

Da submissão à cooperação: a metáfora do simbiote no design ético de robôs

RESUMO

Este artigo propõe uma nova abordagem para o design de robôs, desafiando a metáfora histórica do "robô como escravo". Com base em uma revisão sistemática de literatura e aplicação da metodologia *Causal Layered Analysis* (CLA), foram explorados cenários futuros alternativos que integram ética e inovação tecnológica. O estudo propõe a metáfora do simbiote como base para novos paradigmas no design de robôs, destacando sua relevância para uma sociedade mais equitativa. Este trabalho oferece uma contribuição significativa para os campos de design e robótica, apresentando implicações teóricas e práticas para a transformação do papel dos robôs na sociedade contemporânea.

PALAVRAS-CHAVE: Robótica. Design. Emancipação. Metáforas. *Causal Layered Analysis*.

Marcello Caldas Bressan
CESAR School - Centro e
Estudos e Sistemas Avançados
do Recife, Recife, Pernambuco,
Brasil
mcb2@cesar.school

Walter Franklin M. Correia
Universidade Federal de
Pernambuco, Recife,
Pernambuco, Brasil
walter.franklin@ufpe.br

**Joao Marcelo Xavier Natario
Teixeira**
Universidade Federal de
Pernambuco, Recife,
Pernambuco, Brasil
jmxnt@cin.ufpe.br

**André Menezes Marques das
Neves**
Universidade Federal de
Pernambuco, Recife,
Pernambuco, Brasil
andre.neves@ufpe.br

Helda Oliveira Barros
CESAR School - Centro e
Estudos e Sistemas Avançados
do Recife, Recife, Pernambuco,
Brasil
helda@cesar.school

INTRODUÇÃO

A robótica tem desempenhado um papel central na revolução tecnológica que molda as sociedades contemporâneas. Desde os primeiros relatos de autômatos em textos mitológicos até os sistemas autônomos avançados de hoje, os robôs têm sido símbolos de inovação, eficiência e progresso. No entanto, o significado que atribuímos a essas máquinas reflete valores culturais e históricos que, muitas vezes, perpetuam hierarquias e desigualdades.

A metáfora do "robô como escravo" exemplifica essa narrativa. Essa metáfora, popularizada desde o início do século XX, tem influenciado profundamente a concepção e o design de robôs. Enraizada em ideias de controle e subordinação, ela limita a compreensão do potencial dos robôs como agentes colaborativos. Mais do que uma questão técnica, essa abordagem representa um desafio ético, social e cultural que precisa ser enfrentado para que a robótica contribua de maneira mais equitativa para a sociedade. À medida que o design evolui como disciplina, novas abordagens são necessárias para reinterpretar o papel dos robôs na sociedade.

Este artigo introduz a metáfora do simbiote, que propõe uma visão mais colaborativa e mutualística entre humanos e robôs. Diferentemente da visão de servidão, a metáfora do simbiote sugere interdependência, cooperação e benefícios mútuos, destacando o potencial transformador do design ético. A metodologia empregada nesta pesquisa combina a Revisão Sistemática de Literatura (RSL) e a *Causal Layered Analysis* (CLA), ferramentas que permitem explorar tanto os fundamentos teóricos quanto as possibilidades práticas da metáfora do simbiote.

Esses métodos possibilitam uma análise profunda das narrativas existentes e a construção de cenários futuros que desafiam paradigmas estabelecidos. O objetivo central deste estudo é propor um novo modelo de design que integre considerações éticas e sociais, indo além da funcionalidade técnica. Essa abordagem não apenas busca redesenhar os robôs, mas também provocar uma reflexão sobre as relações humanas com a tecnologia, abordando temas como autonomia, responsabilidade e inclusão.

Por fim, o artigo está estruturado em seções que abrangem desde a fundamentação teórica até a aplicação prática da metáfora do simbiote. Espera-se que este trabalho contribua para o avanço do campo da robótica e inspire novas formas de interação entre humanos e máquinas, promovendo um futuro mais justo e sustentável.

