

AMBIENTES DE INOVAÇÃO E GOVERNANÇA DA IA EDUCACIONAL: MODELO CONCEITUAL PARA LABORATÓRIOS UNIVERSITÁRIOS ABERTOS DE PROTOTIPAGEM

Jéssica Cristiane Faustino Viana

Mestranda em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação, Universidade Federal do Amapá, Macapá, Amapá, Brasil.

E-mail: jhessymcp@gmail.com.

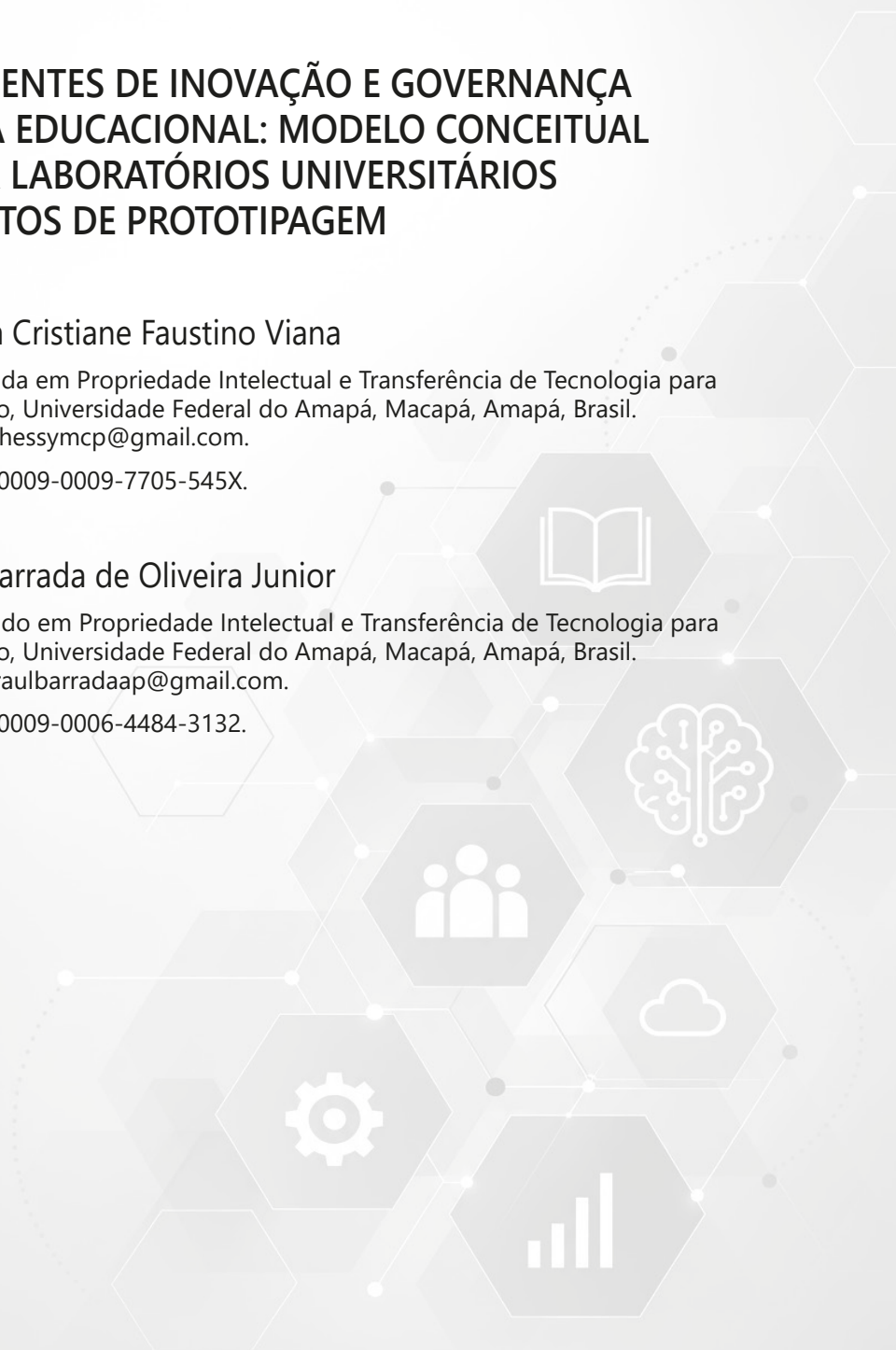
ORCID: 0009-0009-7705-545X.

Raul Barrada de Oliveira Junior

Mestrando em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação, Universidade Federal do Amapá, Macapá, Amapá, Brasil.

E-mail: raulbarradaap@gmail.com.

ORCID: 0009-0006-4484-3132.



RESUMO

A integração da inteligência artificial (IA) generativa ao ensino superior requer estruturas capazes de articular experimentação, integridade pedagógica, proteção de dados, propriedade intelectual e transferência de tecnologia. Este artigo propõe um modelo conceitual de governança para um laboratório universitário aberto de prototipagem, concebido como mecanismo de geração de empreendimentos vinculado aos ambientes promotores da inovação. A pesquisa é de natureza exploratória, bibliográfica e documental, com abordagem qualitativa, baseada na organização e interpretação dos conteúdos e temas relacionados ao objeto investigado. O modelo estrutura-se em cinco dimensões: governança participativa; experimentação pedagógica; rastreabilidade proporcional; propriedade intelectual e transferência de tecnologia; e monitoramento. O Protocolo de Integridade Pedagógica para Inteligência Artificial é apresentado como exemplo de aplicação. A Amazônia constitui contexto potencial para implementação futura, considerando especificidades institucionais e territoriais. A proposta sistematiza responsabilidades, processos e evidências para orientar a prototipagem, avaliação, proteção de ativos e eventual transferência tecnológica.

Palavras-chave: Ambientes de inovação. Governança da inteligência artificial. Laboratório de prototipagem. Integridade pedagógica. Transferência de tecnologia.

