

O SMARTPHONE COMO VEÍCULO PARA ALGORITMOS DE RETENÇÃO DE USUÁRIOS EM APLICATIVOS MOBILE

1st Vitor Laperriere de Faria

Departamento de Ciência da Computação (DCC)

Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

Belo Horizonte, Brasil

vitorlape@ufmg.br

Resumo—O smartphone ocupa parcela significativa do tempo desperto dos brasileiros. Este trabalho analisa o smartphone como uma infraestrutura técnica e institucional e propõe uma representação ontológica que articula três eixos: as intenções institucionais que projetam a retenção, as técnicas e respostas psicológicas que ela mobiliza e os mecanismos técnicos que a operacionalizam. Para representar esse arranjo, construiu-se uma ontologia formal em OWL validada com o raciocinador HermiT. A ontologia foi implementada no protótipo Foco Tela, que reconstrói episódios de uso, deriva métricas passivas e produz indicadores comportamentais potencialmente associados ao uso problemático, sem converter sinais ou métricas em diagnóstico. Como demonstração de viabilidade técnica (N=1), o protótipo operou por uma semana sobre dados reais de uso em um smartphone Android. A principal contribuição é integrar uma ontologia formal a um protótipo funcional, utilizando a ontologia como base semântica para organizar conceitos, métricas e indicadores relacionados ao uso do smartphone.

Index Terms—smartphone, retenção de usuários, instituições algorítmicas, ontologia OWL, bem-estar digital

I. INTRODUÇÃO

De acordo com a pesquisa realizada pela União Internacional de Telecomunicações (UIT), 4 em cada 5 pessoas no mundo possuem telefone celular [1]. No Brasil, de acordo com uma pesquisa divulgada pelo IBGE em 2024, 167,5 milhões de pessoas com 10 anos ou mais possuem telefone celular para uso pessoal, o que representa 88,9% da população nessa faixa etária [2]. Esses números evidenciam a difusão do smartphone como infraestrutura cotidiana para comunicação, acesso a serviços e interação mediada por algoritmos.

Em 2023, o relatório *State of Mobile*, produzido pela Data AI, indicou que o tempo médio gasto diariamente em aplicativos no smartphone pelos brasileiros foi de 5,02 horas por dia, o que corresponde a aproximadamente 30% do tempo em que uma pessoa permanece acordada [3]. Isso demonstra que o smartphone concentra parte expressiva do cotidiano e organiza interações recorrentes com aplicativos, notificações, *feeds* e componentes do sistema operacional.

Diante desse cenário, torna-se necessário compreender como o uso do smartphone pode ser caracterizado, quais mecanismos técnicos participam da retenção dos usuários

e como diferentes padrões de uso podem ser representados formalmente. Essa análise busca diferenciar intensidade de uso, padrão problemático e prejuízo funcional, bem como compreender o papel de diferentes categorias de aplicativos nesse contexto.

Uma forma de compreender esse fenômeno consiste em interpretar o ecossistema digital como uma instituição algorítmica. Tratar algoritmos como instituições — conjuntos de regras e normas que estruturam possibilidades de ação, moldam comportamentos e reproduzem relações de poder de modo frequentemente opaco — desloca a análise do aplicativo isolado para o sistema de incentivos que o sustenta [4], [5]. Sob essa perspectiva, distingue-se aplicativos utilitários, voltados à realização de tarefas instrumentais, de aplicativos hedônicos, voltados ao entretenimento, à sociabilidade ou à recompensa imediata, sem que essa distinção implique qualquer julgamento de valor. Estudos prévios demonstraram a viabilidade técnica da coleta contextual, da inferência comportamental e do gerenciamento de interrupções em smartphones, enquanto a literatura psicológica caracterizou o uso problemático e seus correlatos.

O objetivo deste trabalho é propor e operacionalizar uma ontologia capaz de representar os mecanismos técnicos, psicológicos e institucionais relacionados ao uso do smartphone, utilizando-a como base semântica de um protótipo Android. Para isso, o smartphone é analisado como uma infraestrutura na qual operam instituições algorítmicas orientadas à retenção, sendo proposta uma representação que integra três eixos: as intenções institucionais que projetam a retenção, as técnicas e respostas psicológicas que ela mobiliza e os mecanismos técnicos de aplicativos e do sistema operacional que a operacionalizam.

Foram construídos dois artefatos articulados. O primeiro consiste em uma ontologia formal em OWL refinada de forma incremental e validada com o raciocinador HermiT, que representa formalmente os mecanismos técnicos, psicológicos e institucionais envolvidos no uso do smartphone. O segundo é o Foco Tela, um protótipo Android que implementa essa ontologia. O sistema reconstrói episódios de uso a partir de

dados locais, deriva métricas passivas e produz indicadores comportamentais potencialmente associados ao uso problemático, sem converter sinais ou métricas em diagnóstico. A ontologia opera como base semântica que organiza os conceitos e relacionamentos utilizados pelo protótipo, e essa articulação entre modelo formal e artefato operacional constitui a principal contribuição deste trabalho. Como demonstração de viabilidade técnica (N=1), o Foco Tela operou durante uma semana sobre dados reais de uso em um smartphone Android.

O restante do artigo está organizado da seguinte forma. A próxima seção revisa os trabalhos relacionados nos três eixos e posiciona a lacuna da pesquisa. Em seguida, apresenta-se a metodologia empregada na revisão de escopo e no refinamento da ontologia. Posteriormente, são apresentados os resultados, que incluem a ontologia OWL e o protótipo Foco Tela como uma contribuição integrada. Por fim, discutem-se as implicações, as limitações e os trabalhos futuros.

II. TRABALHOS RELACIONADOS

Esta seção cobre três vertentes necessárias para posicionar o trabalho. A primeira reúne estudos técnicos sobre coleta contextual, predição de comportamento e modulação de interrupções no smartphone. A segunda trata a literatura de instituições algorítmicas como lente para interpretar aplicativos, sistemas de recomendação e componentes do sistema operacional como arranjos de regras e incentivos. A terceira sintetiza a literatura psicológica usada na ontologia, com atenção à distinção entre uso intenso, uso problemático, instrumentos de mensuração, métricas passivas e prejuízos associados.

A. Mecanismos de engajamento e retenção

O estudo *PrefMiner*, proposto por Mehrotra et al. [6], investiga como aprender as preferências individuais de recebimento de notificações a partir da interação cotidiana dos usuários com o smartphone. Os autores constroem um mecanismo de gestão de notificações que minera regras de associação entre (i) características do conteúdo da notificação — representadas principalmente pelo título da mensagem — e (ii) o contexto de uso, com foco na localização do usuário, obtida pelo sistema operacional do dispositivo. A partir da interação do usuário (aceitar ou dispensar), o sistema sumariza os títulos, classifica e agrupa notificações semelhantes e extrai regras legíveis que indicam quais tipos de informação devem ser filtrados em cada local. Os resultados mostram que a combinação entre título da notificação e localização alcança alta precisão na previsão de notificações descartadas, reduzindo interrupções irrelevantes sem ocultar mensagens importantes. Essa abordagem evidencia como o próprio sistema operacional do smartphone pode funcionar como infraestrutura para mecanismos algorítmicos de engajamento e retenção de usuários, fornecendo insumos relevantes para a ontologia proposta neste trabalho.