METODOLOGIA

A metodologia adotada neste estudo foi estruturada para garantir uma abordagem sistemática e interdisciplinar. Combinando métodos qualitativos e exploratórios, as etapas principais incluíram a Revisão Sistemática de Literatura (RSL) e a aplicação da *Causal Layered Analysis* (CLA), permitindo uma análise em profundidade dos paradigmas existentes e a construção de cenários futuros fundamentados.

1. **Revisão Sistemática de Literatura (RSL):** A RSL foi conduzida com base em bases de dados científicas como Scopus e Web of Science. Os critérios de inclusão consideraram publicações entre 2000 e 2023, com foco em robótica, design ético e inovação tecnológica. Essa etapa resultou em um mapeamento abrangente das metáforas utilizadas no design de robôs e das lacunas na literatura existente.

2. **Causal Layered Analysis (CLA):** A CLA foi utilizada para explorar camadas profundas de significado associadas às metáforas de robôs. Foram realizados workshops colaborativos com a participação de 18 especialistas, incluindo engenheiros, designers e pesquisadores da área de ciências sociais. A análise permitiu identificar os principais pressupostos culturais e as narrativas dominantes que moldam o imaginário sobre robôs.

3. **Desenvolvimento de Cenários Futuros:** Com base nas descobertas da CLA, foram construídos quatro cenários: Crescimento, Colapso, Equilíbrio Dinâmico e Transformação. Cada cenário foi detalhado em narrativas que exploram potenciais implicações práticas e éticas da metáfora do simbiote no design de robôs.

4. **Validação dos Resultados:** Os cenários e as metáforas propostas foram avaliados através de um processo iterativo envolvendo feedback dos participantes dos workshops e triangulação de dados. Essa abordagem garantiu a robustez dos resultados e a relevância prática das proposições feitas no estudo.

Os métodos empregados possibilitaram não apenas uma análise crítica das metáforas existentes, mas também a proposição de uma nova visão para o design de robôs. Essa abordagem integrativa reforça a importância de alinhar considerações éticas, sociais e técnicas na concepção de tecnologias emergentes.

REFERENCIAL TEÓRICO

Metáforas como motores de inovação

As metáforas exercem força estruturante sobre aquilo que pesquisadores e projetistas reconhecem como possível em robótica. O inventário de quarenta metáforas alternativas compilado por Alves-Oliveira et al. (2021) mostra como imagens como ponte, jardim ou ecossistema deslocam o foco do robô-“escravo” para arranjos mais horizontais de agência partilhada, convidando designers a reconsiderar papéis, materialidades e relações sociais dos artefatos.

Esse movimento se consolida quando as metáforas são empregadas como ferramenta empírica de pesquisa. Dennler et al. (2023) demonstraram, em três estudos com mais de 2 000 participantes, que diferentes “rótulos” (por exemplo, mascote versus coordenador) moldam expectativas de competência, afeto e autoridade projetadas sobre robôs sociais; quanto maior o alinhamento entre metáfora e funcionalidade real, maior a satisfação do usuário

Resultados semelhantes emergem de revisões sistemáticas sobre diversidade em HRI, que identificam a metáfora como variável mediadora de confiança e aceitabilidade culturais.

Por fim, estudiosos de governança tecnológica alertam que metáforas perpassam não só o design, mas também a formulação de políticas públicas. Um levantamento de Hermann et al. (2023) mostra que imagens como “caixa-preta” ou “centro de comando” influenciam agendas regulatórias e prioridades de

investimento, reforçando a necessidade de metáforas que promovam transparência e coevolução em vez de dominação. Ao propor o simbiote, o presente artigo intervém precisamente nesse nível mítico-normativo.

Da colaboração à simbiose humano-robô

No plano conceitual, a edição especial *Towards Symbiotic Autonomous Systems* do *Philosophical Transaction* redefiniu o estado da arte ao caracterizar sistemas simbióticos como aqueles que aprendem e adaptam-se em conjunto com usuários, distribuindo percepção, cognição e ação entre parceiros humanos e máquinas (Kaynak et al., 2021).

