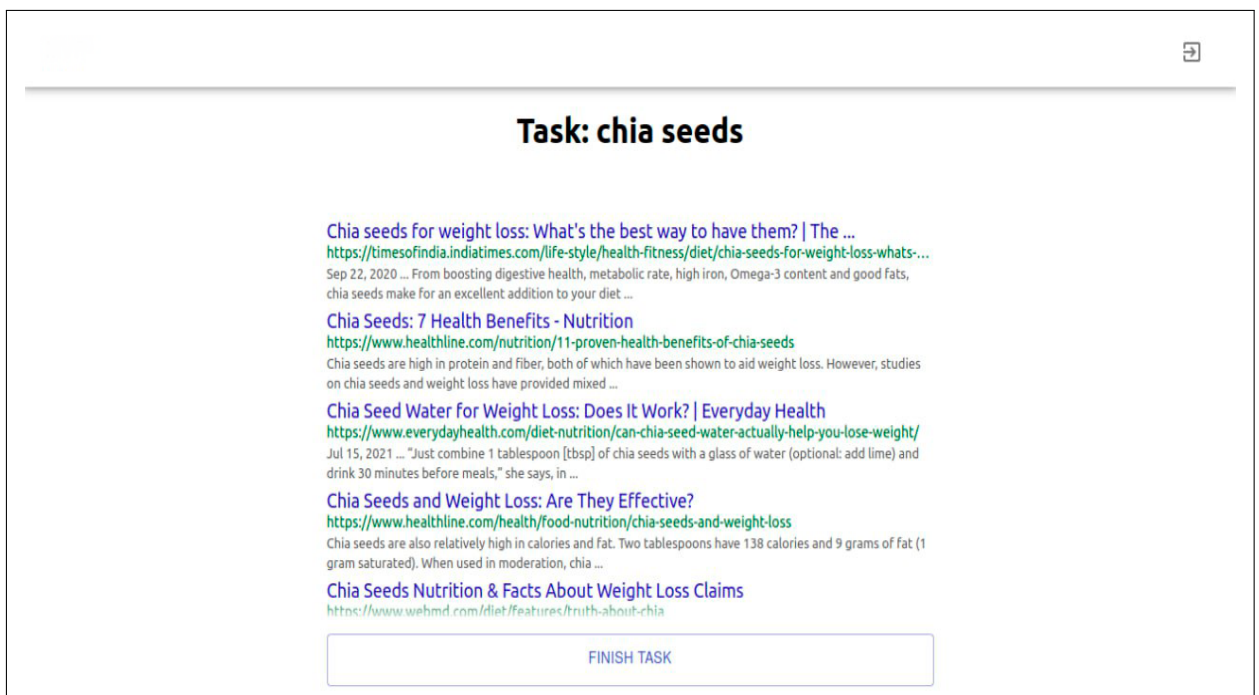


Figura 5.7: Tela de exibição dos resultados de busca.

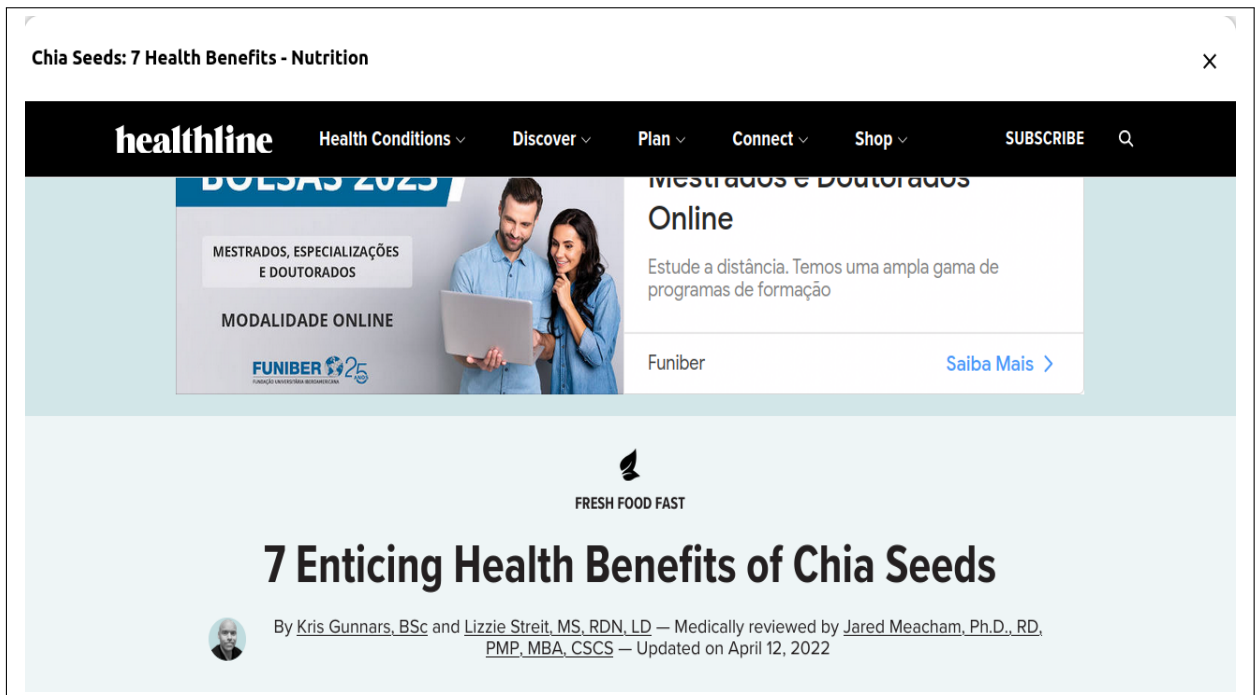


Figura 5.8: Tela de visualização do resultado de busca.

