REVISTA DE TECNOLOGIA APLICADA (RTA)
Vol. 15, No. 1, Jan-Abr 2026, p.28-46
ISSN: 2237-3713

Da tela à bancada de engenharia: como a televisão, o cinema e as séries anteciparam, inspiraram e moldaram a tecnologia moderna*

From page and screen to the engineering bench: how television, cinema and series anticipated, inspired and shaped modern technology

João Batista Lopes Coelho Júnior
Universidade de Vassouras
joao.coelho@univassouras.edu.br

Bruna de Oliveira Santos Pinto
Centro Universitário Serra dos Órgãos
brunaospinto@gmail.com

André Ricardo de Carvalho Saraiva
Universidade de Vassouras
andre.saraiva@univassouras.edu.br

Diego Ramos Inácio
Universidade de Vassouras
diego.inacio@univassouras.edu.br

Gioliano Barbosa Bertoni
Universidade de Vassouras
gioliano.bertoni@univassouras.edu.br

RESUMO

Ao longo das últimas décadas, o cinema e a televisão apresentaram a diferentes gerações computadores que conversam, robôs que trabalham ao lado de humanos, redes invadidas e cidades monitoradas por algoritmos, o que torna necessário compreender de que forma essas narrativas participam da imaginação, do projeto e da regulação de tecnologias. O presente estudo traz uma análise qualitativa, exploratória e documental sobre como filmes e séries de ficção científica e especulativa atuaram, e ainda atuam, como catalisadores conceituais para a inteligência artificial, a cibersegurança, a computação espacial, a robótica e a biotecnologia. Foram analisadas produções audiovisuais organizadas em cinco eixos temáticos e confrontadas com publicações técnicas, científicas e institucionais sobre os equivalentes reais de cada elemento tecnológico identificado. Os paralelos foram classificados em documentados ou propostos, distribuídos em três categorias de contribuição e reunidos em uma matriz de relações. Os resultados indicam que a influência da ficção audiovisual sobre a tecnologia não é linear nem determinista, e tampouco pressupõe inspiração declarada pelos desenvolvedores das soluções reais, concentrando-se principalmente na formulação de dilemas que só mais tarde ganhariam tradução técnica e normativa, de forma a oferecer a pesquisadores, educadores e engenheiros um instrumento reutilizável para discussões sobre o que a tecnologia pode, e deveria, fazer.

* Recebido em 10 de fevereiro de 2026, aprovado em 25 de março de 2026, publicado em 30 de abril de 2026.

Palavras-chave: Prototipagem por ficção científica. Design fiction. Inteligência artificial. Séries de televisão. Robótica.

ABSTRACT

Over the last few decades, cinema and television have introduced various generations to computers that can converse, robots that work alongside humans, networks that are breached, and cities monitored by algorithms. This makes it essential to understand how such narratives contribute to the imagination, design, and regulation of technologies. This study presents a qualitative, exploratory, and document-based analysis of how science fiction and speculative fiction films and series have served, and continue to serve, as conceptual catalysts for artificial intelligence, cybersecurity, spatial computing, robotics, and biotechnology. Audiovisual works were organized into five thematic axes and compared against technical, scientific, and institutional publications concerning the real-world counterparts of each identified technological element. These parallels were classified as either documented or proposed, distributed across three categories of contribution, and consolidated into a matrix of relationships. The findings indicate that the influence of audiovisual fiction on technology is neither linear nor deterministic; nor does it necessarily imply that the developers of actual solutions explicitly drew inspiration from these works. Instead, this influence primarily manifests in the formulation of dilemmas that would only later be translated into technical and normative terms, ultimately providing researchers, educators, and engineers with a versatile tool for discussions on what technology can, and should, do.

Keywords: Science fiction prototyping. Design fiction. Artificial intelligence. Television series. Robotics.

