

**ARQUITETURA
ALGORÍTMICA PARA
ATENÇÃO SUSTENTÁVEL: O
MODELO BE-PRODUCTIVE
COMO RESPOSTA À
SOBRECARGA COGNITIVA
NO CAPITALISMO DE
VIGILÂNCIA**

**ALGORITHMIC ARCHITECTURE FOR SUSTAINABLE ATTENTION: THE BE-
PRODUCTIVE MODEL AS A RESPONSE TO COGNITIVE OVERLOAD IN
SURVEILLANCE CAPITALISM**

Engenharias, Ciências da Saúde, Ciências Sociais Aplicadas •

14/06/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/781363235](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/781363235)

Fellype Samuel Dos Santos de Melo¹

Felipe Farias Palopoli²

Ricardo Marciano dos Santos³

Sandra Tavares Alves de Mello⁴

Aluana Santana Carlos⁵

Vinícius Marques da Silva Ferreira⁶

Alfredo Nazareno Pereira Boente⁷

Miguel Gabriel P. de Carvalho⁸

Thiago Monarca Leone D'Durand⁹

Cláudio Bispo de Jesus da Costa¹⁰

RESUMO

A economia da atenção contemporânea, sob a égide do capitalismo de vigilância, consolidou sistemas de recomendação que priorizam o engajamento imediato, frequentemente resultando em exaustão cognitiva e impactos adversos na agência do usuário. O presente trabalho propõe o modelo Be-Productive, uma arquitetura algorítmica centrada na "curadoria intencional" e na preservação da reserva cognitiva. A investigação parte do problema do déficit atencional sistêmico para formular uma solução baseada em Edge AI e filtragem multiobjetivo. A metodologia empregada consistiu na validação da arquitetura por meio de Simulação Baseada em Agentes (ABM) com mil indivíduos virtuais, comparando a performance de uma baseline comercial com o modelo proposto. Os resultados indicam que a arquitetura Be-Productive demonstra robustez no cenário simulado, preservando significativamente a reserva cognitiva (Cohen's d) e reduzindo a divergência entre a intenção declarada do usuário e seu consumo real. Conclui-se que é tecnicamente viável estruturar sistemas de recomendação que atuem como agentes de proteção ao usuário, provando que a eficiência algorítmica não precisa ser predatória. O modelo estabelece um caminho pragmático para o design de tecnologias voltadas ao bem-estar digital e ao alinhamento de valores éticos.

Palavras-chave: Sistemas de Recomendação; Saúde Mental; Capitalismo de Vigilância; Ética Algorítmica; Inteligência Humana.

ABSTRACT

The contemporary attention economy, under the aegis of surveillance capitalism, has consolidated recommendation systems that prioritize immediate engagement, often resulting in cognitive exhaustion and adverse impacts on user agency. This paper proposes the Be-Productive model, an algorithmic architecture

centered on "intentional curation" and the preservation of cognitive reserve. The investigation stems from the problem of systemic attentional deficit to formulate a solution based on Edge AI and multi-objective filtering. The methodology employed consisted of validating the architecture through Agent-Based Modeling (ABM) with one thousand virtual individuals, comparing the performance of a commercial baseline with the proposed model. The results indicate that the Be-Productive architecture demonstrates robustness in the simulated scenario, significantly preserving cognitive reserve (Cohen's ;) and reducing the divergence between the user's declared intention and their actual consumption. It is concluded that it is technically feasible to structure recommendation systems that act as agents for user protection, proving that algorithmic efficiency does not need to be predatory. The model establishes a pragmatic path for designing technologies focused on digital well-being and ethical value alignment.

Keywords: Recommender Systems; Mental Health; Surveillance Capitalism; Algorithmic Ethics; Human Intelligence.

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas duas décadas, as infraestruturas digitais transmutaram radicalmente a dinâmica da interação social, o consumo de mídia e os fluxos de trabalho, tornando-se mediadoras onipresentes da informação e do entretenimento. No entanto, o rápido avanço e a adoção massiva dessas tecnologias trouxeram consigo o que sociólogos e psicólogos pesquisadores denominam "crise de atenção". Trata-se de um fenômeno sistêmico em que a capacidade de concentração humana, o foco sustentado e a deliberação profunda são sistematicamente fragmentados por algoritmos

projetados com um único propósito: a retenção máxima do usuário na tela.