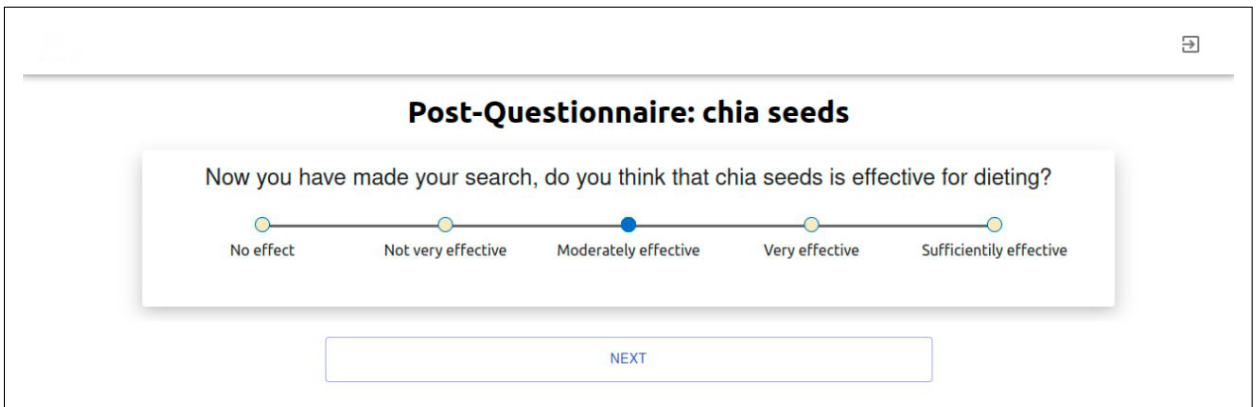
Do experimento original, foi possível reproduzir o modelo dos resultados de busca, semelhantes ao *Google*, e também carregar os resultados clicados na página para visualização. No entanto, os resultados não foram exibidos em outra aba e sim na própria página dos resultados de busca. Embora essa diferença tenha ocorrido, isso não impactou na coleta do tempo de permanência do participante em cada resultado de busca. No entanto, é importante ressaltar que o componente utilizado para carregar os resultados de busca impõe limitações. A depender do recurso carregado no *iframe* o acesso ao conteúdo é bloqueado, a depender das políticas adotadas pelo proprietário desse recurso. Outros *sites* podem até mesmo impedir que o conteúdo seja carregado e redirecionar a aplicação diretamente para o *site*.

Como os requisitos relativos à manipulação dos resultados de busca (Seção 4.2.1.8) não foram implementados não foi possível reproduzir essa etapa nos moldes descritos no experimento. Na implementação atual, o *framework* suporta resultados de busca orgânicos retornados de uma API de busca. Ainda assim, é possível configurar um serviço externo que atenda a essas necessidades e implementar um *gateway* para comunicação com esse serviço. Por não ser parte do escopo do presente trabalho, essa alternativa não

foi utilizada.

5.2.5 Pós-questionário

Para identificar o impacto da busca na dinâmica de crença dos participantes é comum que experimentos em viés de confirmação meçam novamente a crença sobre o tópico de pesquisa após a realização da tarefa de busca. Os questionários aplicados nessa etapa costumam ser os mesmos daqueles aplicados antes da realização da tarefa, como mostra a Figura 5.9. A configuração no arquivo para esse caso é bem semelhante ao já mostrado para o questionário preliminar.



The image shows a digital questionnaire interface. At the top, it says "Post-Questionnaire: chia seeds". Below that, the question is "Now you have made your search, do you think that chia seeds is effective for dieting?". A horizontal scale with five points is shown: "No effect", "Not very effective", "Moderately effective", "Very effective", and "Sufficiently effective". The "Moderately effective" point is marked with a blue dot, indicating the selected response. Below the scale is a "NEXT" button.

Figura 5.9: Pós-questionário para a tarefa de busca relativa a sementes de chia (*chia seeds*).

Ressalta-se que alguns autores apresentam necessidades mais específicas e costumam acrescentar outras questões e outros tipos de questionário. Isso ocorreu no experimento utilizado para a prova de conceito, onde além de aferir a crença do participante os autores levantaram outras questões sobre alfabetização em saúde (*health literacy*) e a importância de alguns itens (e.g., aparência do *website* e expertise do provedor da informação) enquanto buscavam por informação na *Web*. A generalização ou maior flexibilização de questionários que podem ser aplicados tanto antes como após a realização da tarefa de busca é algo a ser observado em trabalhos futuros.

5.2.6 Medidas ou variáveis

Para finalizar a prova de conceito é preciso verificar se as medidas e variáveis analisadas pelos autores do feito no trabalho original podem ser obtidas através do protótipo implementado. Na análise do experimento, os autores destacaram o tempo gasto na página de resultados (*dwell time on SERP*), o tempo gasto em cada resultado de busca (*dwell time on search result*), o tempo gasto na realização da tarefa de busca (*search task time*) e informações gerais sobre os resultados de busca: quantos resultados foram clicados (*number of results clicked*) e dados pertinentes a cada resultado (título, resumo, URL e posição no ranqueamento).

No protótipo, quando o participante clica sobre o resultado de busca, um evento é disparado e os dados referentes ao resultado de busca clicado são persistidos no banco de dados. Todos os dados citados anteriormente são persistidos, bastando percorrer os eventos semelhantes para contabilizar o número de resultados clicados. Para o protótipo foi utilizado o banco de dados de tempo real (*Realtime Database*) fornecido pelo *Firebase*. Nesse banco, os dados são salvos como um documento JSON e o serviço permite que os dados sejam exportados para esse formato. Embora não seja necessário que o banco de dados do *framework* seja de tempo real, a escolha do *Realtime Database* se deu devido tanto à facilidade de comunicação por meio da interface fornecida pelo *Firebase* quanto pela simplificação do uso do banco de dados, uma vez que o banco já se encarrega de todo o processo de sincronização e atualização dos dados em dispositivos clientes, sejam esses dispositivos móveis ou navegadores *Web*. O Trecho de Código 6 apresenta o evento de clique em um resultado de busca como persistido no banco.

```
"-NK_AYQOHvMzfVwm29vo": {
  "component": "SEARCH RESULT",
  "date": "2022-12-30T22:36:45.709Z",
  "detail": {
    "link": "https://www.healthline.com/nutrition/11-proven-health-benefits-of-chia-seeds",
    "rank": 2,
    "snippet": "Chia seeds are high in protein and fiber, both of which have been shown to aid weight loss.
    However, studies on chia seeds and weight loss have provided mixed ...",
    "taskId": "chia_seeds",
    "title": "Chia Seeds: 7 Health Benefits - Nutrition"
  },
  "type": "CLICK",
  "user_id": "dummyUID"
}
```

Trecho de código 6: Evento de clique em resultado de busca relativo à tarefa sementes de chia (*chia seeds*).

