ECOSSISTEMA DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: UM QUADRO COMPARATIVO

ARTIFICIAL INTELLIGENCE ECOSYSTEM: A COMPARATIVE FRAMEWORK

CARLOS EDUARDO PEREIRA
UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE

Comunicação:
O XIV SINGEP foi realizado em conjunto com a 14th Conferência Internacional do CIK (CYRUS Institute of Knowledge) e com a SPARK (Society for Promoting Academic Research and Knowledge), em formato híbrido, com sede presencial na UNINOVE - Universidade Nove de Julho, no Brasil.

ECOSSISTEMA DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: UM QUADRO COMPARATIVO

Objetivo do estudo
Propor um quadro conceitual comparativo entre ecossistemas de inteligência artificial e os seis tipos consolidados na literatura: negócios, inovação, plataforma, empreendedorismo, impacto social e redes de inovação, evidenciando convergências, divergências e especificidades constitutivas.

Relevância/originalidade
A literatura mobiliza o termo "ecossistema de IA" como metáfora descritiva sem ancoragem na teoria formal de ecossistemas, produzindo clusters teóricos paralelos. Este ensaio sistematiza essa comparação em sete dimensões analíticas integradas, contribuição ainda ausente na literatura.

Metodologia/abordagem
Ensaio teórico com revisão narrativa seletiva Buscas realizadas nas bases Scopus e Web of Science, trianguladas com literatura seminal de ecossistemas e redes de inovação, estruturadas em sete dimensões analíticas derivadas de Adner (2017), Jacobides et al (2018) e Thomas e Autio

Principais resultados
Ecossistemas de IA constituem configuração híbrida que recombina atributos de plataforma, inovação, impacto social e redes, introduzindo três elementos constitutivos inéditos: arquitetura sociotécnica em camadas, agência algorítmica e meta-responsabilidade ética.

Contribuições teóricas/metodológicas
Sistematização comparativa em sete dimensões analíticas; identificação de três eixos constitutivos inéditos; mapeamento de quatro lacunas estruturais que orientam agenda empírica subsequente, com ênfase no contexto brasileiro.

Contribuições sociais/para a gestão
O quadro conceitual oferece instrumento de diagnóstico para gestores e formuladores de políticas públicas identificarem configurações ecossistêmicas de IA, mecanismos de coordenação adequados e riscos sistêmicos associados a iniciativas nacionais.

Palavras-chave: Ecossistemas de IA, Tipologia de ecossistemas;, Configuração híbrida, Governança, Agenda de pesquisa

ARTIFICIAL INTELLIGENCE ECOSYSTEM: A COMPARATIVE FRAMEWORK

Study purpose
To propose a comparative conceptual framework between artificial intelligence ecosystems and six consolidated types in the literature: business, innovation, platform, entrepreneurship, social impact and innovation networks, identifying convergences, divergences and constitutive specificities.

Relevance / originality
The literature mobilizes the term "AI ecosystem" as a descriptive metaphor without anchoring in formal ecosystem theory, producing parallel theoretical clusters. This essay systematizes that comparison across seven integrated analytical dimensions, a contribution still absent in the literature.

Methodology / approach
Theoretical essay with selective narrative review. Searches conducted in Scopus and Web of Science databases, triangulated with seminal literature on ecosystems and innovation networks, structured across seven analytical dimensions derived from Adner (2017), Jacobides et al. (2018) and Thomas and Autio (2020).

Main results
AI ecosystems constitute a hybrid configuration that recombines attributes of platform, innovation, social impact and network ecosystems, introducing three unprecedented constitutive elements: layered sociotechnical architecture, algorithmic agency and ethical meta-responsibility.

Theoretical / methodological contributions
Comparative systematization across seven analytical dimensions; identification of three unprecedented constitutive axes; mapping of four structural gaps guiding subsequent empirical agenda, with emphasis on the Brazilian context.

Social / management contributions
The conceptual framework offers a diagnostic instrument for managers and policymakers to identify AI ecosystem configurations, appropriate coordination mechanisms and systemic risks associated with national AI initiatives.

Keywords: AI ecosystems, Ecosystem typology, Hybrid configuration, Governance, Research agenda

ECOSSISTEMA DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: UM QUADRO COMPARATIVO

1 Introdução

O uso crescente do termo "ecossistema de inteligência artificial" na literatura de gestão e estratégia tem sido acompanhado de uma expansão semântica que compromete sua utilidade analítica. O construto tem sido mobilizado para designar realidades tão distintas quanto pilhas sociotécnicas globais (Jacobides et al., 2021), cadeias de valor multicamadas (Billones et al., 2025), arranjos setoriais de saúde (Herzog et al., 2025; Sankar et al., 2024), clusters urbanos (Lammers et al., 2021) e configurações nacionais soberanas (Khanal et al., 2024; Zhou et al., 2025). Esse alargamento, identificado por Cobben et al. (2022) como traço geral da metáfora ecossistêmica, é particularmente pronunciado no campo da inteligência artificial (IA), em que o termo opera como catch-all sem ancoragem na teoria formal de ecossistemas. O propósito deste ensaio é precisamente enfrentar essa imprecisão: propor um quadro conceitual comparativo que permita situar os ecossistemas de IA em relação aos tipos consolidados na literatura.