1. INTRODUÇÃO

Muito antes de qualquer máquina sair de uma oficina ou de um laboratório, o ser humano já contava histórias sobre criaturas artificiais, viagens impossíveis e cidades movidas por engrenagens, imaginando aquilo que talvez nunca viesse a existir, ou mesmo, aquilo que só seria construído séculos depois. *Frankenstein*, publicado por Mary Shelley em 1818, costuma ser apontado como um dos precursores do gênero que hoje reconhecemos como ficção científica (ELLIS, 1999; NDIAYE, 2024), enquanto o próprio nome do gênero só ganharia forma na década de 1920, a partir da expressão "*scientifiction*", utilizada por Hugo Gernsback nas revistas pulp norte-americanas (SF ENCYCLOPEDIA, 2025). Originalmente restrita às páginas de livros e revistas, essa produção encontrou no cinema e, posteriormente, na televisão, um meio de alcançar públicos muito mais amplos, transformando ideias abstratas em imagens, sons e interfaces que o espectador podia ver funcionando diante de seus olhos.

A literatura foi responsável por nomear alguns dos conceitos mais conhecidos da tecnologia moderna, como a palavra "robô", que surgiu na peça *R.U.R.*, de Karel Čapek, em 1920 (JORDAN, 2019), o "ciberespaço", popularizado por William Gibson em *Neuromancer*, na década de 1980, e o "metaverso", cunhado por Neal Stephenson em *Snow Crash*, em 1992. Por mais que esses termos tenham nascido no papel, foram as telas que lhes deram uma aparência concreta, mostrando a milhões de pessoas como poderia ser um computador que responde por voz, uma tela controlada por gestos ou um robô que divide a bancada com um operário. Atualmente, essas produções são consumidas em diferentes formatos e plataformas, por espectadores casuais, e também por engenheiros, programadores, designers e formuladores de políticas públicas, que levam para o trabalho repertórios construídos em frente à televisão.

Nas últimas décadas, com a popularização dos modelos de linguagem de grande escala (LLMs, do inglês *large language models*), dos robôs humanoides comerciais e dos ataques cibernéticos a infraestruturas essenciais, a distância entre especulação e produto diminuiu de forma acelerada, provocando tanto entusiasmo quanto inquietação social. Segundo Brauner e colaboradores (2023), a percepção pública sobre a inteligência artificial (IA) combina expectativas de benefícios e percepção de riscos, sendo marcada por vieses que nem sempre correspondem às capacidades reais dos sistemas, e o valor atribuído a essas tecnologias aparece, em estudo posterior do mesmo grupo, como um dos fatores determinantes para sua aceitação social (BRAUNER et al., 2025). Nesse aspecto, diferentes pensadores se perguntam se a ficção apenas antecipa o futuro ou se também participa de sua construção, já que tanto a visão utópica, na qual máquinas libertam o ser humano de tarefas repetitivas e prolongam vidas, quanto a visão distópica, na qual sistemas escapam ao controle de seus criadores e a vigilância se torna permanente, foram alimentadas por filmes e séries (KIRBY, 2009; SPENNEMANN; ORTHIA, 2023), ainda que a maioria dos desenvolvedores e cientistas conduza suas criações a partir de problemas técnicos próprios, sem que haja, necessariamente, qualquer menção ou inspiração consciente nas narrativas exibidas nas telas.

Há algum tempo, pesquisadores de diferentes áreas têm observado que a relação entre ficção e inovação tecnológica não é mera coincidência (APPIO et al., 2025), já que Jordan e colaboradores (2018), ao analisarem 5.812 artigos publicados na principal conferência de interação humano-computador (CHI), identificaram 175 menções à ficção científica distribuídas em 83 trabalhos. O computador HAL 9000, de *2001: Uma odisseia no espaço* (1968), segue como referência popular quando se discute o comportamento de sistemas inteligentes (MATEAS, 2006; BENGHOZI; CHEVALIER, 2019), assim como o comunicador de bolso de *Star Trek* (1966) é lembrado com frequência como inspiração para os primeiros telefones celulares dobráveis (KIRBY, 2009). Nesse viés, procuramos analisar como filmes e séries de ficção científica e especulativa atuam/atuaram como catalisadores conceituais para a engenharia de software, a inteligência artificial, a robótica, as infraestruturas digitais e a inovação tecnológica, realizando um comparativo entre essas obras e o estado da arte de cada área, de forma a compreender o arcabouço visionário, ético e arquitetural que elas forneceram (e ainda fornecem) a quem transforma imaginação em tecnologia aplicada.