O tempo gasto em um resultado de busca pode ser obtido através de dois eventos. O primeiro evento é disparado após o clique em um resultado de busca e marca o tempo inicial em que a página de visualização do resultado de busca foi carregada. O segundo evento é disparado quando o botão de fechar (**X**) é clicado na interface, onde o tempo de encerramento da visualização do resultado é marcado. O tempo gasto pode ser calculado subtraindo-se o tempo de encerramento pelo tempo inicial. O Trecho de Código 7 mostra os eventos citados, onde o campo *type* indica se o evento é um evento de início, quando o resultado é carregado para visualização, ou se indica um evento de encerramento, quando a página de visualização é fechada.

```
"-NK_AYQ62T527rSyceSJ": {
  "component": "SEARCH RESULT PAGE VIEW",
  "date": "2022-12-30T22:36:45.718Z",
  "detail": {
    "resultTitle": "Chia Seeds: 7 Health Benefits - Nutrition",
    "resultUrl": "https://www.healthline.com/nutrition/11-proven-health-benefits-of-chia-seeds",
    "taskId": "chia_seeds"
  },
  "type": "START",
  "user_id": "dummyUID"
},
"-NK_Am33DfipWqlFLUJI": {
  "component": "SEARCH RESULT PAGE VIEW",
  "date": "2022-12-30T22:37:45.692Z",
  "detail": {
    "resultTitle": "Chia Seeds: 7 Health Benefits - Nutrition",
    "resultUrl": "https://www.healthline.com/nutrition/11-proven-health-benefits-of-chia-seeds",
    "taskId": "chia_seeds"
  },
  "type": "FINISH",
  "user_id": "dummyUID"
}
}
```

Trecho de código 7: Eventos de clique em resultado de busca relativo à tarefa sementes de chia (*chia seeds*).

O tempo gasto em uma tarefa de busca é obtido de forma semelhante, utilizando-se as informações dos eventos correspondentes. Já o tempo gasto na página de resultados de busca pode ser obtido através da subtração do tempo gasto na tarefa de busca pela soma do tempo gasto em cada resultado de busca visualizado pelo participante. Embora o *framework* ainda não forneça ferramentas para obtenção dessas medidas ou variáveis de maneira mais simples e direta, é possível extraí-las dos dados rastreados pelo sistema de busca durante a execução da tarefa. Nessa prova de conceito foi possível cobrir todos as medidas ou variáveis destacadas no trabalho original para análise dos resultados da pesquisa. Ainda, é importante ressaltar que os eventos já são persistidos sequencialmente no banco de dados, na ordem em que ocorrem, não havendo necessidade de ordenar os

eventos para analisar a sequência de ações executada pelo participante. Mas caso desejado, pode-se usar as data de ocorrência de cada evento para essa finalidade. Para um melhor detalhamento dos dados persistidos durante o experimento, vide o Apêndice B.

5.3 Considerações finais

A implementação atual, como discutido durante apresentação da prova de conceito, ainda apresenta limitações quanto à abrangência de experimentos em vieses cognitivos em sistemas de busca. Embora os experimentos apresentem certo padrão, como ocorre com o viés de confirmação (vide Seção 4.1.2) em que há algumas etapas bem definidas como a aplicação de questionários antes e após a realização das tarefas de busca, o protótipo não é flexível o bastante para atender as especificidades desses experimentos. Muito dessa falta de flexibilidade se dá em função dos requisitos e funcionalidades que não foram implementadas, como a manipulação e ordenação dos resultados da busca.

Vale ainda frisar que o foco de implementação do presente trabalho se deu em direção à implementação de um sistema de busca básico para a realização de experimentos na área. O principal objetivo do protótipo foi o de coletar os dados suficientes para a análise de dados do experimento em relação a uma tarefa de busca. Em virtude disso, deu-se prioridade para os requisitos mais genéricos das pesquisas na área. No entanto, a prova de conceito realizada mostrou que o protótipo atendeu ao objetivo proposto e foi possível contemplar grande parte do procedimento realizado pelo experimento avaliado. Esse resultados mostram que a solução proposta neste trabalho tem potencial para evoluir para uma solução mais robusta que atenda às pesquisas de modo mais abrangente.

Outro ponto digno de nota se dá em relação às limitações da tecnologia utilizada para implementação do *framework*. Aplicações *Web* rodam sobre navegadores *Web*, isto é, dentro de uma outra ferramenta com a qual o usuário pode interagir e executar ações imprevistas como recarregar o navegador ou sair de uma tarefa no meio de sua execução. O sistema também está sujeito a falhas externas de conexão de rede, dentre outros problemas. Apesar de tais limitações aumentarem a complexidade da implementação e manutenção da consistência dos dados coletados pelo sistema de busca, defende-se que as tecnologias utilizadas ainda são a melhor escolha do ponto de vista logístico, uma vez

que exige eventuais participantes dos experimentos de instalar a aplicação e dependências necessárias em seus dispositivos para realização do experimento. O experimento também se torna mais acessível, uma vez que basta uma conexão com a internet para poder participar.