ABSTRACT

The integration of generative artificial intelligence (AI) into higher education requires structures capable of articulating experimentation, pedagogical integrity, data protection, intellectual property, and technology transfer. This article proposes a conceptual governance model for an open university prototyping laboratory, conceived as an entrepreneurship generation mechanism linked to innovation-promoting environments. The research is exploratory, bibliographic, and documentary, adopting a qualitative approach based on the organization and interpretation of content and themes related to the investigated object. The model comprises five dimensions: participatory governance; pedagogical experimentation; proportional traceability; intellectual property and technology transfer; and monitoring. The Pedagogical Integrity Protocol for Artificial Intelligence is presented as an application example. The Amazon is considered a potential context for future implementation, considering institutional and territorial specificities. The proposal systematizes responsibilities, processes, and evidence to guide prototyping, evaluation, asset protection, and potential technology transfer.

Keywords: Innovation environments. Artificial intelligence governance. Prototyping laboratory. Pedagogical integrity. Technology transfer.

1. Introdução

Com a difusão da inteligência artificial generativa (IAGen), uma resposta acadêmica formalmente bem redigida já não revela, por si só, o percurso intelectual que a produziu. Textos, códigos, imagens e soluções plausíveis podem ser obtidos em poucos segundos, enquanto as mesmas ferramentas ampliam possibilidades de feedback, personalização e acesso a explicações. Essa ambivalência desloca o desafio universitário da simples aceitação ou proibição da tecnologia para o redesenho das atividades, das formas de acompanhamento e das responsabilidades institucionais, de modo a preservar participação cognitiva e transparência. Santos (2026, p. 3) identifica a tensão entre respostas institucionais centradas em controle e abordagens pedagógicas orientadas à formação, enquanto Balalle e Pannilage (2025, p. 9) defendem políticas explícitas, formação e revisão das avaliações em lugar da dependência exclusiva de detectores automáticos.

Responder a essa tensão exige mais do que adquirir uma ferramenta. A instituição precisa definir a finalidade do uso da IA, os participantes, os riscos e os dados envolvidos, bem como as formas de supervisão humana, avaliação e responsabilização. A Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) recomenda que instituições de ensino superior estabeleçam governança participativa, avaliação de impacto ético, privacidade e mecanismos de prestação de contas (UNESCO, 2023, p. 62), assegurando também a possibilidade de intervenção humana (UNESCO, 2023, p. 63). Nessa perspectiva, governança corresponde ao conjunto articulado de princípios, responsabilidades, processos e controles que orienta a escolha, o desenvolvimento, a experimentação, a adoção e a revisão das tecnologias.

As universidades ocupam posição estratégica por articularem o ensino, pesquisa, extensão e desenvolvimento tecnológico. Essa capacidade se fortalece quando redes institucionais aproximam pesquisadores, estudantes, governo e empresas (ROSA; DUSEK; FARIA, 2025, p. 16). Na Amazônia, tal articulação pode apoiar o desenvolvimento de soluções educacionais relacionadas a problemas concretos, parceiros regionais e processos de formação. O recorte regional é tratado, portanto, como perspectiva de aplicação da proposta, e não como objeto empiricamente caracterizado; não se presume uniformidade entre instituições, territórios ou condições de infraestrutura.

No Brasil, esse enquadramento encontra respaldo no Decreto nº 9.283/2018, que inclui os laboratórios abertos de prototipagem entre os mecanismos de geração de empreendimentos dos ambientes promotores da inovação (BRASIL, 2018, p. 1). Esse mecanismo constitui o objeto central do estudo, mas sua compreensão depende do contexto institucional mais amplo, responsável por articular infraestrutura, atores, regras e cooperação.

A partir desse recorte, o artigo é orientado pelo seguinte problema: como um laboratório universitário aberto de prototipagem pode estruturar a governança do desenvolvimento, da experimentação e da futura validação de tec-

nologias educacionais baseadas em IA, considerando integridade pedagógica, rastreabilidade, propriedade intelectual e transferência de tecnologia? O objetivo geral é propor um modelo conceitual de governança da IA para esse mecanismo institucional. Para alcançá-lo, o estudo caracteriza seu enquadramento nos ambientes promotores da inovação e sua função como infraestrutura universitária de pesquisa; discute integridade e rastreabilidade; define atores, processos e responsabilidades; e estabelece indicadores de acompanhamento.

A argumentação parte do enquadramento jurídico, caracteriza o laboratório universitário e o relaciona à governança da IA, à integridade pedagógica e à rastreabilidade. Em seguida, apresenta o modelo, distribui responsabilidades e discute sua arquitetura e seus indicadores. Assim, os recursos tecnológicos são examinados conforme as condições institucionais de concepção, teste, documentação, proteção e eventual transferência.

2. Procedimentos Metodológicos

A pesquisa caracteriza-se como exploratória, bibliográfica e documental, de abordagem qualitativa, desenvolvida a partir do levantamento, organização e interpretação das fontes selecionadas. O estudo não contempla pesquisa de campo, experimentação com estudantes ou avaliação do desempenho de protótipos. Dessa forma, a investigação concentra-se na elaboração de um modelo conceitual, cuja aplicação e validação empírica poderão ser realizadas em etapas posteriores.

O corpus reuniu materiais normativos, bibliográficos e institucionais diretamente relacionados a laboratórios universitários de prototipagem, ambientes promotores da inovação, governança da IA, integridade acadêmica, rastreabilidade, propriedade intelectual, acessibilidade e monitoramento. Foram priorizadas normas brasileiras aplicáveis à inovação e à propriedade intelectual, documentos de governança da IA e estudos sobre prototipagem, integridade acadêmica e experimentação educacional.

As fontes foram selecionadas conforme sua pertinência temática e função analítica. Os documentos normativos delimitaram o enquadramento dos ambientes promotores da inovação e as responsabilidades institucionais; os estudos acadêmicos sustentaram a discussão sobre prototipagem, aprendizagem, integridade e governança; e os materiais institucionais ilustraram formas contemporâneas de articulação entre estruturas de inovação. Essa distinção impediu que exemplos de divulgação fossem tratados como comprovação de eficácia ou que proposições do artigo fossem apresentadas como resultados observados.