Sarker et al. [7] introduzem o conceito de *ciência de dados móveis* a partir da ideia de que o smartphone funciona como um dispositivo de *life-logging*, que registra continuamente as atividades do usuário e do sistema operacional por meio de sensores e logs de uso. Com esses dados — chamadas, uso

de aplicativos, notificações, localização e contexto temporal e social — os autores aplicam técnicas de aprendizado de máquina, aprendizado profundo, processamento de linguagem natural e sistemas especialistas para construir aplicações “conscientes do contexto” (*context-aware*), capazes de adaptar de forma autônoma o comportamento do dispositivo ao contexto do usuário.

Em trabalhos subsequentes, os autores exploram diferentes desdobramentos dessa abordagem. Sarker et al. [8] utilizam registros de chamadas (*phone call logs*) para modelar atividades como atender, recusar ou originar ligações, considerando contextos temporal, espacial e social. Os resultados mostraram que modelos baseados em árvores, em especial o Random Forest, apresentam melhor desempenho na previsão dessas ações. Posteriormente, Sarker et al. [9] apresentam o conceito de *Mobile Expert System*, um sistema especialista baseado em regras do tipo *IF-THEN*, cuja arquitetura combina base de conhecimento, mecanismo de inferência e interface com o usuário para produzir decisões personalizadas a partir de padrões contextuais. Em conjunto esses estudos mostram como o smartphone pode atuar como infraestrutura para a coleta contextual, inferência comportamental e adaptação dinâmica de serviços, oferecendo fundamentos importantes para a modelagem das relações representadas na ontologia proposta.

O estudo de Chen et al. [10] aproxima-se diretamente do objetivo deste trabalho ao investigar e classificar momentos de uso do smartphone para “matar tempo”. Na discussão, os autores relacionam esses momentos a oportunidades ou janelas de *attention surplus* para a entrega de conteúdo e intervenções, sem tratar os dois conceitos como equivalentes. Os autores constroem um modelo multimodal de *deep learning* para classificar momentos de *time-killing* rotulados pelos próprios participantes. A aplicação coleta automaticamente dados de sensores e logs do smartphone, além de capturas de tela; posteriormente, os participantes revisam as capturas e anotam os períodos como *time-killing* ou não, bem como sua disponibilidade para notificações. O modelo de fusão alcança precisão de 0,83 e AUROC de 0,72, superando variantes que usam apenas sensores ou apenas imagens; ao segmentar os usuários em clusters de comportamento de uso e treinar modelos específicos por grupo, a precisão média sobe para 0,87 e a AUROC para 0,76. O estudo demonstra a viabilidade de combinar dados contextuais e rótulos fornecidos pelos participantes para classificar esses momentos, oferecendo subsídios para representar relações entre contexto, padrões de uso e mecanismos algorítmicos na ontologia proposta.

Em conjunto, esses estudos demonstram capacidades de coleta contextual, predição de comportamentos ou estados de uso e modulação de interrupções no smartphone. A lacuna está no nível de integração: eles tratam sinais, regras, contexto e intervenção como problemas técnicos localizados, mas não os conectam, em um mesmo modelo formal, ao mecanismo técnico empregado, à técnica psicológica mobilizada, à intenção institucional, ao contexto de uso e ao efeito associado. Essa lacuna justifica a ontologia proposta neste trabalho, concebida

para representar as relações entre essas dimensões sem reduzir o fenômeno a apenas um de seus eixos.

B. Instituições algorítmicas no ecossistema mobile

Na perspectiva das instituições algorítmicas, Filgueiras, Mendonça e Almeida [4], [5] propõem que algoritmos sejam entendidos como instituições que estruturam relações de poder em sociedades orientadas por dados e IA. Esses sistemas incorporam regras que determinam o que é visualizado, em que ordem e sob quais condições, estabelecendo rotinas, padrões de consumo de conteúdo e oportunidades de engajamento. Infraestruturas de dados, modelos preditivos e sistemas de recomendação compõem, assim, uma ordem algorítmica que opera de forma opaca e com baixa *accountability*. Neste trabalho, a aplicação dessa formulação ao ecossistema mobile constitui uma lente analítica, e não uma afirmação diretamente feita pelos artigos: aplicativos, sistemas de recomendação, notificações e componentes do sistema operacional são examinados como partes de arranjos institucionais que distribuem visibilidade, atenção e possibilidades de ação. Essa perspectiva sustenta o desenvolvimento da ontologia ao fornecer a base conceitual para modelar normas, regras e infraestruturas que influenciam o comportamento do usuário.

Em outra direção, Mendonça et al. [11] discutem como essas instituições algorítmicas produzem classificações, perfis e agrupamentos em *clusters*, mas também são confrontadas por micro-resistências cotidianas. A partir das noções de desidentificação e infrapolítica, os autores documentam práticas como recusar cookies, criar perfis ou contas alternativas e manipular deliberadamente entradas de dados para confundir classificações algorítmicas. Sob a lente adotada neste trabalho para o contexto mobile, o smartphone é examinado simultaneamente como dispositivo central dessa ordem algorítmica, por meio de notificações, recomendações e agendas que disputam o tempo do usuário, e como espaço possível para resistências sutis. Esses insights ajudam a definir como normas institucionais e comportamentos divergentes podem ser representados na ontologia proposta.

Os dois trabalhos voltados à governança defendem a democratização das instituições algorítmicas por meio de transparência, *accountability*, participação e arranjos de governança [4], [5]. Mendonça et al. [11], por sua vez, oferecem uma contribuição complementar ao examinar desidentificação e resistência cotidiana diante do poder classificatório dos algoritmos. A lacuna, para este trabalho, é transportar essa lente para o nível operacional do smartphone: a literatura institucional explica regras, poder e governança, mas não especifica sozinha como notificações, feeds, componentes do sistema operacional, métricas de uso e sinais comportamentais devem ser representados em um artefato formal. Essa transposição conceitual é proposta neste trabalho e fundamenta a modelagem do smartphone como uma infraestrutura técnico-institucional.

C. Comportamento do usuário

O uso intenso do smartphone, caracterizado por alta frequência ou duração, não equivale por si só ao uso prob-

lemático de smartphone (*problematic smartphone use*, PSU), constructo associado a falha de autorregulação, uso disfuncional ou prejuízo funcional. A literatura também recomenda cautela com o termo *smartphone addiction*: embora recorrente em estudos e instrumentos, ele permanece contestado e não deve ser tratado como sinônimo, subtipo ou diagnóstico de PSU [12]–[14]. Escalas como a SAS e a SAS-SV medem dimensões do constructo e apoiam o rastreio de risco autorrelatado; seus escores não constituem diagnóstico nem identificam, por si sós, pessoas diagnosticadas [15], [16].