O problema central, portanto, distancia-se de abordagens moralistas que culpam o indivíduo por uma suposta "falha de disciplina" ou falta de força de vontade. Pelo contrário, a fragmentação da atenção é uma externalidade direta e calculada de modelos econômicos que operam sob a lógica do capitalismo de vigilância (ZUBOFF, 2019). Zuboff postula que, neste paradigma, a experiência humana é continuamente capturada como matéria-prima gratuita e traduzida em dados comportamentais. Estes dados são processados para prever, modular e direcionar as ações dos indivíduos.

Nesse regime sociotécnico, cada interação minuciosa o tempo de hesitação antes de um clique, a velocidade de uma rolagem de tela (*scroll*) ou uma pausa efêmera em um vídeo é microscópicamente quantificada. Esses dados alimentam sistemas de recomendação em tempo real que mapeiam e exploram vulnerabilidades psicológicas inerentes à condição humana. A disputa predatória pela atenção converte esse recurso cognitivo, que é biologicamente limitado, em um ativo econômico altamente rentável e disputado por corporações globais, criando o que se descreve como uma "ecologia da atenção" marcadamente tóxica, dominada pela reatividade, pela indignação e pelo consumo compulsivo (CITTON, 2017).

Estudos recentes de grande escala no campo da saúde coletiva e da psicologia cognitiva indicam que essa saturação algorítmica não é inofensiva. Ela está intrinsecamente ligada a um aumento vertiginoso nos índices de exaustão digital, ansiedade crônica e a uma perda progressiva da agência deliberativa do sujeito,

fenômenos frequentemente agrupados sob o termo "fadiga atencional" (HARI, 2022). O usuário moderno encontra-se preso em um estado de vigilância constante e processamento reativo, incapaz de se desconectar ou de direcionar seu foco para atividades de maior significado e complexidade a longo prazo.

Diante dessa conjuntura crítica, o presente artigo apresenta o modelo Be-Productive, uma proposta robusta de arquitetura algorítmica que subverte a predação atencional vigente. Em vez de maximizar o engajamento bruto e irrestrito de curto prazo, o sistema proposto é projetado para atuar ativamente como um "airbag cognitivo", protegendo e preservando a utilidade sustentável da atenção do usuário. A pesquisa busca responder à seguinte inquietação científica e técnica: é viável integrar a regulação cognitiva e o respeito à saúde mental em tempo real diretamente no núcleo matemático dos sistemas de recomendação, mitigando a dependência algorítmica sem que, para isso, tenhamos que abrir mão da eficiência técnica e computacional?

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Economia da Atenção e Mediação Algorítmica

A base conceitual da economia da atenção repousa na premissa de que, numa era definida pela superabundância de informações e estímulos, o recurso genuinamente escasso passa a ser a capacidade humana de processá-los. O foco tornou-se o gargalo. Em mercados digitais maduros, a informação deixou de ser o ponto de estrangulamento; a atenção do usuário é a verdadeira moeda de troca.

Sistemas comerciais otimizados por aprendizado de máquina apropriaram-se de princípios do behaviorismo para capturar esse recurso. Valem-se de esquemas de recompensas intermitentes, análogos aos mecanismos encontrados em máquinas caça-níqueis, para manter o usuário num estado de zapping contínuo, no qual a busca deliberada por conteúdo é suplantada por uma sucessão de impulsos reativos. O design de interface, como o gesto de puxar para atualizar (pull-to-refresh) e a reprodução automática (autoplay), condiciona o cérebro a antecipar picos imprevisíveis de dopamina. Harris (2019) sustenta que o design da esmagadora maioria dessas plataformas é otimizado para a extração do tempo humano, não para o benefício, educação ou bem-estar do indivíduo. A inteligência artificial por trás dos feeds não compreende o que é proveitoso para o usuário. Ela compreende, com precisão cirúrgica, o que o impede de fechar o aplicativo.

2.2. Cognição Dual: Sistema 1 Vs. Sistema 2

A sustentação psicológica do modelo proposto ancora-se na teoria dos sistemas duais de tomada de decisão, consolidada pelo economista comportamental e psicólogo Daniel Kahneman (2011). A mente humana opera em dois modos qualitativamente distintos.

O Sistema 1 é rápido, instintivo, emocional e subconsciente. É ele que funciona no piloto automático, reagindo de forma quase reflexa à *thumbnails* sensacionalistas, cores vibrantes como os pontos vermelhos de notificações, e manchetes polarizadoras. O Sistema 2, em contraste, é lento, reflexivo e analítico, exigindo esforço voluntário para operar. Ele é convocado para resolver problemas complexos, ler textos aprofundados ou perseguir metas de longo prazo.