A teoria de ecossistemas organizacionais possui arcabouço estabelecido. Moore (1993) introduziu a metáfora biológica para descrever comunidades de organizações que coevoluem em torno de proposta de valor compartilhada. Adner (2017) formalizou a perspectiva estrutural, enfatizando o alinhamento multilateral como condição para a materialização do valor focal. Jacobides et al. (2018) avançaram ao definir os ecossistemas como arranjos caracterizados por modularidade combinada com complementaridades não genéricas que exigem alinhamento sem hierarquia. Thomas e Autio (2020) consolidaram tipologia organizada em três dimensões: *output*, *affiliation* e *coordination*. Sobre essa base, a literatura específica sobre ecossistemas de IA tem produzido contribuições relevantes, embora fragmentadas: Jacobides et al. (2021) descrevem a estrutura em três camadas interdependentes; Billones et al. (2025) refinam essa arquitetura em cinco camadas articuladas em cadeia de valor; Stahl (2025) propõe o conceito de *meta-responsibility* como dimensão estrutural da governança; e Zhou et al. (2025) teorizam os ecossistemas *country-rooted* e o *multihoming* como estratégia de internacionalização entre ecossistemas soberanos.

A maioria desses trabalhos, todavia, não dialoga com a teoria formal de ecossistemas, produzindo clusters teóricos paralelos que dificultam a acumulação do conhecimento (Cobben et al., 2022). A lacuna central que motiva este ensaio é de natureza tipológica: não está estabelecido na literatura se os ecossistemas de IA constituem um novo tipo na tipologia existente ou uma configuração teoricamente redutível a tipos já consolidados. Essa indefinição tem consequência dupla. Teórica, pois impede a ancoragem do construto em arcabouços estabelecidos e favorece sua diluição metafórica. Prática, pois compromete a orientação de agendas empíricas em um fenômeno de relevância econômica e geopolítica crescente. O problema de pesquisa que orienta este ensaio é, portanto: ecossistemas de IA constituem um novo tipo na tipologia existente ou uma configuração híbrida recombinando atributos de tipos consolidados? O objetivo é propor um quadro conceitual comparativo entre ecossistemas de IA e os seis tipos consolidados na literatura, a saber, negócios, inovação, plataforma, empreendedorismo, impacto social e redes de inovação, evidenciando convergências, divergências e especificidades constitutivas.

Para responder ao problema proposto, este ensaio adota revisão narrativa seletiva. O corpus empírico compreende artigos obtidos nas bases Scopus e Web of Science, a partir de termos como "*AI ecosystem*", "*artificial intelligence ecosystem*" e "*platform ecosystem*", triangulados com a literatura seminal de ecossistemas e redes de inovação. A análise comparativa é estruturada em sete dimensões analíticas derivadas da literatura: proposta de valor, atores e fronteiras, mecanismo de coordenação, centralidade tecnológica, lógica de

governança, natureza do risco e horizonte temporal. O ensaio posiciona-se como contribuição teórica que visa sistematizar uma literatura dispersa, identificar lacunas e propor agenda de pesquisa fundamentada.

Os resultados sustentam a tese de que ecossistemas de IA não constituem um tipo adicional na tipologia existente, mas uma configuração híbrida que recombina atributos dos ecossistemas de plataforma, inovação, impacto social e redes de inovação, e introduz três elementos constitutivos inéditos: arquitetura sociotécnica em camadas, agência algorítmica e meta-responsabilidade ética. As contribuições teóricas são três: a sistematização comparativa em sete dimensões analíticas, que oferece linguagem comum entre literaturas paralelas; a identificação dos três eixos constitutivos que distinguem ecossistemas de IA sem romper com a tipologia existente; e o mapeamento de quatro lacunas estruturais que orientam agenda empírica subsequente, com ênfase no contexto brasileiro, ainda sub-representado na literatura internacional.

2 Referencial Teórico

A literatura sobre ecossistemas organizacionais evoluiu de metáfora biológica (Moore, 1993) a objeto teórico formal (Jacobides et al., 2018) e, mais recentemente, a objeto gerenciável e deliberadamente orquestrado (Autio, 2022; Gomes et al., 2022). Cobben et al. (2022) identificam, contudo, que essa expansão produziu um alargamento semântico que fragiliza a utilidade analítica do construto: tipos distintos de ecossistema são mobilizados de forma intercambiável, gerando *clusters* teóricos paralelos sem diálogo entre si. Esta seção organiza os tipos consolidados em dois agrupamentos por afinidade teórica e, em seguida, examina os ecossistemas de IA como fenômeno emergente que tensiona essa tipologia.