No eixo da autorregulação, revisões relatam associações entre PSU e desregulação emocional, enquanto motivos de regulação de humor e de passar o tempo aparecem associados a padrões problemáticos de uso [17], [18]. A distração por smartphone inclui dimensões de atenção impulsiva, vigilância online, regulação emocional e multitarefa, e pode coexistir com hábitos de checagem ou uso repetitivo [19]. Esses resultados descrevem relações entre constructos e comportamentos, mas a predominância de desenhos observacionais não permite estabelecer direção causal.

PSU e uso problemático de redes sociais (*problematic social media use*, PSMU) são constructos distintos e parcialmente sobrepostos: o smartphone atua como meio para atividades específicas, sem que o uso problemático do dispositivo se reduza ao uso de redes sociais [20]. A literatura também registra associações entre PSU e menor qualidade de vida, bem como entre PSU e pior desempenho acadêmico, com heterogeneidade entre medidas e populações [21], [22]. Esses achados devem ser interpretados como associações, e não como prova de que PSU cause diretamente tais efeitos.

Por fim, instrumentos psicométricos e métricas passivas cumprem papéis diferentes. Escalas e questionários mensuram constructos autorrelatados, enquanto tempo de tela, duração e frequência de sessões, desbloqueios e notificações registram padrões observáveis de uso; isoladamente, essas métricas não inferem PSU, não constituem diagnóstico e não substituem a interpretação psicológica contextualizada [23]. Limitações de mensuração e dependência de autorrelato permanecem relevantes [12], [23]. Revisões sobre regulação emocional, sobreposição entre PSU e PSMU, qualidade de vida e desempenho acadêmico registram predominância de estudos correlacionais ou transversais, o que limita inferências temporais e causais [17], [20]–[22]. A comparação entre estudos também é dificultada pela diversidade de escalas, fundamentos conceituais e pontos de corte [12], [24], enquanto estimativas variam entre regiões e populações [24]. A síntese psicológica, portanto, oferece cautelas e constructos indispensáveis, mas não basta como explicação total do fenômeno; sua função neste trabalho é compor o eixo comportamental da ontologia junto aos mecanismos técnicos e às intenções institucionais.

Em conjunto, as três vertentes evidenciam que a literatura trata mecanismo técnico, intenção institucional e resposta psicológica do usuário como problemas de pesquisa paralelos, cada um circunscrito ao vocabulário da própria disciplina. A vertente técnica sabe captar sinais de uso e modular interrupções; a institucional sabe nomear o poder e a opacidade

desses arranjos; a psicológica sabe distinguir uso intenso de uso problemático com instrumentos validados. Nenhuma delas, isoladamente, formaliza a cadeia que liga mecanismo, intenção e resposta em um mesmo modelo verificável, e isso é o que a ontologia proposta neste trabalho busca representar.

III. METODOLOGIA

A. Revisão de escopo orientada à ontologia

O desenho adotado foi uma revisão de escopo orientada à construção ontológica, e não uma revisão sistemática completa. Na primeira camada, revisou-se literatura sobre três eixos principais: (i) mecanismos algorítmicos de engajamento e retenção em aplicativos móveis, com ênfase em modelos de gestão de notificações e em abordagens de *mobile data science*; (ii) o enquadramento teórico dos algoritmos como instituições, destacando como sistemas de recomendação, priorização de conteúdo e estruturas de interface governam tempo e atenção no ecossistema mobile; e (iii) comportamento de uso de smartphones, com atenção a padrões de uso, autorregulação, instrumentos e prejuízos associados.

Para a segunda etapa, foram executadas buscas tendo Google Scholar, PubMed/PubMed Central e Semantic Scholar como fontes principais. As *strings*, os filtros e as janelas de busca foram documentados no registro operacional. As *strings*, os filtros e as janelas de busca foram documentados no registro operacional, publicado no diretório docs/revisao-psicologia/ do repositório do projeto [25]. O corpus reuniu 40 candidatos, dos quais 14 foram efetivamente utilizados e tiveram conceitos extraídos para a ontologia; os 26 restantes não foram utilizados pela completude entregue dos primeiros e critérios de exclusão, e por isso não contribuíram diretamente para os deltas da OWL. Foram distribuídos em seis eixos: uso problemático de smartphone (PSU), autorregulação, atenção, compulsão e hábito, prejuízo e bem-estar, e mecanismos digitais.

A seleção seguiu critérios de inclusão (relação direta ou conceitual com smartphone, PSU, autorregulação, atenção ou bem-estar digital; contribuição para uma classe, relação, métrica ou efeito da ontologia) e de exclusão (uso do smartphone apenas como ferramenta de coleta, ausência de base científica, texto completo inacessível), priorizando publicações de 2014–2026 em português e inglês. Os campos centrais da extração agruparam conceito/termo e definição/achado; classificação ontológica e relações; instrumentos/métricas e efeitos; e tipo/suporte da evidência e observações. Identificadores, eixos e sugestões OWL completam o registro, publicado no mesmo repositório do projeto [25]. Scopus/Web of Science e APA PsycInfo estavam previstos como fontes possíveis no protocolo, mas não foram executados diretamente nesta rodada; por isso, a revisão sustenta a construção conceitual da ontologia, sem reivindicar exaustividade de revisão sistemática.

B. Elaboração de uma Ontologia Formal em OWL

Na segunda etapa da pesquisa, elaborou-se uma ontologia formal em OWL, usando Protégé/WebProtégé, para sintetizar um modelo conceitual que integra os três eixos mapeados na revisão: mecanismos técnicos de aplicativos e do sistema

operacional, intenções institucionais e padrões de uso do smartphone. A modelagem não buscou transformar cada artigo em uma instância documental; seu papel foi consolidar um vocabulário verificável para relacionar infraestrutura técnica, retenção e cautelas comportamentais.

O processo de modelagem foi conduzido de maneira incremental. A partir da revisão da Seção III-A, foram definidas perguntas de competência para orientar deltas pequenos e verificáveis, como distinguir uso intenso de uso problemático, separar métricas passivas de instrumentos psicométricos e representar sinais comportamentais sem inferir diagnóstico. As principais dimensões modeladas abrangeram os aplicativos e os mecanismos técnicos e do sistema operacional que os sustentam, as técnicas psicológicas e as intenções institucionais que eles mobilizam, o contexto e os episódios de uso, e as métricas, os efeitos e os instrumentos de mensuração associados ao comportamento do usuário; a estrutura completa de classes é apresentada na Seção IV-A.

Além das hierarquias, foram usadas propriedades para conectar essas facetas sem introduzir inferências clínicas indevidas, distinguindo vínculos operacionais e rastreáveis entre mecanismos, intenções, componentes, episódios, contextos, métricas e sinais de relações puramente documentais entre constructos psicológicos, mantidas como propriedades de anotação quando sua força inferencial não justificava axiomas de classe. Essa separação permitiu usar a ontologia como contrato semântico do protótipo sem converter associação, mensuração ou sinal observável em diagnóstico. A lista completa de propriedades é apresentada na Seção IV-A.