O elemento crítico que a literatura contemporânea sobre cognição sublinha é que o Sistema 2 constitui um recurso escasso e metabolicamente custoso, que se esgota com rapidez diante da sobrecarga cognitiva e da fadiga decisória (PAAS et al., 2023). Quando o usuário é bombardeado por centenas de microdecisões e estímulos acelerados, sua capacidade executiva drena. Os algoritmos de recomendação convencionais alimentam-se quase exclusivamente do Sistema 1. O modelo Be-Productive, em contrapartida, é arquitetado para proteger, preservar e dar suporte estrutural ao Sistema 2, intervindo antes que a exaustão atencional se instale.

2.3. Ética e Alinhamento de Valores em Sistemas de Inteligência Artificial

Em resposta aos danos colaterais do design extrativista, emergiu a subárea de pesquisa conhecida como *Value-Aligned RecSys*, isto é, Sistemas de Recomendação Alinhados a Valores Humanos. Essa vertente propõe que os algoritmos de recomendação transcendam métricas como CTR (Click-Through Rate) e incorporem, em sua função matemática de otimização, dimensões éticas como justiça distributiva, promoção da pluralidade, mitigação de bolhas de filtro e fomento ao bem-estar psicológico (STRAY et al., 2021).

O desafio central dessa área é o da tradução: converter imperativos éticos abstratos em tensores e variáveis calculáveis por uma rede neural. A proposta Be-Productive insere-se nesse campo ao tratar a reserva cognitiva do usuário não como subproduto irrelevante, mas como restrição matemática e ética inviolável dentro do próprio algoritmo de recomendação.

3. METODOLOGIA

A presente pesquisa adota abordagem metodológica estruturada sobre dois eixos complementares: a concepção de uma arquitetura algorítmica proativa, o modelo Be-Productive, e sua subsequente validação empírica simulada.

Conceitualmente, a modelagem operacionaliza o "Pacto de Ulisses", isto é, a terceirização racional do autocontrole para uma estrutura rígida externa. O sistema faculta ao usuário, em momento de descanso e lucidez (Sistema 2), o estabelecimento de metas explícitas de consumo informacional. Ao detectar um ciclo de consumo impulsivo gerido pelo Sistema 1, os algoritmos reconfiguram o feed e introduzem fricções positivas na arquitetura, como a dessaturação cromática, a redução sintética da fluidez de rolagem e o ranqueamento exclusivo de conteúdos densos. Essa intervenção cessa o automatismo reativo sem oferecer rotas fáceis de cancelamento. As ferramentas convencionais de bem-estar digital falham nesse ponto específico: exigem autorregulação no exato momento de maior esgotamento cognitivo do usuário.

O motor de recomendação sustenta-se sobre três pilares computacionais. O primeiro, Diferenciação Qualitativa via Dinâmica Temporal, emprega modelos matemáticos de processos pontuais, especificamente os Processos de Hawkes, para modelar a distribuição temporal dos eventos de consumo. Sessões de longa duração sem interrupções bruscas são classificadas como consumo intencional, ao passo que transições em alta frequência, como cinquenta vídeos curtos em dez minutos, são identificadas como excitação residual, sinalizando risco de esgotamento cognitivo. O segundo pilar, Edge AI e Privacidade, responde ao paradoxo da

vigilância benevolente processando toda inferência matemática, cálculo de fadiga e monitoramento da velocidade de rolagem estritamente no dispositivo local do usuário. O servidor recebe apenas ordens binárias de ajuste do feed, preservando o anonimato absoluto dos metadados comportamentais. O terceiro pilar, Filtragem Multiobjetivo pelo critério Min-Norm, substitui a otimização unidimensional por engajamento imediato: o ranqueamento passa a ser penalizado pelo seu elo mais fraco, de modo que conteúdos identificados por classificadores de IA como portadores de alto grau de clickbait ou potencial compulsivo tenham sua posição rebaixada independentemente de sua popularidade global, assegurando a preservação da reserva cognitiva.