2.1 Abordagens coevolucionárias e estruturais

A tradição coevolucionária tem origem na metáfora biológica de Moore (1993), que designa comunidades de organizações heterogêneas que evoluem conjuntamente em torno de uma proposta de valor compartilhada, envolvendo fornecedores, clientes, concorrentes e instituições. Nessa perspectiva, a sobrevivência individual depende da vitalidade do conjunto, e papéis estratégicos diferenciados, *keystone*, *niche player* e *dominator*, determinam a distribuição de valor e a saúde coletiva do ecossistema (Iansiti & Levien, 2004).

Adner (2017) desloca o foco para o alinhamento multilateral necessário à materialização de uma proposta de valor focal, sistematizando a perspectiva *ecosystem-as-structure*. Jacobides et al. (2018) formalizam essa teoria ao estabelecer que ecossistemas emergem quando há modularidade combinada com complementaridades não genéricas que exigem alinhamento sem hierarquia. Hou e Shi (2021) reconciliam as duas tradições, tratando-as como estágios distintos do ciclo de vida ecossistêmico, enquanto Thomas e Autio (2020) consolidam tipologia organizada em três dimensões: *output*, *affiliation* e *coordination*. O denominador comum das abordagens coevolucionária e estrutural é a interdependência entre atores hierarquicamente independentes como condição constitutiva do ecossistema.

2.2 Plataformas, território, impacto social e redes

Um segundo agrupamento reúne tipos que se diferenciam pelo valor gerado, pelo locus de governança e pela centralidade territorial ou tecnológica. Os ecossistemas de plataforma têm na arquitetura técnica seu mecanismo constitutivo: Gawer e Cusumano (2014) definem plataformas industriais como fundações sobre as quais firmas externas desenvolvem complementos, operadas via quatro alavancas de liderança. Cennamo e Santaló (2019) teorizam

a tensão de generatividade inerente a esse modelo, em que abertura excessiva degrada qualidade e abertura insuficiente sufoca a variedade de complementos.

Os ecossistemas de empreendedorismo, por sua vez, têm fronteira predominantemente territorial. Stam (2015) propõe esquema causal em que *framework conditions* e condições sistêmicas produzem atividade empreendedora e nova criação de valor. Engel (2015) identifica comportamentos replicáveis em *Clusters of Innovation*: mobilidade de recursos, alinhamento de incentivos, velocidade e visão global. Shi e Shi (2022) avançam da lógica de *resource provision* para *resource dynamics*, enfatizando alocação, mobilização e recirculação como processos centrais.

Os ecossistemas de impacto social ampliam o escopo do valor gerado para além da dimensão econômica. Cohen (2006) introduz o *sustainable entrepreneurial ecosystem*, articulado por Chaudhary et al. (2023) aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Ritala (2023) argumenta que plataformas digitais com incentivos híbridos oferecem estrutura adequada para escalar soluções a *wicked problems* via coordenação, ação coletiva e generatividade. Sorri et al. (2024) evidenciam, no contexto de *smart cities*, que o sucesso depende da distribuição equilibrada de valor financeiro, funcional, social, emocional e epistêmico.

Embora tecnicamente distintas dos ecossistemas, as redes de inovação constituem a base relacional sobre a qual os demais tipos se assentam. Granovetter (1973) estabelece que laços fracos funcionam como pontes entre *clusters* densos, viabilizando difusão ampla de informação. Capaldo (2007) propõe a rede dual como capacidade relacional distintiva: núcleo de laços fortes para codesenvolvimento e periferia de laços fracos para variedade. Shipilov e Gawer (2020) integram as literaturas de redes e ecossistemas, argumentando que ecossistemas são um tipo particular de rede, caracterizado por complementaridades não genéricas e afiliação multilateral, distinto de díades contratuais.

Apesar das diferenças entre os seis tipos, três atributos estruturais convergem: interdependência entre atores hierarquicamente independentes, complementaridades não plenamente contratáveis e coordenação por mecanismos não hierárquicos. As divergências concentram-se no tipo de valor gerado, na centralidade da tecnologia e na natureza da governança, dimensões que ganham nova configuração nos ecossistemas de IA, examinados a seguir.

2.3 Ecossistemas de inteligência artificial

A literatura específica sobre ecossistemas de IA, embora heterogênea e majoritariamente desancorada da teoria formal de ecossistemas (Jacobides et al., 2018; Thomas & Autio, 2020), converge em atributos recorrentes que este ensaio organiza em três eixos constitutivos: arquitetura sociotécnica em camadas, agência algorítmica e meta-responsabilidade ética.

O primeiro eixo, a arquitetura sociotécnica em camadas, tem na contribuição de Jacobides et al. (2021) sua formulação seminal. Os autores estabelecem que o ecossistema de IA estrutura-se em três camadas interdependentes: *AI enablement* (chips, *cloud*), *AI production* (modelos fundacionais, laboratórios de pesquisa) e *AI consumption* (aplicações setoriais), cuja integração vertical pelas grandes empresas de tecnologia produz assimetria competitiva inédita frente a ecossistemas tradicionais. Billones et al. (2025) refinam essa arquitetura em cinco camadas articuladas em cadeia de valor sociotécnica explícita. A especificidade dessa configuração reside no fato de que, diferentemente dos ecossistemas de plataforma clássicos, os ecossistemas de IA operam múltiplas fronteiras empilhadas, e quem controla simultaneamente a computação e os dados exerce poder estrutural sobre as demais camadas.