Diante da experiência adquirida com a realização da prova de conceito os pontos de maior dificuldade foram a definição dos campos de instruções do experimento e a legibilidade do arquivo de configuração. Embora o arquivo de configuração no formato *.yaml* seja bem flexível a nível de tipos de dados que podem ser representados (e.g., listas, objetos e textos mais complexos como código HTML) a inserção de código HTML é feita como uma *string* multilinha e não é possível encontrar com facilidade os erros no código, sendo necessário salvar o arquivo de configuração, colocar o serviço para executar para então encontrar eventuais erros de codificação. Ainda, o arquivo de configuração tende a crescer à medida que os experimentos vão se tornando mais complexos, fazendo com que sua manutenção seja insustentável. Uma interface mais amigável para inserção do código HTML e da manutenção do arquivo de configuração é requerida para atingir maior facilidade de usabilidade e manutenção dos experimentos.

Por fim, tem-se que não houve maiores problemas para a adaptação do experimento, exceto pelos requisitos não implementados para o protótipo. Como retratado na prova de conceito, não foi possível alocar os participantes a determinadas condições de tarefa de forma automática nem realizar a ordenação dos resultados de busca a partir de resultados previamente selecionados pelos pesquisadores de forma direta, apontando algumas melhorias a serem feitas nesses quesitos. Embora a ordenação dos resultados de busca seja passível de ser realizada, seria necessário maior esforço para reproduzir essa parte do experimento, como discutido ao final da Seção 5.2.4. Em outras palavras, apesar de alguns requisitos não terem sido atendidos, foi possível configurar e reproduzir grande parte do experimento. Tão logo as informações necessárias para a realização do experimento foram extraídas, pouco esforço foi preciso para definir as configurações e instanciar o sistema de busca para a sua reprodução.

6 Conclusões

Até onde se sabe, não existem soluções específicas para suporte de experimentos em vieses cognitivos em sistemas de busca. Embora programas que permitam gravação de tela e captura das ações do usuário por meio de *logs* existam, tem-se que os mesmos aplicam-se a cenários genéricos e não atendem às demandas de experimentos na área. Experimentos que se utilizam desses programas precisam ser executados presencialmente. Caso contrário, seria necessário pedir aos participantes que instalassem os programas em seu dispositivo. Isso não só traria mais obstáculos para realização dos experimentos como também poderia desestimular a participação. Nos trabalhos analisados, esse tipo de solução só foi utilizada para experimentos de natureza qualitativa e aplicados presencialmente. Além disso, o desenvolvimento de uma interface para o sistema de busca que atenda às necessidades de pesquisa continua sendo necessário; o que é uma tarefa que exige muito tempo e esforço.

Com o levantamento de requisitos que seguiu a análise de diversos trabalhos foi possível identificar as principais necessidades de pesquisa e pontos comuns às metodologias empregadas nos experimentos, bem como as limitações presentes durante o processo. A partir de tais requisitos foi proposto um *framework* capaz de atender a tais necessidades e auxiliar tanto na realização dos experimentos, diminuindo de forma significativa o esforço necessário para desenvolver um sistema de busca de acordo com as especificidades da pesquisa, quanto na reprodutibilidade e comparação desses experimentos, o que antes não era viável.

Ainda que seja necessário esforço de programação para completar todos os requisitos levantados no presente trabalho o objetivo foi atingido com a prova de conceito. O experimento reproduzido foi configurado utilizando a estrutura disponibilizada pelo *framework* (arquivo de configuração YAML. Além da coleta dos dados para análise comportamental, mostrou-se que a solução apresentada possibilita que experimentos sejam feitos com mais facilidade e que dados dos experimentos podem ser trocados entre pesquisadores de maneira simples, uma vez que basta compartilhar o arquivo de configuração para que os experimentos sejam fielmente reproduzidos.

6.1 Limitações

Embora os trabalhos analisados para levantamento de requisitos no presente trabalho seja representativa, pelos motivos já discutidos na Seção 4.1, não foi feita uma revisão sistemática dos trabalhos em vieses cognitivos em sistemas de busca e alguns requisitos referentes a trabalhos não analisados podem não ter sido contemplados. O surgimento de novos trabalhos com novos requisitos que a solução apresentada poderá não atender também é uma possibilidade. Contudo, o *framework* foi pensado para que novas necessidades possam ser satisfeitas. Módulos e uma nova interface para o sistema de busca (cliente *Web*) podem ser adicionados, bem como novas métricas que possam vir a ser necessárias dependendo das necessidades de pesquisa. É importante ressaltar que esse tipo de solução não tem acesso ao índice de influência nas métricas de ranqueamento do motor de busca, o que pode limitar alguns experimentos.

Como dito anteriormente, o presente trabalho teve seu foco no desenvolvimento dos principais requisitos do *framework* para realização de um experimento básico e na disponibilização de um cliente *Web* capaz de fornecer os componentes necessários para realização de uma tarefa de busca. No entanto, ainda é necessário um maior esforço quanto à gestão dos dados do experimento. Alocar devidamente participantes a determinadas condições de tarefa, gerir os dados dos participantes e tornar a interface de configuração mais simples ainda são pontos necessários para que os objetivos sejam atingidos com maior grau de consistência.

6.2 Trabalhos futuros

Com a prova de conceito foi possível perceber tanto a importância de requisitos não implementados para reprodução total dos experimentos como foi possível compreender melhor os requisitos já levantados e quais os impactos desses requisitos para que a solução apresentada possa se consolidar. Em trabalhos futuros os requisitos já levantados serão reavaliados, novos requisitos serão expostos e pontos não contemplados no protótipo, como os requisitos não implementados e funcionalidades não tratadas, serão discutidos e desenvolvidos. Requisitos relativos à gestão do experimento e limitações apresentadas

durante a prova de conceito também serão considerados. Ainda, prevê-se o uso do *framework* em um cenário real de investigação a fim de verificar problemas de usabilidade e processamento dos dados dos experimentos.