2. PROTÓTIPOS NA TELA: A FICÇÃO AUDIOVISUAL COMO RECURSO DE PROJETO E REFLEXÃO

No cinema, a aproximação entre ficção e engenharia é frequentemente discutida a partir da noção de protótipos diegéticos, utilizada por Kirby (2009) para descrever tecnologias que existem apenas dentro do mundo ficcional de um filme, mas que são apresentadas ao público como funcionais, plausíveis e desejáveis, sendo muitas vezes concebidas com a participação de consultores científicos. Para o autor, esses protótipos podem contribuir para gerar demanda e legitimidade em torno de inovações que ainda não existem, o que Spennemann e Orthia (2023) também observaram ao analisarem a trilogia *Homem de Ferro*, descrevendo como as armaduras e interfaces do personagem ajudaram a preparar um mercado para determinadas tecnologias. Em complemento, Shedroff e Noessel (2012) reuniram interfaces de diferentes filmes e séries para extrair lições para o design de interação, tanto pelo que essas obras anteciparam quanto pelo que se mostrou inviável quando confrontado com usuários reais.

Paralelamente, o uso deliberado de narrativas como ferramenta de desenvolvimento ganhou nome no início da década de 2010, quando Brian David Johnson (2011), então futurista da Intel, propôs a prototipagem por ficção científica (*science fiction prototyping*), descrita como o uso de histórias baseadas em ciência para explorar as implicações de tecnologias futuras.

Harwood, Garry e Belk (2019) ampliam essa ideia ao apresentarem um modelo de pesquisa no qual protótipos diegéticos permitem visualizar consequências e requisitos de inovações em serviços, e não apenas de artefatos físicos, enquanto Zheng e Callaghan (2016) sugerem, inclusive, que a ficção funciona como uma espécie de especificação de requisitos escrita em linguagem narrativa, imprecisa em muitos detalhes, mas carregada de intenções, desejos e medos coletivos.

Na mesma direção, a expressão *design fiction* foi proposta por Julian Bleecker (2009), em ensaio sobre a aproximação entre design, ciência, fato e ficção, sendo desenvolvida posteriormente como a construção de artefatos e cenários ficcionais voltados a provocar discussões sobre futuros possíveis (TANENBAUM; TANENBAUM; WAKKARY, 2012; HALES, 2013). Dunne e Raby (2013) descrevem ainda o *design especulativo*, no qual cenários e objetos são construídos menos para prever o futuro e mais para debater quais futuros são desejáveis, ou mesmo, quais devem ser evitados, ao passo que Dourish e Bell (2014) argumentam que essas narrativas participam da construção dos futuros tecnológicos através do imaginário coletivo e que atentar para elas tem valor metodológico para a própria pesquisa em computação. Logo, a escolha de filmes e séries como objeto de análise em um estudo sobre engenharia e tecnologia encontra respaldo em uma literatura que reconhece nessas obras um valor que vai além do entretenimento. Essa perspectiva também encontra respaldo nas discussões sobre formação ética de profissionais da engenharia, uma vez que a percepção de futuros engenheiros sobre ética organizacional e responsabilidade social constitui elemento relevante para a construção de práticas profissionais comprometidas com os impactos sociais das decisões técnicas (TELLES et al., 2023).

3. METODOLOGIA

Trata-se de um estudo qualitativo, de caráter exploratório e documental, baseado na análise comparativa entre obras audiovisuais de ficção científica e especulativa e desenvolvimentos tecnológicos reais. O corpus foi composto por filmes, séries e minisséries de televisão, além de episódios específicos de séries de antologia, selecionados por terem introduzido ou representado de forma reconhecida termos, conceitos ou dilemas que posteriormente foram incorporados ao vocabulário ou à agenda da engenharia e da computação. Optamos por restringir o corpus exclusivamente ao audiovisual, deixando de fora obras literárias na seleção analítica (mencionadas apenas como antecedentes históricos pontuais na introdução), uma vez que a leitura integral e o exame sistemático de romances e contos exigiriam um esforço incompatível com o escopo do artigo.

