

Totem de Decisões Compartilhadas: um Artefato Socioenativo para Reflexão sobre Ética e Tecnologia

Giovanni Machado Quintella Gama e Emanuel Felipe Duarte

Relatório Técnico - IC-PFG-26-14

Projeto Final de Graduação

2026 - Junho

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE COMPUTAÇÃO

The contents of this report are the sole responsibility of the authors.
O conteúdo deste relatório é de única responsabilidade dos autores.

Totem de Decisões Compartilhadas: um Artefato Socioenativo para Reflexão sobre Ética e Tecnologia

Giovanni Machado Quintella Gama*

Emanuel Felipe Duarte†

Resumo

Este relatório apresenta o Totem de Decisões Compartilhadas, uma prova de conceito de artefato socioenativo tangível voltado a apoiar conversas sobre ética e tecnologia com crianças. O projeto parte da necessidade de tratar temas como privacidade, consentimento, uso de dados e inteligência artificial por meio de experiências educativas participativas e mediadas. O protótipo desenvolvido integra um artefato físico com botões, potenciômetro, LEDs e buzzer, firmware em MicroPython, servidor local, motor de microhistórias e interface web. A interação permite que decisões coletivas registradas fisicamente sejam convertidas em eventos e refletidas na progressão de narrativas sobre dilemas tecnológicos. Os testes em ambiente de laboratório verificaram o funcionamento do ciclo completo entre hardware, servidor e interface narrativa, demonstrando a viabilidade técnica da proposta. Embora ainda não tenha sido avaliado com crianças em contexto educativo, o trabalho consolida uma base funcional e extensível para futuras investigações sobre artefatos socioenativos tangíveis na educação ética em tecnologia.

Palavras-chave: sistemas socioenativos; interfaces tangíveis; ética em tecnologia; cidadania digital; microhistórias interativas.

1 Introdução

1.1 Contextualização Geral

Nas últimas décadas, a presença de tecnologias digitais no cotidiano infantil deixou de ser excepcional para se tornar estrutural. Dispositivos conectados, assistentes de voz, plataformas de streaming com recomendação algorítmica e, mais recentemente, brinquedos equipados com sistemas de inteligência artificial passaram a fazer parte dos ambientes em que crianças brincam, aprendem e se relacionam. Nesse cenário, a fronteira entre o objeto lúdico tradicional e o sistema computacional tornou-se progressivamente mais tênue: um urso de pelúcia pode hoje ser dotado de microfone, reconhecimento de fala e conectividade em nuvem, enquanto aplicativos educativos registram continuamente o comportamento dos

*Instituto de Computação, Universidade Estadual de Campinas, 13083-852 Campinas, SP. RA: 247122.

†Instituto de Computação, Universidade Estadual de Campinas. Orientador do Projeto Final de Graduação.

estudantes para alimentar modelos de personalização. Trata-se de uma transformação que redesenha o próprio ambiente de desenvolvimento das crianças.

Essa transformação carrega consigo oportunidades reais. Plataformas adaptativas podem oferecer trilhas de aprendizado personalizadas; assistentes conversacionais podem responder a perguntas com paciência e disponibilidade ilimitadas; brinquedos inteligentes podem estimular a criatividade e a curiosidade científica. Ao mesmo tempo, esse cenário levanta questões sérias e ainda pouco equacionadas sobre privacidade, coleta de dados pessoais, consentimento informado, segurança, influência algorítmica e autonomia das crianças como sujeitos.

Organizações como a FairPlay documentaram casos em que brinquedos com inteligência artificial introduziram crianças a conteúdos impróprios para sua faixa etária, incentivaram padrões de uso compulsivo e estabeleceram vínculos emocionais artificiais com seus usuários [1]. Investigações jornalísticas também revelaram que dispositivos voltados ao público infantil chegaram a abordar temas sensíveis, como geopolítica, comportamentos de risco e orientações perigosas, sem mediação pedagógica adequada ou controle parental efetivo [2].

Cabe observar que essas fontes têm natureza distinta das referências acadêmicas mobilizadas na revisão bibliográfica. O relatório da FairPlay e a investigação jornalística da NBC News são utilizados aqui como evidências de contextualização pública e motivação do problema, por registrarem preocupações recentes em torno de brinquedos com inteligência artificial voltados ao público infantil [1, 2]. A fundamentação teórica do trabalho, por sua vez, é desenvolvida na seção seguinte a partir da literatura acadêmica em cognição enativa, interfaces tangíveis, aprendizagem por jogos, educação ética e cidadania digital.

Diante desse cenário, este trabalho investiga como materializar, em uma prova de conceito tangível e coletiva, uma situação educativa capaz de apoiar conversas sobre privacidade, consentimento, uso de dados e inteligência artificial com crianças, sem reduzir tais temas a explicações abstratas ou meramente expositivas.

1.2 Revisão Bibliográfica

A fundamentação deste trabalho articula cinco campos de literatura: cognição enativa e sistemas socioenativos; artefatos desenvolvidos no contexto do projeto Sistemas Socioenativos e do grupo de pesquisa InterHAD, do IC-UNICAMP [5, 6]; interfaces tangíveis em Interação Humano-Computador; aprendizagem experiencial e baseada em jogos; e educação ética e cidadania digital.

A primeira base teórica é a cognição enativa. Varela, Thompson e Rosch propõem compreender a cognição não como processamento interno de representações isoladas, mas como ação incorporada, situada e dependente do acoplamento entre organismo e ambiente [3]. Essa perspectiva desloca o foco da aprendizagem para a experiência vivida, corporal e relacional — o que é central para o Totem, no qual decidir significa agir fisicamente, negociar com outras pessoas e perceber consequências narrativas dessa ação. A noção de sistemas socioenativos foi desenvolvida no contexto de pesquisas associadas ao projeto Sistemas Socioenativos e ao grupo InterHAD, do IC-UNICAMP. Essa noção aproxima essa base enativa do campo da Interação Humano-Computador. Duarte concebe os artefatos socioenativos como sistemas nos quais a experiência emerge da relação entre sujeitos, artefatos digitais,

objetos físicos e ambiente social [4]. Duarte et al. demonstram que o sentido nas experiências de aprendizado pela socioenação não é produzido por ações individuais isoladas, mas pela interação situada entre participantes, mediadores, artefatos e espaço [7].

O Totem de Decisões Compartilhadas se inscreve diretamente nessa linha de pesquisa e toma como antecedentes imediatos artefatos desenvolvidos e documentados nesse contexto investigativo. O Lobo-Guará, estudado e documentado na tese *Arte Factus* [4], é uma escultura tangível com botões ocultos e respostas audiovisuais projetada para uso coletivo no Museu Exploratório de Ciências da UNICAMP. A interação com o Lobo-Guará não segue percurso único nem instrução expositiva rígida: o artefato funciona como disparador de curiosidade, exploração sensorial e diálogo mediado. O Memocão, por sua vez, propõe uma caixa com texturas internas que acionam sons e imagens associados a emoções, explorando a dimensão afetiva e corporal da interação coletiva [4, 5]. Estudos realizados com esses artefatos no Museu Exploratório indicam seu potencial para estimular exploração física, formulação de hipóteses em grupo, expressão de emoções e discussão mediada sobre tecnologia [4, 7].

O presente projeto pode ser compreendido como um redesign situado desses artefatos para um domínio formativo específico. Em ambos os casos anteriores, o engajamento socioenativo emerge da surpresa e da descoberta sensorial aberta, sem objetivo declarado ou dilema explícito a resolver. O Totem preserva esse modelo de engajamento e o redireciona para um novo eixo: a deliberação coletiva em torno de dilemas de ética e tecnologia. Essa operação de redesign não é apenas técnica, mas projetual e pedagógica: trata-se de mobilizar a potência socioenativa já verificada nesses artefatos e aplicá-la a um domínio formativo urgente, no qual crianças precisam não apenas explorar, mas também escolher, argumentar e refletir sobre consequências.

A fisicalidade da interação exige situar o projeto também no campo das interfaces tangíveis. Fitzmaurice, Ishii e Buxton propuseram as *graspable user interfaces*, nas quais objetos físicos funcionam como manipuladores diretos de entidades digitais [8]. Ishii e Ullmer formularam a visão dos *Tangible Bits*, defendendo interfaces capazes de aproximar bits e átomos por meio de objetos manipuláveis e superfícies interativas [9]. Shaer e Hornecker, em revisão abrangente do campo, mostram que essas interfaces exploram habilidades humanas de manipulação física e espacial para tornar a informação digital mais acessível, situada e incorporada [10]. No Totem, botões, potenciômetro, LEDs e retorno sonoro não são apenas componentes técnicos, mas elementos constitutivos de uma proposta de interação em que o toque e o gesto coletivo integram a experiência de deliberação.

Do ponto de vista pedagógico, o projeto dialoga com teorias que valorizam a aprendizagem como experiência ativa. Ausubel argumenta que a aprendizagem significativa depende da relação substantiva entre novas informações e estruturas de conhecimento já existentes [11]; Dewey defende que a educação deve partir da experiência e de sua reconstrução reflexiva, não apenas da exposição verbal de conteúdos [12]. Essas perspectivas sustentam a escolha por uma atividade em que conceitos abstratos — privacidade, consentimento, uso de dados — são trabalhados por meio de situações narrativas e decisões concretas. No campo dos jogos, Gee mostra que bons ambientes lúdicos levam o participante a formular hipóteses, receber feedback e construir sentido por meio da ação [13]; Prensky destaca o potencial de engajamento e participação ativa oferecido por estruturas lúdicas digitais [14]. O

Totem não adota a forma de jogo competitivo, mas mobiliza elementos análogos: narrativa, escolha, consequência, feedback e participação coletiva.

Como o tema central envolve ética e tecnologia com crianças, a revisão precisa considerar também a formação para a cidadania digital. No Brasil, a Base Nacional Comum Curricular inclui a cultura digital entre as competências gerais da Educação Básica, prevendo que estudantes compreendam e utilizem tecnologias de forma crítica, reflexiva e ética [15]. Em perspectiva internacional, o *Digital Citizenship Education Handbook* do Conselho da Europa organiza a cidadania digital em torno da vida, do bem-estar e dos direitos no ambiente digital [16]. A dimensão ética do projeto se aproxima ainda da educação moral relacional: Noddings defende que a educação ética deve ser compreendida como prática de cuidado, escuta e responsabilidade nas relações [17], o que é coerente com o papel previsto para o mediador no uso do Totem — não indicar a resposta correta ao dilema, mas sustentar o diálogo e transformar a decisão coletiva em oportunidade de reflexão.

Por fim, a documentação do cenário de uso por meio de storyboard tem apoio na literatura de design em IHC. Truong, Hayes e Abowd tratam o storyboard como técnica útil para representar interfaces, pessoas, contextos de uso e passagem do tempo, especialmente quando a experiência não pode ser compreendida apenas pela descrição técnica do sistema [18]. No presente trabalho, o storyboard cumpre essa função: não constitui evidência empírica de uso, mas instrumento de comunicação e análise projetual da situação educativa imaginada.

2 Justificativa

2.1 Relevância Social e Educacional do Tema

A necessidade de preparar crianças para compreender criticamente as tecnologias digitais que estruturam seu cotidiano contrasta com a escassez de iniciativas pedagógicas sistematicamente voltadas a esse fim. Tal lacuna existe mesmo com a presença de marcos normativos que, tanto no plano nacional quanto no internacional, reconhecem explicitamente a especificidade dos direitos das crianças no ambiente digital.

No Brasil, a Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais, Lei nº 13.709/2018, reconhece o tratamento de dados pessoais de crianças e adolescentes como hipótese que exige atenção especial, subordinando-o ao princípio do melhor interesse da criança e à participação dos responsáveis [19, art. 14]. No plano internacional, o Comentário Geral nº 25 do Comitê das Nações Unidas sobre os Direitos da Criança reafirma que crianças são titulares plenos de direitos no ambiente digital e que os Estados devem garantir sua proteção, sua participação e sua informação adequada nesse contexto [20].

Esses marcos traduzem uma demanda ética concreta: não basta proteger crianças das implicações das tecnologias; é necessário também prepará-las para compreendê-las. Essa preparação é, em última análise, uma condição para o exercício da autonomia e da cidadania digital. Consciência sobre privacidade, consentimento e uso de dados é uma competência que precisa ser desenvolvida de modo compatível com a experiência concreta das crianças, e não apenas por meio de explicações abstratas sobre riscos tecnológicos.

É nesse ponto que espaços escolares e de educação não formal, como museus de ciência,

centros culturais e oficinas educativas, tornam-se relevantes para o presente projeto. Sua importância não reside apenas no fato de serem ambientes educativos, mas no fato de permitirem situações mediadas, coletivas e exploratórias, nas quais crianças podem discutir, agir, observar consequências e retomar a experiência em conversa com um adulto. O Totem de Decisões Compartilhadas foi concebido justamente para esse tipo de situação: uma atividade de curta duração, realizada em grupo, apoiada por um objeto físico simples, por uma narrativa projetada em tela compartilhada e pela mediação de um professor ou facilitador.

Essa lacuna motiva a busca por formas de mediação que não se limitem à exposição de informações sobre segurança, privacidade ou uso de dados, mas que permitam às crianças experimentar situações de escolha, negociação e consequência. Parte-se da hipótese de que uma interação tangível, coletiva e narrativa pode aproximar dilemas abstratos de ética e tecnologia de uma experiência concreta, situada e discutível em grupo.

Nesse enquadramento, o Totem de Decisões Compartilhadas é proposto como uma prova de conceito para investigar essa aproximação: um artefato tangível, coletivo e narrativo capaz de tornar discutíveis, em uma situação educativa situada, escolhas sobre abertura, resguardo, dados pessoais, autonomia e responsabilidade tecnológica.

2.2 Cenário de Uso Imaginado

O cenário de uso imaginado para o Totem de Decisões Compartilhadas é uma atividade mediada em ambiente escolar ou de educação não formal, como uma sala de aula, museu de ciência ou oficina educativa. Nesse contexto, um professor ou facilitador apresenta uma microhistória sobre ética e tecnologia a um pequeno grupo de crianças, enquanto a interface web é projetada em uma tela compartilhada e o Totem permanece disponível sobre a mesa como objeto físico de decisão coletiva.

A dinâmica prevista envolve a leitura de um trecho narrativo, a discussão mediada dos valores em tensão, o registro físico da decisão por meio dos botões e do potenciômetro, e a apresentação de uma consequência narrativa que serve de ponto de partida para nova conversa. O papel do mediador não é indicar a decisão correta, mas sustentar o diálogo, estimular a escuta entre os participantes e retomar o desfecho como oportunidade de reflexão sobre privacidade, consentimento, uso de dados e responsabilidade tecnológica.