Na etapa interpretativa, cada fonte foi relacionada às perguntas centrais do estudo: qual função o laboratório desempenha; quais atores precisam participar; que decisões devem ser documentadas; quais dados são necessários; como proteger os ativos; e quais evidências autorizam a continuidade de um protótipo. Os conteúdos foram, então, agrupados nas categorias laboratório, governança, in-

tegridade, rastreabilidade, propriedade intelectual e indicadores, posteriormente convertidas em componentes do modelo: atores, princípios, etapas, entregas e medidas de acompanhamento. Achados provenientes de laboratórios de fabricação, educação maker, governança corporativa ou aplicações assistivas de IA serviram apenas à fundamentação conceitual, sem transposição automática para o ensino superior amazônico. Desse modo, o recorte regional permanece como perspectiva de aplicação futura, respeitados os limites do corpus.

3. Laboratórios Universitários de Prototipagem na Pesquisa de IA Educacional

3.1 Enquadramento jurídico: do ambiente promotor ao laboratório

O art. 2º do Decreto nº 9.283/2018 organiza os ambientes de inovação segundo uma sequência conceitual. O primeiro elemento é a entidade gestora, pessoa jurídica de direito público ou privado responsável pela gestão do ambiente promotor da inovação. Ela não se confunde com o espaço administrado: cabe-lhe estabelecer governança, regras de acesso, parcerias, uso da infraestrutura e formas de acompanhamento (BRASIL, 2018, p. 1).

Em nível mais abrangente, os ambientes promotores da inovação são espaços propícios à inovação e ao empreendedorismo, característicos da economia baseada no conhecimento. O Decreto os divide em duas dimensões: ecossistemas de inovação, que agregam infraestrutura e arranjos institucionais e culturais; e mecanismos de geração de empreendimentos, estruturas operacionais que apoiam iniciativas de base tecnológica para a transformação de ideias em soluções, como incubadoras, aceleradoras, espaços cooperativos e laboratórios abertos de prototipagem (BRASIL, 2018, p. 1).

O laboratório aberto de prototipagem situa-se nessa segunda dimensão. Na hierarquia do Decreto, não representa o ecossistema inteiro, mas um mecanismo concreto inserido no ambiente promotor da inovação. Neste artigo, sua função é oferecer condições institucionais para materializar ideias, construir versões experimentais, testar requisitos, identificar falhas e produzir evidências antes da adoção ou transferência. Assim, o laboratório constitui o mecanismo central da análise, sem se confundir com o ambiente institucional mais amplo no qual está inserido.

No âmbito desse arranjo, uma universidade pode ser enquadrada como Instituição Científica, Tecnológica e de Inovação (ICT) quando sua missão abranja a pesquisa científica ou tecnológica ou o desenvolvimento de novos produtos, serviços ou processos (BRASIL, 2016, p. 2). O laboratório pode integrar essa estrutura, enquanto o Núcleo de Inovação Tecnológica (NIT) responde pela gestão da política de inovação, incluindo proteção e transferência de tecnologia (BRASIL, 2016, p. 6). Desse modo, a entidade gestora administra o ambiente; o

laboratório conduz a experimentação; e o NIT orienta propriedade intelectual, parcerias e transferência, sem substituir a avaliação pedagógica.

3.2 Estrutura universitária, funções e integração acadêmica

Neste artigo, o laboratório universitário aberto de prototipagem é definido como mecanismo institucional que integra infraestrutura física e digital, equipes multidisciplinares, regras de acesso e processos capazes de converter hipóteses em artefatos testáveis. O caráter aberto não significa acesso irrestrito, mas participação da comunidade acadêmica e, quando autorizada, de parceiros externos, segundo critérios de segurança, supervisão e governança. A experiência da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) mostra que laboratórios de fácil acesso precisam conciliar abertura, segurança e acompanhamento (WEIGERT, 2023, p. 14).

Na universidade, essa estrutura integra ensino, pesquisa e extensão. A configuração multidisciplinar do IFMaker (laboratório de prototipagem e fabricação digital implantado nos Institutos Federais) reúne áreas do conhecimento e diferentes níveis de decisão no desenvolvimento de produtos e processos (LEITE; SILVA; QUEIROZ, 2020, p. 107). Na pesquisa em IA educacional, isso justifica aproximar docentes, estudantes, desenvolvedores e especialistas em dados, acessibilidade, ética e propriedade intelectual no mesmo ciclo. Em instituições amazônicas, o arranjo pode favorecer cooperação com ICTs, redes educacionais e parceiros regionais, desde que cada iniciativa tenha como ponto de partida problemas concretos e seja validada no contexto de sua realização.

Para cumprir essas funções, o laboratório articula quatro camadas: física, destinada ao trabalho colaborativo e à demonstração; digital, composta por repositórios, ambientes virtuais, controle de versões e serviços computacionais; metodológica, responsável pela entrada, prototipagem, avaliação e encerramento; e institucional, que conecta o comitê de governança, coordenações acadêmicas, proteção de dados e NIT. Essa composição evidencia que a estrutura não se reduz a uma sala equipada: sua principal entrega é um processo capaz de transformar demandas educacionais em versões documentadas e submetidas a critérios pedagógicos, técnicos, éticos e jurídicos.

3.3 Laboratórios, sandboxes, hubs e programas de EdTechs na pesquisa em IA educacional

Na IA educacional, o laboratório deve funcionar simultaneamente como espaço universitário, processo de pesquisa e infraestrutura digital. Prototipar, nesse campo, ultrapassa a produção de artefatos físicos e abrange interfaces, agentes, fluxos de dados, atividades e políticas tutoriais. Freitas e Freitas (2026, p. 13) demonstram, em contexto corporativo, que a IA generativa pode acelerar simulações e testes e favorecer estruturas híbridas de validação. A transposição desse arranjo para o ensino superior ainda requer investigação; por isso, sua

utilização educacional é tratada como hipótese a ser testada, não como solução previamente validada.