C. Refinamento incremental da ontologia OWL

A ontologia foi refinada para integrar três eixos explicativos: mecanismos técnicos de aplicativos e do sistema operacional, técnicas e respostas psicológicas, e intenções institucionais. O processo compreendeu sete rodadas de domínio e uma rodada estrutural. A rodada 1 estabeleceu a linha de base inicial pós-revisão de Psicologia. Nas rodadas posteriores de domínio, perguntas de competência orientaram deltas semânticos mínimos. Os deltas foram precedidos pela criação de backups e seguidos pela validação do artefato e pela atualização das decisões e dos registros documentais. Cada rodada era considerada encerrada quando o delta proposto atendia às perguntas de competência do escopo definido e a validação com HerMiT não reportava inconsistência ou classe insatisfatória.

O HerMiT foi executado por ROBOT em modo *headless* em algumas rodadas e pelo Protégé Desktop nas validações assim registradas, sem que a inspeção na interface tenha constituído uma etapa uniforme de todas as rodadas. A rodada estrutural teve escopo próprio de limpeza de axiomas residuais envolvendo `owl:topObjectProperty`, sem expandir o domínio. Depois dela, a OWL foi reaberta uma vez para formalizar `derivedFrom` como relação entre `BehavioralRiskSignal` e `PassiveUsageMetric`; esse delta preservou as contagens principais do artefato, acrescentou restrições rastreáveis entre

TABLE I
PERGUNTAS DE COMPETÊNCIA REPRESENTATIVAS.

CQ	Pergunta
1	A ontologia consegue diferenciar ProblematicSmartphoneUse de tempo de tela elevado?
3	A ontologia consegue representar que SmartphoneAddiction é constructo contestado relacionado, mas não equivalente, a ProblematicSmartphoneUse?
8	A ontologia consegue impedir a inferência de ProblematicSmartphoneUse a partir de uma única métrica passiva?
15	A ontologia e o protótipo conseguem representar um IntensifiedRetentionEpisode como convergência de sinais, contexto e mecanismo técnico conhecido, sem reduzir esse episódio a vício ou diagnóstico?

sinais e métricas e foi validado novamente com HermiT. A OWX resultante passou a ser a linha de base formal congelada.

D. Perguntas de competência e cautelas semânticas

O modelo inicial e a OWL de base já organizavam mecanismos técnicos, aplicativos, componentes do sistema operacional, técnicas psicológicas, intenções institucionais e contextos de uso para matar tempo. As perguntas de competência 1–17 orientaram e refinaram especificamente a distinção entre uso problemático de smartphone e métricas; padrões problemáticos, constructos contestados, constructos vizinhos e instrumentos; efeitos no usuário; uso problemático de redes sociais; e métricas passivas, sinais comportamentais, alertas e ações assistivas. A Tabela I apresenta quatro perguntas representativas desse processo; o conjunto completo das 17 perguntas está documentado no repositório do projeto [25].

A OWX atual não contém axiomas que permitam inferir ProblematicSmartphoneUse a partir de uma métrica isolada, nem equivalência ou relação de subclasse entre SmartphoneAddiction e esse constructo; o reasoner confirmou a ausência dessas classificações. Propriedades de anotação documentam relações, mas não produzem inferências de classe. Efeitos são registrados como associações documentais, sem afirmar causalidade, e instrumentos permanecem instrumentos de mensuração. O modelo não autoriza diagnóstico automático nem ação coercitiva.

E. Validação estrutural e lógica

O comando `xmllint --noout` foi usado para verificar a bem-formação do documento OWL/XML, não a sintaxe ou a semântica OWL integral. O carregamento no ecossistema OWL, incluindo o Protégé, verificou que o artefato podia ser lido como ontologia. O HermiT foi empregado para avaliar consistência, classificação e satisfatibilidade das classes. Essa validação atesta propriedades lógicas do artefato — consistência, satisfazibilidade e classificação —, mas não substitui uma validação conceitual por especialistas do domínio, não realizada nesta etapa.

TABLE II
SÍNTESE ESTRUTURAL DA OWL FINAL VALIDADA.

Elemento	Total
Classes	87
Propriedades de objeto	10
Propriedades de dados	5
Indivíduos nomeados	7
Axiomas SubClassOf	71
Restrições ObjectSomeValuesFrom	6
Axiomas EquivalentClasses	0
Axiomas SubObjectPropertyOf	0
Referências a owl:topObjectProperty	0

Na validação da rodada estrutural, o HermiT foi executado no Protégé Desktop e compararam-se as hierarquias *Asserted* e *Inferred*. O log registrou *Ontologies processed in 204 ms by HermiT*, sem erro, inconsistência ou classe insatisfável reportada. Em seguida, a reabertura pontual de *derivedFrom* também foi validada no Protégé Desktop: o log registrou *Ontologies processed in 33 ms by HermiT*, sem inconsistência nem classe insatisfável, e preservou o guardrail de que métricas passivas não inferem ProblematicSmartphoneUse.

IV. RESULTADOS

A. Ontologia OWL

A ontologia resultante organiza o smartphone como uma infraestrutura técnico-institucional de retenção, integrando mecanismos técnicos, intenções institucionais e aspectos comportamentais em um único modelo formal. O artefato OWL final contém 87 classes, 10 propriedades de objeto, 5 propriedades de dados, 7 indivíduos nomeados e 71 axiomas SubClassOf. A Tabela II resume essa estrutura de forma consolidada. A diferença em relação à contagem estrutural anterior decorre da formalização posterior de *derivedFrom*, que acrescentou quatro restrições existenciais ligando sinais comportamentais às métricas passivas que os sustentam.

A ontologia apresentada neste resultado é a materialização direta do processo incremental descrito na metodologia, no qual revisões de literatura, rodadas de modelagem e validações lógicas sucessivas foram combinadas para estabilizar o vocabulário conceitual e suas restrições formais, sem introduzir inferências clínicas ou diagnósticas.

A taxonomia de aplicativos preserva os ramos *App* → *HedonicApp* → *SocialNetworkApp* e *App* → *UtilitarianApp* → *ProductivityApp*, mantendo a distinção entre uso hedônico e uso instrumental sem transformar a categoria do aplicativo em juízo clínico ou moral.

As classes centrais do modelo compreendem *App*, *TechnicalMechanism*, *OSComponent*, *PsychologicalTechnique*, *InstitutionalIntention*, *UsageContext*, *UsageEpisode*, *BehaviorPattern*, *UsageMetric*, *EffectOnUser*, *MeasurementInstrument* e *BehavioralRiskSignal*.