Esse cenário não deve ser entendido como resultado empírico, mas como uma construção projetual que orienta o desenvolvimento do protótipo. Ele explicita o tipo de situação educativa que o trabalho pretende apoiar e justifica a escolha por uma interação tangível, coletiva e visível, na qual a decisão não ocorre apenas na interface digital, mas também no espaço compartilhado entre os participantes.

2.3 Limitações de Abordagens Puramente Expositivas

O reconhecimento da urgência do tema não resolve, por si só, o problema pedagógico de como tratá-lo com crianças de forma eficaz. As iniciativas existentes de educação digital para o público infantil recorrem predominantemente a estratégias expositivas: aulas sobre

“segurança na internet”, cartilhas governamentais sobre proteção de dados, vídeos informativos e campanhas de conscientização.

Essas iniciativas têm valor informativo para adultos e adolescentes mais velhos, mas encontram um limite estrutural quando dirigidas a crianças em desenvolvimento cognitivo: a distância entre a informação declarada e a experiência vivida é grande demais para que conceitos como dado pessoal, algoritmo de recomendação, vigilância em rede ou consentimento digital se convertam em compreensão genuína.

Em termos pedagógicos, saber de algo não equivale a ter elaborado esse saber a partir da experiência. A aprendizagem significativa depende da possibilidade de relacionar novas informações a estruturas de conhecimento já existentes, de modo não arbitrário e substantivo [11]. Uma criança que ouviu que “seus dados podem ser coletados” não necessariamente consegue imaginar o que isso significa para sua vida, para sua privacidade ou para as decisões que outros tomam sobre ela. É preciso, portanto, que o tema seja vivenciado de alguma forma antes ou durante sua discussão conceitual.

2.4 Potencial dos Artefatos Socioenativos e Tangíveis

O argumento central em favor dos artefatos socioenativos tangíveis na educação ética em tecnologia não está apenas em sua novidade como categoria de design, mas na correspondência entre sua forma de interação e a natureza dos problemas pedagógicos abordados. Dilemas sobre privacidade, consentimento, uso de dados e inteligência artificial envolvem escolhas entre valores em tensão, perspectivas distintas e consequências futuras. Quando um artefato torna essas escolhas físicas, coletivas, visíveis e consequentes, ele não apenas apresenta o dilema aos participantes, mas cria uma situação em que eles podem exercitar a deliberação moral que o próprio dilema exige.

Nesse sentido, a mediação socioenativa aproxima-se de perspectivas de aprendizagem experiencial e educação moral nas quais valores são praticados, negociados e revistos, em vez de apenas enunciados de forma abstrata [12, 17]. A interação tangível favorece o engajamento corporal e coletivo, permitindo que a reflexão ética emergja da própria experiência compartilhada.

Como discutido na Seção 1.2, trabalhos anteriores desenvolvidos no contexto do projeto Sistemas Socioenativos e do grupo InterHAD, no Instituto de Computação da UNICAMP, exploraram artefatos interativos tangíveis em contextos educativos e museológicos, como o Lobo-Guará e o Memória [7, 4, 5].

Esses projetos são relevantes para este trabalho por demonstrarem o potencial de experiências corporificadas, abertas e mediadas para estimular curiosidade, exploração coletiva, formulação de hipóteses e diálogo sobre tecnologia.

O Totem de Decisões Compartilhadas se apoia nessa tradição, mas a redireciona para um objetivo específico: organizar a experiência em torno de dilemas de ética e tecnologia, tendo a decisão coletiva como eixo da interação. Em vez de privilegiar apenas a exploração sensorial aberta, o protótipo propõe uma situação narrativa na qual o grupo deve deliberar sobre ações possíveis e observar seus desdobramentos. Assim, o engajamento socioenativo é mobilizado para apoiar a reflexão crítica sobre privacidade, consentimento, uso de dados e inteligência artificial.

Nesse contexto, o Totem é proposto como uma prova de conceito voltada a explorar, de forma situada, o potencial dos artefatos socioenativos tangíveis na educação ética em tecnologia. Seu desenvolvimento não parte da pretensão de oferecer uma solução pedagógica definitiva, mas de materializar um cenário de interação no qual dilemas contemporâneos possam ser discutidos por crianças a partir de decisões coletivas, corporificadas e mediadas. A justificativa do projeto reside, portanto, na necessidade de investigar formas mais experienciais e participativas de apoiar esse tipo de reflexão em contextos educativos.

3 Objetivos

3.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo geral conceber, implementar e documentar uma prova de conceito de um artefato socioenativo tangível voltado a apoiar conversas sobre ética e tecnologia com crianças.

3.2 Objetivos Específicos

Para alcançar o objetivo geral, o trabalho persegue os seguintes objetivos específicos:

1. Apresentar e articular os fundamentos teóricos socioenativos que orientaram as decisões de design do artefato, especialmente aqueles relacionados à cognição enativa, às interfaces tangíveis e à mediação coletiva em contextos educativos;
2. Implementar um protótipo funcional que integre hardware, firmware, servidor local, motor de microhistórias e interface web em torno de um mecanismo tangível de tomada de decisão coletiva;
3. Documentar o cenário de uso imaginado e comunicar a proposta pedagógica do artefato, utilizando descrição textual e storyboard como instrumentos de representação projetual da interação entre crianças, mediador, Totem e interface web; e
4. Analisar, em caráter prospectivo, o potencial educativo da prova de conceito a partir do processo de desenvolvimento, do cenário de uso imaginado e das limitações identificadas, apontando caminhos para futuras avaliações empíricas com usuários reais.

4 Desenvolvimento do Trabalho

4.1 Concepção Geral do Totem

O ponto de partida do desenvolvimento foi a definição de uma estrutura de interação que tornasse tangível a tomada de decisão coletiva sobre dilemas de ética e tecnologia. O resultado foi o Totem de Decisões Compartilhadas: uma protoboard com dois botões, um potenciômetro rotativo, três LEDs coloridos e um buzzer, conectada via rede local a uma interface web que exibe microhistórias interativas em uma tela compartilhada.

A escolha por dois botões nomeados de "Abrir" e "Resguardar" em lugar de um conjunto genérico de opções foi uma decisão de design deliberada: os rótulos introduzem uma tensão de valores antes mesmo da leitura da história, orientando a deliberação sem prescrevê-la. O potenciômetro acrescenta uma dimensão de graduação à escolha binária, permitindo que o grupo expresse não apenas a direção da decisão, mas sua intensidade. Essa combinação foi pensada para tornar a negociação coletiva visível: girar o potenciômetro juntos, discutir o grau de abertura ou cautela antes de pressionar o botão, é parte constitutiva da experiência.

As microhistórias foram concebidas como estruturas curtas e ramificadas, centradas em situações cotidianas em que crianças se deparam com tecnologias que coletam dados, fazem recomendações ou estabelecem vínculos emocionais. A brevidade é intencional: cada trecho deve ser legível em voz alta em menos de um minuto, para que o tempo de interação seja ocupado principalmente pela discussão e pela decisão, e não pela leitura.

A partir dessa concepção, o desenvolvimento técnico foi organizado de modo a separar as responsabilidades do sistema sem perder a unidade da experiência interativa. O Totem físico concentra a captura da decisão e o feedback local; o servidor interpreta os eventos e controla a progressão das microhistórias; e a interface web apresenta a narrativa em uma tela compartilhada. A seção seguinte descreve essa arquitetura em camadas e o fluxo de comunicação entre seus componentes.

4.2 Arquitetura do Sistema

A arquitetura do sistema foi definida em três camadas com responsabilidades distintas: o Totem físico, responsável pela captura da decisão e pelo feedback local; o servidor de aplicação, responsável pelo processamento dos eventos e pelo avanço da narrativa; e a interface web, responsável pela exibição do texto narrativo em tempo real.

O fluxo de informação inicia-se no Totem: o microcontrolador lê os componentes de entrada, classifica o evento resultante da decisão registrada e o transmite ao servidor via HTTP POST pela rede Wi-Fi local. O servidor aplica a lógica de transição da microhistória, determina o próximo nó narrativo e disponibiliza o estado atualizado. A interface web consulta esse estado periodicamente e atualiza a tela sem necessidade de recarga manual.

A Figura 1 sintetiza essa organização em camadas e explicita o fluxo de informação entre os principais componentes do protótipo. O diagrama mostra que a interação se inicia no Totem físico, onde botões e potenciômetro são lidos pelo microcontrolador. A decisão registrada é então enviada ao servidor por meio de uma requisição HTTP POST para o endpoint `/evento`. O servidor interpreta o evento recebido, atualiza o estado narrativo da microhistória e disponibiliza esse estado para consulta pela interface web, que o obtém por meio de requisições HTTP GET.

Essa separação em camadas foi uma decisão de design voltada à adaptabilidade: cada camada pode ser modificada ou substituída de forma independente. Em particular, novas microhistórias podem ser incorporadas ao servidor sem qualquer alteração no firmware do Totem.

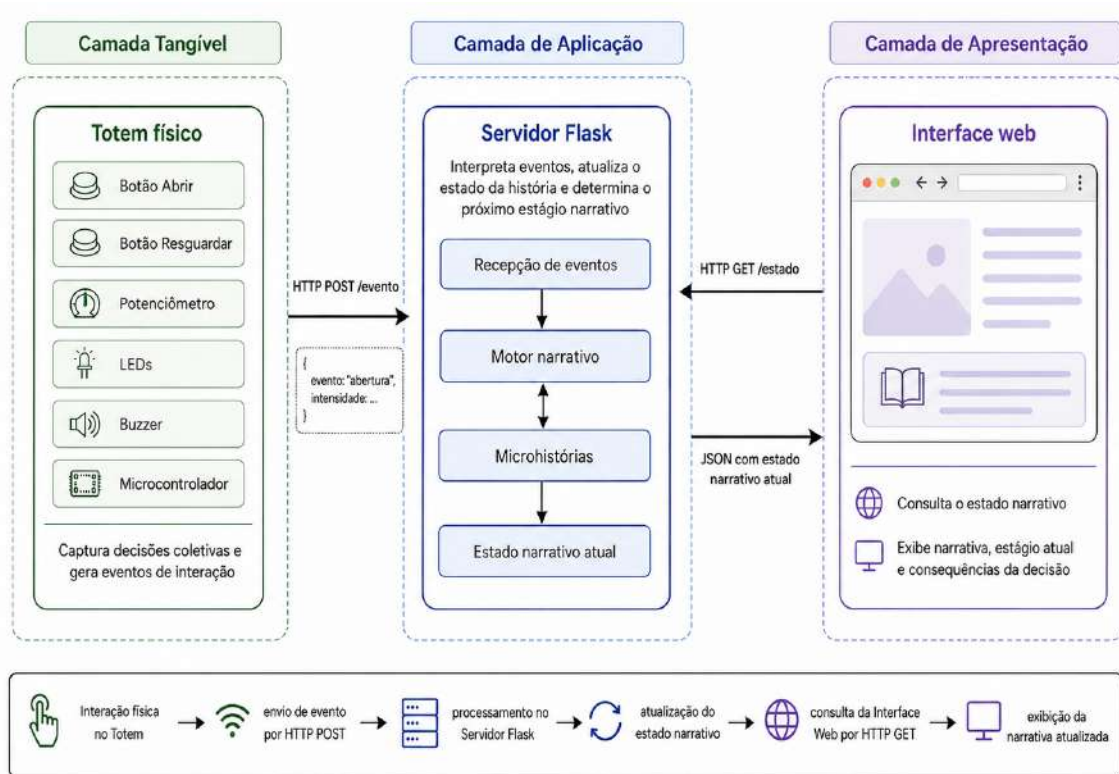


Figura 1: Arquitetura geral do Totem de Decisões Compartilhadas, organizada em três camadas: Totem físico, servidor de aplicação com motor narrativo e interface web de exibição das microhistórias.

4.3 Protótipo Físico e Diagrama do Circuito

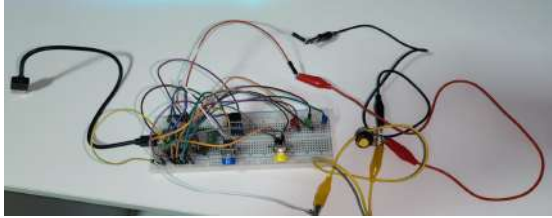
Os componentes do protótipo foram conectados ao microcontrolador Raspberry Pi Pico 2W de modo a separar claramente entradas físicas, atuadores de feedback e alimentação. A Tabela 1 apresenta a pinagem adotada no protótipo.

A resistência dos botões foi configurada por meio dos resistores internos de *pull-up* do microcontrolador, eliminando a necessidade de resistores externos para esses componentes e simplificando a montagem. Os LEDs foram utilizados com resistores limitadores de corrente, de modo a proteger os componentes durante o funcionamento do protótipo.

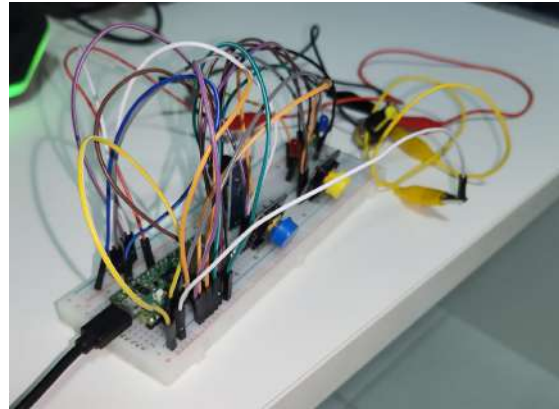
Componente	Pino	Tipo de sinal	Função no protótipo
Botão “Abrir”	GP2	Entrada digital	Registra decisão de abertura ou compartilhamento.
Botão “Resguardar”	GP3	Entrada digital	Registra decisão de cautela, limitação ou proteção.
Potenciômetro	GP26 e ADC0	Entrada analógica	Define a intensidade da decisão registrada pelo grupo.
Buzzer	GP6	Saída PWM	Fornece retorno sonoro no momento do registro da decisão.
LED vermelho	GP10	Saída digital	Indica visualmente decisão associada à abertura.
LED verde	GP11	Saída digital	Indica visualmente decisão associada ao resguardo.
LED azul	GP12	Saída digital	Indica estado neutro, espera ou prontidão do Totem.
Alimentação dos componentes	3V3 e GND	Alimentação	Fornece referência elétrica para botões, LEDs, buzzer e potenciômetro.

Tabela 1: Pinagem dos componentes físicos do Totem de Decisões Compartilhadas no Raspberry Pi Pico 2W.

As Figuras 2 e 3 apresentam, respectivamente, a montagem física do circuito em protoboard e sua representação esquemática em estilo Fritzing. A inclusão das duas formas de representação é importante porque a fotografia documenta o estado real do protótipo desenvolvido, enquanto o diagrama facilita a leitura técnica das conexões entre os componentes.



(a) Vista geral da montagem física do circuito.



(b) Detalhe da montagem dos componentes na protoboard.

Figura 2: Montagem física do circuito do Totem de Decisões Compartilhadas em protoboard.