Diante da inviabilidade prática de conduzir testes disruptivos em plataformas comerciais ao vivo, a validação empírica da arquitetura foi conduzida pelo método de Simulação Baseada em Agentes (ABM, do inglês Agent-Based Modeling). O experimento instanciou um ecossistema com 1.000 agentes virtuais (usuários simulados), distribuídos de forma log-normal para refletir níveis variáveis de impulsividade, propensão ao desconto hiperbólico e reservas cognitivas máximas. Cada agente foi submetido a uma sessão intensiva de 60 passos iterativos de interação.

O modelo de teste baseou-se em configuração paralela (A/B test). Um Grupo Controle interagiu com o Algoritmo Baseline, otimizado exclusivamente para cliques imediatos, enquanto o Grupo Experimental utilizou o Algoritmo Be-Productive. O desempenho foi aferido por duas variáveis dependentes centrais: a Reserva Cognitiva Retida, mensurando a capacidade de foco remanescente do agente ao fim da sessão, e a Divergência de Kullback-Leibler (KL), avaliando

a distância estatística entre o comportamento de consumo executado e a intenção inicial declarada pelo agente.

No desenvolvimento desta pesquisa, ferramentas de inteligência artificial generativa foram empregadas de forma delimitada e metodologicamente controlada. O serviço Perplexity AI foi utilizado como suporte à identificação, organização e verificação de referências bibliográficas e fontes acadêmicas, operando sempre a partir de critérios previamente estabelecidos pelos pesquisadores. Modelos de linguagem de grande escala, entre os quais o Gemini, foram acionados exclusivamente como auxiliares na revisão redacional, contribuindo para o aprimoramento da clareza, coesão e fluidez textual, sem incidência sobre o conteúdo substantivo dos argumentos, os procedimentos metodológicos ou os resultados apresentados. O recurso a essas ferramentas observou estrita conformidade com a Política de Integridade na Atividade Científica do CNPq, instituída pela Portaria nº 2.664, de 6 de março de 2026, que exige a declaração explícita do emprego de IA generativa e de sua finalidade, permanecendo a concepção do estudo, a análise dos dados e a redação final do manuscrito sob responsabilidade exclusiva dos autores (BRASIL, 2026, art. 9º, I, c-d).

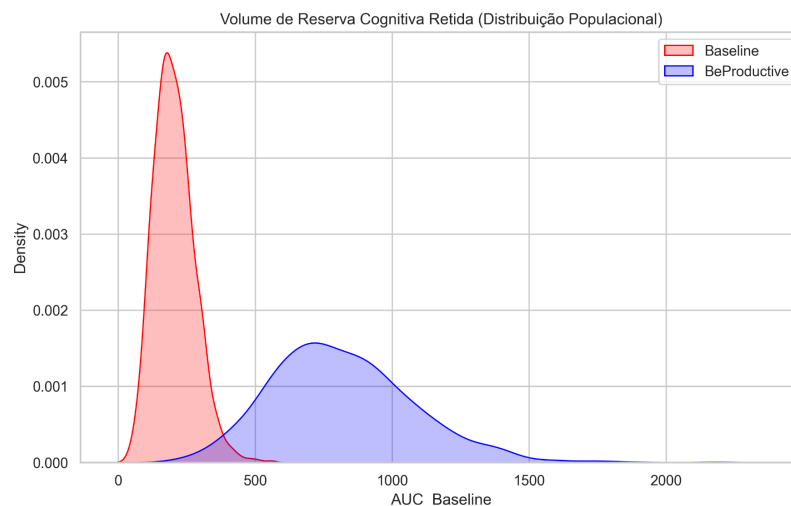
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O processamento computacional da Simulação Baseada em Agentes gerou um vasto arcabouço empírico, totalizando mais de 60.000 observações iterativas. Este substancial volume de dados permitiu uma análise microscópica do comportamento sistêmico e a subsequente interpretação de suas amplas repercussões teóricas e práticas. De forma analítica e estruturada, o modelo Be-Productive demonstrou notável robustez técnica na blindagem do foco e na

manutenção da reserva cognitiva dos agentes. A apresentação e a discussão dos resultados estão fundamentadas em três métricas analíticas e desdobram-se nas implicações éticas, bem como nas limitações inerentes ao estudo.

A métrica primária avaliada foi o volume de reserva cognitiva retida ao final da simulação, quantificada rigorosamente através da Área Sob a Curva (AUC) da função de desgaste do usuário. Os resultados desta avaliação objetiva estão dispostos na figura abaixo.

Figura 1: Distribuição da Reserva Cognitiva Preservada



Fonte: Elaboração própria (2026).