O segundo eixo refere-se à incorporação de agentes não humanos como membros constitutivos do ecossistema. Roundy (2022) teoriza que a IA opera como microfundação que altera a coordenação social, deslocando o equilíbrio entre racionalidade algorítmica e racionalidade humana. Contucci et al. (2022) formalizam matematicamente essa interação como sistema complexo sujeito a transições abruptas de fase quando a proporção de agentes algorítmicos ultrapassa limiares críticos. Articulada à agência algorítmica, a centralidade dos dados introduz ciclos de retroalimentação ausentes nos demais tipos: o uso gera dados, os dados melhoram modelos e modelos atraem mais uso (Jacobides et al., 2021; Billones et al., 2025), tensionando a teoria de generatividade de Cennamo e Santaló (2019) com uma dimensão adicional de acumulação proprietária.

O terceiro eixo é a constituição da ética como dimensão estrutural, não como adição normativa posterior. Stahl (2025) propõe o conceito de *meta-responsibility*: em ecossistemas de IA, a responsabilidade não é atribuível a atores isolados, mas emerge como propriedade sistêmica que exige governança de segunda ordem sobre as próprias estruturas de responsabilização. Herzog et al. (2025) operacionalizam essa lógica em ecossistemas médicos de IA, enquanto Talha e Irshad (2025) evidenciam seu contraponto perverso nos *suspicious ecosystems* de *deepfakes*, em que a mesma arquitetura sociotécnica viabiliza usos maliciosos. Essa dimensão articula-se à geopolítica da soberania computacional: Zhou et al. (2025) conceituam os ecossistemas *country-rooted* e o *multihoming* como estratégia de internacionalização entre ecossistemas soberanos; Khanal et al. (2024) documentam, no caso de Singapura, um *policy mix* estatal que orquestra deliberadamente a evolução tecnológica; Heng et al. (2022) ampliam a análise ao Sul Global introduzindo o conceito de *AI readiness* nacional. Os três eixos articulados evidenciam por que os ecossistemas de IA não se acomodam em nenhum tipo isolado da tipologia consolidada.

3 Metodologia

Este trabalho caracteriza-se como ensaio teórico de natureza qualitativa. Essa modalidade, conforme Meneghetti (2011), não parte de hipóteses a verificar empiricamente, mas de problema teórico cuja resposta é construída por meio de argumento sustentado na literatura existente. A escolha se justifica pelo estágio de desenvolvimento do campo: a literatura sobre ecossistemas de IA é heterogênea, desancorada da teoria formal de ecossistemas e carente de sistematização tipológica, condição que demanda contribuição conceitual antes de avanço empírico.

O corpus de referências foi construído por revisão narrativa seletiva. As buscas foram realizadas nas bases Scopus e Web of Science, com os termos *"AI ecosystem"*, *"artificial intelligence ecosystem"*, *"platform ecosystem"* e *"entrepreneurial ecosystem"*, sem restrição de período, com filtro para artigos publicados em periódicos revisados por pares. Os resultados foram triangulados com a literatura seminal de ecossistemas, redes de inovação e teoria de plataformas, identificada por rastreamento de referências nos artigos recuperados.

O procedimento analítico envolveu três etapas. Nas duas primeiras, foram identificados e caracterizados os tipos consolidados na literatura e os atributos constitutivos dos ecossistemas de IA, conforme Seções 2.1, 2.2 e 2.3. Na terceira, os tipos consolidados e os ecossistemas de IA foram comparados em sete dimensões analíticas derivadas de Adner (2017), Jacobides et al. (2018) e Thomas e Autio (2020): proposta de valor, atores e fronteiras, mecanismo de coordenação, centralidade tecnológica, lógica de governança, natureza do risco e horizonte temporal. O resultado dessa etapa é representado pelo Quadro 1.

Quadro 1: Quadro conceitual comparativo entre tipos de ecossistemas e ecossistemas de inteligência artificial