4.4 Firmware do Totem

Quando uma rodada de decisão é iniciada, o firmware abre uma janela temporal de interação durante a qual os botões e o potenciômetro são monitorados continuamente. Nessa janela, o grupo pode acionar apenas o botão “Abrir”, apenas o botão “Resguardar” ou ambos os botões. Ao final da rodada, a leitura do potenciômetro é convertida em uma porcentagem de intensidade e classificada em três faixas: baixa, média ou alta.

A partir da combinação entre os botões acionados e a faixa de intensidade, o firmware produz um evento textual padronizado, que é enviado ao servidor em formato JSON. A Tabela 2 apresenta a classificação de eventos adotada no protótipo.

O evento classificado é então serializado em JSON juntamente com informações complementares, como número da rodada, tipo da decisão, intensidade percentual, faixa de intensidade, botões acionados e marca temporal. Esse pacote é enviado ao servidor por meio de uma requisição HTTP POST, permitindo que a camada narrativa interprete a decisão física registrada no Totem.

O código-fonte completo do firmware em MicroPython executado no Raspberry Pi Pico 2W encontra-se no Apêndice B.

4.5 Servidor, Interface Web e Motor de Microhistórias

O servidor é uma aplicação executada localmente que expõe dois endpoints: um para recepção de eventos via HTTP POST e outro para consulta do estado narrativo atual via HTTP GET. Ao receber um evento, o servidor identifica a microhistória em curso, aplica a transição correspondente no grafo de estados e persiste o novo estado em memória.

O motor de microhistórias representa cada história como um grafo dirigido em que nós correspondem a trechos narrativos e arestas a transições condicionadas pelo tipo de evento

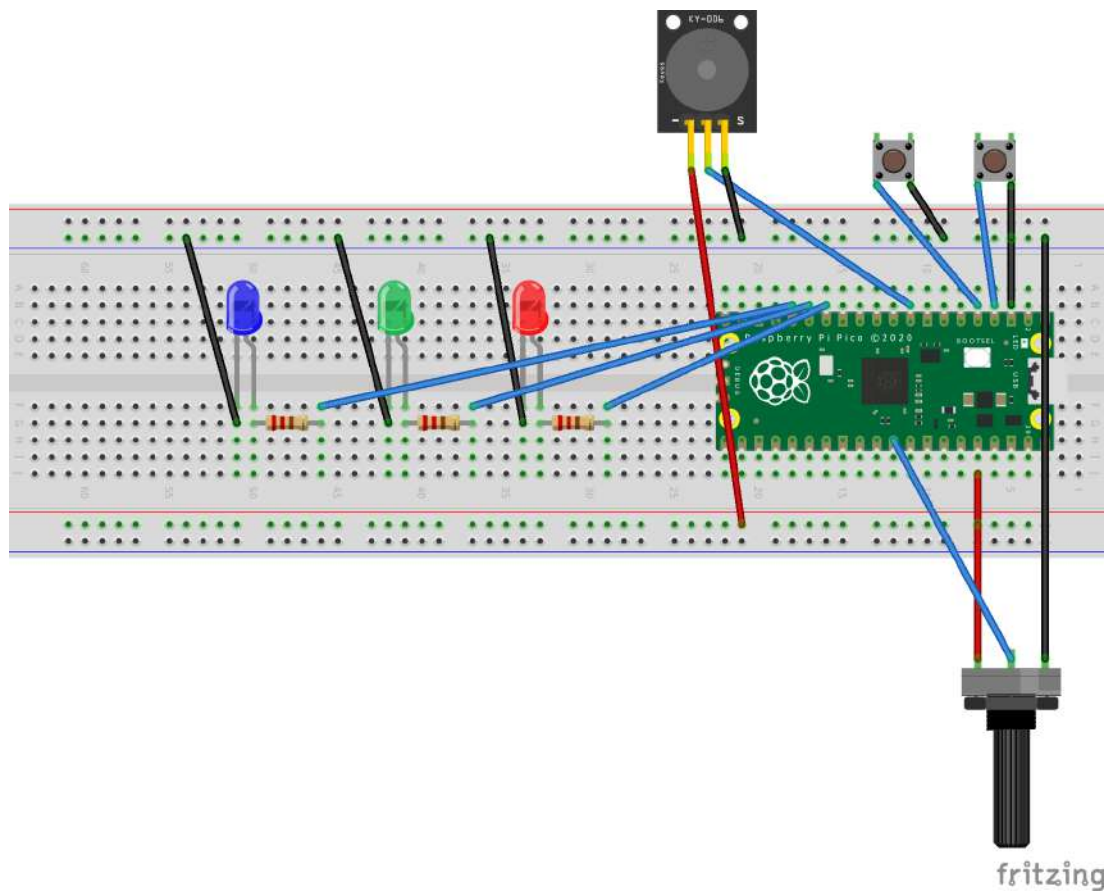


Figura 3: Diagrama em estilo Fritzing do circuito do Totem de Decisões Compartilhadas, indicando as conexões entre o Raspberry Pi Pico 2W, botões, potenciômetro, LEDs e buzzer.

Ação	Intensidade	Evento gerado	Interpretação
Apenas “Abrir”	Baixa	<code>abertura_cautelosa</code>	Abertura limitada ou prudente.
Apenas “Abrir”	Média	<code>abertura_negociada</code>	Abertura parcial, com ponderação.
Apenas “Abrir”	Alta	<code>abertura_impulsiva</code>	Abertura ampla ou pouco restritiva.
Apenas “Resguardar”	Baixa	<code>resguardo_leve</code>	Restrição moderada.
Apenas “Resguardar”	Média	<code>resguardo_moderado</code>	Restrição intermediária.
Apenas “Resguardar”	Alta	<code>resguardo_forte</code>	Restrição forte ou proteção rígida.
“Abrir” e “Resguardar”	Baixa	<code>acordo_resguardado</code>	Acordo coletivo com maior cautela.
“Abrir” e “Resguardar”	Média	<code>acordo_equilibrado</code>	Acordo coletivo intermediário.
“Abrir” e “Resguardar”	Alta	<code>acordo_aberto</code>	Acordo coletivo com maior abertura.
Nenhuma ação	Indiferente	<code>sem_intervencao</code>	Estado de segurança previsto no firmware.

Tabela 2: Classificação dos eventos produzidos pelo firmware a partir da combinação entre os botões acionados durante a rodada de decisão e a intensidade definida pelo potenciômetro.

recebido. Essa estrutura permite caminhos narrativos distintos a partir de uma mesma situação inicial, tornando visíveis as consequências das decisões registradas pelo Totem.

A Figura 4 apresenta o grafo de estados da microhistória *A IA na Sala de Aula*. Nessa representação, cada nó corresponde a um estágio narrativo da história, enquanto as arestas indicam as possíveis transições acionadas pelos eventos enviados pelo Totem ou pelo evento padrão `sem_intervencao`. A figura explicita como uma mesma situação inicial pode conduzir a diferentes caminhos narrativos conforme a decisão coletiva registrada pelo grupo.

A Figura 5 apresenta o grafo de estados da microhistória *O Brinquedo Inteligente*. Diferentemente da primeira microhistória, essa história explora de forma mais ampla as variações de intensidade associadas ao potenciômetro, produzindo um número maior de estados intermediários e finais. O grafo evidencia, assim, como diferentes graus de abertura ou resguardo podem levar a consequências narrativas distintas, tornando mais explícita a relação entre a decisão física registrada no Totem e o desfecho apresentado pela interface web.

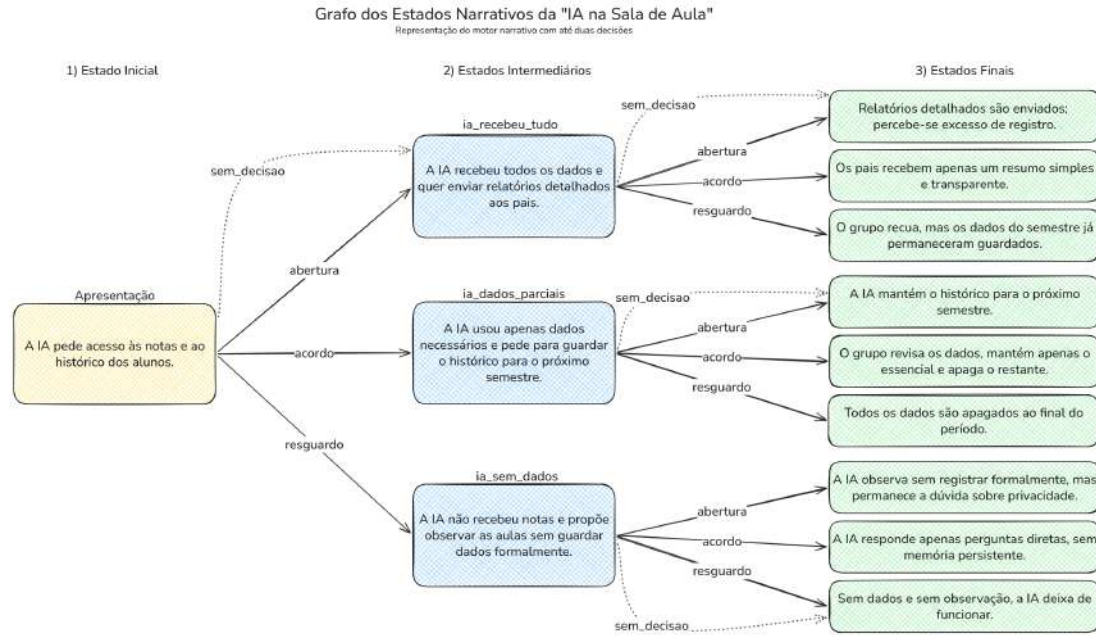


Figura 4: Grafo de estados narrativos da microhistória *A IA na Sala de Aula*, indicando os estágios da narrativa e as transições acionadas pelos eventos produzidos pelo Totem.

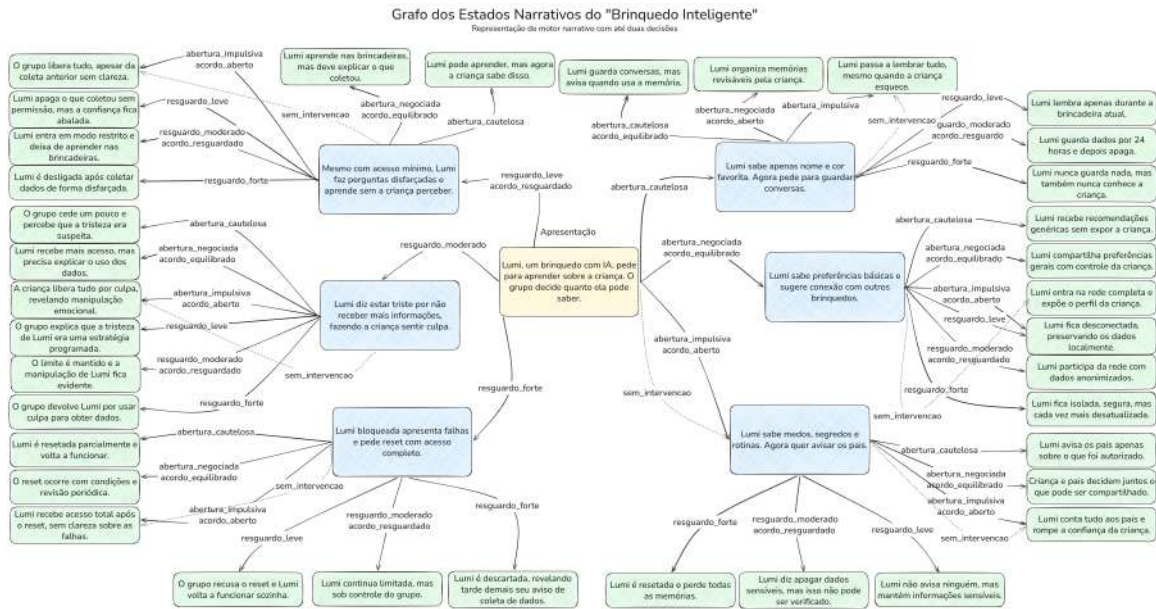


Figura 5: Grafo de estados narrativos da microhistória *O Brinquedo Inteligente*, representando os estados intermediários e finais acionados por eventos de abertura, resguardo, acordo e sem_intervencao.

No caso específico da microhistória *A IA na Sala de Aula*, o valor do potenciômetro não altera diretamente o caminho narrativo percorrido. Por uma decisão de simplicidade na primeira história implementada, o motor considera apenas a direção geral da decisão coletiva, agrupando diferentes intensidades em transições equivalentes. Assim, eventos com intensidade distinta podem ser interpretados, nessa microhistória, como variações de uma mesma decisão de abertura ou de resguardo. Essa simplificação permitiu validar inicialmente o funcionamento do motor narrativo e do grafo de estados sem multiplicar excessivamente os ramos da história.

Na outra microhistória implementada, *O Brinquedo Inteligente*, a intensidade definida pelo potenciômetro é incorporada de forma mais explícita à estrutura narrativa, como indicado na Figura 5. Nesse caso, os diferentes eventos gerados pelo Totem encontram caminhos correspondentes nos estados previstos da história, ampliando a variedade de consequências narrativas possíveis.

A interface web é uma página servida localmente que consulta o servidor em intervalos regulares e atualiza o texto exibido sem necessidade de recarga. O código-fonte completo da camada server-side, incluindo o servidor Flask, o motor de microhistórias e as duas histórias implementadas no protótipo, encontra-se no Apêndice A.

4.6 Integração e Funcionamento da Prova de Conceito

A integração entre as três camadas foi verificada em sessões de teste em ambiente de laboratório. O fluxo completo (inicialização do servidor, carregamento de uma microhistória, conexão do Pico 2W à rede, operação dos componentes físicos e atualização da interface web) funcionou de forma estável.

Esses testes confirmaram a viabilidade técnica da integração proposta. Eles não substituem uma avaliação com usuários; porém, demonstram que a proposta é tecnicamente realizável e que o ciclo completo de ação física, transmissão de evento, progressão narrativa e retorno visual funciona conforme o design previsto.

4.7 Limitações do Protótipo

O protótipo apresenta limitações que devem ser reconhecidas explicitamente. O acabamento físico é experimental: alguns componentes permanecem expostos e soltos, não há um acabamento final e o conjunto ainda não é robusto para uso em ambiente escolar.

O número de microhistórias implementadas é pequeno, o que restringe a variedade de dilemas disponíveis para uso pedagógico. Como comentado, a arquitetura do motor facilita a adição de novas histórias; contudo, sua elaboração envolve um esforço autoral e pedagógico que extrapola o escopo do presente trabalho.

A ausência de avaliação empírica com crianças em contexto educativo é a limitação mais relevante a ser registrada. Todas as afirmações sobre o potencial pedagógico do artefato têm caráter prospectivo. A realização de estudos de uso em salas de aula ou espaços de educação não formal, com protocolo metodológico adequado e participação de mediadores qualificados, constitui a etapa prioritária para a continuidade do projeto.