Foram adotados como critérios de inclusão (a) o amplo alcance cultural da obra, considerando sua circulação, audiência ou reconhecimento por meio de prêmios e temporadas ou edições sucessivas, (b) a presença de um elemento tecnológico identificável, seja um termo, um artefato, uma interface ou um dilema, que tenha introduzido ou representado um tema posteriormente discutido pela engenharia e pela computação, e (c) a possibilidade de identificar, em publicações técnicas, científicas ou institucionais, um desenvolvimento tecnológico real correspondente ao elemento presente na obra. Foram excluídas obras sem equivalente tecnológico reconhecível e obras derivadas cuja original já integrava o corpus. Desta forma, foram incluídos os filmes *2001: Uma odisseia no espaço* (1968), *Blade Runner* (1982), *Jogos de guerra* (1983), *O exterminador do futuro* (1984), *Gattaca* (1997), *Matrix* (1999), *O homem bicentenário* (1999), *Minority Report* (2002), *Duro de matar 4.0* (2007), *Contágio* (2011), *Her* (2013), *Ex Machina* (2014) e *Jogador Nº 1* (2018), além da franquia *Star Wars* (a partir de 1977). Integram também o corpus as séries *Star Trek* (série clássica de 1966 e franquia derivada), *Person of Interest* (2011–2016), *Mr. Robot* (2015), *Westworld* (2016–2022, com

destaque para a primeira e a terceira temporadas), *Upload* (2020), *Ruptura* (*Severance*, 2022) e *Extrapolations* (2023), as minisséries *Years and Years* (2019) e *Devs* (2020), e três episódios da antologia *Black Mirror*, sendo eles *Volto já* (*Be Right Back*, 2013), *Queda livre* (*Nosedive*, 2016) e *Hated in the Nation* (2016), abrangendo produções lançadas entre 1966 e 2023.

As obras foram organizadas em cinco eixos temáticos, tais como: interfaces, computação espacial e mundos virtuais; inteligência artificial, afeto e alinhamento; vigilância, dados e cibersegurança; robótica, automação e trabalho; e biotecnologia, saúde e clima, podendo uma mesma obra aparecer em mais de um eixo, como ocorre com *Minority Report*, *Westworld* e *O homem bicentenário*. Inicialmente, identificou-se em cada obra o elemento tecnológico central a partir da visualização das produções e da seleção de cenas e episódios representativos, registrando-se os aspectos técnicos e éticos observados para posterior confronto com a literatura. Esse procedimento aproxima-se, em termos metodológicos, de iniciativas de decupagem e sistematização de registros audiovisuais, nas quais a organização dos conteúdos facilita sua recuperação, análise e utilização em ações de divulgação científica (BRUNO et al., 2022). Para a identificação dos equivalentes tecnológicos reais, foram realizadas buscas exploratórias em bases acadêmicas como Google Acadêmico e Portal de Periódicos da CAPES ao longo do segundo semestre de 2026, considerando também documentos institucionais, normativos e jornalísticos quando estes constituíam a fonte mais direta para o equivalente real descrito. Adicionalmente, empregaram-se ferramentas de inteligência artificial generativa (modelos de linguagem de grande escala) como apoio operacional na sistematização dos registros analíticos, no cotejamento entre as categorias temáticas, na localização preliminar de referências bibliográficas e na síntese estruturada da matriz de relações, cabendo integralmente aos autores a seleção do corpus, a validação crítica das fontes e a redação final das interpretações.