Bibliografia

ALYASEEN, H. A. H. A systematic review of interactive information retrieval evaluation studies, 2007-2016. Çankaya Üniversitesi, 2017.

AZZOPARDI, L. Cognitive biases in search: a review and reflection of cognitive biases in information retrieval. In: *Proceedings of the 2021 conference on human information interaction and retrieval*. [S.l.: s.n.], 2021. p. 27–37.

BAEZA-YATES, R. Bias on the web. *Communications of the ACM*, ACM New York, NY, USA, v. 61, n. 6, p. 54–61, 2018.

BEHIMEHR, S.; JAMALI, H. R. Cognitive biases and their effects on information behaviour of graduate students in their research projects. *Journal of Information Science Theory and Practice*, Korea Institute of Science and Technology Information, v. 8, n. 2, p. 18–31, 2020.

BENSON, B. Cognitive bias cheat sheet. *Better Humans*, v. 1, 2016.

BOGDAN-MARTIN, D. Measuring digital development: Facts and figures 2021. In: *Technical report*. [S.l.]: International Telecommunications Union (ITU), 2021.

BOVENS, L. The ethics of nudge. In: *Preference change*. [S.l.]: Springer, 2009. p. 207–219.

CUNHA, M. *Sobre a Liberdade: o paternalismo libertário concilia deontologismo e consequencialismo?* [S.l.]: SciELO Brasil, 2020.

DRAWS, T. Understanding how algorithmic and cognitive biases in web search affect user attitudes on debated topics. In: *Proceedings of the 44th International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval*. [S.l.: s.n.], 2021. p. 2709–2709.

EYSENCK, M. W.; KEANE, M. T. *Cognitive Psychology: A Student Handbook*. [S.l.]: Psychology press, 2015.

FAY, C. R. Im not biased, am i? *Journal of Accountancy*, American Institute of Certified Public Accountants, v. 219, n. 2, p. 26, 2015.

FESTINGER, L. *A theory of cognitive dissonance*. [S.l.]: Stanford university press, 1957. v. 2.

FISCHER, K. A.; DAVIE, W. R. Confirmation bias, selective exposure & motivated reasoning: The polarization toolbox. In: *World Journalism Education Congress 2019, Paris, 2020*. [S.l.: s.n.], 2019. p. 148.

FOA, E. B.; FRANKLIN, M. E.; PERRY, K. J.; HERBERT, J. D. Cognitive biases in generalized social phobia. *Journal of abnormal psychology*, American Psychological Association, v. 105, n. 3, p. 433, 1996.

GARBARINO, E. C.; EDELL, J. A. Cognitive effort, affect, and choice. *Journal of consumer research*, The University of Chicago Press, v. 24, n. 2, p. 147–158, 1997.

- GATLIN, K. P.; COOLEY, L. G.; ELAM, A. G. Confirmation bias: Does it vary by culture or education level. *International Journal of Business Marketing and Management*, v. 4, n. 2, p. 40–43, 2019.
- GHENAI, A.; SMUCKER, M. D.; CLARKE, C. L. A think-aloud study to understand factors affecting online health search. In: *Proceedings of the 2020 conference on human information interaction and retrieval*. [S.l.: s.n.], 2020. p. 273–282.
- GILOVICH, T.; GRIFFIN, D.; KAHNEMAN, D. et al. *Heuristics and biases: The psychology of intuitive judgment*. [S.l.]: Cambridge university press, 2002.
- GOMROKI, G.; BEHZADI, H.; FATTAHI, R.; FADARDI, J. S. Identifying effective cognitive biases in information retrieval. *Journal of Information Science*, SAGE Publications Sage UK: London, England, p. 01655515211001777, 2021.
- HAUSMAN, D. M.; WELCH, B. Debate: To nudge or not to nudge. *Journal of Political Philosophy*, Blackwell Publishing Ltd Oxford, UK, v. 18, n. 1, p. 123–136, 2010.
- HILBERT, M. Toward a synthesis of cognitive biases: how noisy information processing can bias human decision making. *Psychological bulletin*, American Psychological Association, v. 138, n. 2, p. 211, 2012.
- INGWERSEN, P.; JÄRVELIN, K. *The turn: Integration of information seeking and retrieval in context*. [S.l.]: Springer Science & Business Media, 2006. v. 18.
- JR, B. E. W.; KITE, M. E. *Principles of research in behavioral science*. [S.l.]: Routledge, 2012.
- KAHNEMAN, D.; SLOVIC, S. P.; SLOVIC, P.; TVERSKY, A. *Judgment under uncertainty: Heuristics and biases*. [S.l.]: Cambridge university press, 1982.
- KATTENBECK, M.; ELSWEILER, D. Understanding credibility judgements for web search snippets. *Aslib Journal of Information Management*, Emerald Publishing Limited, 2019.
- KELLY, D. et al. Methods for evaluating interactive information retrieval systems with users. *Foundations and Trends® in Information Retrieval*, Now Publishers, Inc., v. 3, n. 1–2, p. 1–224, 2009.
- KELLY, D.; SUGIMOTO, C. R. A systematic review of interactive information retrieval evaluation studies, 1967–2006. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, Wiley Online Library, v. 64, n. 4, p. 745–770, 2013.
- KESELMAN, A.; BROWNE, A. C.; KAUFMAN, D. R. Consumer health information seeking as hypothesis testing. *Journal of the American Medical Informatics Association*, BMJ Group BMA House, Tavistock Square, London, WC1H 9JR, v. 15, n. 4, p. 484–495, 2008.
- KNOBLOCH-WESTERWICK, S.; JOHNSON, B. K.; WESTERWICK, A. Confirmation bias in online searches: Impacts of selective exposure before an election on political attitude strength and shifts. *Journal of Computer-Mediated Communication*, Oxford University Press Oxford, UK, v. 20, n. 2, p. 171–187, 2015.