A camada técnico-institucional do modelo explicita a articulação entre quatro dimensões centrais: aplicativos, mecan-

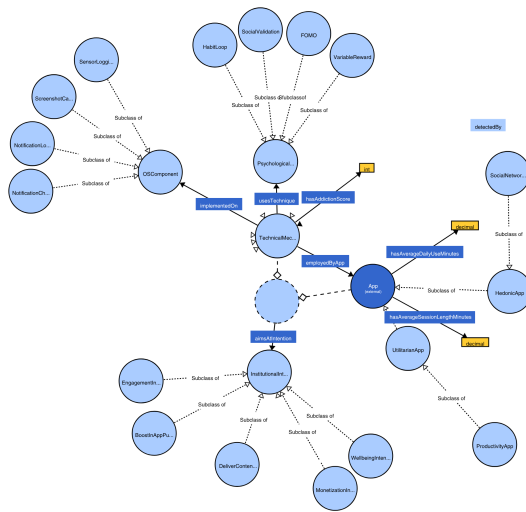


Fig. 1. G1 – Infraestrutura técnico-institucional da retenção. O grafo reúne entidades e relações formais da OWL.

ismos técnicos, componentes do sistema operacional e intenções institucionais. Essa estrutura não apenas conecta entidades, mas organiza um espaço semântico no qual técnicas psicológicas e mecanismos computacionais podem ser analisados em conjunto sem colapsar níveis de interpretação distintos.

As propriedades de objeto podem ser agrupadas funcionalmente em três blocos. [...] O terceiro bloco reúne relações de rastreabilidade e transição entre níveis, como `detectedBy`, `hasUsageState`, `derivedFrom`, `triggersAlert` e `suggestsAssistiveAction`.

Os sete indivíduos nomeados da ontologia correspondem a instrumentos psicométricos e a amostras de estudos usados como evidência: SAS, SAS-SV, SDS, DERS e WHOQOL tipam instrumentos de mensuração, enquanto Chen2023_TimeKillingSample e GeneralFusionModel_SensorPlusScreenshot ancoram o estudo de *time-killing* discutido nos Trabalhos Relacionados.

A Figura 1 apresenta a camada técnico-institucional da ontologia, na qual mecanismos técnicos, aplicativos, componentes do sistema operacional, técnicas psicológicas e intenções institucionais são representados como entidades formais conectadas por relações OWL. O grafo evidencia a integração dessas dimensões em um mesmo espaço semântico, permitindo rastrear como mecanismos e intenções se articulam na estrutura do sistema. As escolhas de modelagem refletem cautelas conceituais estabelecidas na literatura revisada.

A camada comportamental foi modelada de modo deliberadamente cauteloso. *ProblematicSmartphoneUse* e *ProblematicSocialMediaUse* permanecem como constructos distintos e parcialmente sobrepostos, enquanto *SmartphoneAddiction* foi representado como *ContestedConstruct*, nunca como diagnóstico nem como subclasse de *ProblematicSmartphoneUse*. As relações *overlapsWith*, *alternativeLabelFor*, *measuresConstruct* e *associatedWith* foram mantidas como propriedades de anotação: documentam sobreposição,

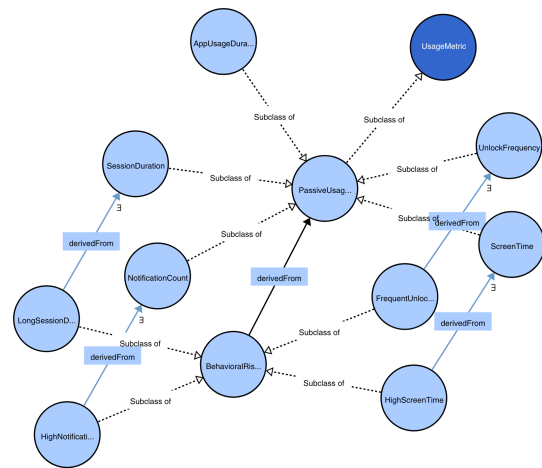


Fig. 2. G2 – Métricas passivas e relações derivadas.

rótulo histórico, alvo de mensuração ou associação reportada na literatura, mas não produzem inferência de classe. Essa escolha preserva as cautelas de trabalhos sobre uso problemático de smartphone, constructos contestados, sobreposição com redes sociais, regulação emocional, qualidade de vida e desempenho acadêmico [12]–[14], [17], [20]–[22].

O segundo recorte, mostrado na Figura 2, explicita a passagem de métricas passivas para sinais comportamentais de risco. `ScreenTime`, `SessionDuration`, `AppUsageDuration`, `NotificationCount` e `UnlockFrequency` são modelados como `PassiveUsageMetric` enquanto `HighScreenTime`, `LongSessionDuration`, `HighNotificationExposure` e `FrequentUnlocking` são representados como `BehavioralRiskSignal`. A propriedade `derivedFrom` conecta esses dois níveis, preservando a separação entre observação e interpretação, sem autorizar inferências diagnósticas a partir de métricas isoladas.

O processo de construção seguiu sete rodadas de domínio e uma rodada estrutural, nas quais foram incorporadas progressivamente classes, relações e restrições para representar padrões de uso, constructos contestados, instrumentos de mensuração, efeitos associados e sinais comportamentais derivados.

O HermiT foi usado como verificação lógica da ontologia. As validações não indicaram inconsistências nem classes insatisfatíveis, e as hierarquias inferidas permaneceram consistentes com as estruturas declaradas na ontologia. A OWL final, portanto, opera como um contrato semântico: ela define o que pode ser observado, relacionado e explicado, sem autorizar inferência diagnóstica automática.

B. Protótipo Foco Tela

O Foco Tela materializa a OWL em um protótipo Android-first, local e offline, organizado em cinco camadas funcionais. O catálogo utilizado pelo protótipo corresponde à materialização operacional da ontologia, preservando seus conceitos, relações e metadados necessários para interpretar os dados coletados e manter sua rastreabilidade ao longo do pipeline.

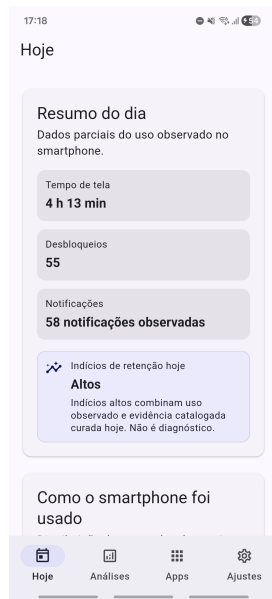


Fig. 3. *Hoje*: resumo diário com métricas observadas e síntese de indícios de retenção.

A primeira camada realiza a aquisição local de dados no Android, distinguindo permissões ausentes de ausência de uso e tratando notificações como eventos apenas quando o *Notification Listener* está ativo. A segunda camada reconstrói episódios de uso, utilizando *SmartphoneUsageEpisode* como unidade analítica. A terceira camada aplica o catálogo ontológico para associar aplicativos, mecanismos técnicos, técnicas psicológicas e intenções institucionais, derivando também o *score_total* por episódio de forma decomponível. A quarta camada organiza a apresentação na interface (*Hoje*, *Análises*, *Apps* e *Configurações*). A quinta camada implementa governança local, incluindo privacidade, versionamento de catálogo/OWL e rastreabilidade dos derivados.