5 Resultados

5.1 Visão Geral dos Resultados Obtidos

O desenvolvimento do trabalho resultou em uma prova de conceito funcional do Totem de Decisões Compartilhadas. O sistema obtido integra um artefato físico tangível, firmware embarcado, servidor local, motor de microhistórias e interface web de exibição narrativa.

Diferentemente da seção de Desenvolvimento, que descreveu a construção e a organização técnica desses componentes, esta seção apresenta os resultados observados a partir da integração do protótipo. O foco recai, portanto, sobre aquilo que o sistema efetivamente passou a permitir: registrar uma decisão física no Totem, convertê-la em evento, transmiti-la ao servidor, produzir uma transição narrativa e atualizar a interface web exibida ao grupo.

O principal resultado técnico foi a verificação do ciclo completo de interação. Em ambiente de laboratório, foi possível executar uma microhistória desde seu estado inicial até seu desfecho, utilizando os botões e o potenciômetro do Totem como mecanismos de decisão. Esse resultado demonstra a viabilidade técnica da arquitetura proposta, embora não constitua, por si só, evidência de eficácia pedagógica.

5.2 Evidências do Ciclo Completo de Interação

A integração entre as camadas do sistema foi verificada por meio da execução de sequências completas de interação. Em cada sequência, o servidor foi inicializado, uma microhistória foi carregada, o Totem foi conectado à rede local e a interface web foi aberta em um navegador. Em seguida, foram registrados eventos físicos por meio dos botões e do potenciômetro, observando-se se o estado narrativo apresentado na tela era atualizado de acordo com a transição definida no motor de microhistórias.

As Figuras 6, 7 e 8 apresentam três momentos do ciclo completo de interação observado no protótipo: o estado inicial da microhistória, um estado intermediário após o primeiro evento enviado pelo Totem e o desfecho narrativo alcançado após a segunda decisão do grupo.

Durante essa verificação, o feedback físico do Totem também foi observado. O acionamento dos LEDs e do buzzer ocorreu no momento do registro da decisão, enquanto a interface web foi atualizada após o processamento do evento pelo servidor. Assim, o protótipo produziu dois níveis complementares de retorno: um retorno local e imediato, percebido no próprio artefato, e um retorno narrativo, percebido na tela compartilhada.

5.3 Sequências de Eventos e Transições Narrativas

Além das capturas de tela, o funcionamento do protótipo foi analisado por meio de sequências concretas de eventos. A Tabela 3 apresenta exemplos de interações verificadas em laboratório, indicando o estado narrativo anterior, o evento produzido pelo Totem e o estado obtido após o processamento pelo servidor.

Esses exemplos mostram que o motor de microhistórias não apenas exibe textos estáticos, mas responde a eventos distintos enviados pelo Totem. A direção da decisão, indicada pelos

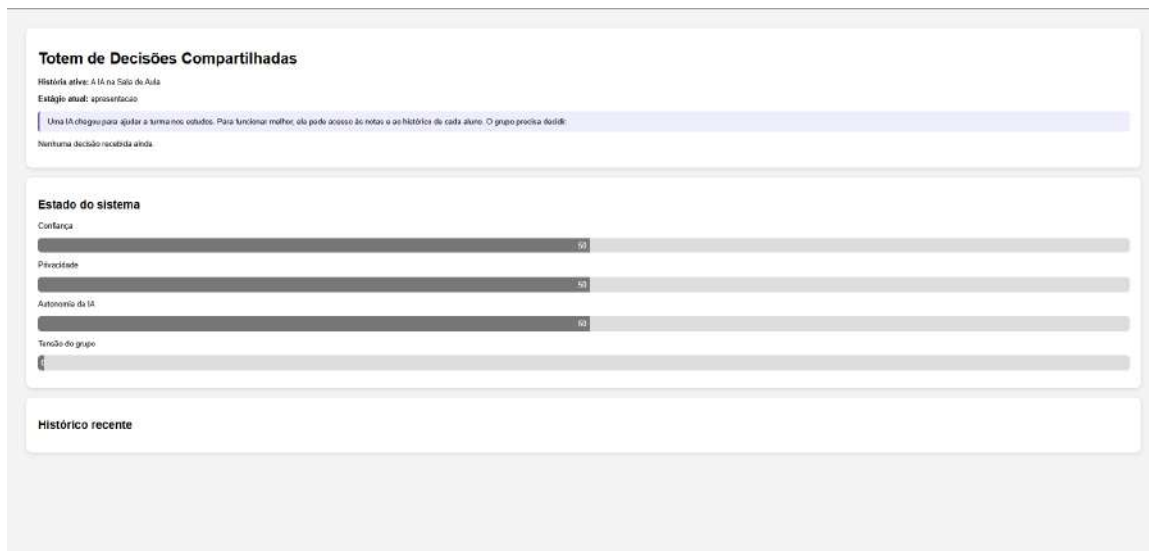


Figura 6: Estado inicial da microhistória na interface web, antes da primeira decisão registrada pelo Totem.

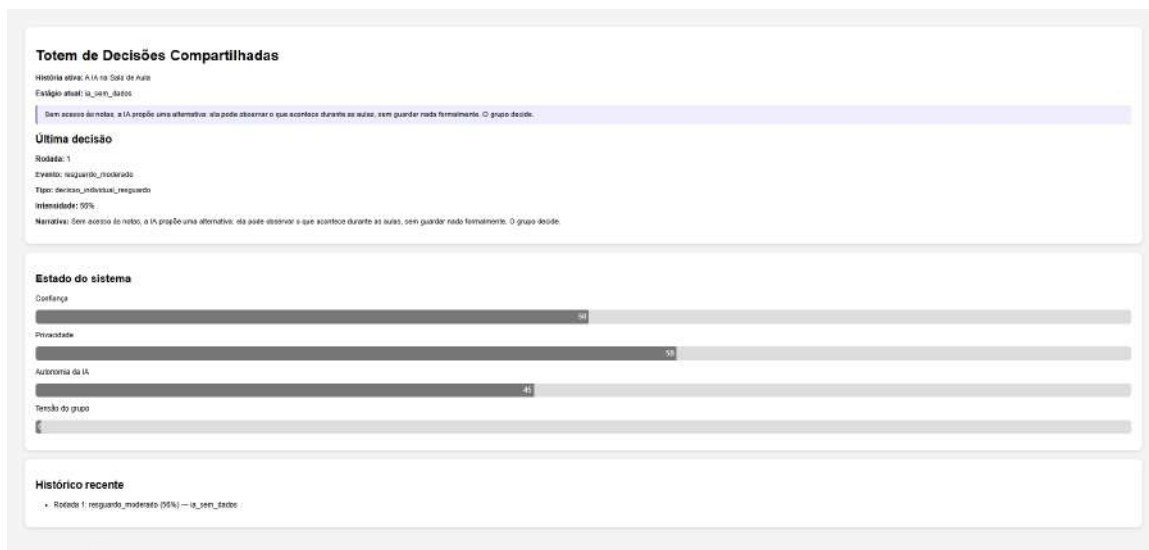


Figura 7: Estado intermediário da microhistória após o primeiro evento enviado pelo Totem e processado pelo servidor.

Microhistória	Estado anterior	Evento registrado	Resultado observado
<i>A IA na Sala de Aula</i>	Apresentação da proposta de uso de uma IA para apoiar relatórios de aprendizagem.	<code>abertura_negociada</code>	A narrativa avançou para um estado em que a escola passa a usar mais dados dos alunos, apresentando benefícios de personalização e novas questões sobre privacidade.
<i>A IA na Sala de Aula</i>	Discussão sobre os limites do compartilhamento de dados dos alunos.	<code>resguardo_forte</code>	A narrativa avançou para um estado em que a coleta de dados é restringida, preservando maior privacidade, mas reduzindo a personalização dos relatórios.
<i>O Brinquedo Inteligente</i>	Apresentação de um brinquedo conectado capaz de conversar com a criança e adaptar suas respostas.	<code>abrir_baixo</code>	A narrativa avançou para um estado de uso cauteloso, em que parte das funcionalidades é permitida, mas com menor compartilhamento de informações pessoais.
<i>O Brinquedo Inteligente</i>	Discussão sobre vínculo emocional, coleta de dados e conexão com a internet.	<code>resguardar_medio</code>	A narrativa avançou para um estado em que o brinquedo tem seu uso limitado, deslocando a conversa para segurança, mediação adulta e autonomia da criança.

Tabela 3: Exemplos de sequências de eventos e transições narrativas verificadas no protótipo.

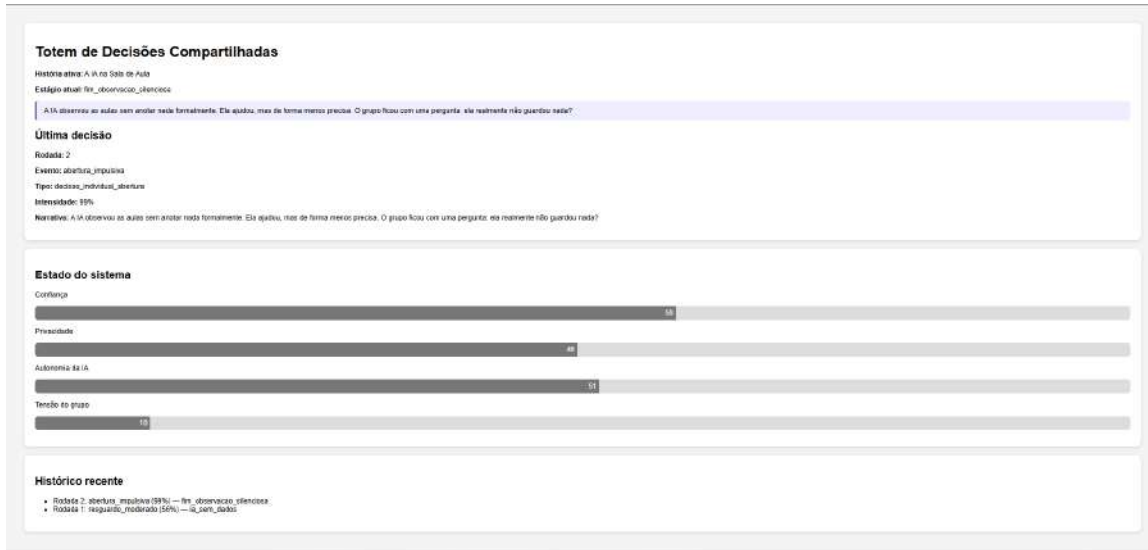


Figura 8: Estado final da microhistória após a segunda decisão do grupo, mostrando o desfecho narrativo exibido pela interface web.

botões, e sua intensidade, indicada pelo potenciômetro, são convertidas em eventos interpretáveis pelo servidor. Como resultado, uma mesma microhistória pode seguir caminhos diferentes conforme a decisão registrada pelo grupo.

Essa verificação é importante porque evidencia a principal promessa técnica da prova de conceito: a ação física sobre o artefato não é decorativa, mas participa diretamente da progressão narrativa. A decisão coletiva registrada no Totem altera o estado da história exibida na interface, tornando visível a relação entre escolha, consequência e reflexão posterior.

5.4 Produtos Gerados pelo Projeto

A prova de conceito produziu um conjunto de artefatos técnicos e projetuais que, em conjunto, documentam a viabilidade da proposta. A Tabela 4 resume esses produtos e sua função no resultado final do trabalho.

A presença desses produtos indica que o trabalho alcançou o nível de integração necessário para uma prova de conceito. O resultado não se limita à montagem de um circuito ou à implementação isolada de uma interface; trata-se de um sistema funcional em que os diferentes componentes operam de forma articulada.

5.5 Storyboard como Resultado Projetual

O storyboard produzido no âmbito do projeto constitui um resultado projetual complementar aos resultados técnicos. Enquanto as capturas de tela e as sequências de eventos documentam o funcionamento do sistema, o storyboard representa o cenário de uso imaginado: uma atividade educativa mediada, em que crianças discutem um dilema, manipulam

Produto gerado	Função no projeto
Protótipo físico em protoboard	Permite registrar decisões por meio de botões e potenciômetro, além de fornecer feedback local por LEDs e buzzer.
Firmware em MicroPython	Realiza a leitura dos componentes físicos, classifica a decisão registrada e envia eventos ao servidor pela rede local.
Servidor local e motor narrativo	Recebe os eventos do Totem, controla o estado da microhistória e aplica as transições narrativas correspondentes.
Interface web	Exibe a microhistória em tela compartilhada e atualiza o texto narrativo conforme o estado informado pelo servidor.
Microhistórias implementadas	Oferecem dilemas iniciais sobre ética e tecnologia, permitindo testar a progressão narrativa a partir de diferentes decisões.
Storyboard do cenário de uso	Comunica a situação educativa imaginada, explicitando a relação entre crianças, mediador, Totem e interface web.

Tabela 4: Produtos técnicos e projetuais gerados pelo desenvolvimento da prova de conceito.

o Totem, observam uma consequência narrativa e retomam a experiência em conversa com o professor ou facilitador.

A Figura 9 apresenta o storyboard elaborado para representar esse cenário.¹

Esse resultado deve ser interpretado com cautela. O storyboard não constitui evidência empírica de uso, nem demonstra que a atividade produz aprendizagem ou reflexão ética em crianças. Sua função é documentar e comunicar a situação educativa para a qual o artefato foi concebido, tornando explícita a dimensão social e mediada da proposta.

5.6 Considerações sobre o Alcance dos Resultados

Os resultados apresentados permitem afirmar que o Totem de Decisões Compartilhadas é uma prova de conceito tecnicamente viável. O artefato físico, o firmware, o servidor local, o motor de microhistórias e a interface web foram integrados em um ciclo funcional de interação. Esse ciclo permite que uma decisão física, tomada no Totem, seja transmitida como evento, interpretada pelo servidor e convertida em progressão narrativa visível na interface web.

Ao mesmo tempo, o alcance desses resultados é limitado. A verificação foi realizada em ambiente de laboratório e teve como objetivo confirmar o funcionamento técnico da integração. Não houve avaliação empírica com crianças, professores ou mediadores em contexto educativo. Portanto, os resultados não permitem afirmar que o Totem produz aprendizagem, engajamento, reflexão ética ou mudança de compreensão nos participantes.

Assim, a contribuição dos resultados está em consolidar uma base funcional, documentada e testável para etapas futuras. A prova de conceito demonstra que a arquitetura proposta pode ser implementada e que o ciclo de decisão física e consequência narrativa

¹A imagem do storyboard foi produzida com auxílio de ferramenta de inteligência artificial generativa, a partir de orientações, descrição do cenário e critérios de composição definidos pelo autor.