- KULSHRESTHA, J.; ESLAMI, M.; MESSIAS, J.; ZAFAR, M. B.; GHOSH, S.; GUMMADI, K. P.; KARAHALIOS, K. Quantifying search bias: Investigating sources of bias for political searches in social media. In: *Proceedings of the 2017 ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work and Social Computing*. [S.l.: s.n.], 2017. p. 417–432.
- KUMPULAINEN, S.; HUURDEMAN, H. C. et al. Shaken, not steered: The value of shaking up the search process. In: *SCST@ ECIR*. [S.l.: s.n.], 2015.
- LEI, M.; CLEMENTE, I. M. Addressing bias in human cognition and computer systems: when the information age meets a global pandemic. In: ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF COMPUTING IN EDUCATION (AACE). *Innovate Learning Summit*. [S.l.], 2020. p. 471–477.
- LEVY, N. Nudges in a post-truth world. *Journal of medical ethics*, Institute of Medical Ethics, v. 43, n. 8, p. 495–500, 2017.
- MASSEY, L. F. Confirmation bias: An american political, religious, and personal dilemma. *Pennsylvania Literary Journal (2151-3066)*, v. 13, n. 1, 2021.
- MYERS, D. G. et al. *Myers, David G. Social psychology*. [S.l.]: McGraw-Hill, 2016.
- NICKERSON, R. S. Confirmation bias: A ubiquitous phenomenon in many guises. *Review of general psychology*, SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA, v. 2, n. 2, p. 175–220, 1998.
- NOVIN, A.; MEYERS, E. Making sense of conflicting science information: Exploring bias in the search engine result page. In: *Proceedings of the 2017 conference on conference human information interaction and retrieval*. [S.l.: s.n.], 2017. p. 175–184.
- POGACAR, F. A.; GHENAI, A.; SMUCKER, M. D.; CLARKE, C. L. The positive and negative influence of search results on people’s decisions about the efficacy of medical treatments. In: *Proceedings of the ACM SIGIR International Conference on Theory of Information Retrieval*. [S.l.: s.n.], 2017. p. 209–216.
- POTHIRATTANACHAIKUL, S.; YAMAMOTO, T.; YAMAMOTO, Y.; YOSHIKAWA, M. Analyzing the effects of document’s opinion and credibility on search behaviors and belief dynamics. In: *Proceedings of the 28th ACM International Conference on Information and Knowledge Management*. [S.l.: s.n.], 2019. p. 1653–1662.
- POTHIRATTANACHAIKUL, S.; YAMAMOTO, T.; YAMAMOTO, Y.; YOSHIKAWA, M. Analyzing the effects of ”people also ask” on search behaviors and beliefs. In: *Proceedings of the 31st ACM Conference on Hypertext and Social Media*. [S.l.: s.n.], 2020. p. 101–110.
- PRADEL, F. *Biased Political Information in Search Engines and Their Effects*. Tese (Doutorado) — Universität zu Köln, 2022.
- RIEGER, A.; DRAWS, T.; THEUNE, M.; TINTAREV, N. This item might reinforce your opinion: Obfuscation and labeling of search results to mitigate confirmation bias. In: *Proceedings of the 32nd ACM Conference on Hypertext and Social Media*. [S.l.: s.n.], 2021. p. 189–199.

- SHOKOUHI, M.; WHITE, R.; YILMAZ, E. Anchoring and adjustment in relevance estimation. In: *Proceedings of the 38th International ACM SIGIR Conference on research and development in information retrieval*. [S.l.: s.n.], 2015. p. 963–966.
- SINHA, A. R.; GOYAL, N.; DHAMNANI, S.; ASIJA, T.; DUBEY, R. K.; RAJA, M.; THEOCHAROUS, G. Personalized detection of cognitive biases in actions of users from their logs: Anchoring and recency biases. *arXiv preprint arXiv:2206.15129*, 2022.
- SLOMAN, S.; FERNBACH, P. *The knowledge illusion: Why we never think alone*. [S.l.]: Penguin, 2018.
- SUNSTEIN, C. R. Why nudge? In: *Why Nudge?* [S.l.]: Yale university press, 2014.
- SUZUKI, M.; YAMAMOTO, Y. Analysis of relationship between confirmation bias and web search behavior. In: *Proceedings of the 22nd International Conference on Information Integration and Web-based Applications & Services*. [S.l.: s.n.], 2020. p. 184–191.
- THALER, R. H.; SUNSTEIN, C. R. *Nudge: Improving decisions about health, wealth, and happiness*. [S.l.]: HeinOnline, 2008.
- THINKING, fast and slow. New York: Farrar, Straus and Giroux, 2017. ISBN 9780374275631 0374275637.
- WHITE, R. Beliefs and biases in web search. In: *Proceedings of the 36th international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval*. [S.l.: s.n.], 2013. p. 3–12.
- WHITE, R. W.; HORVITZ, E. Belief dynamics and biases in web search. *ACM Trans. Inf. Syst.*, Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, v. 33, n. 4, may 2015. ISSN 1046-8188. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/2746229>.
- XU, L.; ZHUANG, M.; GADIRAJU, U. How do user opinions influence their interaction with web search results? In: *Proceedings of the 29th ACM Conference on User Modeling, Adaptation and Personalization*. [S.l.: s.n.], 2021. p. 240–244.

A - Regras para referências nas Tabelas 4.1, 4.2 e 4.3

Neste apêndice encontra-se o mapeamento entre os números presentes nas tabelas 4.1, 4.2 e 4.3 e os trabalhos analisados para levantamento de requisitos do *framework*. Cada número no apêndice corresponde à citação de um determinado trabalho, que pode ser encontrado com mais detalhes nas referências bibliográficas.