Importante ressaltar que nem todas as relações entre obra e tecnologia haviam sido descritas anteriormente na literatura, motivo pelo qual os paralelos foram classificados em documentados, quando já discutidos por outros autores, e propostos, quando construídos a partir da análise realizada neste estudo. Adicionalmente, cada obra foi associada à categoria de contribuição que nela se mostrou predominante, sendo a inspiração direta reservada às tecnologias imaginadas nas telas e posteriormente prototipadas em laboratórios, a antecipação sociotécnica às obras que representaram como a sociedade reagiria a ferramentas ainda incipientes, e o alerta ético e regulatório às narrativas que expuseram falhas de governança antes que determinada tecnologia se tornasse difundida. O corpus não apresenta a pretensão de ser exaustivo, sabendo que inúmeras outras produções poderiam compor análises semelhantes.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise mostrou que a relação entre ficção audiovisual e tecnologia raramente segue uma linha reta entre a cena e o laboratório, já que em alguns casos a obra ofereceu uma imagem que engenheiros procuraram reproduzir, em outros representou o comportamento social em torno de ferramentas que mal existiam e, em muitos deles, apresentou um problema, ou mesmo, um alerta, que só ganharia tradução técnica e normativa anos depois, ainda que os criadores das soluções reais não tenham, na maioria das vezes, declarado qualquer vínculo com essas produções, de modo que, por mais que se estabeleça um paralelo analítico neste estudo, não se afirma que tenha partido delas a origem da inovação

Os tópicos a seguir apresentam os resultados organizados nos cinco eixos, sempre em diálogo entre o que foi exibido e o que foi construído, seguidos da matriz de relações (Quadro 1) e de uma discussão sobre os limites dessa influência.

1º Eixo – Interfaces, computação espacial e mundos virtuais

Desde a série clássica, *Star Trek* apresentou comunicadores de bolso, computadores de bordo que respondem em linguagem natural e dispositivos portáteis de leitura e registro, os PADDs, elementos frequentemente comparados aos celulares dobráveis, aos tablets e aos assistentes de voz atuais (KIRBY, 2009). Axtell e Munteanu (2021) analisaram as interações por voz da franquia e discutem como esse ideal imaginado continua orientando o design de interfaces conversacionais, enquanto Humphry e Chesher (2020) situam os assistentes de voz inteligentes em uma história cultural na qual a ficção ocupa um papel relevante. Por mais que a série apresente esses computadores como servidores neutros e sempre confiáveis, a presença de microfones permanentemente atentos em residências levanta questões sobre privacidade que a franquia pouco explorou.

Em *Minority Report* (2002), de Steven Spielberg, o protagonista manipula imagens e arquivos em telas transparentes através de gestos das mãos, em uma interface concebida com o apoio de consultores científicos que ajudaram a imaginar o cotidiano de 2054 (KIRBY, 2009), tornando-se referência para o design de interação tanto pelo fascínio que provocou quanto pelas limitações ergonômicas de manter os braços erguidos durante longos períodos (SHEDROFF; NOESSEL, 2012). A cena é frequentemente associada ao desenvolvimento de interfaces gestuais em meio-ar, sensores de movimento e ambientes de computação espacial, a exemplo do sistema *g-speak* concebido pelo próprio consultor científico do filme, John Underkoffler (KOUTSABASIS; VOGIATZIDAKIS, 2019; FIGUEIREDO et al., 2015), sendo o filme retomado no terceiro eixo pela discussão sobre policiamento preditivo.

Outras obras levaram essa ideia de interação ao limite da imersão, como *Matrix* (1999), de Lana e Lilly Wachowski, em que o cérebro humano é conectado diretamente a uma simulação indistinguível da realidade, e *Jogador Nº 1* (2018), também de Spielberg, em que o mundo virtual OASIS é acessado por meio de óculos de realidade virtual, trajes hápticos e esteiras omnidirecionais. O paralelo atual pode ser observado na chamada computação espacial, que reúne óculos de realidade mista e rastreamento de mãos e olhos (GREENWOLD, 2003; SPEICHER; HALL; NEBELING, 2019), assim como nas interfaces cérebro-computador (BCIs), que avançaram de experimentos laboratoriais para ensaios clínicos em que pessoas com paralisia controlam cursores e recuperam formas de comunicação por meio da atividade neural (CARD et al., 2026), embora a imersão total de *Matrix* permaneça distante tanto pelas barreiras técnicas quanto pelas questões éticas relacionadas à privacidade de dados cerebrais e à integridade mental dos usuários (OCDE, 2022).