Dimensão	Negócios	Inovação	Plataforma	Empreendedorismo	Impacto Social	Redes de Inovação	Ecossistemas de IA
Proposta de valor	Saúde coletiva e prosperidade da comunidade	Alinhamento focal para inovação	Generatividade de complementos	Nova criação de valor via novos entrantes	Valor econômico + socioambiental	Acesso e difusão de conhecimento via laços relacionais	Capacidade algorítmica em camadas
Atores e fronteiras	Comunidade ampla de firmas	Atores alinhados em torno de *focal value proposition*	*Platform owner* + complementors + users	Empreendedores ambiciosos + condições sistêmicas territoriais	Firmas + ONGs + Estado + comunidades	Organizações em laços fortes/fracos	Humanos + agentes algorítmicos + Estados + camadas técnicas
Mecanismo de coordenação	Competição e cooperação simultâneas; papéis estratégicos diferenciados	Alinhamento multilateral não-hierárquico	Arquitetura técnica + regras da plataforma	Condições sistêmicas + dinâmica de recursos (alocação, mobilização, recirculação)	Incentivos híbridos + ação coletiva	Laços relacionais (díades)	*Stack* sociotécnico + *data feedback loops* + meta-governança
Centralidade tecnológica	Baixa a média	Média (modularidade)	Alta (constitutiva)	Baixa	Baixa a média	Baixa	Altíssima e multicamadas
Lógica de governança	Papéis diferenciados (*keystone, niche, dominator*); saúde do ecossistema como métrica	Orquestração do alinhamento multilateral; gestão de interdependências	Liderança de plataforma (4 alavancas)	*Policy mix* territorial	Legitimidade + *accountability* social	Capital relacional	Meta-responsabilidade + soberania computacional
Natureza do risco	Declínio competitivo	Desalinhamento	Fragmentação/ rigidez	Evasão de recursos	Captura ou irrelevância	Dissolução de laços	Risco existencial + assimetria geopolítica + usos maliciosos
Horizonte temporal	Longo (coevolutivo)	Médio (ciclo de projeto)	Longo (bloqueio tecnológico)	Médio-longo (maturação territorial)	Longo (transformação sistêmica)	Variável	Curto e acelerado (ciclos de modelo)

Fonte: elaborado pelo autor com base em Moore (1993), Adner (2017), Gawer e Cusumano (2014), Jacobides et al. (2018), Thomas e Autio (2020), Stam (2015), Ritala (2023), Shipilov e Gawer (2020) e Jacobides et al. (2021).

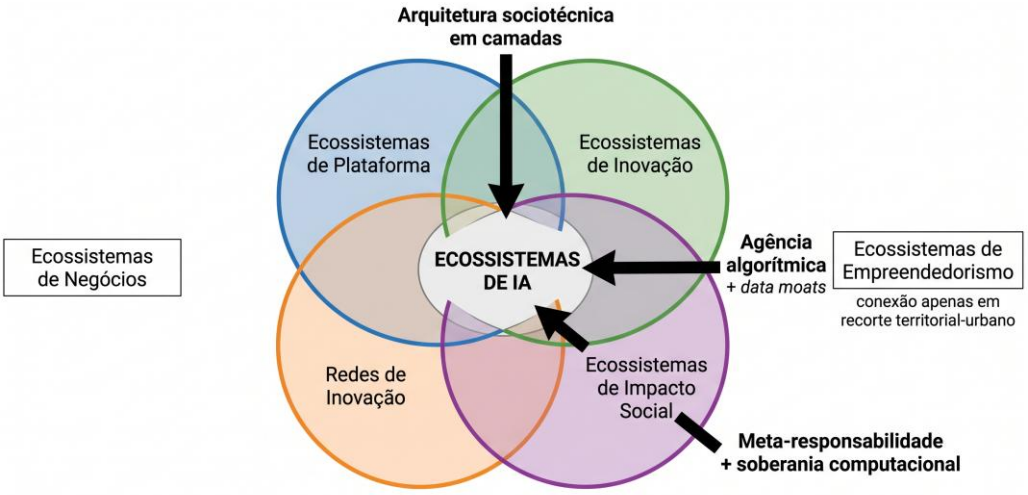
4 Análise dos Resultados e Discussões

A análise do Quadro 1 revela que os seis tipos consolidados e os ecossistemas de IA compartilham três atributos estruturais: interdependência entre atores hierarquicamente independentes, complementaridades não plenamente contratáveis e coordenação por mecanismos não hierárquicos. Os ecossistemas de IA convergem especialmente com os ecossistemas de plataforma na centralidade da arquitetura técnica (Gawer & Cusumano, 2014; Cennamo & Santaló, 2019) e com os ecossistemas de inovação no alinhamento multilateral em torno de proposta de valor focal (Adner, 2017; Jacobides et al., 2018). Aproximam-se ainda das redes de inovação na circulação reticular de conhecimento (Shipilov & Gawer, 2020) e dos ecossistemas de empreendedorismo em recortes territoriais urbanos (Lammers et al., 2021).

As divergências concentram-se em quatro dimensões que impedem a redução dos ecossistemas de IA a qualquer tipo isolado. A primeira é a composição dos atores: a incorporação de agentes algorítmicos como membros constitutivos (Roundy, 2022; Contucci et al., 2022) é pressuposto ausente em todos os seis tipos consolidados. A segunda é a arquitetura em múltiplas camadas empilhadas (Jacobides et al., 2021; Billones et al., 2025), que contrasta com a interface única dos ecossistemas de plataforma clássicos. A terceira é a governança como *meta-responsibility* (Stahl, 2025; Herzog et al., 2025), que opera como responsabilidade de segunda ordem sobre as próprias estruturas de responsabilização. A quarta é o horizonte temporal comprimido: ciclos de modelo de meses são incompatíveis com os modelos de maturação ecossistêmica de longo prazo (Moore, 1993; Hou & Shi, 2021).