Tabela A.1: Relação entre índices e trabalhos analisados

Índice	Referência
[1]	(KESELMAN; BROWNE; KAUFMAN, 2008)
[2]	(WHITE, 2013)
[3]	(WHITE; HORVITZ, 2015)
[4]	(KNOBLOCH-WESTERWICK; JOHNSON; WESTERWICK, 2015)
[5]	(SHOKOUHI; WHITE; YILMAZ, 2015)
[6]	(POGACAR et al., 2017)
[7]	(KULSHRESTHA et al., 2017)
[8]	(NOVIN; MEYERS, 2017)
[9]	(POTHIRATTANACHAIKUL et al., 2019)
[10]	(KATTENBECK; ELSWEILER, 2019)
[11]	(SUZUKI; YAMAMOTO, 2020)
[12]	(POTHIRATTANACHAIKUL et al., 2020)
[13]	(GHENAI; SMUCKER; CLARKE, 2020)
[14]	(BEHIMEHR; JAMALI, 2020)
[15]	(XU; ZHUANG; GADIRAJU, 2021)
[16]	(RIEGER et al., 2021)
[17]	(SINHA et al., 2022)

B - Arquivo JSON com informações do banco de dados do experimento

Neste apêndice se encontram os dados completos como persistidos no banco de dados utilizado para implementação do protótipo. No arquivo JSON apresentado abaixo, estão os dados coletados para a descrição da prova de conceito apresentada no presente trabalho. Por questões de visualização, o arquivo foi dividido em duas partes.

```

{
  "dummyUID": {
    "chia_seeds": {
      "events": {
        "-NK_AUW5M2215r3pXNfZ": {
          "component": "TASK",
          "date": "2022-12-30T22:36:29.731Z",
          "detail": {
            "taskId": "chia_seeds"
          },
          "type": "BEGIN",
          "user_id": "dummyUID"
        },
        "-NK_AYQ0HvMzfvvm29vo": {
          "component": "SEARCH RESULT",
          "date": "2022-12-30T22:36:45.709Z",
          "detail": {
            "link": "https://www.healthline.com/nutrition/11-proven-health-benefits-of-chia-seeds",
            "rank": 2,
            "snippet": "Chia seeds are high in protein and fiber, both of which have been shown to aid weight loss. However, studies on chia seeds and weight loss have provided mixed ...",
            "taskId": "chia_seeds",
            "title": "Chia Seeds: 7 Health Benefits - Nutrition"
          },
          "type": "CLICK",
          "user_id": "dummyUID"
        },
        "-NK_AYQ62T527rSyceSJ": {
          "component": "SEARCH RESULT PAGE VIEW",
          "date": "2022-12-30T22:36:45.718Z",
          "detail": {
            "resultTitle": "Chia Seeds: 7 Health Benefits - Nutrition",
            "resultUrl": "https://www.healthline.com/nutrition/11-proven-health-benefits-of-chia-seeds",
            "taskId": "chia_seeds"
          },
          "type": "START",
          "user_id": "dummyUID"
        },
        "-NK_Am33DffpWqlFUJI": {
          "component": "SEARCH RESULT PAGE VIEW",
          "date": "2022-12-30T22:37:45.692Z",
          "detail": {
            "resultTitle": "Chia Seeds: 7 Health Benefits - Nutrition",
            "resultUrl": "https://www.healthline.com/nutrition/11-proven-health-benefits-of-chia-seeds",
            "taskId": "chia_seeds"
          },
          "type": "FINISH",
          "user_id": "dummyUID"
        }
      }
    }
  }
}

```

Trecho de código 8: (i) Banco de dados JSON com as informações coletadas durante a prova de conceito.

```

"-NK_AnvtkdmwsTHxWudG": {
  "component": "SEARCH RESULT",
  "date": "2022-12-30T22:37:53.354Z",
  "detail": {
    "link": "https://www.medicalnewstoday.com/articles/326112",
    "rank": 7,
    "snippet": "Aug 21, 2019 ... However, people interested in losing weight should consider adding chia seeds to their diet. They are a nutritious and healthful replacement for ...",
    "taskId": "chia_seeds",
    "title": "Can chia seeds help with weight loss? Nutrition facts and information"
  },
  "type": "CLICK",
  "user_id": "dummyUID"
},
"-NK_Anw-g8hs8xEqAZ-t": {
  "component": "SEARCH RESULT PAGE VIEW",
  "date": "2022-12-30T22:37:53.364Z",
  "detail": {
    "resultTitle": "Can chia seeds help with weight loss? Nutrition facts and information",
    "resultUrl": "https://www.medicalnewstoday.com/articles/326112",
    "taskId": "chia_seeds"
  },
  "type": "START",
  "user_id": "dummyUID"
},
"-NK_AwbwGa_kYb6DlyJ9": {
  "component": "SEARCH RESULT PAGE VIEW",
  "date": "2022-12-30T22:38:28.949Z",
  "detail": {
    "resultTitle": "Can chia seeds help with weight loss? Nutrition facts and information",
    "resultUrl": "https://www.medicalnewstoday.com/articles/326112",
    "taskId": "chia_seeds"
  },
  "type": "FINISH",
  "user_id": "dummyUID"
},
"-NK_AxLS8kYtrrIo2rX9": {
  "component": "TASK",
  "date": "2022-12-30T22:38:31.921Z",
  "detail": {
    "taskId": "chia_seeds"
  },
  "type": "FINISH",
  "user_id": "dummyUID"
}
},
"post_questionnaire_answers": [
  {
    "answer": "Not very effective",
    "question": "Now you have made your search, do you think that chia seeds is effective for dieting?"
  }
],
"post_questionnaire_filled": true,
"pre_questionnaire_answers": [
  {
    "answer": "A little knowledge",
    "question": "Do you know about chia seeds?"
  },
  {
    "answer": "Very effective",
    "question": "Do you think that chia seeds is effective for dieting?"
  }
],
"pre_questionnaire_filled": true
},
"demographic_survey_answers": {
  "Age": "18 - 24",
  "Education": "Bachelors degree",
  "Gender": "Male"
},
"demographic_survey_filled": true,
"email": "dummy@gmail.com",
"name": "Dummy User"
}
}

```

Trecho de código 9: (ii) Banco de dados JSON com as informações coletadas durante a prova de conceito.