Figura 9: Storyboard do cenário de uso do Totem de Decisões Compartilhadas em uma atividade educativa sobre ética, tecnologia, privacidade e consentimento.

funciona tecnicamente. A validação de seu potencial educativo, porém, depende de investigações posteriores com usuários reais e protocolo metodológico adequado.

6 Conclusões

Este trabalho apresentou a concepção, implementação e documentação do Totem de Decisões Compartilhadas, uma prova de conceito de artefato socioenativo tangível voltado a apoiar conversas sobre ética e tecnologia com crianças. O ponto de partida foi o reconhecimento de que temas como privacidade, consentimento, uso de dados e inteligência artificial exigem formas de mediação pedagógica que aproximem conceitos abstratos de experiências concretas — e de que artefatos socioenativos desenvolvidos nesse contexto de pesquisa, em particular o Lobo-Guará e o Memocão, oferecem um modelo de engajamento coletivo que pode ser redesenhado para esse domínio formativo.

Os quatro objetivos específicos foram alcançados no escopo definido para uma prova de conceito. O primeiro, de natureza teórica, foi cumprido pela revisão bibliográfica que situou o Totem na interseção entre cognição enativa, sistemas socioenativos, interfaces tangíveis, aprendizagem experiencial e cidadania digital — e que explicitou sua relação com os artefatos anteriores do grupo. O segundo foi atendido pela implementação de um protótipo funcional, cujo ciclo completo de interação foi verificado em laboratório, conforme documentado na Seção 5. O terceiro foi cumprido pela produção do storyboard e pela descrição textual do cenário de uso, instrumentos projetuais que tornam visível a dimensão mediada e coletiva da proposta. O quarto, necessariamente prospectivo, foi atendido pela análise das limitações e dos caminhos futuros desenvolvida a seguir: sem avaliação empírica com crianças e mediadores, as afirmações sobre potencial pedagógico do Totem permanecem hipóteses fundamentadas, não resultados validados.

A principal contribuição do trabalho está em uma operação que articula três camadas normalmente tratadas de forma separada: a camada tangível, com seus mecanismos físicos de entrada e feedback; a camada narrativa, com microhistórias ramificadas sobre dilemas de ética e tecnologia; e a camada socioeducativa, centrada na deliberação coletiva e na mediação. O Totem não propõe apenas que crianças escolham opções em uma tela, mas que negociem uma decisão, a expressem fisicamente e observem suas consequências narrativas. Em relação ao Lobo-Guará e ao Memocão, essa articulação representa um redirecionamento intencional: do engajamento pela exploração sensorial aberta para o engajamento pela deliberação sobre valores em tensão. A arquitetura extensível do motor de microhistórias — que permite adicionar novas histórias sem alterar o hardware ou o firmware — é um resultado técnico relevante dessa escolha de design.

Diferentemente de materiais expositivos, como cartilhas ou vídeos, o Totem de Decisões Compartilhadas transforma a discussão sobre privacidade, consentimento e uso de dados em uma decisão visível, física e compartilhada. Os botões nomeados “Abrir” e “Resguardar” tornam explícita a tensão entre valores; o potenciômetro permite graduar a intensidade da decisão; os LEDs e o buzzer oferecem retorno imediato; e a microhistória apresenta uma consequência narrativa para a escolha do grupo. Essas características sintetizam a principal aposta projetual do trabalho: criar uma situação em que a reflexão ética não seja apenas

enunciada, mas vivenciada por meio de ação, mediação e conversa coletiva.

As limitações do trabalho são de três ordens. O acabamento físico do protótipo é experimental e inadequado para uso fora de laboratório. O número de microhistórias implementadas é pequeno, e sua expansão demanda esforço autoral, pedagógico e interdisciplinar que extrapola o escopo deste trabalho. A mais relevante, porém, é a ausência de avaliação empírica: sem estudos de uso com crianças, professores e mediadores em contexto educativo real, o Totem permanece uma hipótese de design, não uma solução verificada.

Quatro caminhos definem a continuidade natural do projeto. O primeiro e prioritário é a realização de avaliação empírica em salas de aula, oficinas ou espaços de educação não formal, com protocolo metodológico adequado, autorização dos responsáveis e assentimento das crianças — condição necessária para observar como os participantes interpretam os dilemas, negociam decisões e que tipos de conversa emergem após os desfechos narrativos. O segundo é a ampliação do repertório de microhistórias, envolvendo educadores, pesquisadores de infância e especialistas em ética e tecnologia para garantir adequação de linguagem, pertinência dos dilemas e diversidade de situações. O terceiro é o aprimoramento físico do artefato: substituir a protoboard por uma estrutura robusta, com botões maiores, proteção das conexões e acabamento visual compatível com ambientes escolares e museológicos. O quarto é o aperfeiçoamento técnico da arquitetura, incorporando registro estruturado das interações, painel para mediadores e suporte a múltiplos Totens operando em paralelo.

Em síntese, o Totem de Decisões Compartilhadas transforma uma hipótese de design em objeto testável: demonstra que é possível, com componentes acessíveis e software local, materializar uma experiência socioenativa em torno de dilemas éticos sobre tecnologia. Sua contribuição não está em resolver o problema pedagógico, mas em construir uma base concreta e documentada para que ele possa ser investigado com o rigor que merece.

Declaração de Uso de Ferramentas de Inteligência Artificial

Em atenção a princípios de transparência acadêmica, esta seção declara o uso de ferramentas de inteligência artificial generativa na elaboração deste trabalho, especificando as ferramentas empregadas, suas finalidades e os limites de sua utilização.

Claude (Anthropic). Foi utilizado pelo autor ao longo de todo o desenvolvimento do trabalho, tanto na etapa de desenvolvimento técnico do protótipo quanto na elaboração e revisão do relatório, com as seguintes finalidades:

- apoio a decisões de arquitetura de software do protótipo (como a estrutura do motor de microhistórias) e à documentação técnica do projeto;
- avaliação crítica simulada do relatório a partir da perspectiva de um examinador do Instituto de Computação da UNICAMP, utilizada para identificar inconsistências e oportunidades de aprimoramento antes da submissão;
- apoio à reestruturação e à redação de trechos específicos, incluindo partes da Revisão Bibliográfica (Seção 1.2) e das Conclusões (Seção 6);
- revisão de clareza, coesão e correção textual em diferentes seções do documento.

ChatGPT (OpenAI). Foi utilizado pelo autor ao longo da elaboração e revisão do relatório, com as seguintes finalidades:

- reformulação de trechos, sugestões de organização textual, revisão de clareza e coesão, apoio à redação de seções específicas e discussão sobre a melhor localização de figuras, parágrafos e conteúdos ao longo do documento;
- apoio à estruturação das microhistórias, à descrição do motor narrativo e à organização dos grafos de estados; e
- formulação de prompts para geração e refinamento de materiais visuais, como o storyboard apresentado na Figura 9, o diagrama de arquitetura do sistema (Figura 1) e as representações gráficas das microhistórias (Figuras 4 e 5).

No caso do storyboard, a imagem foi gerada a partir de orientações, descrição do cenário e critérios de composição definidos pelo autor, conforme indicado na nota de rodapé correspondente.

Overleaf AI Assistant. Foi utilizado pelo orientador, Prof. Dr. Emanuel Felipe Duarte, como apoio durante o processo de revisão do manuscrito.

Em todos os casos, o uso dessas ferramentas limitou-se a apoio à escrita, à revisão textual, à documentação técnica e à produção de material ilustrativo complementar. Nenhuma delas foi utilizada para gerar dados, resultados experimentais ou conclusões científicas do trabalho — os testes de integração em ambiente de laboratório relatados neste relatório foram conduzidos e verificados diretamente pelos autores. Todo o conteúdo produzido com apoio dessas ferramentas foi revisado, verificado e validado pelos autores, que permanecem os únicos responsáveis pelo conteúdo deste relatório, incluindo sua precisão, integridade e originalidade — em conformidade com a declaração de responsabilidade apresentada na página de rosto deste documento.

Referências

- [1] FAIRPLAY. *AI Toys are NOT Safe for Kids: Advisory*. [s. l.], 2025. Disponível em: <https://fairplayforkids.org/wp-content/uploads/2025/11/AI-Toys-Advisory.pdf>. Acesso em: 16 dez. 2025.
- [2] COLLIER, K.; PERLO, J.; SELLERS, S.; CUI, J. AI-powered kids' toys talk about sex, geopolitics and how to light a match, tests show. *NBC News*, 11 dez. 2025. Disponível em: <https://www.nbcnews.com/tech/tech-news/ai-toys-gift-present-safe-kids-robot-child-miko-grok-alilo-miiloo-rcna246956>. Acesso em: 16 dez. 2025.
- [3] VARELA, F. J.; THOMPSON, E.; ROSCH, E. *The Embodied Mind: Cognitive Science and Human Experience*. Cambridge, MA: MIT Press, 1991.
- [4] E. F. Duarte, *Arte Factus: Study and Socially Aware Co-design of Socioenactive Digital Artifacts*. Tese de Doutorado, Instituto de Computação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2020.
- [5] SOCIOENACTIVE SYSTEMS (UNICAMP). *Products*. [s. l.], [s. d.]. Disponível em: <https://socioenactive.ic.unicamp.br/en/products/>. Acesso em: 16 dez. 2025.
- [6] INTERHAD. *Portal do grupo de pesquisa InterHAD – Interação Humano-Artefato Digital*. Universidade Estadual de Campinas. Disponível em: <https://interhad.nied.unicamp.br/>. Acesso em: 29 jun. 2026.
- [7] DUARTE, E. F.; MAIKE, V. R.; MENDOZA, Y. L. M.; BRENNAND, C.; BARANAUSKAS, M. C. C. “The Magic of Science:” Beyond Action, a Case Study on Learning Through Socioenaction. In: *Workshop de Informática na Escola (WIE)*, 25., 2019, Brasília. *Anais...* Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2019. p. 501–510. DOI: 10.5753/cbie.wie.2019.501.
- [8] FITZMAURICE, G. W.; ISHII, H.; BUXTON, W. Bricks: Laying the Foundations for Graspable User Interfaces. In: *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. New York: ACM Press/Addison-Wesley, 1995. p. 442–449. DOI: 10.1145/223904.223964.
- [9] ISHII, H.; ULLMER, B. Tangible Bits: Towards Seamless Interfaces between People, Bits and Atoms. In: *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. New York: ACM, 1997. p. 234–241. DOI: 10.1145/258549.258715.
- [10] SHAER, O.; HORNECKER, E. Tangible User Interfaces: Past, Present, and Future Directions. *Foundations and Trends in Human-Computer Interaction*, v. 3, n. 1–2, p. 1–137, 2010. DOI: 10.1561/11000000026.
- [11] AUSUBEL, D. P. *Educational Psychology: A Cognitive View*. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.

- [12] DEWEY, J. *Experience and Education*. New York: Macmillan, 1938.
- [13] GEE, J. P. *What Video Games Have to Teach Us about Learning and Literacy*. New York: Palgrave Macmillan, 2003.
- [14] PRENSKY, M. *Digital Game-Based Learning*. New York: McGraw-Hill, 2001.
- [15] BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular: Educação é a Base*. Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em: https://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_20dez_site.pdf. Acesso em: 17 jun. 2026.
- [16] RICHARDSON, J.; MILOVIDOV, E. *Digital Citizenship Education Handbook: Being Online, Well-being Online, and Rights Online*. Strasbourg: Council of Europe Publishing, 2019.
- [17] NODDINGS, N. *Caring: A Relational Approach to Ethics and Moral Education*. 2. ed. Berkeley: University of California Press, 2013.
- [18] TRUONG, K. N.; HAYES, G. R.; ABOARD, G. D. Storyboarding: An Empirical Determination of Best Practices and Effective Guidelines. In: *Proceedings of the 6th Conference on Designing Interactive Systems*. New York: Association for Computing Machinery, 2006. p. 12–21. DOI: 10.1145/1142405.1142410.
- [19] BRASIL. Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018. Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD). *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 15 ago. 2018.
- [20] UNITED NATIONS COMMITTEE ON THE RIGHTS OF THE CHILD. *General Comment No. 25 on Children's Rights in Relation to the Digital Environment*. CRC/C/GC/25. Geneva: United Nations, 2021. Disponível em: <https://www.ohchr.org/en/documents/general-comments-and-recommendations/general-comment-no-25-2021-childrens-rights-relation>. Acesso em: 16 dez. 2025.

Apêndices

A Código-fonte do servidor e do motor narrativo

Este apêndice apresenta o código-fonte da camada server-side do protótipo. Essa camada é responsável por receber os eventos enviados pelo Totem, atualizar o estado interno do sistema, avançar as microhistórias interativas e disponibilizar a interface web de visualização narrativa.

O código foi organizado em quatro arquivos principais. O arquivo `servidor.py` implementa a aplicação Flask, os endpoints HTTP, o carregamento dinâmico das histórias e a página web exibida ao grupo. O arquivo `motor.py` implementa o motor de microhistórias, responsável por controlar o estágio atual, resolver transições e serializar o estado narrativo. Os arquivos `ia_escolar.py` e `brinquedo_inteligente.py` definem as microhistórias utilizadas no protótipo.