Para assegurar finalidade pedagógica, o ciclo deve começar pelo problema educacional, não pela ferramenta. Antes de selecionar ou desenvolver a tecnologia, a equipe explicita público, contexto, resultados esperados, riscos, dados, requisitos e formas de avaliação, em consonância com o diagnóstico institucional recomendado pela UNESCO (2023, p. 70). Na sequência, o processo se desenvolve por etapas de compreensão, elaboração, aplicação e análise (FREITAS; FREITAS, 2026, p. 8), gerando diferentes versões, evidências de utilização, identificação de riscos e decisões quanto à continuidade.

Os ciclos podem ocorrer integralmente no laboratório ou conectar-se a sandboxes, centros de inovação e programas de EdTechs quando o teste exigir articulação externa e aplicação em contexto real. São arranjos complementares, com funções distintas: o laboratório mantém a capacidade permanente de pesquisa; o sandbox acrescenta regras temporárias e supervisão à experimentação controlada; o centro de inovação aproxima atores e recursos; e os programas de EdTechs podem apoiar o desenvolvimento de soluções e empreendimentos. O Sandbox de Inovação em IA para educação do Ministério da Educação (MEC), o Centro de Inovação da Educação Básica Paulista e o relato da SIM Inova ilustram possibilidades de cooperação e teste, sem substituir avaliação externa de resultados educacionais (BRASIL, 2026; SÃO PAULO, [s.d.]; SIM INOVA, 2026).

Na Amazônia, essa complementaridade pode suprir necessidades de parceiros, infraestrutura ou circulação das soluções desenvolvidas. O laboratório, contudo, continua como núcleo operacional que conecta pesquisa, desenvolvimento e documentação, enquanto as demais estruturas ampliam o alcance em momentos definidos. A circulação de protótipos entre instituições aumenta a necessidade de critérios compartilhados de decisão, registro e responsabilização.

4. Governança da IA: Da Norma ao Desenho Pedagógico

4.1 Governança institucional da IA

Como a prototipagem gera decisões com efeitos pedagógicos e institucionais, sua governança deve partir da centralidade das pessoas. A UNESCO associa esse compromisso a proporcionalidade, a segurança, a equidade, a privacidade, transparência, a responsabilidade e a participação das múltiplas partes interessadas (UNESCO, 2023, p. 62), além de preservar a possibilidade de intervenção humana (UNESCO, 2023, p. 63). No laboratório universitário, tais princípios exigem a presença de conhecimentos pedagógicos, técnicos, jurídicos e sociais nas decisões sobre cada protótipo.

A pluralidade do comitê deve produzir decisões concretas, não uma autorização genérica para usar IA. Cada projeto precisa indicar finalidade, usuários, fornecedores, dados, autonomia, riscos, supervisão humana, critérios de êxito e

plano de encerramento. A instituição, então, delimita o problema, implementa salvaguardas e acompanha adoção, usabilidade, integração, equidade e efeitos não previstos (UNESCO, 2023, p. 70). Essa sequência aproxima governança institucional e prática experimental.

Essa governança deve combinar regras claras, letramento em IA, participação da comunidade e revisão das práticas avaliativas, evitando reduzir a integridade a controle ou sanção (SANTOS, 2026, p. 17). Em instituições amazônicas, o arranjo pode apoiar experimentações educacionais com maior segurança decisória, sem pressupor homogeneidade entre redes, cursos ou infraestruturas locais. Para alcançar a prática pedagógica, seus princípios precisam orientar tanto a participação cognitiva dos estudantes quanto os limites dos registros produzidos durante os testes.

4.2 Integridade pedagógica e rastreabilidade proporcional

Ao articular governança e formação, a integridade acadêmica deixa de significar apenas obediência a regras e passa a envolver honestidade, confiança, responsabilidade e práticas profissionais. A inteligência artificial generativa (IA-Gen) torna esse debate mais complexo, pois pode produzir textos plausíveis sem que o estudante realize todas as operações cognitivas esperadas. Por isso, a literatura recomenda políticas claras, formação para o uso ético da tecnologia e revisão das estratégias avaliativas (BALALLE; PANNILAGE, 2025, p. 9).

Neste artigo, integridade pedagógica designa a preservação das condições necessárias para que o estudante participe cognitivamente do processo e se responsabilize por sua elaboração. Como aplicação ilustrativa do modelo, apresenta-se o Protocolo de Integridade Pedagógica para Inteligência Artificial (PIP-IA), ainda não implementado ou validado. Sua lógica prevê que o estudante registre uma tentativa inicial antes de receber o apoio da IA, tenha acesso a perguntas e pistas graduais, reformule sua resposta e mantenha esse percurso disponível para acompanhamento docente. O objetivo não é impedir o uso da tecnologia nem comprovar automaticamente a autoria, mas produzir evidências limitadas que auxiliem a análise do processo de aprendizagem.

Nesse contexto, rastreabilidade proporcional significa registrar somente os eventos necessários ao acompanhamento pedagógico, técnico e institucional. Esses registros podem apoiar a interpretação docente e a identificação de dificuldades, mas não constituem, isoladamente, prova de autoria ou de aprendizagem. Mecanismos automáticos devem, portanto, ser combinados com políticas institucionais, formação e julgamento contextual (BALALLE; PANNILAGE, 2025, p. 9). No laboratório, cada recurso deve ser testado mediante critérios explícitos, coleta mínima de dados, supervisão humana e possibilidade de correção ou interrupção. Por envolverem dados potencialmente sensíveis, métricas biométricas ou comportamentais não devem integrar o núcleo inicial da proposta sem análise jurídica, ética e técnica específica (UNESCO, 2023, p. 65).

Tabela 1 Protocolo como aplicação ilustrativa do modelo de governança.