A Figura 1 sintetiza visualmente a tese central. Os quatro círculos em interseção, plataforma, inovação, redes e impacto social, representam os tipos cuja recombinação produz o substrato conceitual dos ecossistemas de IA. Os três vetores externos representam os elementos constitutivos inéditos: arquitetura sociotécnica em camadas, agência algorítmica e meta-responsabilidade e soberania computacional. Os ecossistemas de negócios e de empreendedorismo permanecem periféricos: o primeiro porque sua lógica coevolucionária é absorvida pelos demais; o segundo porque conecta-se à IA apenas em recortes territoriais específicos (Lammers et al., 2021).

Figura 1: Posição híbrida do ecossistema de inteligência artificial na tipologia consolidada.



Os círculos representam os tipos de ecossistemas com maior sobreposição conceitual à configuração de IA. Os vetores representam os três elementos constitutivos inéditos que tensionam a tipologia vigente. Tipos periféricos (Negócios, Empreendedorismo) mantêm conexões parciais, não centrais.

Fonte: elaborado pelo autor com base em Moore (1993), Adner (2017), Jacobides et al. (2018, 2021), Thomas e Autio (2020), Stahl (2025) e Shipilov e Gawer (2020).

Esses resultados revelam quatro lacunas estruturais na literatura que limitam o avanço teórico e empírico do campo. A primeira é a ausência de ancoragem teórica: trabalhos empíricos relevantes, como Rojas e Chiappe (2024), mobilizam o termo como metáfora descritiva sem dialogar com a teoria formal de ecossistemas (Jacobides et al., 2018; Thomas & Autio, 2020) nem com a literatura de plataformas (Gawer & Cusumano, 2014; Cennamo & Santaló, 2019), produzindo *clusters* teóricos paralelos que dificultam a acumulação do conhecimento. A segunda é a sub-teorização da agência algorítmica e da capacidade computacional: as tipologias consolidadas, de Moore (1993) a Adner (2017) e Stam (2015), pressupõem atores humanos ou organizacionais, enquanto apenas Jacobides et al. (2021), Billones et al. (2025) e Sankar et al. (2024) tratam a capacidade computacional e os modelos fundacionais como elementos estruturais do ecossistema. A terceira é a fragmentação da governança multinível: a literatura raramente articula simultaneamente os níveis ético (Stahl, 2025), nacional (Khanal et al., 2024) e geopolítico (Zhou et al., 2025), obscurecendo as interdependências entre regulação doméstica, soberania computacional e dinâmicas de poder entre ecossistemas nacionais. A quarta é o descompasso entre os modelos evolutivos disponíveis e o horizonte temporal comprimido dos ecossistemas de IA: os modelos clássicos de maturação (Moore, 1993; Hou & Shi, 2021) pressupõem ciclos longos de coevolução, incompatíveis com os ciclos de modelo de meses observados na IA generativa.

Dessas lacunas decorre agenda de pesquisa em quatro frentes: estudos comparativos entre ecossistemas nacionais de IA, articulando Thomas e Autio (2020) com Khanal et al. (2024), com atenção ao contexto brasileiro, ainda sub-representado na literatura internacional; teorização dos modelos fundacionais como elementos estruturais do ecossistema, expandindo Jacobides et al. (2021) e Sankar et al. (2024); integração entre ética de IA e teoria de ecossistemas, expandindo a *meta-responsibility* de Stahl (2025) para um *framework* de meta-governança multinível; e estudos longitudinais sobre coevolução ecossistêmica sob rupturas regulatórias, investigando como alterações abruptas no ambiente institucional redefinem papéis, fronteiras e mecanismos de coordenação em diferentes contextos nacionais.

5 Conclusões e Considerações Finais

Este ensaio partiu de um problema tipológico preciso: ecossistemas de inteligência artificial constituem um novo tipo na tipologia existente ou uma configuração teoricamente redutível a tipos já consolidados? A resposta construída ao longo das seções anteriores é inequívoca. Ecossistemas de IA não se acomodam em nenhum tipo isolado da literatura, tampouco constituem ruptura que justifique uma nova categoria autônoma. Constituem uma configuração híbrida que recombina atributos de plataforma, inovação, impacto social e redes de inovação, e introduz três elementos constitutivos inéditos: arquitetura sociotécnica em camadas, agência algorítmica e meta-responsabilidade ética. Essa conclusão tem implicação direta para o campo: a proliferação de estudos que mobilizam o termo "ecossistema de IA" como metáfora descritiva sem diálogo com a teoria formal não é um problema terminológico menor, é uma fragilidade estrutural que compromete a acumulação do conhecimento e a orientação de agendas empíricas em um fenômeno de relevância econômica e geopolítica crescente.