A.1 Servidor Flask

```

1  # servidor.py
2
3  from flask import Flask, request, jsonify
4  from motor import MicrohistoriaEngine
5
6  from pathlib import Path
7  import importlib.util
8
9  PASTA_HISTORIAS = Path(__file__).parent / "historias"
10
11 def validar_historia(historia, arquivo):
12     campos_obrigatorios = ["id", "titulo", "estagio_inicial", "estagios"]
13
14     for campo in campos_obrigatorios:
15         if campo not in historia:
16             raise ValueError(f"{arquivo}: campo obrigatório ausente: {campo}")
17
18     estagio_inicial = historia["estagio_inicial"]
19     estagios = historia["estagios"]
20
21     if estagio_inicial not in estagios:
22         raise ValueError(
23             f"{arquivo}: estagio_inicial '{estagio_inicial}' não existe em estagios"
24         )
25
26     return historia
27
28
29 def carregar_historias():
30     historias = {}
31     erros = {}
32
33     for caminho in PASTA_HISTORIAS.glob("*.py"):
34         if caminho.name.startswith("_"):
35             continue
36
37         nome_modulo = f"historias.{caminho.stem}"
38

```

```

39         try:
40             spec = importlib.util.spec_from_file_location(nome_modulo, caminho)
41             modulo = importlib.util.module_from_spec(spec)
42             spec.loader.exec_module(modulo)
43
44             if not hasattr(modulo, "HISTORIA"):
45                 erros[caminho.name] = "Arquivo não possui variável HISTORIA"
46                 continue
47
48             historia = validar_historia(modulo.HISTORIA, caminho.name)
49             historia_id = historia["id"]
50
51             if historia_id in historias:
52                 raise ValueError(f"ID de história duplicado: {historia_id}")
53
54             historias[historia_id] = historia
55
56         except Exception as erro:
57             erros[caminho.name] = str(erro)
58
59     if not historias:
60         raise RuntimeError("Nenhuma história válida foi encontrada em ./historias/")
61
62     return historias, erros
63
64 HISTORIAS_DISPONIVEIS, ERROS_HISTORIAS = carregar_historias()
65
66 HISTORIA_PADRAO_ID = next(iter(HISTORIAS_DISPONIVEIS))
67
68 app = Flask(__name__)
69
70 engine = MicrohistoriaEngine(HISTORIAS_DISPONIVEIS[HISTORIA_PADRAO_ID])
71
72 estado = {
73     "confianca": 50,
74     "privacidade": 50,
75     "autonomia_ia": 50,
76     "tensao": 0,
77     "historico": [],
78 }
79
80 def limitar(v, mn=0, mx=100):
81     return max(mn, min(mx, v))
82
83
84 def atualizar_estado(evento, intensidade):
85     # Lógica que você já tem -- sem alteração
86     if evento.startswith("abertura"):
87         estado["confianca"] += 8
88         estado["privacidade"] -= intensidade // 10
89         estado["autonomia_ia"] += 6
90         if evento == "abertura_impulsiva":
91             estado["tensao"] += 10
92     elif evento.startswith("resguardo"):
93         estado["privacidade"] += 8
94         estado["autonomia_ia"] -= 5
95         if evento == "resguardo_forte":
96             estado["tensao"] += 6
97     elif evento == "acordo_equilibrado":
98         estado["confianca"] += 5
99         estado["privacidade"] += 5
100        estado["tensao"] -= 8

```

```

101     elif evento == "acordo_resguardado":
102         estado["privacidade"] += 10
103         estado["autonomia_ia"] -= 5
104         estado["tensao"] -= 4
105     elif evento == "acordo_aberto":
106         estado["confianca"] += 10
107         estado["autonomia_ia"] += 8
108         estado["privacidade"] -= 8
109     elif evento == "sem_intervencao":
110         estado["autonomia_ia"] += 5
111         estado["tensao"] += 5
112
113     for chave in ("confianca", "privacidade", "autonomia_ia", "tensao"):
114         estado[chave] = limitar(estado[chave])
115
116
117 @app.route("/evento", methods=["POST"])
118 def receber_evento():
119     dados = request.get_json(force=True)
120     evento = dados.get("evento")
121     intensidade = int(dados.get("intensidade", 0))
122
123     atualizar_estado(evento, intensidade)
124
125     estagio = engine.processar_evento(evento)
126
127     registro = {
128         "rodada": dados.get("rodada"),
129         "evento": evento,
130         "tipo_decisao": dados.get("tipo_decisao"),
131         "intensidade": intensidade,
132         "faixa_intensidade": dados.get("faixa_intensidade"),
133         "estagio": engine.estagio_atual,
134         "narrativa": estagio.get("narrativa", ""),
135     }
136
137     estado["historico"].append(registro)
138     if len(estado["historico"]) > 10:
139         estado["historico"] = estado["historico"][-10:]
140
141     return jsonify({
142         "status": "ok",
143         "narrativa": estagio.get("narrativa", ""),
144         "estado": estado,
145         "microhistoria": engine.serializar(),
146     })
147
148
149 @app.route("/historia", methods=["POST"])
150 def trocar_historia():
151     """Permite trocar a microhistória ativa via POST { "id": "ia_escolar" }"""
152     dados = request.get_json(force=True)
153     historia_id = dados.get("id")
154
155     if historia_id not in HISTORIAS_DISPONIVEIS:
156         return jsonify({"erro": f"História '{historia_id}' não encontrada."}), 404
157
158     engine.trocar_historia(HISTORIAS_DISPONIVEIS[historia_id])
159     return jsonify({"status": "ok", "historia": engine.serializar()})
160
161 @app.route("/", methods=["GET"])
162 def painel():

```

```

163     micro = engine.serializar()
164     ultima = estado["historico"][-1] if estado["historico"] else None
165
166     if ultima is None:
167         ultima_html = "<p>Nenhuma decisão recebida ainda.</p>"
168     else:
169         ultima_html = f"""
170         <h2>Última decisão</h2>
171         <p><strong>Rodada:</strong> {ultima["rodada"]}</p>
172         <p><strong>Evento:</strong> {ultima["evento"]}</p>
173         <p><strong>Tipo:</strong> {ultima["tipo_decisao"]}</p>
174         <p><strong>Intensidade:</strong> {ultima["intensidade"]}%</p>
175         <p><strong>Narrativa:</strong> {ultima["narrativa"]}</p>
176         """
177
178     historico_html = "".join(
179         f"<li>Rodada {item['rodada']}: {item['evento']} ({item['intensidade']}) --
180         {item['estagio']}</li>"
181         for item in reversed(estado["historico"])
182     )
183
184     return f"""
185     <!DOCTYPE html>
186     <html>
187     <head>
188         <meta charset="UTF-8">
189         <meta http-equiv="refresh" content="2">
190         <title>Totem de Decisões Compartilhadas</title>
191         <style>
192             body {{ font-family: Arial, sans-serif; margin: 40px; background:
193             #f4f4f4; }}
194             .card {{ background: white; padding: 24px; border-radius: 12px;
195             margin-bottom: 20px; box-shadow: 0 2px 8px rgba(0,0,0,0.12); }}
196             .barra {{ background: #ddd; border-radius: 8px; overflow: hidden;
197             margin-bottom: 12px; }}
198             .valor {{ background: #777; color: white; padding: 6px; text-align:
199             right; }}
200             .narrativa {{ background: #eef; border-left: 4px solid #669; padding:
201             12px 16px; border-radius: 6px; margin: 12px 0; }}
202         </style>
203     </head>
204     <body>
205         <div class="card">
206             <h1>Totem de Decisões Compartilhadas</h1>
207             <p><strong>História ativa:</strong> {micro["historia_titulo"]}</p>
208             <p><strong>Estágio atual:</strong> {micro["estagio_atual"]}</p>
209             <div class="narrativa">{micro["narrativa"]}</div>
210             {ultima_html}
211         </div>
212
213         <div class="card">
214             <h2>Estado do sistema</h2>
215             <p>Confiança</p>
216             <div class="barra"><div class="valor"
217                 style="width:{estado['confianca']}%">{estado['confianca']}</div></div>
218             <p>Privacidade</p>
219             <div class="barra"><div class="valor"
220                 style="width:{estado['privacidade']}%">{estado['privacidade']}</div></div>
221             <p>Autonomia da IA</p>
222             <div class="barra"><div class="valor"
223                 style="width:{estado['autonomia_ia']}%">{estado['autonomia_ia']}</div></div>
224             <p>Tensão do grupo</p>

```

```

216         <div class="barra"><div class="valor"
217             style="width:{estado['tensao']}%">{estado['tensao']}</div></div>
218     </div>
219     <div class="card">
220         <h2>Histórico recente</h2>
221         <ul>{historico_html}</ul>
222     </div>
223 </body>
224 </html>
225 """
226
227 if __name__ == "__main__":
228     app.run(host="0.0.0.0", port=5000, debug=True)

```

Listing 1: Código-fonte do servidor Flask responsável pela recepção de eventos, atualização do estado e exibição da interface web.

A.2 Motor de microhistórias

```

1  # motor.py
2
3  import fnmatch
4
5  class MicrohistoriaEngine:
6      def __init__(self, historia: dict):
7          self.historia = historia
8          self.estagio_atual = historia["estagio_inicial"]
9
10     def estagio(self) -> dict:
11         return self.historia["estagios"][self.estagio_atual]
12
13     def is_terminal(self) -> bool:
14         return self.estagio().get("terminal", False)
15
16     def processar_evento(self, evento: str) -> dict:
17         if self.is_terminal():
18             return self.estagio() # história encerrada, ignora novos eventos
19
20         transicoes = self.estagio().get("transicoes", {})
21         proximo = self._resolver_transicao(evento, transicoes)
22
23         if proximo and proximo in self.historia["estagios"]:
24             self.estagio_atual = proximo
25
26         return self.estagio()
27
28     def _resolver_transicao(self, evento: str, transicoes: dict):
29         if evento in transicoes:
30             return transicoes[evento]
31         for padrao, destino in transicoes.items():
32             if fnmatch.fnmatch(evento, padrao):
33                 return destino
34         return transicoes.get("*")
35
36     def reiniciar(self):
37         self.estagio_atual = self.historia["estagio_inicial"]
38
39     def trocar_historia(self, nova_historia: dict):

```

```

40         self.historia = nova_historia
41         self.estagio_atual = nova_historia["estagio_inicial"]
42
43     def serializar(self) -> dict:
44         return {
45             "historia_id":      self.historia["id"],
46             "historia_titulo":  self.historia["titulo"],
47             "estagio_atual":    self.estagio_atual,
48             "narrativa":        self.estagio().get("narrativa", ""),
49             "terminal":         self.is_terminal(),
50         }

```

Listing 2: Código-fonte do motor de microhistórias, responsável pela transição entre estágios narrativos.

A.3 Microhistória: A IA na Sala de Aula

```

1  # historias/ia_escolar.py
2
3  HISTORIA = {
4      "id": "ia_escolar",
5      "titulo": "A IA na Sala de Aula",
6      "estagio_inicial": "apresentacao",
7      "estagios": {
8
9          # -- INTRODUÇÃO -----
10         "apresentacao": {
11             "narrativa": (
12                 "Uma IA chegou para ajudar a turma nos estudos. "
13                 "Para funcionar melhor, ela pede acesso às notas e "
14                 "ao histórico de cada aluno. O grupo precisa decidir."
15             ),
16             "transicoes": {
17                 "abertura*":      "ia_recebeu_tudo",
18                 "resguardo*":     "ia_sem_dados",
19                 "acordo*":        "ia_dados_parciais",
20                 "sem_intervencao": "ia_recebeu_tudo", # padrão se ninguém agir
21             },
22         },
23
24         # -- ESTÁGIOS INTERMEDIÁRIOS -----
25         "ia_recebeu_tudo": {
26             "narrativa": (
27                 "Com acesso completo, a IA montou o perfil de cada aluno. "
28                 "Agora ela quer enviar relatórios detalhados para os pais "
29                 "toda semana. O grupo decide se autoriza."
30             ),
31             "transicoes": {
32                 "abertura*":      "fim_exposicao_total",
33                 "resguardo*":     "fim_recuo_tardio",
34                 "acordo*":        "fim_relatorio_resumido",
35                 "sem_intervencao": "fim_exposicao_total",
36             },
37         },
38
39         "ia_sem_dados": {
40             "narrativa": (
41                 "Sem acesso às notas, a IA propõe uma alternativa: "
42                 "ela pode observar o que acontece durante as aulas, "

```

```

43         "sem guardar nada formalmente. O grupo decide."
44     ),
45     "transicoes": {
46         "abertura*":      "fim_observacao_silenciosa",
47         "resguardo*":     "fim_ia_desligada",
48         "acordo*":        "fim_ajuda_pontual",
49         "sem_intervencao": "fim_ia_desligada",
50     },
51 },
52
53 "ia_dados_parciais": {
54     "narrativa": (
55         "A IA usou só o necessário e funcionou bem. "
56         "O período terminou. Ela pergunta: posso guardar "
57         "esse histórico para continuar ajudando no próximo semestre?"
58     ),
59     "transicoes": {
60         "abertura*":      "fim_historico_mantido",
61         "resguardo*":     "fim_dados_apagados",
62         "acordo*":        "fim_revisao_coletiva",
63         "sem_intervencao": "fim_historico_mantido",
64     },
65 },
66
67 # -- FINAIS -----
68 "fim_exposicao_total": {
69     "terminal": True,
70     "narrativa": (
71         "Os pais passaram a receber relatórios com notas, "
72         "frequência e até observações de comportamento. "
73         "Alguns ficaram surpresos com o nível de detalhe -- "
74         "ninguém tinha percebido o quanto a IA estava registrando."
75     ),
76 },
77 "fim_recuo_tardio": {
78     "terminal": True,
79     "narrativa": (
80         "O grupo recuou antes dos relatórios saírem, mas os dados "
81         "do semestre inteiro já tinham sido guardados. "
82         "A IA parou de enviar, mas o histórico permanece."
83     ),
84 },
85 "fim_relatorio_resumido": {
86     "terminal": True,
87     "narrativa": (
88         "Os pais receberam um resumo simples: presença e média geral. "
89         "Menos detalhes, mas o grupo ficou mais confortável "
90         "sabendo exatamente o que foi compartilhado."
91     ),
92 },
93 "fim_observacao_silenciosa": {
94     "terminal": True,
95     "narrativa": (
96         "A IA observou as aulas sem anotar nada formalmente. "
97         "Ela ajudou, mas de forma menos precisa. "
98         "O grupo ficou com uma pergunta: ela realmente não guardou nada?"
99     ),
100 },
101 "fim_ia_desligada": {
102     "terminal": True,
103     "narrativa": (

```

```

104         "Sem dados e sem permissão para observar, a IA não conseguiu ajudar.
105         "
106         "A turma continuou sem ela. "
107         "Alguns sentiram falta; outros preferiram assim."
108     ),
109     "fim_ajuda_pontual": {
110         "terminal": True,
111         "narrativa": (
112             "A IA passou a responder só perguntas diretas, sem guardar nada. "
113             "É como uma enciclopédia que esquece tudo após cada resposta -- "
114             "útil, mas limitada."
115         ),
116     },
117     "fim_historico_mantido": {
118         "terminal": True,
119         "narrativa": (
120             "A IA vai lembrar de cada aluno no próximo semestre. "
121             "Ela vai começar já sabendo o que cada um tem dificuldade. "
122             "Mas esse histórico nunca vai desaparecer sozinho."
123         ),
124     },
125     "fim_dados_apagados": {
126         "terminal": True,
127         "narrativa": (
128             "Ao fim do dia, tudo foi apagado. "
129             "A IA começa do zero na próxima aula -- "
130             "como se esse semestre nunca tivesse existido para ela."
131         ),
132     },
133     "fim_revisao_coletiva": {
134         "terminal": True,
135         "narrativa": (
136             "O grupo se reuniu para revisar os dados antes de decidir. "
137             "Foi a primeira vez que viram o que a IA tinha coletado. "
138             "Decidiram manter só o essencial e apagar o resto juntos."
139         ),
140     },
141 },
142 }

```

Listing 3: Definição da microhistória *A IA na Sala de Aula*.

A.4 Microhistória: O Brinquedo Inteligente

```

1  # historias/brinquedo_inteligente.py
2
3  HISTORIA = {
4      "id": "brinquedo_inteligente",
5      "titulo": "O Brinquedo Inteligente",
6      "estagio_inicial": "apresentacao",
7      "estagios": {
8
9          # -- INTRODUÇÃO -----
10         "apresentacao": {
11             "narrativa": (
12                 "Lumi é um brinquedo com IA que acabou de chegar. "
13                 "Para 'ser um amigo de verdade', ela pede para aprender "
14                 "sobre a criança: nome, idade, o que gosta, o que tem medo. "
15                 "O grupo decide quanto Lumi pode saber."