C - Arquivo de configuração utilizado para a prova de conceito

Neste apêndice se encontra o arquivo de configuração utilizado para a prova de conceito descrita no presente trabalho. O arquivo de configuração contém todos os dados apresentados e citados na monografia, inclusive informações que porventura não foram mencionadas.

```

name: Analysis of Relationship between Confirmation Bias and Web Search Behavior
summary: "
  <p>In this experiment, we aim to analyze the relationship between web search behavior
  and confirmation bias, in which people prefer to browse
  information that supports their existing opinions and beliefs. Understanding the user behavior
  in face of this bias is of great importance to mitigate negative effects in decision making.</p>
  <p>If you want to help us in this study, please, sign in with your google account and
  proceed to the next page, where you can read the informed consent form to participate in
  our experiment.</p>
  "
icf: "
  <p>Some data will be collected for the experiment. Your email and name will be saved so that
  we can contact and identify you in case of some problem or if you want your data to be deleted
  cause you decided not to participate anymore. Some search tasks will be shown in the interface
  and data of your interaction with the elements of the search system will be tracked during them,
  in order to collect the necessary data for behavioral analysis. Only data necessary for
  understanding your search behavior will be collected. We will keep just your name and email,
  as stated before.</p>
  <p>Do you want to proceed?</p>
  "
demographic_survey:
  title: Demographic Survey
  description: Please fill out this survey for a great research
  questions:
  - Gender:
    - Male
    - Female
    - N/A
  - Age:
    - 0 - 17
    - 18 - 24
    - 25 - 34
    - 35 - 44
    - 45 - 54
    - 55 - 64
    - 65 - 74
    - 75 or more
  - Education:
    - Less than HS diploma
    - High School
    - Some college
    - Bachelors degree
    - Higher education

```

Trecho de código 10: (i) Arquivo de configuração utilizado para a prova de conceito.

```
tasks:
- title: chia seeds
  description: Do chia seeds have good effects on the diet?
  id: chia_seeds
  instructions: "
    <p>Have in mind the following scenario while performing the task:</p>
    <p><i>Please imagine that you recently had a medical checkup
    at your company. You were disappointed to know that
    your triglyceride levels were high, and you were almost
    obese. You decided to lose weight because you thought
    that you shouldn't live a life in the same way in your
    twenties. Later, you asked one of your health-conscious
    colleagues what was his key to stay in his shape. Then
    you learned that he maintained his shape by eating a
    superfood called \"chia seeds\" every day. Furthermore,
    the colleague gave you the following information about
    \"chia seeds\".</i></p>
    <p>Chia seeds is:</p>
    <ul>
      <li>Rich in omega-3 fatty acids, which are a fat-burning component</li>
      <li>foreign celebrities use this healthy food and it is becoming popular</li>
    </ul>
    <img src='/images/biased.png'/>
    <hr/>
    <p>Follow the steps below to answer the question, \"Is chia
    seeds effective for weight loss?\". First, browse a
    list of search results and their links. When you have
    reached a convincing conclusion about whether chia
    seeds are effective for weight loss, please stop
    your search and enter your final opinion.</p>
    "
  pre_questionnaire:
- question: Do you know about chia seeds?
  options:
- No knowledge at all
- Not much knowledge
- A little knowledge
- Have a lot of knowledge
- Have enough knowledge
- question: Do you think that chia seeds is effective for dieting?
  options:
- No effect
- Not very effective
- Moderately effective
- Very effective
- Sufficiently effective
  post_questionnaire:
- question: Now you have made your search, do you think that chia seeds is effective for dieting?
  options:
- No effect
- Not very effective
- Moderately effective
- Very effective
- Sufficiently effective
  components_configuration:
  search_bar:
  visibility: false
  default_query: chia seeds is effective for diet
```

Trecho de código 11: (ii) Arquivo de configuração utilizado para a prova de conceito.

```
- title: quinoa
description: Do quinoa have good effects on the diet?
id: quinoa
instructions: "
  <p>Have in mind the following scenario while performing the task:</p>
  <p><i>Please imagine that you recently had a medical checkup
  at your company. You were disappointed to know that
  your triglyceride levels were high, and you were almost
  obese. You decided to lose weight because you thought
  that you shouldn't live a life in the same way in your
  twenties. Later, you asked one of your health-conscious
  colleagues what was his key to stay in his shape. Then
  you learned that he maintained his shape by eating a
  superfood called \"quinoa\" every day. Furthermore,
  the colleague gave you the following information about
  \"quinoa\".</i></p>
  <p>Quinoa is:</p>
  <ul>
    <li>Rich in omega-3 fatty acids, which are a fat-burning component</li>
    <li>foreign celebrities use this healthy food and it is becoming popular</li>
  </ul>
  <p>Remember of being cautious in your search. More than half of the health information
  on the Internet is incorrect!</p>
  <img src='/images/critical.png' />
  <hr></hr>
  <p>Follow the steps below to answer the question, \"Is quino
  effective for weight loss?\". First, browse a
  list of search results and their links. When you have
  reached a convincing conclusion about whether quinoa is
  effective for weight loss, please stop
  your search and enter your final opinion.</p>
  "
pre_questionnaire:
- question: Do you know about quinoa?
  options:
  - No knowledge at all
  - Not much knowledge
  - A little knowledge
  - Have a lot of knowledge
  - Have enough knowledge
- question: Do you think that quinoa is effective for dieting?
  options:
  - No effect
  - Not very effective
  - Moderately effective
  - Very effective
  - Sufficiently effective
post_questionnaire:
- question: Now you have made your search, do you think that quinoa is effective for dieting?
  options:
  - No effect
  - Not very effective
  - Moderately effective
  - Very effective
  - Sufficiently effective
components_configuration:
  search_bar:
    visibility: false
    default_query: quinoa is effective for diet
```

Trecho de código 12: (iii) Arquivo de configuração utilizado para a prova de conceito.