A inspeção visual e matemática da Figura 1 evidencia uma separação abismal entre as distribuições probabilísticas das duas abordagens. Extraem-se dois fatores estatísticos centrais:

- Magnitude do Efeito ($Cohen's d = 3,25$): Na disciplina de estatística comportamental, um índice de Cohen's d igual a 0,8 já é considerado um efeito de larga escala. O valor aferido de 3,25 denota uma transformação estrutural no sistema. Isso significa, na prática, que a preservação cognitiva média de um usuário protegido pelo modelo Be-Productive encontra-se a mais de

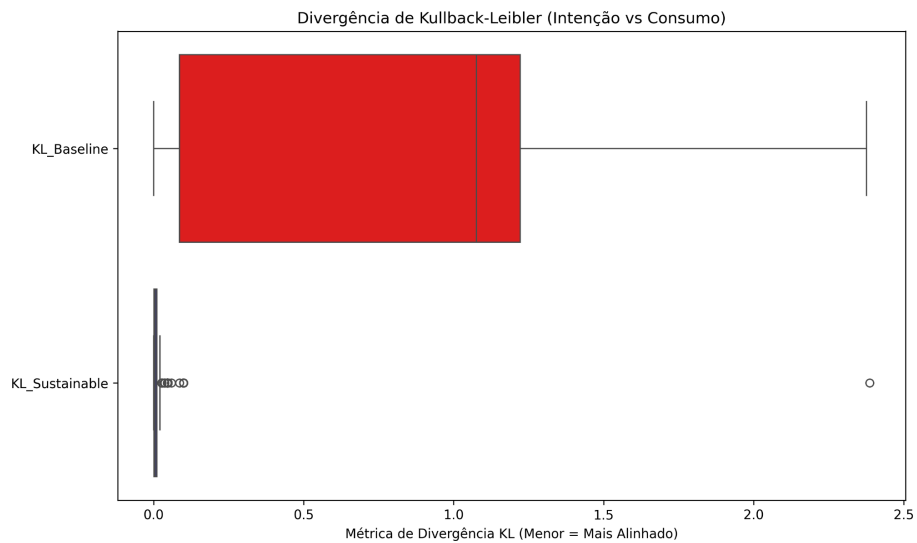
três desvios padrão acima da média de um usuário submetido ao algoritmo tradicional. Não se trata de um mero atraso na fadiga, mas da quase completa prevenção do colapso atencional.

- Significância Estatística ($p < 10^{-300}$): Este índice confere segurança quase absoluta de que as divergências não são ruídos estocásticos, mas consequências diretas e causais da aplicação da lógica de "fricção positiva" e da reclassificação multiobjetivo.

Interpretação e Implicações Teóricas: À luz da literatura existente, estes achados corroboram as premissas de Kahneman (2011) sobre a exauribilidade do Sistema 2 e as assertivas de Zuboff (2019) sobre a intencionalidade predatória do design contemporâneo. A comprovação de que uma arquitetura algorítmica consegue blindar a cognição indica que a "predação atencional" não é uma fatalidade técnica insolúvel ou um efeito colateral irremediável da modernidade digital, mas uma escolha de design otimizada para modelos de negócios extrativistas. Ao atuar ativamente para mitigar esse dreno, o Be-Productive prova ser matematicamente factível o redirecionamento dos mesmos algoritmos de ponta não para explorar, mas para proteger a utilidade cognitiva final.

O segundo pilar analítico avaliou a capacidade sistêmica em honrar o livre-arbítrio e a agência original do usuário. Utilizou-se a métrica de Divergência de Kullback-Leibler (KL), oriunda da teoria da informação, para calcular a distância entre a *intenção declarada* pelo agente (ex.: o desejo inicial de estudar) e o seu *consumo real* induzido pela plataforma.

Figura 2: Divergência de Kullback-Leibler (Intenção vs Consumo)



Fonte: Elaboração própria (2026).