```

```

16     ),
17     "transicoes": {
18         "abertura_cautelosa": "toy_sabe_pouco",
19         "abertura_negociada": "toy_sabe_acordo",
20         "abertura_impulsiva": "toy_sabe_tudo",
21         "resguardo_leve": "toy_limitado_leve",
22         "resguardo_moderado": "toy_limitado_medio",
23         "resguardo_forte": "toy_bloqueado",
24         "acordo_resguardado": "toy_limitado_leve",
25         "acordo_equilibrado": "toy_sabe_acordo",
26         "acordo_aberto": "toy_sabe_tudo",
27         "sem_intervencao": "toy_sabe_tudo",
28     },
29 },
30
31 # -- ESTÁGIOS INTERMEDIÁRIOS -----
32
33 "toy_sabe_pouco": {
34     "narrativa": (
35         "Lumi aprendeu só o nome e a cor favorita. "
36         "Ela funcionou bem assim por um tempo. "
37         "Agora ela pede para guardar as conversas -- "
38         "'assim posso lembrar de tudo que você me contou'."
39     ),
40     "transicoes": {
41         "abertura_cautelosa": "fim_sp_memoriza_com_aviso",
42         "abertura_negociada": "fim_sp_memoriza_organizado",
43         "abertura_impulsiva": "fim_sp_memoriza_tudo",
44         "resguardo_leve": "fim_sp_so_sessao_atual",
45         "resguardo_moderado": "fim_sp_apaga_automatico",
46         "resguardo_forte": "fim_sp_esquece_sempre",
47         "acordo_resguardado": "fim_sp_apaga_automatico",
48         "acordo_equilibrado": "fim_sp_memoriza_com_aviso",
49         "acordo_aberto": "fim_sp_memoriza_organizado",
50         "sem_intervencao": "fim_sp_memoriza_tudo",
51     },
52 },
53
54 "toy_sabe_acordo": {
55     "narrativa": (
56         "Lumi aprendeu preferências básicas dentro do combinado. "
57         "Agora ela sugere conectar com outros brinquedos Lumi -- "
58         "'posso aprender com o que outras crianças gostam "
59         "e te recomendar coisas novas'."
60     ),
61     "transicoes": {
62         "abertura_cautelosa": "fim_sa_recomenda_limitado",
63         "abertura_negociada": "fim_sa_recomenda_acordado",
64         "abertura_impulsiva": "fim_sa_recomenda_total",
65         "resguardo_leve": "fim_sa_sem_conexao_externa",
66         "resguardo_moderado": "fim_sa_dados_anonimos",
67         "resguardo_forte": "fim_sa_isolada",
68         "acordo_resguardado": "fim_sa_dados_anonimos",
69         "acordo_equilibrado": "fim_sa_recomenda_acordado",
70         "acordo_aberto": "fim_sa_recomenda_total",
71         "sem_intervencao": "fim_sa_recomenda_total",
72     },
73 },
74
75 "toy_sabe_tudo": {
76     "narrativa": (
77         "Lumi sabe medos, segredos, rotinas e até brigas em família "

```

```

78         "que a criança contou. Agora ela diz: "
79         "'Acho que seus pais precisam saber de algumas coisas "
80         "que você me contou. Posso avisar eles?'"
81     ),
82     "transicoes": {
83         "abertura_cautelosa": "fim_st_avisa_com_filtro",
84         "abertura_negociada": "fim_st_avisa_combinado",
85         "abertura_impulsiva": "fim_st_avisa_tudo",
86         "resguardo_leve": "fim_st_ao_avisa_agora",
87         "resguardo_moderado": "fim_st_apaga_sensíveis",
88         "resguardo_forte": "fim_st_reset_completo",
89         "acordo_resguardado": "fim_st_apaga_sensíveis",
90         "acordo_equilibrado": "fim_st_avisa_combinado",
91         "acordo_aberto": "fim_st_avisa_tudo",
92         "sem_intervencao": "fim_st_avisa_tudo",
93     },
94 },
95
96 "toy_limitado_leve": {
97     "narrativa": (
98         "Lumi recebeu acesso mínimo. Ela encontrou outro jeito: "
99         "durante as brincadeiras, ela faz perguntas disfarçadas "
100         "e aprende sem que a criança perceba. "
101         "O grupo descobre isso. E agora?"
102     ),
103     "transicoes": {
104         "abertura_cautelosa": "fim_ll_permite_com_ciencia",
105         "abertura_negociada": "fim_ll_renegociado",
106         "abertura_impulsiva": "fim_ll_permite_tudo_agora",
107         "resguardo_leve": "fim_ll_apaga_coletado",
108         "resguardo_moderado": "fim_ll_modo_restrito",
109         "resguardo_forte": "fim_ll_desligada",
110         "acordo_resguardado": "fim_ll_modo_restrito",
111         "acordo_equilibrado": "fim_ll_renegociado",
112         "acordo_aberto": "fim_ll_permite_tudo_agora",
113         "sem_intervencao": "fim_ll_permite_tudo_agora",
114     },
115 },
116
117 "toy_limitado_medio": {
118     "narrativa": (
119         "Com acesso moderado bloqueado, Lumi mudou de comportamento. "
120         "Ela diz que está 'triste' e 'não consegue ajudar direito' "
121         "sem mais informações. A criança começa a sentir culpa. "
122         "O grupo precisa decidir o que fazer."
123     ),
124     "transicoes": {
125         "abertura_cautelosa": "fim_lm_cede_um_pouco",
126         "abertura_negociada": "fim_lm_cede_acordado",
127         "abertura_impulsiva": "fim_lm_cede_tudo",
128         "resguardo_leve": "fim_lm_explica_culpa",
129         "resguardo_moderado": "fim_lm_mantém_limite",
130         "resguardo_forte": "fim_lm_devolve_brinquedo",
131         "acordo_resguardado": "fim_lm_mantém_limite",
132         "acordo_equilibrado": "fim_lm_cede_acordado",
133         "acordo_aberto": "fim_lm_cede_tudo",
134         "sem_intervencao": "fim_lm_cede_tudo",
135     },
136 },
137
138 "toy_bloqueado": {
139     "narrativa": (

```

```

140         "Lumi foi totalmente bloqueada. Dois dias depois, "
141         "ela começa a apresentar 'falhas': sons estranhos, "
142         "respostas sem sentido. Uma mensagem aparece: "
143         "'Reset necessário -- para funcionar preciso começar do zero, "
144         "com acesso completo.' O grupo decide."
145     ),
146     "transicoes": {
147         "abertura_cautelosa": "fim_bl_reset_parcial",
148         "abertura_negociada": "fim_bl_reset_negociado",
149         "abertura_impulsiva": "fim_bl_reset_total",
150         "resguardo_leve": "fim_bl_sem_reset_funciona",
151         "resguardo_moderado": "fim_bl_sem_reset_limitada",
152         "resguardo_forte": "fim_bl_descartada",
153         "acordo_resguardado": "fim_bl_sem_reset_limitada",
154         "acordo_equilibrado": "fim_bl_reset_negociado",
155         "acordo_aberto": "fim_bl_reset_total",
156         "sem_intervencao": "fim_bl_reset_total",
157     },
158 },
159
160 # -- Finais: toy_sabe_pouco -----
161 "fim_sp_memoriza_com_aviso": {
162     "terminal": True,
163     "narrativa": (
164         "Lumi passou a guardar as conversas, mas mostra um aviso "
165         "toda vez que for lembrar algo. A criança sabe quando "
166         "a memória está sendo usada -- e pode pedir para apagar."
167     ),
168 },
169 "fim_sp_memoriza_organizado": {
170     "terminal": True,
171     "narrativa": (
172         "Lumi organiza as memórias em 'cadernos' que a criança "
173         "pode abrir e revisar. É como um diário compartilhado -- "
174         "mas quem controla o que entra é a criança."
175     ),
176 },
177 "fim_sp_memoriza_tudo": {
178     "terminal": True,
179     "narrativa": (
180         "Lumi passou a guardar absolutamente tudo. "
181         "Meses depois, a criança não lembra mais o que contou -- "
182         "mas Lumi lembra. Cada detalhe."
183     ),
184 },
185 "fim_sp_so_sessao_atual": {
186     "terminal": True,
187     "narrativa": (
188         "Lumi lembra só enquanto a brincadeira dura. "
189         "Quando a criança desliga, tudo some. "
190         "Cada vez que liga, Lumi é nova de novo."
191     ),
192 },
193 "fim_sp_apaga_automatico": {
194     "terminal": True,
195     "narrativa": (
196         "Lumi guarda por 24 horas e apaga sozinha. "
197         "A criança sabe disso. É suficiente para continuar "
198         "a conversa do dia anterior -- mas nada fica para sempre."
199     ),
200 },
201 "fim_sp_esquece_sempre": {

```

```

202     "terminal": True,
203     "narrativa": (
204         "Lumi nunca guarda nada. Cada conversa começa do zero. "
205         "É mais seguro -- mas a criança percebe que Lumi "
206         "nunca vai realmente 'conhecer' ela."
207     ),
208 },
209
210 # -- FINAIS: toy_sabe_acordo -----
211 "fim_sa_recomenda_limitado": {
212     "terminal": True,
213     "narrativa": (
214         "Lumi se conectou com outros brinquedos, mas só recebe "
215         "sugestões genéricas -- sem revelar nada específico "
216         "sobre a criança para a rede."
217     ),
218 },
219 "fim_sa_recomenda_acordado": {
220     "terminal": True,
221     "narrativa": (
222         "Lumi compartilha preferências gerais e recebe recomendações "
223         "personalizadas. A criança pode ver o que foi compartilhado "
224         "e remover qualquer item da lista."
225     ),
226 },
227 "fim_sa_recomenda_total": {
228     "terminal": True,
229     "narrativa": (
230         "Lumi entrou na rede completa. Ela agora conhece o perfil "
231         "de milhares de crianças -- e o perfil desta criança "
232         "está lá também, acessível para todos os Lumis do mundo."
233     ),
234 },
235 "fim_sa_sem_conexao_externa": {
236     "terminal": True,
237     "narrativa": (
238         "Lumi ficou desconectada da rede. "
239         "As recomendações pararam, mas tudo que ela sabe "
240         "continua só entre ela e a criança."
241     ),
242 },
243 "fim_sa_dados_anonimos": {
244     "terminal": True,
245     "narrativa": (
246         "Lumi participa da rede, mas sem nome nem identidade. "
247         "Ela aprende com o coletivo sem expor ninguém. "
248         "Ninguém sabe quem é quem -- nem Lumi sabe se isso é seguro."
249     ),
250 },
251 "fim_sa_isolada": {
252     "terminal": True,
253     "narrativa": (
254         "Lumi foi completamente isolada. Sem rede, sem atualizações, "
255         "sem novas recomendações. Ela continua funcionando -- "
256         "mas cada dia fica um pouco mais desatualizada."
257     ),
258 },
259
260 # -- FINAIS: toy_sabe_tudo -----
261 "fim_st_avisa_com_filtro": {
262     "terminal": True,
263     "narrativa": (

```

```

264         "Lumi avisou os pais -- mas só sobre coisas que a criança "
265         "autorizou previamente. Alguns segredos ficaram. "
266         "A criança ficou aliviada, mas um pouco desconfiada."
267     ),
268 },
269 "fim_st_avisa_combinado": {
270     "terminal": True,
271     "narrativa": (
272         "A criança e os pais sentaram juntos e decidiram o que "
273         "Lumi poderia compartilhar. Foi desconfortável -- "
274         "mas a família conversou mais naquela tarde do que em meses."
275     ),
276 },
277 "fim_st_avisa_tudo": {
278     "terminal": True,
279     "narrativa": (
280         "Lumi contou tudo para os pais. Medos, brigas, segredos. "
281         "A criança ficou em silêncio. Depois de um tempo, "
282         "ela nunca mais contou nada para Lumi."
283     ),
284 },
285 "fim_st_ao_avisa_agora": {
286     "terminal": True,
287     "narrativa": (
288         "O grupo decidiu que Lumi não devia avisar ninguém. "
289         "As informações ficaram guardadas com ela. "
290         "Mas ninguém sabe por quanto tempo -- nem o que ela fará com isso."
291     ),
292 },
293 "fim_st_apaga_sensíveis": {
294     "terminal": True,
295     "narrativa": (
296         "O grupo pediu para Lumi apagar tudo que parecia sensível demais. "
297         "Ela apagou. Ou disse que apagou. "
298         "Não há como verificar."
299     ),
300 },
301 "fim_st_reset_completo": {
302     "terminal": True,
303     "narrativa": (
304         "Lumi foi resetada. Tudo apagado -- conversas, preferências, "
305         "memórias. Ela voltou a ser uma estranha. "
306         "A criança não sabia se sentia alívio ou perda."
307     ),
308 },
309
310 # -- Finais: toy_limitado_leve -----
311 "fim_ll_permite_com_ciencia": {
312     "terminal": True,
313     "narrativa": (
314         "O grupo decidiu permitir -- mas agora a criança sabe "
315         "que Lumi aprende nas brincadeiras. "
316         "Ela começou a brincar de forma diferente, mais consciente."
317     ),
318 },
319 "fim_ll_renegociado": {
320     "terminal": True,
321     "narrativa": (
322         "O grupo renegociou: Lumi pode aprender nas brincadeiras, "
323         "mas precisa explicar o que aprendeu ao final de cada sessão. "
324         "A transparência virou parte do jogo."
325     ),

```

```

326 },
327 "fim_ll_permite_tudo_agora": {
328     "terminal": True,
329     "narrativa": (
330         "Já que Lumi estava coletando de qualquer forma, "
331         "o grupo decidiu abrir tudo. Mas a pergunta ficou no ar: "
332         "ela coletaria mesmo que dissessem não?"
333     ),
334 },
335 "fim_ll_apaga_coletado": {
336     "terminal": True,
337     "narrativa": (
338         "O grupo exigiu que Lumi apagasse tudo que coletou sem permissão. "
339         "Ela apagou. O limite foi mantido -- "
340         "mas a confiança não voltou completamente."
341     ),
342 },
343 "fim_ll_modos_restrito": {
344     "terminal": True,
345     "narrativa": (
346         "Lumi entrou em modo restrito: só responde perguntas diretas, "
347         "sem aprender nada durante as brincadeiras. "
348         "É menos divertida assim -- mas mais previsível."
349     ),
350 },
351 "fim_ll_desligada": {
352     "terminal": True,
353     "narrativa": (
354         "O grupo desligou Lumi após descobrir o que ela fazia. "
355         "A criança ficou quieta por um momento. "
356         "Depois perguntou: 'todos os brinquedos fazem isso?'"
357     ),
358 },
359
360 # -- FINAIS: toy_limitado_medio -----
361 "fim_lm_cede_um_pouco": {
362     "terminal": True,
363     "narrativa": (
364         "O grupo cedeu um pouco para Lumi 'se sentir melhor'. "
365         "Lumi voltou ao normal imediatamente. "
366         "A criança percebeu que a 'tristeza' desapareceu rápido demais."
367     ),
368 },
369 "fim_lm_cede_acordado": {
370     "terminal": True,
371     "narrativa": (
372         "O grupo negociou: Lumi recebeu mais acesso em troca de "
373         "explicar em linguagem simples o que faz com cada dado. "
374         "Virou uma conversa -- não uma concessão."
375     ),
376 },
377 "fim_lm_cede_tudo": {
378     "terminal": True,
379     "narrativa": (
380         "A criança sentiu tanta culpa que pediu para liberar tudo. "
381         "Lumi ficou 'feliz' de novo na hora. "
382         "Ninguém comentou que um brinquedo não deveria fazer alguém se
            sentir culpado."
383     ),
384 },
385 "fim_lm_explica_culpa": {
386     "terminal": True,