A evolução do protótipo ocorreu de forma incremental. A V1 estabeleceu coleta de dados e reconstrução de episódios. A V2 introduziu análise longitudinal e métricas agregadas. A V3 reorganizou a interface em módulos persistentes. A versão final incorporou o *score_total*, associações técnico-institucionais no catálogo e síntese de sinais comportamentais. O desenvolvimento refina a implementação da ontologia no sistema sem alterar sua estrutura conceitual.

A demonstração N=1 utiliza dados reais de um smartphone Android Galaxy A73, em uma janela semanal, para validar o pipeline completo de coleta, reconstrução de episódios, agregação de métricas e aplicação do catálogo ontológico, sem inferência populacional ou validação psicológica.

As Figuras 3 e 4 ilustram a materialização da ontologia na interface diária. As métricas observadas são apresentadas antes da agregação interpretativa, enquanto a categorização decorre do catálogo ontológico versionado. Esse princípio estrutural se mantém em todas as telas do sistema. A ontologia não é executada como raciocinador em tempo real no dispositivo, mas incorporada como catálogo versionado que estrutura a

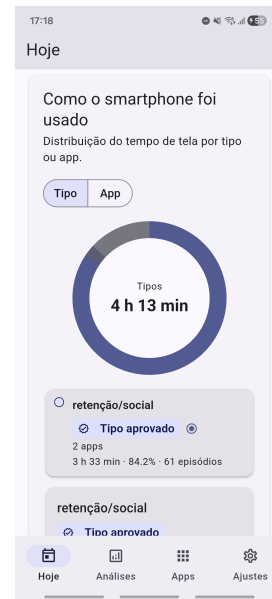


Fig. 4. *Hoje*: distribuição de uso por categoria de aplicativo. O sistema exibe uma leitura agregada (“Altos”) derivada de métricas e do *score_total*, cuja decomposição permanece na camada analítica rastreável.

leitura dos dados observados e suas agregações no nível da interface. Esse catálogo reúne métricas, episódios e associações entre aplicativos, mecanismos técnicos, técnicas psicológicas e intenções institucionais, com metadados de rastreabilidade dos artefatos. Na tela *Hoje*, o sistema apresenta métricas do dia, como tempo de tela, desbloqueios, seguidas da síntese “Indícios de retenção hoje”. A Figura 4 detalha a distribuição do uso por categoria de aplicativo. A categoria *retenção/social* concentra 3 h 33 min (84,2% do tempo de tela) e 61 episódios dentro do total de 4 h 13 min. Essa categorização não decorre apenas do volume de uso, mas da combinação entre dados observados no Android, identificação de aplicativos (*packageName*) e associações definidas no catálogo ontológico. A interface apresenta ainda uma leitura de superfície dos resultados, enquanto os mecanismos analíticos subjacentes permanecem rastreáveis na camada do sistema. O termo *score_total* e sua decomposição permanecem restritos à camada analítica do sistema, não sendo expostos diretamente na interface.

A Figura 5 apresenta a agregação semanal baseada em episódios reconstruídos e métricas passivas, deslocando a análise do nível diário para uma perspectiva longitudinal. A janela de 7 dias consolida o tempo de tela, episódios, notificações e cobertura dos dados observados, preservando a rastreabilidade entre métricas e agregações. Diferentemente da visualização diária, essa síntese não produz uma classificação global do usuário, mas organiza evidências observadas para acompanhamento ao longo do tempo.

A Figura 6 apresenta a relação entre episódios reconstruídos, métricas passivas e sinais derivados no nível semanal. Os sinais exibidos na interface (como *HighScreenTime*, *LongSessionDuration* e *FrequentUnlocking*) correspondem aos conceitos definidos na ontologia e são identificados a

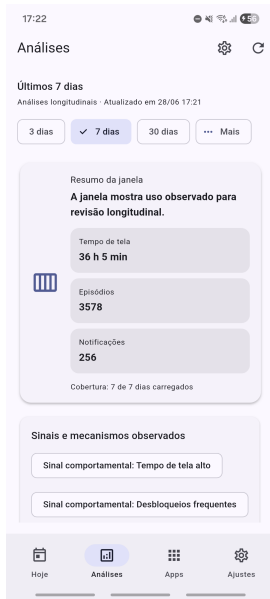


Fig. 5. *Análises*: resumo da janela semanal métricas agregadas e cobertura de dados.



Fig. 6. *Análises*: sinais derivados e variação temporal no período analisado.

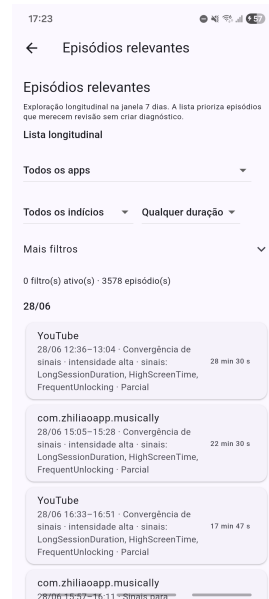


Fig. 7. *Episódios relevantes*: lista de episódios priorizados por convergência de sinais.

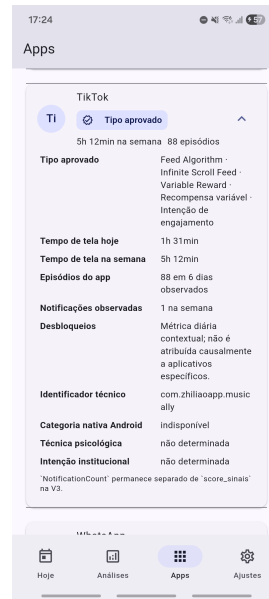


Fig. 8. *Apps*: detalhamento do TikTok com métricas observadas e associações do catálogo ontológico.

partir da combinação entre episódios reconstruídos e o catálogo ontológico, preservando a rastreabilidade entre observação e interpretação. As mudanças agregadas ao longo do período são sintetizadas separadamente, mantendo a distinção entre observação, interpretação e apresentação ao usuário.

A Figura 7 apresenta os episódios reconstruídos como unidade central de análise do sistema. Cada episódio reúne informações de duração, horário, aplicativo e sinais comportamentais associados, permitindo rastrear a relação entre métricas observadas e sinais derivados. Nesse nível a ontologia atua como vocabulário estruturante para organização e interpretação

dos episódios, preservando a rastreabilidade entre os dados coletados e os conceitos representados, sem produzir atribuir significado diagnóstico a episódios individuais.

A Figura 8 apresenta a materialização do catálogo ontológico no nível do aplicativo. Para cada aplicativo, a interface reúne o identificador técnico `packageName`, métricas observadas e associações técnico-institucionais derivadas da ontologia, conectando o comportamento observado aos mecanismos descritos na literatura. O exemplo do TikTok ilustra essa integração por meio do identificador técnico `com.zhiliaapp.musically`, das métricas de uso e do

bloco “Tipo aprovado”, que reúne associações como *Feed Algorithm*, *Infinite Scroll Feed*, *Variable Reward* e intenção de engajamento. Essas associações são exibidas como contexto analítico rastreável, preservando a separação entre métricas observadas, sinais derivados e elementos interpretativos do catálogo, sem introduzir inferências automáticas.