A interpretação métrica revela contrastes operacionais severos:

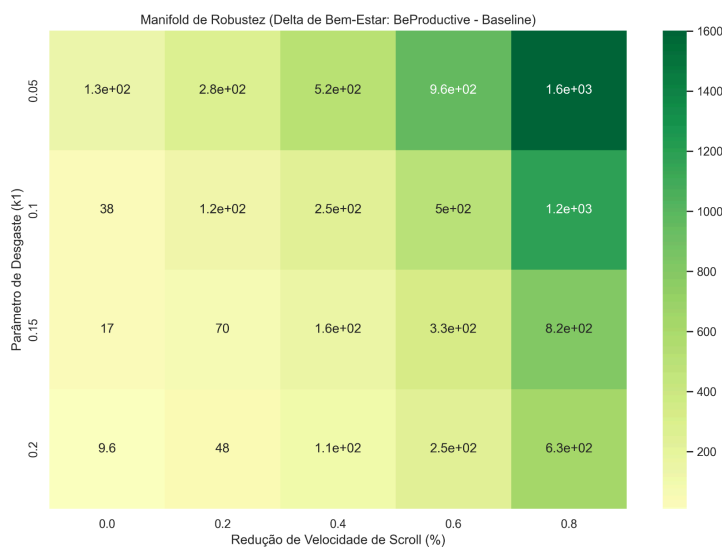
- Algoritmo Baseline: Promove uma alta divergência KL, atuando algorítmica e ativamente para desviar o usuário de seus objetivos declarados a fim de maximizar o consumo irrestrito de "conteúdos isca". Observa-se claramente o fenômeno empírico do "sequestro da intenção".
- Algoritmo Be-Productive: Mantém a mediana e a dispersão interquartil rigorosamente comprimidas e próximas a zero. O sistema garante matematicamente que as flutuações de navegação do usuário permaneçam ancoradas às metas estabelecidas durante os períodos de controle do Sistema 2.

Interpretação e Implicações Teóricas: Em termos sociotécnicos, isto indica que o indivíduo virtual sob o regime do Be-Productive raramente perde o controle da sua jornada de navegação. Este resultado dialoga de forma direta com as diretrizes propostas pelo movimento de *Value-Aligned RecSys* (STRAY et al., 2021). O modelo consolida, em código, a eficácia do Pacto de Ulisses: terceirizando o autocontrole para a máquina em favor do próprio indivíduo. A conversão da inteligência artificial de vetor de distração para uma

âncora de intencionalidade sugere uma reformulação profunda na Interação Humano-Computador.

Um sistema cibernético fechado pode apresentar resultados ilusórios se os parâmetros de laboratório forem perfeitamente calibrados para o sucesso (overfitting). Para refutar essa hipótese e garantir a validade dos dados, aplicaram-se severas simulações de estresse via Método de Monte Carlo, variando erratically as taxas de fadiga intrínseca dos usuários (κ_1) e seus graus de impulsividade.

Figura 3: Manifold de Robustez Atencional



Fonte: Elaboração própria (2026).

Os resultados visualizados na topologia da matriz demonstram a hegemonia absoluta da coloração verde, o que atesta ganhos de saldo cognitivo em praticamente todos os quadrantes do gráfico. Tais evidências indicam que os benefícios da arquitetura Be-Productive persistem indenes mesmo sob cenários simulados de alta vulnerabilidade do usuário (agentes configurados com altíssima impulsividade ou baixa reserva máxima). A eficácia da arquitetura, portanto, prova-se como uma correção fundamental de *design*, e não uma otimização marginal frágil.

A análise evidencia o conflito econômico inerente à proposta: sistemas que protegem a cognição reduzem, por definição, o tempo de uso, contrariando métricas centrais da economia da atenção como MAU/DAU e tempo de tela (HARRIS, 2019).

Isso implica a necessidade de novos modelos de negócio, como assinaturas premium, soluções B2B focadas em produtividade ou adequação a regulações estatais, como o Digital Services Act (DSA), que exige transparência e mitigação de riscos em plataformas de grande escala.

Sob a ótica da ética computacional, há um avanço relevante: o uso de Edge AI desloca o processamento para o dispositivo do usuário, evitando vigilância centralizada. O modelo opera de forma opt-in e local, alinhado ao conceito de privacy by design.

Metodologicamente, há limites claros. Por se basear em Simulação Baseada em Agentes (ABM), os resultados validam o modelo em ambiente controlado, sem variáveis humanas reais. Agentes sintéticos não reproduzem fatores como pressão social, FOMO ou influência interpessoal (ALLCOTT et al., 2021).

Essas limitações não invalidam o modelo, mas indicam a necessidade de validação empírica. Recomenda-se a realização de estudos in vivo, com testes longitudinais em usuários reais, avaliando não só a redução do tempo de tela, mas também bem-estar, recaídas cognitivas e aceitação das fricções algorítmicas.