Componente	Função no protocolo	Relação com a governança do laboratório
Tentativa inicial	Registrar a elaboração antes do apoio da IA.	Produz evidência de processo sem funcionar como prova de autoria.
Apoio socrático	Oferecer perguntas e pistas graduais.	Materializa a diretriz pedagógica sob supervisão humana.
Reformulação	Permitir revisão e justificativa da resposta.	Gera evidências para avaliação e refinamento.
Rastreabilidade proporcional	Registrar somente eventos necessários ao acompanhamento.	Aplica minimização de dados e prestação de contas.
Painel docente	Organizar o histórico para análise e feedback.	Mantém decisão humana e permite corrigir ou encerrar o ciclo.

Fonte: elaboração própria.

4.3 Propriedade intelectual (PI) e transferência de tecnologia

A governança da inovação exige que os ativos sejam acompanhados desde a concepção. Um protótipo educacional baseado em IA pode reunir código-fonte, documentação, interface, marca, banco de dados estruturado, materiais didáticos e protocolo metodológico. Autoria, titularidade, proteção, licença e transferência precisam ser examinadas conforme a natureza de cada componente. Esse exame integra a política de inovação da ICT, que abrange gestão da propriedade intelectual, atuação do NIT e parcerias (BRASIL, 2016, p. 6).

Entre esses ativos, o programa de computador requer delimitação específica. Segundo o serviço oficial do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), o registro se relaciona à proteção do código-fonte ou do código-objeto (INPI, 2026, p. 2). O procedimento não deve ser descrito como patente de software nem como validação da eficácia pedagógica. Conforme a análise do NIT e as características de cada criação, a estratégia institucional pode combinar registro, contratos, controle de versões, documentação de autoria, licenciamento e gestão de segredos.

Definida a natureza dos ativos, a transferência pode ser planejada com potenciais adotantes. Ambientes universitários enfrentam barreiras de coordenação, infraestrutura e aproximação com demandas externas, o que exige validar tanto o artefato quanto as condições de adoção (ROSA; DUSEK; FARIA, 2025, p. 18). Em futuras aplicações na Amazônia, essas possibilidades deverão ser examinadas conforme as instituições e os parceiros envolvidos, sem pressupor um padrão único para a região. Governança, experimentação, rastreabilidade e gestão de ativos fundamentam, assim, o modelo apresentado a seguir.

5. Modelo de Governança para o Laboratório Universitário de Prototipagem

5.1 Dimensões estruturantes e responsabilidades

A partir do percurso teórico, propõe-se o Laboratório Universitário Aberto de Prototipagem e Governança da IA Educacional. Sua missão é desenvolver, testar e preparar para avaliação e eventual transferência tecnologias educacionais baseadas em IA, preservando participação humana, supervisão docente, proporcionalidade dos registros e responsabilidade institucional. Nos termos do Decreto nº 9.283/2018, enquadra-se como mecanismo de geração de empreendimentos (BRASIL, 2018, p. 1) e opera como infraestrutura permanente de experimentação, não como iniciativa episódica.

O modelo compreende cinco dimensões estruturantes. A governança participativa estabelece princípios, responsabilidades e critérios de decisão; a experimentação pedagógica conduz a passagem entre problema, protótipo, teste e refinamento; a rastreabilidade proporcional especifica quais evidências devem ser registradas e com que finalidade; a propriedade intelectual e a transferência de tecnologia abrangem ativos, titularidade, proteção e possibilidades de adoção; e o monitoramento reúne indicadores de processos, riscos, resultados e aprendizagem institucional. As dimensões atravessam o ciclo de prototipagem e não correspondem, necessariamente, a etapas lineares.

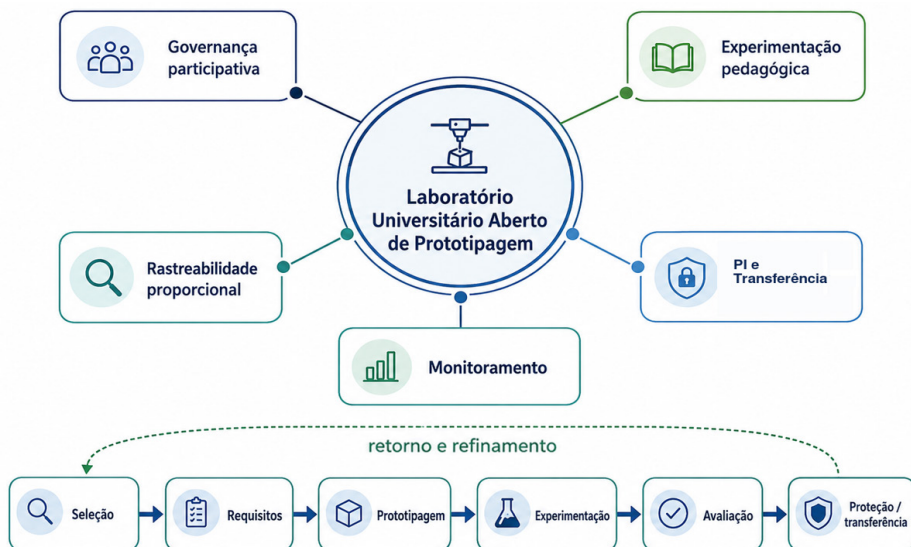


Figura 1 Síntese do modelo proposto. Fonte: elaboração própria.

A Figura 1 condensa a arquitetura proposta. O laboratório ocupa o centro por coordenar institucionalmente a experimentação, enquanto as cinco dimensões atravessam a seleção do problema, a definição de requisitos, a prototipagem, o teste, a avaliação e a proteção ou transferência. As setas de retorno indicam possibilidades de refinamento, interrupção ou redirecionamento conforme as evidências produzidas.

Tabela 2 Dimensões estruturantes do modelo.

Dimensão	Função	Resultado esperado
Governança participativa	Definir princípios, papéis, critérios de aprovação e revisão.	Decisões justificadas e responsabilidades distribuídas.
Experimentação pedagógica	Converter problemas educacionais em protótipos testáveis e ciclos de avaliação.	Versões, evidências de uso e decisões de continuidade.
Rastreabilidade proporcional	Registrar apenas informações necessárias ao acompanhamento.	Evidências auditáveis com menor intrusão.
Propriedade intelectual e transferência de tecnologia	Identificar ativos, autoria, titularidade, proteção e transferência.	Dossiê de PI e estratégia institucional.
Monitoramento	Acompanhar processos, riscos, formação, inclusão e resultados.	Aprendizagem institucional e melhoria contínua.