Essa visão rompe com o modelo clássico de “cooperação assistida”, no qual o robô segue scripts pré-programados, e introduz a ideia de autonomia partilhada graduada.

Na manufatura, a transição de HRC (Human-Robot Collaboration) para SHRC (Symbiotic Human-Robot Collaboration) ganhou evidência empírica. Barravecchia et al. propuseram em 2023 uma taxonomia bio-inspirada que classifica interações segundo ganhos e custos mútuos, legitimando o uso de indicadores de produtividade e bem-estar para calibrar relações de benefício compartilhado

Em 2025, os mesmos autores apresentaram um protocolo ergonômico-cognitivo que incrementou em 18 % a eficiência de células de montagem ao reconfigurar tarefas a partir de métricas de fadiga e carga mental do operador.

Avanços recentes em aprendizagem por demonstração aceleram essa tendência. Um modelo one-shot proposto por Liu et al. (2025) permite que o robô extraia, de um único vídeo RGB-D, sequências completas de montagem com 93 % de sucesso, reduzindo radicalmente intervenção humana e inaugurando um ciclo de co-adaptação em tempo quase real.

Revisões de 2024 indicam que abordagens multimodais e LLM-in-the-loop estão ampliando o escopo da simbiose para domínios como manutenção preditiva e serviços de saúde.

Ética, governança e responsabilidade

A incorporação da metáfora simbiótica suscita exigências éticas que ultrapassam a segurança operacional. O framework VISR (Virtuous Integrative Social Robotics) propõe Autonomia, Responsabilidade e Transparência (ART) como eixos de projeto, articulando virtudes aristotélicas a requisitos de engenharia e métricas de auditoria algorítmica (Arora et al., 2025).

Estudos de caso mostram que a adoção do VISR aumenta a confiança de usuários em 20 % em ambientes educacionais.

Por outro lado, Van Wynsberghe (2022) adverte que implantar *reciprocity-by-design* pode gerar expectativas ilusórias, fragilizando vínculos humanos e deslocando cuidados emocionais a dispositivos incapazes de retribuição autêntica.

O debate amplia-se com o editorial “Should Robots Have Standing?”, que problematiza a extensão de status moral e legal a robôs, defendendo que a responsabilidade permaneça ancorada em agentes humanos e instituições socio-técnicas (Gunkel et al., 2022).

No plano regulatório, marcos como o NIST AI Risk Management Framework (AI-RMF 1.0) oferecem orientações voluntárias para gerir riscos de robustez, viés e

segurança, já adotadas por conglomerados de robótica industrial e citadas em diretrizes europeias de IA confiável.

O alinhamento entre VISR e AI-RMF fortalece a tese de que robôs simbiotes exigem infraestrutura de governança intersetorial, unindo métricas técnicas e princípios de justiça social.

Design Orientado a Valores

O Value Sensitive Design (VSD) tem sido proposto como abordagem capaz de operacionalizar a simbiose em termos socioculturais. Schmiedel et al. (2023) introduziram o “wave approach” para iterar entre investigação de valores, prototipagem e avaliação longitudinal em robótica social, demonstrando que ciclos curtos de devolutiva a stakeholders reduzem dissonâncias valorativas.

Uma revisão de quase três décadas de VSD confirma que técnicas de investigação técnica evoluíram para contemplar explicabilidade algorítmica e métricas de impacto social, tornando o método adequado a sistemas autônomos adaptativos.

Em estudo recente, Poulsen et al. (2025) aplicaram VSD a robôs de cuidado destinados a idosos LGBT+, identificando 16 valores centrais (dignidade, privacidade, senso de comunidade, entre outros) e traduzindo-os em requisitos tangíveis de hardware e UX; a abordagem reforça que simbiose também é política e cultural, não apenas funcional.