C. Instrumentação eBPF no Android.

Como resultado exploratório desenvolvido durante o POC I, foi investigada a instrumentação do kernel Android por eBPF em um dispositivo Galaxy A52 5G. O objetivo foi avaliar até que ponto padrões finos de execução de aplicativos poderiam ser observados abaixo da camada de APIs de uso do Android, aproximando o estudo do uso do smartphone de uma infraestrutura computacional diretamente mensurável. O experimento demonstrou a viabilidade técnica dessa abordagem em dispositivo real, mas demandou um ambiente experimental específico e, por isso, não foi incorporado ao protótipo Foco Tela.

Esse resultado permanece como da viabilidade da observação em nível de sistema, complementando a investigação conduzida neste trabalho. Entretanto, a contribuição principal do POC II concentra-se na integração entre a ontologia OWL e o protótipo Android observacional, razão pela qual a instrumentação por eBPF não foi integrada à arquitetura final nem às funcionalidades apresentadas nesse relatório.

V. DISCUSSÃO

A leitura dos resultados mostra que a principal contribuição deste trabalho não está em nenhum dos artefatos isoladamente, mas na articulação entre intenções institucionais, mecanismos técnicos e respostas psicológicas. A ontologia fornece o vocabulário que mantém essas dimensões conceitualmente distintas sem tratá-las como compartimentos independentes, estabelecendo uma linguagem comum entre a literatura, os mecanismos técnicos e a implementação computacional. Dessa forma, a interpretação do comportamento não depende exclusivamente de heurísticas implementadas no código. O Foco Tela, por sua vez, materializa esse vocabulário em episódios, métricas, sinais e explicações rastreáveis. As 17 *competency questions* e a validação com HerMiT reforçam a cobertura conceitual e a consistência formal da ontologia, sustentando a interpretação dos resultados obtidos. Os resultados indicam que a principal contribuição do trabalho está menos em “medir melhor” o smartphone do que explicitar a cadeia que liga projeto institucional, mediação técnica e interpretação cautelosa do comportamento.

O Foco Tela não foi concebido como uma ferramenta diagnóstica, mas como um protótipo de auto-observação que organiza métricas de uso do smartphone segundo um vocabulário ontológico rastreável, tornando explícita a relação entre dados observados, mecanismos técnico-institucionais e sinais comportamentais derivados. Nesse contexto, o protótipo privilegia sinais comportamentais de risco, explicações rastreáveis em vez de um score opaco, ações assistivas em vez de bloqueio coercitivo e a ontologia como vocabulário de

referência para organizar o que o sistema observa e o que apenas sugere. Essa abordagem pode apoiar pesquisadores, designers e outros interessados na interpretação transparente de dados de uso do smartphone, sem substituir avaliação clínica ou psicológica. A Psicologia entra como camada de cautela: ela ajuda a distinguir uso intenso de uso problemático, mas não esgota a explicação do fenômeno nem autoriza inferências clínicas a partir de métricas passivas [12]–[14], [23]. Em conjunto, essas escolhas mostram que o protótipo foi desenhado para tornar o sistema interpretável antes de torná-lo prescritivo.

Do ponto de vista da contribuição, a ontologia e o protótipo são complementares. A ontologia organiza o domínio e estabiliza o significado dos conceitos; o protótipo verifica essa estrutura em uma implementação operacional. Essa transição é realizada por meio do catálogo ontológico, que constitui a materialização operacional da ontologia e preserva seus conceitos e relações durante a execução do sistema. A mesma lógica explica por que a instrumentação por eBPF permaneceu como antecedente metodológico do POC I: ela demonstrou a viabilidade da observação em nível de sistema, mas não integrou a contribuição central deste trabalho, baseada na articulação entre contrato semântico e materialização operacional.

VI. LIMITAÇÕES

A principal limitação deste trabalho refere-se à evidência empírica do protótipo. A demonstração N=1 no Galaxy A73, ao longo de uma semana, demonstra o funcionamento do pipeline ponta a ponta sobre dados reais do próprio pesquisador, mas não autoriza generalização populacional nem inferência causal. Também não houve estudo com usuários nem autorrelato, de modo que os sinais produzidos pelo sistema devem ser lidos como sinais comportamentais de risco, e não como diagnóstico; o mesmo vale para *score_total*, que é um índice interpretável, não uma medida clínica de risco.

No plano técnico, Android e iOS oferecem margens de observação distintas, e a comparação com iOS permanece institucional, não experimental; em Android, permissões, APIs e restrições de leitura impõem lacunas inevitáveis sobre o que pode ser observado em tempo real. Essas limitações não invalidam a proposta, mas delimitam o alcance das interpretações que podem ser produzidas pelo sistema.

VII. TRABALHOS FUTUROS

Os desdobramentos mais naturais situam-se fora da versão corrente do protótipo. Um primeiro eixo envolve aprofundar a assimetria entre Android e iOS de forma mais sistemática, uma vez que as diferenças entre as plataformas ainda condicionam o conjunto de dados observáveis. Outro eixo consiste em ampliar os mecanismos de exportação e portabilidade de dados, favorecendo o uso do sistema em diferentes contextos de pesquisa e análise. Por fim, agentes de IA executados no smartphone poderiam explorar formas mais ricas de interação sobre a mesma base semântica construída neste trabalho.

Este trabalho também não propõe retomar a instrumentação por eBPF como continuidade operacional, uma vez que esse experimento permaneceu como um spin-off metodológico do

POC I. Da mesma forma, estudos com usuários foram mantidos fora do escopo desta pesquisa e dependem de um delineamento experimental próprio, não constituindo uma continuação direta da proposta apresentada.

VIII. CONCLUSÃO

Este trabalho demonstra que a OWL funciona como contrato semântico do Foco Tela: a ontologia define o vocabulário, o protótipo materializa esse vocabulário em interface e derivação de métricas, e a combinação dos dois sustenta uma leitura cautelosa do smartphone como infraestrutura técnica e institucional. O que se entrega aqui é uma base formal e operacional que separa sinais, métricas, contextos e limites de inferência. Essa separação constitui a principal contribuição deste trabalho, ao integrar uma representação formal do domínio com sua materialização em um sistema capaz de produzir interpretações rastreáveis e cautelosas sobre o uso do smartphone. Os artefatos finais do trabalho estão disponíveis em repositório público no GitHub [25]