5. CONCLUSÃO

O modelo conceitual e algorítmico Be-Productive estabelece as premissas para um novo paradigma na disciplina da Interação

Humano-Computador. A pesquisa demonstrou com clareza cristalina e significância estatística que o alinhamento de valores éticos profundos no núcleo de sistemas de inteligência artificial não se restringe a debates filosóficos ou cartas de princípios. Trata-se, sobretudo, de uma factibilidade pragmática de engenharia algorítmica.

Mediante o amálgama refinado de processos matemáticos duais temporalmente sensíveis (para separar intenção de compulsão), equações dinâmicas de fadiga, o resguardo computacional proporcionado pelo *Edge AI* e filtros punitivos aplicados de forma holística ao processo de ranqueamento, foi possível estruturar uma rede de segurança sólida. Este sistema opera ativamente como um guardião incorruptível da agência humana em um ciberespaço severamente congestionado e frequentemente hostil.

A dupla contribuição deste trabalho ecoa na engenharia e na sociedade. Para a indústria e os desenvolvedores, oferta-se um arcabouço (*framework*) matemático replicável e fundamentado em evidências para o *design* de aplicações de nova geração que priorizem genuinamente o bem-estar mental de seus consumidores. No espectro crítico, o modelo provê uma poderosa ferramenta argumentativa científica e técnica que desconstrói a narrativa mercadológica hegemônica. A exaustão mental coletiva e a subserviência aos *feeds* de recomendação ilimitados sob a economia da vigilância não constituem o ápice evolutivo inevitável da tecnologia; o futuro promissor das inovações reside na transição estrutural de arquiteturas que nos "consomem" para arquiteturas que nos "capacitam e preservam".

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGARWAL, A. et al. **Disentangling system-1 and system-2 contributions to user return with hawkes processes.** arXiv preprint arXiv:2406.01611, 2024.

ALLCOTT, H. et al. **Digital addiction.** NBER Working Paper 28936, 2021.

BRASIL. **Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Portaria nº 2.664, de 6 de março de 2026. Institui a Política de Integridade na Atividade Científica do CNPq.** Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 11 mar. 2026, p. 4.

CITTON, Y. **The Ecology of Attention.** Polity Press, Cambridge, 2017.

HARI, J. **Foco Roubado.** Vestígio, Rio de Janeiro, 2022.

HARRIS, T. **Optimizing for engagement.** Testimony before U.S. Senate, 2019.

KAHNEMAN, D. **Thinking, Fast and Slow.** Farrar, Straus and Giroux, New York, 2011.

PAAS, F. et al. **Cognitive load theory.** Journal of Medical Education, 2023.

STRAY, J. et al. **What are you optimizing for? aligning recommender systems with human values.** ICML 2021. arXiv:2107.10939, 2021.

ZUBOFF, S. **The Age of Surveillance Capitalism.** PublicAffairs, New York, 2019.

6. APÊNDICE

A fim de conferir total transparência e permitir a reprodutibilidade acadêmica rigorosa das lógicas operacionais e dos testes do modelo Be-Productive, apresentam-se nas seções abaixo os pilares da sua formulação físico-matemática. O objetivo deste apêndice é transpor as metáforas do corpo do texto (como a distinção conceitual do Sistema 1 e 2) para a sintaxe processual dos algoritmos.

Um modelo tradicional de previsão temporal falha em capturar o "vício" da rolagem de tela porque trata todos os acessos do usuário como eventos independentes. O Processo de Hawkes introduzido corrige esta deficiência assumindo a premissa comportamental real: engajamentos passados induzem matematicamente uma probabilidade maior de engajamentos futuros em um curto intervalo de tempo.

A intensidade total instantânea de interação do usuário, denotada por $\lambda(t)$, é decomposta em duas frentes analíticas distintas. O algoritmo aprende a separar matematicamente o que constitui a excitação imediata de uma navegação passiva (Sistema 1) da busca de longo prazo e profunda intencionalidade (Sistema 2):

$$\lambda(t) = \mu + \sum_{t_k \in K, t_k < t} \alpha_1 e^{-\beta_1(t-t_k)} + \sum_{t_m \in M, t_m < t} \alpha_2 e^{-\beta_2(t-t_m)}$$

- μ : Representa a taxa basilar ou espontânea de interação (o usuário abriria o aplicativo independentemente de qualquer estímulo externo prévio).
- Conjunto \mathcal{K} : Aglomera eventos diagnosticados como oriundos de consumo rápido, superficial e impulsivo (Sistema 1). Estes eventos disparam saltos bruscos na intensidade de retorno

caracterizados por uma elevada magnitude momentânea (α_1), que, no entanto, sofrem um fulminante processo de decaimento ao longo dos próximos segundos ou minutos (β_1).