As contribuições teóricas deste ensaio são três. A primeira é a sistematização comparativa em sete dimensões analíticas, proposta de valor, atores e fronteiras, mecanismo de coordenação, centralidade tecnológica, lógica de governança, natureza do risco e horizonte temporal, que oferece linguagem comum entre literaturas paralelas e permite posicionar os ecossistemas de IA em relação aos tipos consolidados sem recorrer à imprecisão metafórica. Esse quadro não é apenas descritivo: ao evidenciar onde ecossistemas de IA convergem e onde divergem dos demais tipos, ele delimita o espaço em que a teoria existente é suficiente e onde

ela precisa ser estendida. A segunda contribuição é a identificação e articulação dos três eixos constitutivos que distinguem ecossistemas de IA sem romper com a tipologia existente. A incorporação de agentes algorítmicos como membros constitutivos tensiona o pressuposto de atores exclusivamente humanos presente em Moore (1993), Adner (2017) e Stam (2015). A arquitetura em múltiplas camadas empilhadas desafia a lógica de interface única dos ecossistemas de plataforma clássicos. A meta-responsabilidade como propriedade sistêmica extrapola a governança relacional dos ecossistemas de impacto social em direção a uma responsabilidade de segunda ordem sobre as próprias estruturas de responsabilização. A terceira contribuição é o mapeamento de quatro lacunas estruturais que orientam agenda empírica concreta: ausência de ancoragem teórica, sub-teorização da agência algorítmica, fragmentação da governança multinível e descompasso entre modelos evolutivos disponíveis e o horizonte temporal comprimido da IA generativa.

Do ponto de vista prático, o quadro conceitual proposto oferece aos gestores e formuladores de políticas públicas um instrumento de diagnóstico para identificar em qual configuração ecossistêmica uma iniciativa de IA se insere, quais mecanismos de coordenação são mais adequados e quais riscos sistêmicos são mais prováveis. Em um cenário em que decisões sobre arquitetura de ecossistemas nacionais de IA têm consequências geopolíticas de longo prazo, como evidenciam os casos de Singapura (Khanal et al., 2024) e China (Zhou et al., 2025), a precisão conceitual deixa de ser exercício acadêmico e passa a ter valor estratégico direto.

O ensaio reconhece limites que convidam ao aprofundamento. A revisão narrativa seletiva, ainda que triangulada com bases Scopus e Web of Science, não substitui revisão sistemática com protocolo replicável, o que limita a replicabilidade do mapeamento de literatura realizado. O recorte em seis tipos consolidados omite famílias teóricas adjacentes, como ecossistemas de conhecimento e ecossistemas regulatórios, que poderiam enriquecer o comparativo. A ênfase em IA generativa pode subdimensionar especificidades de IA simbólica, incorporada ou de domínio restrito, cujas dinâmicas ecossistêmicas diferem em aspectos relevantes. Por fim, o contexto brasileiro permanece sub-representado na literatura internacional sobre ecossistemas de IA, lacuna que representa tanto uma limitação desta revisão quanto uma oportunidade de pesquisa prioritária para a comunidade acadêmica nacional.

Referências

Adner, R. (2017). Ecosystem as structure: An actionable construct for strategy. *Journal of Management*, *43*(1), 39–58. https://doi.org/10.1177/0149206316678451

Autio, E. (2022). Orchestrating ecosystems: A multi-layered framework. *Innovation: Organization & Management*, *24*(1), 96–109. https://doi.org/10.1080/14479338.2021.1919120

Billones, R. K. C., Calilung, E. J., Dadios, E. P., Santiago, N., Magsumbol, J.-A. V., & Espanola, J. (2025). AI ecosystem and value chain: A multi-layered framework. *Technologies*, *13*(1), 1–24.

Capaldo, A. (2007). Network structure and innovation: The leveraging of a dual network as a distinctive relational capability. *Strategic Management Journal*, *28*(6), 585–608. https://doi.org/10.1002/smj.621

Cennamo, C., & Santaló, J. (2019). Generativity tension and value creation in platform ecosystems. *Organization Science*, *30*(3), 617–641. https://doi.org/10.1287/orsc.2018.1270

Chaudhary, S., Kaushik, N., Bhagat, N., & Anand, V. V. (2023). Connecting the dots? Entrepreneurial ecosystems and sustainable entrepreneurship as pathways to sustainability. *Business Strategy and the Environment*, *32*(8), 5935–5951. https://doi.org/10.1002/bse.3457

Cobben, D., Ooms, W., Roijakkers, N., & Radziwon, A. (2022). Ecosystem types: A systematic review on boundaries and goals. *Technological Forecasting and Social Change*, *183*, 121950.