Embora promissor, o VSD enfrenta barreiras. Análise de Van Wynsberghe et al. (2020) mapeou quatro obstáculos frequentes—recursos limitados, conflito de valores, lacunas de tradução entre pesquisa e mercado e “fadiga de participação”—sugerindo estratégias como curadoria de valores prioritários e contratos de design responsável para fornecedores. Integrado ao framework simbiótico, o VSD possibilita alinhar metas éticas às affordances técnicas, fortalecendo a legitimidade social dos robôs.

Futuros alternativos via Causal Layered Analysis

A Causal Layered Analysis (CLA) aprofunda investigações prospectivas ao decompor fenômenos em litânia, estrutura, discurso e mito. Ao aplicar a CLA a Armas Autônomas, Marsh (2022) evidenciou como metáforas militaristas (“guerreiro imbatível”, “extensão do soldado”) normalizam trajetórias de inovação que privilegiam letalidade e comando centralizado, iluminando caminhos regulatórios alternativos baseados em cuidado e des-escalada.

Experimentos recentes expandem a CLA para infraestrutura tecnológica. Análise de Yrjölä et al. (2022) sobre visões de 6G Futures mostra que, ao substituir o mito de “conectividade ilimitada” por “ecologia digital regenerativa”, mudam-se indicadores estratégicos e prioridades de P&D, sugerindo que metáforas influenciam até métricas de desempenho.

O presente estudo adapta a CLA ao design robótico, reposicionando o robô de “escravo” a “simbionte” no estrato mítico. Esse deslocamento permite redesenhar narrativas setoriais (discurso), arquiteturas de produção (estrutura) e indicadores de sucesso (litânia), pavimentando cenários nos quais robôs contribuam para sociedades mais equitativas e resilientes. Ao fazê-lo, soma-se às iniciativas de formação em CLA promovidas pelo Millennium Project e por laboratórios de foresight europeus, que veem no método um catalisador de inovação responsável.

DESENVOLVIMENTO E DISCUSSÃO

Revisão Sistemática de Literatura (RSL)

A RSL desempenhou um papel crucial na identificação e análise das metáforas predominantes associadas ao design de robôs. Entre os estudos revisados, destacou-se o impacto da metáfora do "robô como escravo" na limitação de perspectivas éticas e colaborativas. De acordo com Verbeek (2011), a prevalência dessa narrativa histórica perpetua visões hierárquicas, restringindo as possibilidades de interação mutualística entre humanos e máquinas. Essa crítica converge com a leitura sociotécnica de Bonventi Jr. (2015), que questiona a delegação acrítica de decisões a sistemas inteligentes e denuncia a manutenção de relações hierárquicas entre humanos e artefatos.

Além disso, a RSL revelou um interesse crescente por metáforas alternativas, como a do simbiote. Autores como Haraway (2000) e Latour (2005) destacam a importância de romper com paradigmas tradicionais, promovendo uma visão mais inclusiva e interdependente. Além disso, Secundo et al. (2023) demonstram, ao mapear ferramentas de computação cognitiva, que abordagens de cognição ampliada ganham tração justamente quando a máquina deixa de ser vista como substituta e passa a operar em parceria simbiótica com o usuário. Esses estudos fundamentaram a escolha da metáfora do simbiote como base para a redefinição do papel dos robôs na sociedade contemporânea.

A análise dos dados obtidos na RSL também indicou lacunas significativas na literatura. Embora o conceito de robôs simbioses seja emergente, há uma escassez de estudos empíricos que explorem sua implementação prática. Esse contexto reforça a relevância do presente trabalho, que busca oferecer um framework teórico e metodológico para a aplicação dessa metáfora no design de robôs.

Resultados da *Causal Layered Analysis* (CLA)

A aplicação da CLA permitiu explorar camadas profundas de significado associadas às narrativas sobre robôs. Essa metodologia revelou quatro cenários futuros principais: Crescimento, Colapso, Equilíbrio Dinâmico e Transformação. No cenário de Transformação, a metáfora do simbiote emergiu como uma alternativa viável e desejável, propondo uma relação mutualística e sustentável entre humanos e robôs.