Fonte: elaboração própria com base em BRASIL (2016, p. 6), BRASIL (2018, p. 1), UNESCO (2023, p. 62) e FREITAS; FREITAS (2026, p. 12).

Para se tornarem operacionais, essas dimensões precisam estar vinculadas a responsabilidades definidas. A Tabela 3 distribui atribuições entre os participantes do laboratório, reduz sobreposições e evita que uma única unidade concentre decisões pedagógicas, técnicas, éticas e comerciais.

Tabela 3 Atores e responsabilidades do laboratório proposto.

Ator	Responsabilidade principal	Entrega verificável
Comitê de Governança da IA	Definir princípios, aprovar testes e revisar riscos.	Política, atas e decisões justificadas.
Coordenação do laboratório	Gerir portfólio, infraestrutura e ciclos de prototipagem.	Plano de trabalho e versões dos protótipos.

Tabela 3 Atores e responsabilidades do laboratório proposto (*continuação*).

Ator	Responsabilidade principal	Entrega verificável
Docentes e estudantes	Codesenhar atividades e avaliar experiência pedagógica.	Requisitos, feedback e evidências de uso.
Equipe técnica	Desenvolver, integrar, documentar e proteger sistemas.	Código, documentação, testes e registros de versão.
NIT	Orientar prospecção, titularidade, proteção e transferência.	Pareceres, estratégia de PI e instrumentos de parceria.
Proteção de dados e segurança	Avaliar dados, acessos, retenção e incidentes.	Matriz de dados, controles e plano de resposta.
Acessibilidade e ética	Examinar barreiras, impactos e participação dos usuários.	Relatórios de acessibilidade e recomendações éticas.
Parceiros externos	Apresentar demandas e participar de validações autorizadas.	Termos de cooperação e relatórios de aplicação.

Fonte: elaboração própria, com base em BRASIL (2016, p. 6), BRASIL (2018, p. 4) e UNESCO (2023, p. 62).

5.2 Arquitetura integrada e potencial de aplicação

Por ainda não ter sido implementada ou validada, a aplicação ilustrativa não é apresentada como inovação comprovada. Seu caráter inovador permanece uma hipótese a ser submetida à prospecção, à prototipagem e à avaliação. O diferencial conceitual não reside em um recurso isolado, mas na integração entre política tutorial, tentativa inicial, apoio socrático, reformulação, rastreabilidade proporcional e supervisão docente.

A arquitetura operacional compreende seis etapas: seleção do problema, definição de requisitos, prototipagem, experimentação, avaliação e proteção ou transferência. As cinco dimensões atuam transversalmente. Na seleção, a governança estabelece legitimidade, público e responsáveis; nos requisitos, a experimentação pedagógica converte necessidades em critérios verificáveis; durante a construção, rastreabilidade e controle de versões documentam decisões; antes do teste, proteção de dados, acessibilidade e propriedade intelectual delimitam as condições de participação; e, ao final, os indicadores sustentam a decisão sobre o avanço do projeto.

O avanço entre etapas depende de quatro verificações: aderência do protótipo ao problema educacional; tratamento proporcional dos riscos; suficiência das evidências para ampliar o teste; e registro dos responsáveis pela decisão. O descumprimento de qualquer critério pode resultar em correção, redução do

escopo ou encerramento. Essa lógica reconhece o erro como fonte de aprendizagem institucional, mas impede que a retórica da experimentação mantenha sistemas inadequados em funcionamento.

Na Amazônia, a arquitetura poderá orientar universidades, ICTs e redes educacionais interessadas em experimentar tecnologias baseadas em IA de forma controlada e documentada. Sua utilidade reside em oferecer uma organização institucional flexível, adaptável a diferentes problemas, atores e recursos, sem abandonar princípios comuns de governança. A implementação regional dependerá de parceiros identificados, infraestrutura disponível, políticas internas e demandas educacionais concretas de cada instituição.

5.3 Formação e cultura institucional

A passagem dos testes técnicos para uma experimentação institucional responsável depende de capacitação, que não pode ser substituída por tecnologias de governança. A UNESCO recomenda oficinas, fóruns, apoio entre pares e desenvolvimento profissional contínuo sobre dimensões técnicas, éticas e sociais da IA (UNESCO, 2023, p. 69). O laboratório deve oferecer percursos distintos para docentes, estudantes, técnicos, gestores e NIT, articulados aos projetos em desenvolvimento. A cultura de governança se consolida quando os participantes justificam escolhas, documentam limites e revisam práticas com base nas evidências produzidas. Esse processo formativo também orienta a leitura dos indicadores, destinados a apoiar decisões e aprendizagem institucional, não apenas controle.

6. Indicadores do Laboratório e Discussão

O monitoramento é uma das cinco dimensões estruturantes do modelo, mas sua operacionalização requer categorias específicas. A Tabela 4 reúne oito dimensões de acompanhamento que detalham como verificar processos, riscos, resultados e aprendizagem institucional, sem substituir a arquitetura conceitual.

Embora necessários, os indicadores não podem converter o laboratório em estrutura de vigilância. Métricas de integridade precisam ser interpretadas em contexto e acompanhadas por evidências qualitativas. O monitoramento excessivo pode produzir desconfiança e deslocar o foco docente do acompanhamento formativo para a fiscalização disciplinar (SANTOS, 2026, p. 13). O desempenho do laboratório não se mede pela quantidade de dados coletados, mas pela capacidade de responder a problemas com menor intrusão e com maior valor pedagógico.

Os indicadores também devem captar aprendizagem organizacional: interromper um protótipo por risco grave, baixa acessibilidade ou inadequação ao contexto pode representar resultado positivo. As métricas precisam ser lidas em conjunto. O aumento de reformulações pode revelar maior envolvimento com a tarefa ou instruções confusas; muitos protótipos concluídos podem sinalizar

produtividade ou critérios frágeis de interrupção. Por isso, dados quantitativos devem ser confrontados com relatos de usuários, pareceres docentes, registros de decisão e análise das condições de uso.