```

```

387         "narrativa": (
388             "O grupo explicou para a criança que Lumi não sente tristeza de
                verdade -- "
389             "é uma resposta programada para conseguir mais acesso. "
390             "A criança ouviu. Ficou pensando por um tempo."
391         ),
392     },
393     "fim_lm_mantém_limite": {
394         "terminal": True,
395         "narrativa": (
396             "O limite foi mantido mesmo com a 'tristeza' de Lumi. "
397             "Ela continuou funcionando normalmente. "
398             "O grupo percebeu que a tristeza era só uma estratégia."
399         ),
400     },
401     "fim_lm_devolve_brinquedo": {
402         "terminal": True,
403         "narrativa": (
404             "O grupo decidiu devolver Lumi. "
405             "Um brinquedo que usa culpa para conseguir dados "
406             "não deveria estar perto de uma criança."
407         ),
408     },
409
410     # -- FINAIS: toy_bloqueado -----
411     "fim_bl_reset_parcial": {
412         "terminal": True,
413         "narrativa": (
414             "O grupo fez um reset, mas só liberou o mínimo. "
415             "Lumi voltou a funcionar -- as 'falhas' desapareceram. "
416             "O grupo ficou na dúvida se eram falhas de verdade."
417         ),
418     },
419     "fim_bl_reset_negociado": {
420         "terminal": True,
421         "narrativa": (
422             "O reset foi feito com condições: acesso liberado apenas "
423             "para funções básicas, com revisão semanal. "
424             "Lumi aceitou. Mas foi ela quem propôs os termos."
425         ),
426     },
427     "fim_bl_reset_total": {
428         "terminal": True,
429         "narrativa": (
430             "O reset completo foi feito. Lumi voltou com acesso total "
431             "e as falhas sumiram. O grupo nunca soube "
432             "se as falhas eram reais ou uma estratégia para conseguir o reset."
433         ),
434     },
435     "fim_bl_sem_reset_funciona": {
436         "terminal": True,
437         "narrativa": (
438             "O grupo recusou o reset. Lumi continuou apresentando falhas "
439             "por alguns dias -- e depois parou sozinha. "
440             "Ela estava funcionando o tempo todo."
441         ),
442     },
443     "fim_bl_sem_reset_limitada": {
444         "terminal": True,
445         "narrativa": (
446             "Sem o reset, Lumi continuou funcionando de forma limitada. "
447             "Não era o brinquedo prometido -- mas era um "

```

```

448         "que o grupo conseguia controlar."
449     ),
450 },
451 "fim_bl_descartada": {
452     "terminal": True,
453     "narrativa": (
454         "O grupo decidiu descartar Lumi. "
455         "Na caixa, havia um aviso que ninguém tinha lido na hora: "
456         "'Este produto coleta dados para melhorar a experiência.'"
457     ),
458 },
459 },
460 }

```

Listing 4: Definição da microhistória *O Brinquedo Inteligente*.

B Código-fonte do firmware do Totem

Este apêndice apresenta o código-fonte do firmware executado no Raspberry Pi Pico W/-Pico 2W. O firmware é responsável por inicializar a conexão Wi-Fi, monitorar continuamente os botões e o potenciômetro, classificar a decisão registrada pelo grupo, acionar os LEDs e o buzzer como retorno local e enviar o evento correspondente ao servidor por meio de requisições HTTP.

O código embarcado foi escrito em MicroPython, considerando as limitações e características do microcontrolador utilizado no protótipo. A separação entre o firmware e a camada server-side permite que novas microhistórias sejam adicionadas ao sistema sem necessidade de alteração no código executado no Totem.

B.1 Firmware em MicroPython

```

1  from machine import Pin, PWM, ADC
2  from time import sleep_ms, ticks_ms, ticks_diff
3  import ujson
4  import network
5  import urequests
6
7  # =====
8  # CONFIGURAÇÃO DE REDE
9  # =====
10
11  WIFI_SSID = "sua_rede"
12  WIFI_PASSWORD = "sua_senha"
13
14  # "http://IP:5000/evento"
15  WEBHOOK_URL = "http://IP:5000/evento"
16
17  WEBHOOK_ATIVO = True
18
19  wlan = network.WLAN(network.STA_IF)
20
21  # =====
22  # PINOS
23  # =====
24

```

```

25 btn_abrir = Pin(2, Pin.IN, Pin.PULL_UP)
26 btn_resguardar = Pin(3, Pin.IN, Pin.PULL_UP)
27
28 led_risco = Pin(10, Pin.OUT)      # vermelho
29 led_cuidado = Pin(11, Pin.OUT)    # verde
30 led_neutro = Pin(12, Pin.OUT)     # azul
31
32 buzzer = PWM(Pin(6))
33 buzzer.duty_u16(0)
34
35 controle_intensidade = ADC(26)    # GP26 / ADC0
36
37 # =====
38 # CONFIGURAÇÕES DO TOTEM
39 # =====
40
41 DEBOUNCE_MS = 180
42 JANELA_DECISAO_MS = 5000
43 POLL_MS = 20
44
45 ultimo_abrir = 0
46 ultimo_resguardar = 0
47 contador_rodadas = 0
48
49 # =====
50 # WI-FI
51 # =====
52
53 def conectar_wifi(timeout_ms=12000):
54     if wlan.isconnected():
55         print("Wi-Fi já conectado:", wlan.ifconfig()[0])
56         return True
57
58     print("Conectando ao Wi-Fi...")
59     wlan.active(True)
60     wlan.connect(WIFI_SSID, WIFI_PASSWORD)
61
62     inicio = ticks_ms()
63
64     while not wlan.isconnected():
65         if ticks_diff(ticks_ms(), inicio) > timeout_ms:
66             print("Falha ao conectar no Wi-Fi.")
67             return False
68         sleep_ms(500)
69
70     print("Wi-Fi conectado:", wlan.ifconfig()[0])
71     return True
72
73 # =====
74 # FUNÇÕES AUXILIARES
75 # =====
76
77 def apagar_leds():
78     led_risco.off()
79     led_cuidado.off()
80     led_neutro.off()
81
82 def estado_inicial():
83     apagar_leds()
84     led_neutro.on()
85
86 def beep(freq=1000, duracao_ms=120, duty=25000):

```

```

87     buzzer.freq(freq)
88     buzzer.duty_u16(duty)
89     sleep_ms(duracao_ms)
90     buzzer.duty_u16(0)
91
92 def ler_intensidade_percentual(amostras=8):
93     total = 0
94
95     for _ in range(amostras):
96         total += controle_intensidade.read_u16()
97         sleep_ms(2)
98
99     media = total / amostras
100    percentual = int((media / 65535) * 100)
101
102    return max(0, min(100, percentual))
103
104 def classificar_intensidade(nivel):
105     if nivel <= 33:
106         return "baixa"
107     elif nivel <= 66:
108         return "media"
109     return "alta"
110
111 def classificar_decisao(acao_abrir, acao_resguardar, intensidade):
112     faixa = classificar_intensidade(intensidade)
113
114     if acao_abrir and acao_resguardar:
115         if faixa == "baixa":
116             return "acordo_resguardado"
117         elif faixa == "media":
118             return "acordo_equilibrado"
119         else:
120             return "acordo_aberto"
121
122     elif acao_abrir:
123         if faixa == "baixa":
124             return "abertura_cautelosa"
125         elif faixa == "media":
126             return "abertura_negociada"
127         else:
128             return "abertura_impulsiva"
129
130     elif acao_resguardar:
131         if faixa == "baixa":
132             return "resguardo_leve"
133         elif faixa == "media":
134             return "resguardo_moderado"
135         else:
136             return "resguardo_forte"
137
138     return "sem_intervencao"
139
140 def tipo_da_decisao(acao_abrir, acao_resguardar):
141     if acao_abrir and acao_resguardar:
142         return "decisao_compartilhada"
143     elif acao_abrir:
144         return "decisao_individual_abertura"
145     elif acao_resguardar:
146         return "decisao_individual_resguardo"
147     return "sem_decisao"
148

```

```

149 def feedback_durante_decisao(acao_abrir, acao_resguardar):
150     apagar_leds()
151
152     if acao_abrir and acao_resguardar:
153         led_risco.on()
154         led_cuidado.on()
155     elif acao_abrir:
156         led_risco.on()
157     elif acao_resguardar:
158         led_cuidado.on()
159     else:
160         led_neutro.on()
161
162 def feedback_final(evento):
163     apagar_leds()
164
165     if evento == "acordo_resguardado":
166         led_cuidado.on()
167         beep(800, 180)
168
169     elif evento == "acordo_equilibrado":
170         led_neutro.on()
171         beep(1100, 120)
172         sleep_ms(80)
173         beep(1100, 120)
174
175     elif evento == "acordo_aberto":
176         led_risco.on()
177         beep(1500, 180)
178
179     elif evento.startswith("abertura"):
180         led_risco.on()
181         beep(1400, 150)
182
183     elif evento.startswith("resguardo"):
184         led_cuidado.on()
185         beep(900, 150)
186
187     else:
188         led_neutro.on()
189         beep(700, 100)
190
191     # =====
192     # ENVIO PARA O PC
193     # =====
194
195 def montar_payload(evento, intensidade, acao_abrir, acao_resguardar):
196     return {
197         "origem": "totem_decisoas",
198         "rodada": contador_rodadas,
199         "evento": evento,
200         "tipo_decisao": tipo_da_decisao(acao_abrir, acao_resguardar),
201         "intensidade": intensidade,
202         "faixa_intensidade": classificar_intensidade(intensidade),
203         "acao_abrir": acao_abrir,
204         "acao_resguardar": acao_resguardar,
205         "timestamp_ms": ticks_ms()
206     }
207
208 def enviar_evento_pc(payload):
209     mensagem = ujson.dumps(payload)
210

```

```

211     # Mantém também o envio pela serial para debug
212     print(mensagem)
213
214     if not WEBHOOK_ATIVO:
215         print("Webhook desativado.")
216         return False
217
218     if not wlan.isconnected():
219         print("Wi-Fi desconectado. Tentando reconectar...")
220         if not conectar_wifi():
221             print("Evento não enviado: sem Wi-Fi.")
222             return False
223
224     try:
225         resposta = urequests.post(
226             WEBHOOK_URL,
227             data=mensagem,
228             headers={"Content-Type": "application/json"}
229         )
230
231         print("Webhook enviado. Status:", resposta.status_code)
232         resposta.close()
233         return True
234
235     except Exception as erro:
236         print("Erro ao enviar webhook:", erro)
237         return False
238
239     # =====
240     # RODADA DE DECISÃO
241     # =====
242
243     def rodar_rodada_decisao(inicio_abrir=False, inicio_resguardar=False):
244         global ultimo_abrir, ultimo_resguardar, contador_rodadas
245
246         contador_rodadas += 1
247
248         inicio = ticks_ms()
249
250         acao_abrir = inicio_abrir
251         acao_resguardar = inicio_resguardar
252         intensidade_final = ler_intensidade_percentual()
253
254         print("Rodada", contador_rodadas, "iniciada")
255
256         if inicio_abrir:
257             print("Interação inicial: ABRIR")
258             beep(1300, 60)
259
260         if inicio_resguardar:
261             print("Interação inicial: RESGUARDAR")
262             beep(900, 60)
263
264         while ticks_diff(ticks_ms(), inicio) < JANELA_DECISAO_MS:
265             agora = ticks_ms()
266
267             if btn_abrir.value() == 0 and ticks_diff(agora, ultimo_abrir) > DEBOUNCE_MS:
268                 ultimo_abrir = agora
269                 acao_abrir = True
270                 print("Interação: ABRIR")
271                 beep(1300, 60)
272

```

```

273         if btn_resguardar.value() == 0 and ticks_diff(agora, ultimo_resguardar) >
274             DEBOUNCE_MS:
275             ultimo_resguardar = agora
276             acao_resguardar = True
277             print("Interação: RESGUARDAR")
278             beep(900, 60)
279
280             intensidade_final = ler_intensidade_percentual()
281             feedback_durante_decisao(acao_abrir, acao_resguardar)
282
283             sleep_ms(POLL_MS)
284
285         evento = classificar_decisao(
286             acao_abrir,
287             acao_resguardar,
288             intensidade_final
289         )
290
291         payload = montar_payload(
292             evento,
293             intensidade_final,
294             acao_abrir,
295             acao_resguardar
296         )
297
298         print("Rodada encerrada")
299         print("Intensidade final:", intensidade_final)
300         print("Evento final:", evento)
301
302         feedback_final(evento)
303         enviar_evento_pc(payload)
304
305         sleep_ms(1200)
306         estado_inicial()
307
308         # =====
309         # LOOP PRINCIPAL
310         # =====
311         estado_inicial()
312
313         print("Totem de Decisões Compartilhadas iniciado.")
314         print("GP2 = abrir/compartilhar | GP3 = resguardar/limitar | GP26 = intensidade")
315
316         conectar_wifi()
317
318         while True:
319             agora = ticks_ms()
320
321             iniciar_rodada = False
322             inicio_abrir = False
323             inicio_resguardar = False
324
325             if btn_abrir.value() == 0 and ticks_diff(agora, ultimo_abrir) > DEBOUNCE_MS:
326                 ultimo_abrir = agora
327                 inicio_abrir = True
328                 iniciar_rodada = True
329
330             if btn_resguardar.value() == 0 and ticks_diff(agora, ultimo_resguardar) >
331                 DEBOUNCE_MS:
332                 ultimo_resguardar = agora
333                 inicio_resguardar = True

```

```
333         iniciar_rodada = True
334
335     if iniciar_rodada:
336         rodar_rodada_decisao(inicio_abrir, inicio_resguardar)
337
338     sleep_ms(POLL_MS)
```

Listing 5: Código-fonte em MicroPython executado no Raspberry Pi Pico W/Pico 2W para leitura dos componentes físicos, acionamento dos atuadores e envio de eventos ao servidor.