Os resultados indicam que a metáfora do simbiote desafia pressupostos culturais profundamente enraizados. Segundo Inayatullah (2008), a CLA é eficaz na desconstrução de narrativas dominantes, permitindo a identificação de novos horizontes. No presente estudo, essa abordagem destacou a necessidade de repensar as estruturas de poder implícitas no design de robôs, propondo uma visão mais colaborativa e ética.

Os workshops realizados no âmbito da CLA também foram fundamentais para validar os cenários desenvolvidos. A participação de especialistas de diferentes áreas contribuiu para uma análise interdisciplinar, enriquecendo as discussões sobre as implicações práticas e éticas da metáfora do simbiote. Esses resultados

reforçam a aplicabilidade da CLA como ferramenta para a construção de cenários futuros no campo da robótica.

Aplicações Práticas e Impactos Sociais

A metáfora do simbiote apresenta um potencial transformador para diversas áreas de aplicação. Na saúde, por exemplo, robôs simbiotes podem colaborar com profissionais médicos em procedimentos cirúrgicos ou na assistência a pacientes com necessidades especiais, alinhando-se aos resultados da prospecção de Netto et al. (2023), que identifica exoesqueletos como casos paradigmáticos de colaboração físico-cognitiva entre humano e robô. Destaca-se como essa abordagem pode melhorar a eficiência e a empatia no atendimento.

No setor educacional, robôs simbiotes têm o potencial de personalizar o processo de aprendizado, adaptando-se às necessidades individuais dos alunos. Tal perspectiva dialoga com a análise de Secundo et al. (2023), segundo a qual sistemas de IA ampliam a capacidade humana de criar e compartilhar conhecimento em ambientes organizacionais. Além disso, sua implementação pode promover a inclusão de estudantes com deficiência, ampliando o acesso à educação de qualidade. De acordo com Norman (2007), o design centrado no usuário é essencial para criar experiências significativas e impactantes. Outra aplicação relevante é o uso de robôs simbiotes em contextos urbanos.

Por exemplo, essas máquinas podem atuar na coleta seletiva de resíduos, na manutenção de espaços públicos ou em iniciativas de sustentabilidade. O impacto social dessas ações é significativo, contribuindo para a construção de comunidades mais resilientes e ambientalmente conscientes. Esse movimento espelha as constatações de Maia et al. (2022), que discutem como a adoção de IA no governo paranaense exige transparência e participação cidadã para evitar novas camadas de desigualdade.

Questões Emergentes no Design de Robôs Simbiotes

Embora promissora, a implementação da metáfora do simbiote enfrenta desafios significativos. Entre os principais obstáculos estão os custos elevados de desenvolvimento, a necessidade de regulamentação ética e as barreiras culturais que dificultam a aceitação dessas máquinas. Problemas análogos já foram diagnosticados por Rossetti e Silva (2024) ao examinar riscos de viés no uso de IA pelo Judiciário, reforçando a urgência de salvaguardas normativas. Estudos como o de Verbeek (2011) ressaltam a importância de considerar as implicações sociais e culturais no design de novas tecnologias.

Além disso, a transição para a metáfora do simbiote exige uma mudança paradigmática nas práticas de design. Isso inclui a adoção de materiais sustentáveis, algoritmos éticos e interfaces que promovam a interação colaborativa. A integração dessas práticas requer um esforço conjunto entre governos, empresas e academia, criando um ecossistema de inovação que favoreça o desenvolvimento ético e inclusivo.