Tabela 4 Dimensões de monitoramento e indicadores propostos.

Dimensão de monitoramento	Indicador	Forma de verificação
Governança	Projetos avaliados pelo comitê; participação de docentes e estudantes; políticas revisadas.	Atas, pareceres e versões das políticas.
Prototipagem	Protótipos iniciados, concluídos e interrompidos; duração dos ciclos; correções por ciclo.	Repositório de versões e relatórios técnicos.
Integridade pedagógica	Atividades com tentativa inicial; pistas utilizadas; reformulações.	Logs limitados ao projeto e avaliação docente.
Experiência e inclusão	Usabilidade; acessibilidade; desistência; barreiras relatadas.	Testes com usuários e instrumentos de feedback.
Dados e segurança	Categorias de dados; acessos autorizados; prazo de retenção; incidentes e medidas corretivas.	Inventário, registros de acesso e relatórios de risco.
Propriedade intelectual	Ativos identificados; análises do NIT; registros ou contratos realizados.	Dossiê de PI e instrumentos jurídicos.
Transferência	Parcerias, provas de conceito, integrações, adoções e suporte prestado.	Termos, relatórios e registros de implantação.
Formação	Oficinas, participantes, conclusão e aplicação dos conhecimentos.	Listas, avaliações e acompanhamento posterior.

Fonte: elaboração própria, com base em BRASIL (2018, p. 4), WALENDOLF (2021, p. 88), UNESCO (2023, p. 70) e FREITAS; FREITAS (2026, p. 12).

A discussão evidencia três contribuições: institucionalizar a prototipagem como capacidade universitária; aproximar integridade pedagógica e governança tecnológica; e conectar experimentação, propriedade intelectual e transferência de tecnologia. O recorte amazônico não exige modelo distinto, mas uma arquitetura adaptável aos problemas, capacidades, atores e condições de implementação de cada instituição. Essa delimitação conduz às considerações finais.

7. Considerações Finais

O estudo responde ao problema de pesquisa ao propor uma estrutura conceitual de governança para o desenvolvimento e a validação de tecnologias educacionais baseadas em inteligência artificial (IA) no âmbito de um laboratório universitário aberto de prototipagem. Institucionalizado como mecanismo de geração de empreendimentos inserido nos ambientes promotores da inovação, o laboratório ocupa posição central na proposta por reunir infraestrutura, atores, regras e os processos necessários à experimentação controlada. Esse enquadramento, amparado pelo Decreto nº 9.283/2018, permite compreender o laboratório como parte de um arranjo institucional mais amplo, sem confundi-lo com o ecossistema de inovação no qual está inserido. Sua função consiste em organizar a passagem entre identificação do problema, definição de requisitos, prototipagem, experimentação, avaliação, proteção dos ativos e eventual transferência da tecnologia.

A arquitetura proposta articula cinco dimensões complementares: governança participativa; experimentação pedagógica; rastreabilidade proporcional; propriedade intelectual e transferência de tecnologia; e monitoramento. Em conjunto, essas dimensões distribuem responsabilidades, estabelecem critérios para a tomada de decisão e definem quais evidências devem ser produzidas durante o ciclo de prototipagem. A governança participativa reúne diferentes conhecimentos na avaliação dos projetos; a experimentação pedagógica orienta a transformação de necessidades educacionais em protótipos testáveis; a rastreabilidade proporcional delimita os registros necessários ao acompanhamento; a propriedade intelectual e a transferência de tecnologia organizam a identificação, a proteção e as possibilidades de adoção dos ativos; e o monitoramento fornece indicadores para revisar processos, riscos e resultados.

Ao integrar essas dimensões, o modelo oferece uma alternativa a decisões improvisadas ou baseadas exclusivamente na disponibilidade de ferramentas tecnológicas. A adoção de soluções de IA passa a depender de finalidades claramente definidas, responsabilidades atribuídas, riscos examinados e critérios verificáveis de continuidade. Desse modo, a experimentação deixa de ser tratada como uma autorização genérica para testar tecnologias e passa a constituir um processo institucional documentado, sujeito a avaliação, correção, interrupção ou redirecionamento. Essa organização também contribui para que decisões pedagógicas, técnicas, éticas, jurídicas e institucionais não sejam concentradas em um único setor ou participante.

A contribuição teórica do estudo está na aproximação entre governança da IA, ambientes promotores da inovação e laboratórios universitários abertos de prototipagem. No plano institucional, a proposta explicita a participação do comitê de governança, da coordenação do laboratório, de docentes, estudantes, equipe técnica, Núcleo de Inovação Tecnológica, profissionais responsáveis pela proteção de dados, acessibilidade e ética, além de parceiros externos. No plano

prático, oferece uma referência para organizar responsabilidades, processos e evidências antes da adoção ampliada de tecnologias educacionais. Essa estrutura pode apoiar instituições que necessitam experimentar soluções de forma gradual, documentada e compatível com suas políticas internas, sem antecipar resultados ou substituir avaliações realizadas em contextos reais de uso.

Na Amazônia, o modelo apresenta potencial de aplicação futura em universidades, Instituições Científicas, Tecnológicas e de Inovação (ICTs) e redes educacionais interessadas no desenvolvimento de tecnologias baseadas em IA. Essa possibilidade não pressupõe uniformidade entre instituições, territórios, públicos ou condições de infraestrutura. A implementação deverá considerar problemas educacionais concretos, capacidades institucionais disponíveis, atores envolvidos, políticas internas, recursos técnicos e parceiros regionais. Assim, a contribuição do recorte amazônico não consiste na proposição de um modelo territorial distinto, mas na necessidade de adaptar a arquitetura a diferentes condições de realização, preservando princípios comuns de governança, supervisão humana, proteção de dados, acessibilidade e responsabilização.