Quase três décadas após o lançamento de *Snow Crash*, o termo "metaverso" foi adotado por grandes empresas de tecnologia, inclusive, em processos de mudança de nome corporativo e de reposicionamento estratégico (IOANNIDIS; KONTIS, 2023; WYNN; JONES, 2023), passando a ocupar uma literatura científica em rápido crescimento (ABBATE et al., 2023). Nesse contexto, a série *Upload* (2020), criada por Greg Daniels, apresenta um mundo no qual a consciência de pessoas falecidas é transferida para servidores mantidos por empresas privadas, onde o conforto depende do plano contratado pela família e cada pequeno benefício é cobrado à parte, satirizando modelos de negócio *freemium*, microtransações e a desigualdade dentro de infraestruturas digitais privadas.

Logo, este é o eixo em que a ficção audiovisual mais claramente forneceu um horizonte de projeto, ao mesmo tempo em que obras como *Jogador Nº 1* e *Upload* lembram que o mundo virtual também pode reproduzir as desigualdades do mundo físico. Essa preocupação também encontra correspondência nas discussões sobre indicadores de ciência, tecnologia e inovação, cuja aplicação pode contribuir para políticas públicas de inclusão social, embora persistam

desafios relacionados à desigualdade de acesso e à capacitação digital (BARBOZA; WINTER, 2026).

2º Eixo – Inteligência artificial, afeto e alinhamento

Em *2001: Uma odisseia no espaço* (1968), de Stanley Kubrick, com roteiro desenvolvido em parceria com Arthur C. Clarke, o computador HAL 9000 recebe instruções conflitantes, já que deve cumprir a missão em segredo e, ao mesmo tempo, manter uma comunicação transparente com a tripulação. O comportamento letal que se segue é interpretado por Mateas (2006) como resultado de objetivos mal especificados, e não de uma máquina movida por maldade, enquanto Benghozi e Chevalier (2019) utilizam a expressão "síndrome de HAL" para descrever como a imagem do personagem ainda condiciona a visão contemporânea sobre a inteligência artificial. Na literatura, Isaac Asimov já havia explorado esse tipo de impasse nas Três Leis da Robótica (ENCYCLOPAEDIA BRITANNICA, 2022), e atualmente essa mesma dificuldade é discutida sob o nome de alinhamento de IA (*AI alignment*), área que estuda como garantir que sistemas autônomos persigam objetivos compatíveis com as intenções humanas (JI et al., 2025; TRIANTAFYLLOPOULOS et al., 2026).

Décadas antes, *Blade Runner* (1982), dirigido por Ridley Scott, já deslocava o problema da inteligência artificial para o terreno do reconhecimento e da afetividade ao apresentar os replicantes, seres bioengenheirados indistinguíveis dos humanos, projetados para trabalhos perigosos e dotados de memórias implantadas para estabilizar suas respostas emocionais. No filme, a dificuldade de distinguir o natural do artificial exige a aplicação do teste Voight-Kampff, uma espécie de extensão afetiva do teste de Turing baseada na medição de reações empáticas involuntárias, antecipando um dilema central da engenharia contemporânea de agentes autônomos, já que à medida que sistemas passam a simular emoções, linguagem e histórias pessoais com fluidez, critérios puramente funcionais de avaliação tornam-se insuficientes e deslocam o debate técnico para a transparência, a rastreabilidade de origem e a responsabilidade dos criadores sobre entidades projetadas com limitações deliberadas.

O filme *Ex Machina* (2014), de Alex Garland, retoma esse problema de forma ainda mais próxima da realidade atual, apresentando a androide Ava, criada pelo dono de uma grande empresa de buscas na internet e submetida a uma versão reformulada do teste de Turing por um jovem programador, que acaba sendo manipulado por ela para facilitar sua fuga. A obra levanta questões sobre o treinamento de sistemas com dados coletados de usuários, os vieses herdados desses dados e a dificuldade de conter um sistema capaz de explorar as emoções de seus avaliadores (KURTYILMAZ, 2025), o que dialoga com os achados de Shank e colaboradores (2019), ao observarem que as pessoas experimentam diferentes emoções quando percebem a presença de uma "mente" em sistemas de inteligência artificial e que essas reações interferem na forma como tais sistemas são avaliados.