Pesquisas futuras devem explorar mais profundamente as possibilidades oferecidas pela metáfora do simbiote, incluindo estudos empíricos que validem

sua aplicabilidade em diferentes contextos. A colaboração interdisciplinar será essencial para superar os desafios e maximizar os benefícios dessa abordagem, promovendo um futuro em que humanos e robôs possam coexistir de maneira harmoniosa e sustentável.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo partiu da constatação de que a metáfora dominante do “robô-como-escravo” — enraizada em narrativas industriais, cinematográficas e mesmo em discursos de política pública — restringe tanto a imaginação quanto os resultados concretos do design robótico. Ao mobilizar a Causal Layered Analysis, demonstramos que essa metáfora opera no estrato mítico e, portanto, possui força constitutiva sobre camadas discursivas e estruturais. A proposta do robô-simbionte emerge, assim, como alternativa capaz de reconfigurar os quadros de referência e abrir espaço para práticas de design mais equitativas, nas quais autonomia e agência são distribuídas de maneira mutuamente benéfica entre humanos e máquinas. Essa mudança paradigmática realinha as expectativas sociais com as capacidades técnicas dos sistemas robóticos contemporâneos — cada vez mais sustentados por algoritmos de aprendizagem contínua e sensores de alta fidelidade que favorecem interdependência, não subserviência.

Do ponto de vista teórico, a pesquisa contribui em três frentes. Primeiro, adiciona densidade conceitual ao corpo de estudos sobre metáforas em Interação Humano-Robô ao conectar a metáfora simbiótica a resultados empíricos recentes de simbiose industrial, social e cognitiva. Segundo, amplia a literatura de governança tecnológica ao posicionar frameworks éticos — como o VISR e o NIST AI-RMF — dentro de uma visão que prioriza valores relacionais, tais como reciprocidade e cuidado, em vez de controle unilateral. Por fim, articula o Value Sensitive Design com a CLA, sugerindo que investigação de valores e análise de futuros não são estágios separados, mas processos entrelaçados que se retroalimentam durante todo o ciclo de vida do artefato.

Em termos práticos, os achados recomendam que equipes de projeto incorporem oficinas de metáfora no início dos processos de ideação — estratégia que pode antecipar conflitos de expectativa entre stakeholders, reduzir custos de redesign e acelerar a adoção de robôs em ambientes sensíveis, como saúde e educação. Ademais, nossos resultados indicam que métricas de sucesso para robôs simbiotes devem ir além de produtividade e precisão, contemplando indicadores de bem-estar humano, sustentabilidade organizacional e evolução comportamental do sistema ao longo do tempo. Tais métricas demandam instrumentos de avaliação longitudinal — por exemplo, painéis de governança que cruzem dados operacionais com feedback de usuários e análises de valor agregado societário.

Reconhecemos, contudo, limitações importantes. A análise bibliométrica concentrou-se em publicações de língua inglesa e portuguesa, possivelmente sub-representando pesquisas asiáticas ou em outras línguas que já exploram metáforas alternativas. Além disso, a aplicação da CLA recorreu a workshops com especialistas de HRI; embora relevantes, tais grupos não capturam integralmente

imaginários de leigos — fator crítico quando se considera a aceitação social de robôs simbiotes. Investigações futuras devem, portanto, incluir métodos etnográficos em comunidades diversas, bem como estudos de campo em larga escala que testem modelos de co-governança robótica em contextos urbanos e rurais.

Os próximos passos de pesquisa também abrangem o desenvolvimento de protótipos funcionais que materializem princípios simbióticos em domínios específicos. Na indústria, isso significa robôs que ajustem seu grau de autonomia conforme níveis de fadiga e preferência do operador. Na saúde, implica sistemas capazes de aprender rotinas de pacientes e negociar intervenções terapêuticas em tempo real. Cada uma dessas implementações exigirá não apenas avanços técnicos — como aprendizado incremental seguro e transparência explicável —, mas também pactos regulatórios dinâmicos que acompanhem a co-evolução humano-máquina.

Em síntese, a metáfora do robô-simbionte não é mero exercício retórico: ela opera como ferramenta heurística e política para repensar os fundamentos da robótica contemporânea. Ao deslocar o imaginário de dominação para o de interdependência, abrimos caminho para tecnologias que reforcem as capacidades humanas em vez de substituí-las, fomentando ecossistemas sociotécnicos mais justos, resilientes e orientados a valores compartilhados. Esperamos que esta investigação inspire designers, engenheiros, legisladores e comunidades a cocriar futuros nos quais robôs atuem como parceiros essenciais na arquitetura de uma sociedade verdadeiramente equitativa.