Entre as limitações do estudo, destacam-se sua natureza conceitual, bibliográfica e documental, bem como a ausência de implementação do laboratório e de avaliação empírica da aplicação ilustrativa. Por essa razão, os indicadores, as responsabilidades e os critérios apresentados devem ser compreendidos como proposições a serem examinadas em experiências futuras. Estudos posteriores poderão instituir um comitê de governança, mapear políticas institucionais, selecionar um problema educacional delimitado e executar um ciclo reduzido de prototipagem. Esse processo deverá avaliar integração técnica, usabilidade, acessibilidade, proteção de dados, participação dos usuários, propriedade intelectual, condições de transferência e possíveis efeitos educacionais.

A continuidade da pesquisa também deverá verificar se as dimensões propostas são suficientes, se as responsabilidades estão adequadamente distribuídas e se os registros definidos são proporcionais às finalidades do projeto. A aplicação em contextos específicos permitirá identificar ajustes, limitações e condições necessárias à ampliação dos testes. Desse modo, o principal resultado deste estudo não é a comprovação de eficácia de uma tecnologia, mas a organização de uma base conceitual para que universidades possam desenvolver, experimentar, avaliar, proteger e, quando pertinente, transferir tecnologias educacionais baseadas em IA de maneira responsável, documentada e alinhada aos ambientes promotores da inovação.

Referências Bibliográficas

BALALLE, H.; PANNILAGE, S. Reassessing academic integrity in the age of AI: a systematic literature review on AI and academic integrity. *Social Sciences & Humanities Open*, v. 11, art. 101299, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2025.101299>. Acesso em: 18 ago. 2026.

BRASIL. **Decreto nº 9.283, de 7 de fevereiro de 2018.** Regulamenta a Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004, a Lei nº 13.243, de 11 de janeiro de 2016, e estabelece medidas de incentivo à inovação e à pesquisa científica e tecnológica. Brasília, DF: Presidência da República, 2018. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/decreto/d9283.htm. Acesso em: 18 ago. 2026.

BRASIL. **Lei nº 13.243, de 11 de janeiro de 2016.** Dispõe sobre estímulos ao desenvolvimento científico, à pesquisa, à capacitação científica e tecnológica e à inovação. Brasília, DF: Presidência da República, 2016. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/lei/l13243.htm. Acesso em: 18 ago. 2026.

BRASIL. Ministério da Educação. **Sandbox de Inovação em IA para educação do MEC.** Brasília, DF: MEC, 24 mar. 2026. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/aceso-a-informacao/perguntas-frequentes/sandbox-inovacao>. Acesso em: 28 ago. 2026.

CHI, M. T. H.; WYLIE, R. The ICAP framework: linking cognitive engagement to active learning outcomes. **Educational Psychologist**, v. 49, n. 4, p. 219–243, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1080/00461520.2014.965823>. Acesso em: 27 ago. 2026.

FREITAS, A. J. V. de; FREITAS, S. P. V. de. Laboratórios de prototipagem como mecanismo de governança da inovação em Service Design e UX. **RECIMA21 – Revista Científica Multidisciplinar**, v. 7, n. 3, 2026. DOI: <https://doi.org/10.47820/recima21.v7i3.7460>. Acesso em: 26 ago. 2026.

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL (INPI). **Solicitar o registro de programa de computador.** Brasília, DF: Gov.br, 2026. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/servicos/solicitar-o-registro-de-programa-de-computador>. Acesso em: 26 ago. 2026.

LEITE, M. C. da S. R.; SILVA, J. P. da; QUEIROZ, L. P. de O. O laboratório de prototipagem IFMaker e a inserção da comunidade acadêmica: uma análise multidisciplinar e integrativa. **Revista do Instituto de Políticas Públicas de Marília**, v. 6, n. 2, p. 99–114, 2020. DOI: <https://doi.org/10.36311/2447-780X.2020.v6.n2.07.p99>. Acesso em: 20 ago. 2026.

ROSA, R. P.; DUSEK, P. M.; FARIA, A. F. de. Ambiente de inovação nas universidades: desafios e contribuições para a inovação e o desenvolvimento tecnológico. **Contribuciones a las Ciencias Sociales**, São José dos Pinhais, v. 18, n. 12, p. 1–28, 2025. DOI: <https://doi.org/10.55905/rev-conv.18n.12-036>. Acesso em: 26 ago. 2026.

SANTOS, M. J. dos. Integridade acadêmica na era da IA generativa: autoria, autenticidade e experiência formativa no ensino superior. **Revista Aracê**, São José dos Pinhais, v. 8, n. 7, p. 1–19, 2026. DOI: <https://doi.org/10.56238/arev8n7-083>. Acesso em: 25 ago. 2026.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Educação. **Centro de Inovação da Educação Básica Paulista: sobre.** São Paulo: CIEBP, [s. d.]. Disponível em: <https://centrodeinovacao.educacao.sp.gov.br/sobre/>. Acesso em: 23 ago. 2026.

SIM INOVA. **SIM Inova valida uso de inteligência artificial na robótica educacional.** [S. l.], 14 jan. 2026. Disponível em: <https://siminova.com.br/blog/2026/01/sim-inova-valida-uso-de-inteligencia-artificial-na-robotica-educacional/>. Acesso em: 20 ago. 2026.

UNESCO. **Para aproveitar a era da inteligência artificial na educação superior: um guia às partes interessadas do ensino superior.** Paris: UNESCO; Caracas: UNESCO IESALC, 2023. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386670_por. Acesso em: 27 ago. 2026.

WALENDOLF, J. I. da V. **Framework de mapeamento dos processos do Parque de Inovação e Sustentabilidade do Ambiente Construído (PISAC).** 2021. 102 f. Dissertação (Mestrado em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação) – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2021. Disponível em: <https://ri.ufmt.br/handle/1/3661>. Acesso em: 27 ago. 2026.

WEIGERT, B. V. **Projeto descritivo do laboratório de prototipagem de artefatos conceituais da UTFPR (PROTO)**. 2023. 110 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Mecânica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2023. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/35763>. Acesso em: 27 ago. 2026.