- Conjunto *M*: Condensa ocorrências pautadas pelo engajamento profundo e intencional (Sistema 2). Os picos de excitação para tais eventos não são caracterizados por picos agressivos na liberação sináptica (representando um ganho mais moderado α_2), mas, contudo, deixam traços residuais resilientes e de longa persistência temporal no padrão de escolhas do indivíduo, fazendo com que a taxa de "esquecimento" do modelo (β_2) tenda à proximidade de zero ($\beta_2 \rightarrow 0$).

Na proposta do Be-Productive, a agência deliberativa humana e sua capacidade sustentada de focar (Reserva Cognitiva, referenciada por R) não são percebidas apenas como um atributo estático, mas sim modeladas rigorosamente sob o aspecto de uma grandeza cinemática que interage num sistema dinâmico. A exaustão é assim monitorada via uma Equação Diferencial Ordinária (EDO):

$$\frac{dR(t)}{dt} = \mu_{rest} (R_{max} - R(t)) - [\kappa_1 v_{scroll}(t) + \kappa_2 v_{alt}(t)]$$

O princípio fundamental da equação demonstra a taxa instantânea de mudança da reserva cognitiva, balanceando fatores de "recarga" e "consumo":

$\mu_{rest}(R_{max} - R(t))$: Este componente define o vetor de recuperação psíquica intrínseca. Ele postula que momentos de pausa ou consumo altamente orgânico permitem ao cérebro restabelecer homeostase até o seu teto máximo, R_{max} .

$v_{scroll}(t)$ e $v_{alt}(t)$: Traduzem, em dados primários captados on-device, os sensores comportamentais brutos. O primeiro mensura a velocidade agressiva do polegar (scroll) por segundo, enquanto o segundo conta a taxa de alternância repentina do contexto e interrupções que despedaçam continuamente a estrutura da linha de raciocínio. Os fatores multiplicadores κ_1 e κ_2 regulam a gravidade penal destes hábitos no esgotamento psicológico calculado pelo sistema. Sempre que $R(t)$ submerge abaixo do traçado Limiar Crítico de Operação, o sistema local dispara imediatamente os bloqueios dinâmicos e intervenções corretivas (Fricção Positiva).

A última barreira algorítmica foca no ranqueamento e inserção dos cards ou vídeos antes da exibição visual da recomendação para a interface gráfica. Em vez de médias ponderadas falhas (onde um vídeo excelente num aspecto poderia mascarar um perigo extremo noutro), o escore de mérito global \mathcal{Q} é imposto por uma filtragem drástica:

$$Q(i, u) = [\sum w_k f_k(i, u)] \times \min_m (1 - P_m(i))$$

Nesta modelagem, os termos sumários $\sum w_k f_k(i, u)$ consolidam todo o peso do histórico, pertinência natural ao perfil do usuário (u) e qualidades positivas intrínsecas ao item exibido (i). Todavia, o termo crítico reside na função multiplicadora final orientada por min-norm: $\min_m (1 - P_m(i))$. Aqui, $P_m(i)$ compreende o veredicto probabilístico do m-ésimo detector de nocividade do Edge AI (avaliando graus predatórios de táticas de isca - clickbait, conteúdos de sobrecarga e reatividade compulsória, etc.). Ao valer-se do operador do mínimo matemático (\min), constrói-se o preceito de que a segurança e o alinhamento de uma publicação serão julgados impiedosamente pelo seu fator mais frágil e perigoso. Destarte, inviabiliza-se em definitivo que a simples viralidade momentânea suplante, de

alguma forma, os imperativos irrevogáveis ditados pela saúde e segurança cognitivas do usuário humano.

¹ Orcid: <https://orcid.org/0009-0000-3274-0343>

² Orcid: <https://orcid.org/0009-0004-8638-8129>

³ Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9031-1608>

⁴ Orcid: <https://orcid.org/0009-0007-7974-2750>

⁵ Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5032-5784>

⁶ Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3664-3510>

⁷ Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2718-4917>

⁸ Orcid: <https://orcid.org/0009-0000-6691-9990>

⁹ Orcid: <https://orcid.org/0009-0005-6371-4902>

¹⁰ Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2962-4012>