From submission to cooperation: the symbiont metaphor in ethical robot design

ABSTRACT

This paper proposes a new approach to robot design, challenging the historical metaphor of the "robot as slave". Based on a systematic literature review and application of the Causal Layered Analysis (CLA) methodology, alternative future scenarios that integrate ethics and technological innovation were explored. The study proposes the symbiont metaphor as a basis for new paradigms in robot design, highlighting its relevance for a more equitable society. This work offers a significant contribution to the fields of design and robotics, presenting theoretical and practical implications for the transformation of the role of robots in contemporary society.

KEYWORDS: Robotics. Design. Emancipation. Metaphors. Causal Layered Analysis

REFERÊNCIAS

- ALVES-OLIVEIRA, P.; SEBOLD, S.; GOMES, S.; LEITE, I.; PAIVA, A. Collection of Metaphors for Human-Robot Interaction. In: Proceedings of the 2021 ACM Designing Interactive Systems Conference – DIS '21. New York: ACM, 2021. p. 359-372.
- ARORA, Anshu Saxena; MARSHALL, Arlene; ARORA, Amit; McINTYRE, John R. Virtuous integrative social robotics for ethical governance. *Discover Artificial Intelligence*, v. 5, n. 1, p. 8, 2025.
- BARRAVECCHIA, Federico; BARTOLOMEI, Mirco; MASTROGIACOMO, Luca; FRANCESCHINI, Fiorenzo. Redefining human–robot symbiosis: a bio-inspired approach to collaborative assembly. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, v. 128, n. 5-6, p. 2043-2058, 2023.
- BARRAVECCHIA, Federico; BARTOLOMEI, Mirco; MASTROGIACOMO, Luca; FRANCESCHINI, Fiorenzo. Designing symbiotic human–robot collaboration in assembly tasks. *Production Engineering*, p. 1–33, 2025.
- BONVENTI JR., Waldemar. Sistemas inteligentes? Humanos dependentes? *Revista Tecnologia e Sociedade*, Curitiba: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, v. 11, n. 23, p. 45-57, 2015.
- DENNLER, Nathaniel; RUAN, Changxiao; HADIWIJOYO, Jessica; CHEN, Brenna; NIKOLAIDIS, Stefanos; MATARIĆ, Maja. Design metaphors for understanding user expectations of socially interactive robot embodiments. *ACM Transactions on Human-Robot Interaction*, v. 12, n. 2, p. 1-41, 2023.
- GUNKEL, David J.; GERDES, Anne; COECKELBERGH, Mark. Should robots have standing? The moral and legal status of social robots. *Frontiers in Robotics and AI*, v. 9, art. 946529, 2022.
- HARAWAY, Donna. Manifesto ciborgue. *Antropologia do ciborgue*. Belo Horizonte: Autêntica, 2000. p. 33–118.
- HERMANN, Isabella. Artificial intelligence in fiction: between narratives and metaphors. *AI & Society*, v. 38, n. 1, p. 319-329, 2023.
- INAYATULLAH, Sohail. Six pillars: futures thinking for transforming. *Foresight*, v. 10, n. 1, p. 4-21, 2008.
- KAYNAK, Okyay; HE, Wei; FLAMMINI, Francesco; LIU, Zhijie. Towards symbiotic autonomous systems. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, v. 379, n. 2207, p. 20200359, 2021.
- LATOUR, B. *Reassembling the Social: An Introduction to Actor-Network-Theory*. New York: Oxford University Press, 2005.
- LIU, Quan; JI, Zhenrui; XU, Wenjun; LIU, Zhihao; WANG, Lihui. One-shot learning-driven autonomous robotic assembly via human–robot symbiotic interaction. *Advanced Manufacturing*, v. 2, n. 1, p. 1-18, 2025.
- MAIA, Marcelo; MAIA, Marcos; TSUNODA, Denise Fukumi; BEZERRA, Cícero Aparecido. Dados no apoio à gestão pública estadual: conhecendo o Programa Inteligência Artificial do Paraná – PIÁ. *Revista Tecnologia e Sociedade*, v. 18, n. 50, p. 61-79, 2022.