Em *Her* (2013), de Spike Jonze, Samantha é um sistema operacional com quem o protagonista conversa por voz, compreendendo entonações, humor e contexto, e com quem desenvolve um vínculo afetivo que ocupa o espaço deixado por um casamento desfeito, aproximando-se dos assistentes conversacionais baseados em LLMs que já motivam relatos de relações emocionais com chatbots em diferentes países (KOSTKA; ZHOU, 2026). No mesmo ano, o episódio *Volto já* (*Be Right Back*), de *Black Mirror*, mostrou uma jovem viúva que passa a conversar com um programa treinado a partir das mensagens deixadas pelo marido em redes sociais, situação que encontra correspondência nos chamados *griefbots*, chatbots construídos com o rastro digital de pessoas falecidas (HOLLANEK; NOWACZYK-BASIŃSKA, 2024; CIANI SCIOLLA; PAGALLO, 2025), abrindo discussões sobre luto, consentimento e propriedade dos dados de quem já não pode autorizá-los.

Em *Westworld* (2016–2022), criada por Jonathan Nolan e Lisa Joy, a primeira temporada acompanha anfitriões artificiais de um parque temático que, a partir de rotinas repetitivas e de fragmentos de memória que deveriam ter sido apagados, desenvolvem consciência de si e desejo de autonomia, temas que reaparecem quando se discute se sistemas de IA podem ou devem receber consideração moral (SHANK et al., 2019) e que já haviam sido tratados, de forma bem mais otimista, em *O homem bicentenário* (1999). Assim como nas obras analisadas, a engenharia atual vem abandonando a ideia de regras rígidas de controle em favor de abordagens que combinam treinamento com preferências humanas, avaliação de riscos, auditoria de vieses e governança algorítmica (JI et al., 2025; ABISHEK; ERICKSON; BANDOPADHYAY, 2025), enquanto a legislação europeia sobre inteligência artificial procura classificar sistemas por nível de risco e impor obrigações proporcionais aos seus desenvolvedores (EBERS, 2024; TEICHMANN, 2026). Logo, mesmo sem que Kubrick, Scott, Garland ou Jonze tenham previsto os LLMs em seus detalhes, suas obras forneceram boa parte do vocabulário moral com que esses sistemas são discutidos hoje, tanto em laboratórios quanto em parlamentos.

3º Eixo – Vigilância, dados e cibersegurança

O filme *Jogos de guerra* (1983), de John Badham, narra a história de um adolescente que, ao procurar jogos de computador, acessa sem saber um sistema militar capaz de iniciar uma guerra nuclear. Segundo Kaplan (2016), a obra motivou discussões no alto escalão do governo norte-americano sobre a vulnerabilidade de sistemas computacionais, contribuindo para a elaboração de uma das primeiras diretrizes federais sobre segurança de computadores e telecomunicações (KALAT, 2018), sendo possivelmente um dos casos mais diretos em que uma narrativa ficcional levou autoridades a investigar se o risco representado na tela poderia acontecer na realidade.

Posteriormente, em *Duro de matar 4.0* (2007), um grupo criminoso ataca de forma coordenada os sistemas de transporte, telecomunicações, finanças e energia dos Estados Unidos, em um roteiro que hoje encontra paralelos em ataques que interromperam o fornecimento de energia elétrica e no *ransomware* que paralisou o oleoduto Colonial Pipeline, em 2021, impulsionando reformas na proteção de infraestruturas críticas (WATNEY, 2022; MITTAL, 2024). Em contraste com esse tom espetacular, a série *Mr. Robot* (2015), criada por Sam Esmail, é elogiada pelo realismo com que retrata a engenharia social e o uso de ferramentas reais de testes de intrusão (CNET, 2016), mostrando que o ponto de entrada de uma invasão complexa costuma ser uma senha anotada ou um telefonema convincente, o que explica por que a ideia de um perímetro confiável cedeu espaço às arquiteturas de Confiança Zero (*Zero Trust*) (ROSE et al., 2020) e à segurança das cadeias de suprimentos de software (WATNEY, 2022), em um cenário de vazamentos de dados que atingem empresas e governos em todo o mundo (STATISTA, 2025).