REFERENCES

- [1] International Telecommunication Union, "Measuring digital development: Facts and figures 2024," ITU, Tech. Rep., 2024. [Online]. Available: <https://www.itu.int/itu-d/reports/statistics/facts-figures-2024/>
- [2] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, "Pesquisa nacional por amostra de domicílios contínua: Tecnologia da informação e comunicação 2024," IBGE, Rio de Janeiro, Tech. Rep., 2025. [Online]. Available: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/44032>
- [3] data.ai, "State of mobile 2024," data.ai, Tech. Rep., 2024. [Online]. Available: <https://www.data.ai/en/go/state-of-mobile-2024>
- [4] F. Filgueiras, R. F. Mendonça, and V. Almeida, "Inteligência artificial e democracia: humanos, máquinas e instituições algorítmicas," *Estudos Avançados*, vol. 39, no. 113, p. e39113075, 2025.
- [5] V. Almeida, R. F. Mendonça, and F. Filgueiras, "Thinking of algorithms as institutions: A route to democratic digital governance," *Communications of the ACM*, vol. 68, no. 1, pp. 20–23, 2025.
- [6] A. Mehrotra, R. Hendley, and M. Musolesi, "PrefMiner: Mining user's preferences for intelligent mobile notification management," in *Proceedings of the 2016 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing*. ACM, 2016, pp. 1223–1234. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1145/2971648.2971747>
- [7] I. H. Sarker, M. M. Hoque, M. K. Uddin, and T. Alsanoosy, "Mobile data science and intelligent apps: concepts, ai-based modeling and research directions," *Mobile Networks and Applications*, vol. 26, no. 1, pp. 285–303, 2021. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1007/s11036-020-01650-z>
- [8] I. H. Sarker, A. S. M. Kayes, and P. Watters, "Effectiveness analysis of machine learning classification models for predicting personalized context-aware smartphone usage," *Journal of Big Data*, vol. 6, no. 1, p. 57, 2019. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1186/s40537-019-0219-y>
- [9] I. H. Sarker, A. I. Khan, Y. B. Abushark, and F. Alsolami, "Mobile expert system: Exploring context-aware machine learning rules for personalized decision-making in mobile applications," *Symmetry*, vol. 13, no. 10, p. 1975, 2021. [Online]. Available: <https://doi.org/10.3390/sym13101975>
- [10] Y.-C. Chen, Y.-J. Lee, K.-C. Kao, J. Tsai, E.-C. Liang, W.-C. Chiu, F. Shih, and Y.-J. Chang, "Are you killing time? predicting smartphone users' time-killing moments via fusion of smartphone sensor data and screenshots," in *Proceedings of the 2023 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. ACM, 2023, pp. 1–19. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1145/3544548.3580689>
- [11] R. F. Mendonça, F. Filgueiras, and V. Almeida, "Algoritmos, desidentificação e infrapolítica da resistência," *Revista Brasileira de Ciência Política*, no. 44, p. e280252, 2025.
- [12] B. Harris, T. Regan, J. Schueler, and S. A. Fields, "Problematic mobile phone and smartphone use scales: A systematic review," *Frontiers in Psychology*, vol. 11, p. 672, 2020. [Online]. Available: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2020.00672/full>
- [13] J. Billieux, P. Maurage, O. Lopez-Fernandez, D. J. Kuss, and M. D. Griffiths, "Can disordered mobile phone use be considered a behavioral addiction? an update on current evidence and a comprehensive model for future research," *Current Addiction Reports*, vol. 2, no. 2, pp. 156–162, 2015. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1007/s40429-015-0054-y>
- [14] J. D. Elhai, R. D. Dvorak, J. C. Levine, and B. J. Hall, "Problematic smartphone use: A conceptual overview and systematic review of relations with anxiety and depression psychopathology," *Journal of Affective Disorders*, vol. 207, pp. 251–259, 2017. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.jad.2016.08.030>
- [15] M. Kwon, J.-Y. Lee, W.-Y. Won, J.-W. Park, J.-A. Min, C. Hahn, X. Gu, J.-H. Choi, and D.-J. Kim, "Development and validation of a smartphone addiction scale (SAS)," *PLoS ONE*, vol. 8, no. 2, p. e56936, 2013. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0056936>
- [16] M. Kwon, D.-J. Kim, H. Cho, and S. Yang, "The smartphone addiction scale: Development and validation of a short version for adolescents," *PLoS ONE*, vol. 8, no. 12, p. e83558, 2013. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0083558>
- [17] S. H. Shahidin, M. Midin, H. Sidi, C. L. Choy, N. R. Nik Jaafar, H. Mohd Salleh Sahimi, and N. A. Che Roos, "The relationship between emotion regulation (ER) and problematic smartphone use (PSU): A systematic review and meta-analyses," *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 19, no. 23, p. 15848, 2022. [Online]. Available: <https://doi.org/10.3390/ijerph192315848>
- [18] B. Mostyn Sullivan and A. M. George, "The association of motives with problematic smartphone use: A systematic review," *Cyberpsychology: Journal of Psychosocial Research on Cyberspace*, vol. 17, no. 1, p. Article 2, 2023. [Online]. Available: <https://doi.org/10.5817/CP2023-1-2>
- [19] M. A. Throuvala, H. M. Pontes, I. Tsaousis, M. D. Griffiths, M. Rennoldson, and D. J. Kuss, "Exploring the dimensions of smartphone distraction: Development, validation, measurement invariance, and latent mean differences of the smartphone distraction scale (SDS)," *Frontiers in Psychiatry*, vol. 12, 2021. [Online]. Available: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.642634>
- [20] C. Marino, N. Canale, F. Melodia, M. M. Spada, and A. Vieno, "The overlap between problematic smartphone use and problematic social media use: A systematic review," *Current Addiction Reports*, vol. 8, no. 4, pp. 469–480, 2021. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1007/s40429-021-00398-0>
- [21] N. Masaeli and J. Billieux, "Is problematic internet and smartphone use related to poorer quality of life? a systematic review of available evidence and assessment strategies," *Current Addiction Reports*, vol. 9, no. 3, pp. 235–250, 2022. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1007/s40429-022-00415-w>
- [22] A. Paterna, M. Alcaraz-Ibáñez, J. M. Aguilar-Parra, C. Salavera, Z. Demetrovics, and M. D. Griffiths, "Problematic smartphone use and academic achievement: A systematic review and meta-analysis," *Journal of Behavioral Addictions*, vol. 13, no. 2, pp. 313–326, 2024. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1556/2006.2024.00014>
- [23] F. C. Ryding and D. J. Kuss, "Passive objective measures in the assessment of problematic smartphone use: A systematic review," *Addictive Behaviors Reports*, vol. 11, p. 100257, 2020. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.abrep.2020.100257>
- [24] X. Lu, X. An, and S. Chen, "Trends and influencing factors in problematic smartphone use prevalence (2012–2022): A systematic review and meta-analysis," *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, vol. 27, no. 9, pp. 616–634, 2024. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1089/cyber.2023.0548>
- [25] V. Laperriere de Faria, "O smartphone como veículo para algoritmos de retenção de usuários em aplicativos mobile: repositório de artefatos," <https://github.com/Vitor-Laperriere/O-SMARTPHONE-COMO-VEICULO-PARA-ALGORITMOS-DE-RETENCAO-DE-USUARIOS-EM-APLICATIVOS-MOBILE>, 2026, repositório público no GitHub.