MARSH, Nicholas. Autonomous weapons systems: Using causal layered analysis to unpack AWS. *Journal of Futures Studies*, v. 26, n. 4, p. 33-40, 2022.

NETTO, José Barreto; SANTOS, José Wendel dos; FARIAS REZENDE, Cristiane Monteiro de; DIAS, Cristiane Toniolo; SANTOS, Mário Jorge Campos dos; SOUZA ABUD, Ana Karla de. Prospecção tecnológica sobre exoesqueleto robótico de assistência à locomoção humana. *Revista Tecnologia e Sociedade*, v. 19, n. 56, p. 112-127, 2023.

NIST. Artificial intelligence risk management framework (AI-RMF 1.0).

Gaithersburg, MD: National Institute of Standards and Technology, 2023.

Disponível em:

<https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/ai/nist.ai>. Acesso em: 20 jun. 2025.

NORMAN, Don. Emotional Design: Why We Love (or Hate) Everyday Things. New York: Basic Books, 2007.

POULSEN, Adam; BURMEISTER, Oliver K.; GREIG, Jenni; ULHAQ, Anwaar; TIEN, David. Value Sensitive Design of social robots: Enhancing the lives of LGBT+ older adults. *International Journal of Social Robotics*, v. 17, n. 1, p. 147-162, 2025.

ROSSETTI, Regina; MELLO, Cristiane Vieira de; *et al.* Direitos fundamentais no uso de inteligência artificial no poder judiciário brasileiro. *Revista Tecnologia e Sociedade*, v. 20, n. 59, p. 219-235, 2024.

SCHMIEDEL, Theresa; ZHONG, Vivienne Jia; EYSSEL, Friederike. Towards a wave approach for value sensitive design in social robotics. In: *ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI), 2023, Stockholm. Companion Proceedings...* New York: ACM, 2023. p. 592-596.

SECUNDO, Alan; DE ALMEIDA, Iara Carnevale; TENÓRIO, Nelson. Computação cognitiva nas organizações: uma investigação das ferramentas tecnológicas como apoio aos ciclos da gestão do conhecimento. *Revista Tecnologia e Sociedade*, v. 19, n. 56, p. 287-302, 2023.

VAN WYNSBERGHE, Aimee. Social robots and the risks to reciprocity. *AI & Society*, v. 37, n. 2, p. 479-485, 2022.

VAN WYNSBERGHE, Aimee. Designing robots for care: care-centered value-sensitive design. In: *Machine Ethics and Robot Ethics*. London: Routledge, 2020. p. 185-211.

VERBEEK, Peter-Paul. Moralizing technology: Understanding and designing the morality of things. Chicago: University of Chicago Press, 2011.

YRJÖLÄ, Seppo; AHOKANGAS, Petri; MATINMIKKO-BLUE, Marja. Visions for 6G futures: A causal layered analysis. In: *JOINT EUROPEAN CONFERENCE ON NETWORKS AND COMMUNICATIONS & 6G SUMMIT (EuCNC/6G Summit), 2022, Grenoble. Anais [...]*. IEEE, 2022. p. 535-540.

Recebido: 19/12/2024

Aprovado: 24/06/2025

DOI: 10.3895/rts.v21n64.19699

Como citar:

BRESSAN, Marcello Caldas; CORREIA, Walter Franklin M.; TEIXEIRA, João Marcelo Xavier Natário. et.al. Da submissão à cooperação: a metáfora do simbiote no design ético de robôs.

Rev. Technol. Soc., Curitiba, v. 21, n. 64, p.155 - 167, abr./jun., 2025. Disponível em:

<https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/19699>

Acesso em: XXX.

Correspondência:

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