Cohen, B. (2006). Sustainable valley entrepreneurial ecosystems. *Business Strategy and the Environment*, *15*(1), 1–14. https://doi.org/10.1002/bse.428

Contucci, P., Kertész, J., & Osabutey, G. (2022). Human-AI ecosystems with abrupt changes. *PLOS ONE*, *17*(5), e0267310. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0267310

Engel, J. S. (2015). Global clusters of innovation: Lessons from Silicon Valley. *California Management Review*, *57*(2), 36–65. https://doi.org/10.1525/cmr.2015.57.2.36

Gawer, A., & Cusumano, M. A. (2014). Industry platforms and ecosystem innovation. *Journal of Product Innovation Management*, *31*(3), 417–433. https://doi.org/10.1111/jpim.12105

Gomes, L. A. V., Facin, A. L. F., Leal, L. F., Zancul, E. S., Salerno, M. S., & Borini, F. M. (2022). The emergence of the ecosystem management function in B2B firms. *Industrial Marketing Management*, *102*, 465–487.

Granovetter, M. S. (1973). The strength of weak ties. *American Journal of Sociology*, *78*(6), 1360–1380. https://doi.org/10.1086/225469

Heng, S., Tsilionis, K., Scharff, C., & Wautelet, Y. (2022). Understanding AI ecosystems in the Global South: The cases of Senegal and Cambodia. *International Journal of Information Management*, *64*, 102454.

Herzog, C., Blank, S., & Stahl, B. C. (2025). Towards trustworthy medical AI ecosystems. *AI & Society*. https://doi.org/10.1007/s00146-024-02082-z

Hou, H., & Shi, Y. (2021). Ecosystem-as-structure and ecosystem-as-coevolution: A constructive examination. *Technovation*, *100*, 102193. https://doi.org/10.1016/j.technovation.2020.102193

Iansiti, M., & Levien, R. (2004). *The keystone advantage: What the new dynamics of business ecosystems mean for strategy, innovation, and sustainability*. Harvard Business School Press.

Jacobides, M. G., Brusoni, S., & Candelon, F. (2021). The evolutionary dynamics of the artificial intelligence ecosystem. *Strategy Science*, *6*(4), 412–435. https://doi.org/10.1287/stsc.2021.0148

Jacobides, M. G., Cennamo, C., & Gawer, A. (2018). Towards a theory of ecosystems. *Strategic Management Journal*, *39*(8), 2255–2276. https://doi.org/10.1002/smj.2904

Khanal, S., Zhang, H., & Taeihagh, A. (2024). Building an AI ecosystem in a small nation: Lessons from Singapore. *Humanities and Social Sciences Communications*, *11*, 1–14.

Lammers, T., Cetindamar, D., & Borkert, M. (2021). A digital tale of two cities: AI ecosystems in Berlin and Sydney. *Sustainability*, *13*(23), 13387.

Meneghetti, F. K. (2011). O que é um ensaio teórico? *Revista de Administração Contemporânea*, *15*(2), 320–332.

Moore, J. F. (1993). Predators and prey: A new ecology of competition. *Harvard Business Review*, *71*(3), 75–86.

Ritala, P. (2023). Grand challenges and platform ecosystems: Scaling solutions for wicked ecological and societal problems. *Journal of Product Innovation Management*, *40*(2), 163–172.

Rojas, M. P., & Chiappe, A. (2024). Artificial intelligence and digital ecosystems in education: A review. *Technology, Knowledge and Learning*, *29*(4), 2153–2170. https://doi.org/10.1007/s10758-024-09732-7

Roundy, P. T. (2022). Artificial intelligence and entrepreneurial ecosystems. *Journal of Ethics and Entrepreneurship*, *12*(1), 23–48.

Sankar, B., Rajan, A., Stahl, B. C., & Herzog, C. (2024). Building an ethical biomedical AI ecosystem. *Bioengineering*, *11*(12), 1–22.

Shi, X., & Shi, Y. (2022). Unpacking the process of resource allocation within an entrepreneurial ecosystem. *Research Policy*, *51*(9), 104378. https://doi.org/10.1016/j.respol.2021.104378

Shipilov, A., & Gawer, A. (2020). Integrating research on interorganizational networks and ecosystems. *Academy of Management Annals*, *14*(1), 92–121. https://doi.org/10.5465/annals.2018.0121

Sorri, K., Yrjönkoski, K., & Seppänen, M. (2024). Smart cities, smarter values: Unpacking the ecosystem of urban innovation. *Technology in Society*, *77*, 102499.

Stahl, B. C. (2025). Locating the ethics of ChatGPT: Ethical issues as affordances in AI ecosystems. *Information*, *16*(1), 1–18.

Stam, E. (2015). Entrepreneurial ecosystems and regional policy: A sympathetic critique. *European Planning Studies*, *23*(9), 1759–1769. https://doi.org/10.1080/09654313.2015.1061484

Talha, M., & Irshad, A. (2025). Suspicious AI ecosystems: Deepfakes and adversarial content. *Journal of the American College of Radiology*.

Thomas, L. D. W., & Autio, E. (2020). Innovation ecosystems in management: An organizing typology. In *Oxford Research Encyclopedia of Business and Management*. Oxford University Press.

Zhou, S., Tang, Y., Li, J., & Tong, T. W. (2025). Multihoming: An internationalization strategy in a world of artificial intelligence ecosystems. *Journal of International Business Studies*.