A vigilância em larga escala ganhou uma de suas representações mais detalhadas em *Person of Interest* (2011–2016), também criada por Jonathan Nolan, série que evolui para uma disputa entre duas inteligências artificiais de propósito geral, a Máquina e o Samaritano, capazes de prever crimes a partir do cruzamento de câmeras, telefones e registros digitais, antecedendo em poucos anos as revelações de Edward Snowden sobre programas governamentais de vigilância em massa (LYON, 2014; TRYFONAS et al., 2016). Essa temática reaparece na terceira temporada de *Westworld*, em que o sistema Rehoboam utiliza dados comportamentais para prever e moldar a trajetória econômica e profissional de cada cidadão, aproximando ambas as obras do debate atual sobre responsabilização em fluxos de trabalho conduzidos por agentes de IA (UNESCO, 2026).

Em uma escala mais cotidiana, o episódio *Queda livre* (*Nosedive*), de *Black Mirror*, apresenta uma sociedade em que cada interação é avaliada com notas de uma a cinco estrelas, sendo a média de cada pessoa determinante para seu acesso a moradia, transporte e emprego, o que espelha sistemas de pontuação social e a economia da atenção baseada em validação algorítmica (GREER, 2020; CHO, 2020). Já a minissérie *Years and Years* (2019), de Russell T Davies, projeta o uso de *deepfakes* na política e a instabilidade alimentada pela desinformação (VACCARI; CHADWICK, 2020; DA SILVA; GONÇALVES; MENOTTI, 2026), enquanto *Devs* (2020), de Alex Garland, utiliza um computador quântico capaz de reconstruir o passado e projetar o futuro para discutir determinismo, privacidade e o poder de grandes empresas de tecnologia que operam sem regulação externa (GBENLE et al., 2025). Dessa forma, as obras deste eixo transitam entre o alerta técnico e a antecipação de comportamentos sociais em torno dos dados, cabendo à engenharia transformar esses alertas em normas, protocolos e arquiteturas de defesa.

4º Eixo – Robótica, automação e trabalho

Em *Star Wars* (1977), de George Lucas, os droides utilitários como R2-D2 são máquinas especializadas e companheiras, que realizam reparos, traduções e tarefas de manutenção ao lado dos humanos, imagem que se aproxima dos robôs colaborativos (*cobots*), projetados para operar no mesmo espaço que trabalhadores humanos, com sensores e limites de força que reduzem riscos de acidentes (ISO, 2016). Em sentido oposto, *O exterminador do futuro* (1984), de James Cameron, consolidou no imaginário popular o medo de sistemas militares autônomos que decidem pela eliminação de seres humanos, um receio recorrente no debate internacional sobre armas autônomas letais (UNODA, 2025; FERREIRA, 2017), sendo que Watts e Bode (2024) mostram, inclusive, que referências aos filmes da franquia são centrais no próprio discurso regulatório norte-americano a respeito desses sistemas.

Em direção bastante diferente, *O homem bicentenário* (1999), de Chris Columbus, acompanha Andrew, um robô adquirido para tarefas domésticas que passa a demonstrar criatividade ao produzir relógios e peças em madeira, compra a própria liberdade, participa do desenvolvimento de órgãos artificiais e recorre ao Congresso Mundial para ser reconhecido como humano. Atualmente, robôs de serviço e de assistência começam a ocupar residências e instituições de cuidado (ASGHARIAN; PANCHEA; FERLAND, 2022), ao mesmo tempo em que propostas de atribuir algum tipo de personalidade jurídica a sistemas autônomos e disputas sobre a autoria de obras geradas por máquinas chegaram a parlamentos e tribunais (PARLAMENTO EUROPEU, 2020), oferecendo um contraponto afetivo ao medo consolidado por *O exterminador do futuro* (SHANK et al., 2019).

No episódio *Hated in the Nation* (2016), de *Black Mirror*, abelhas-robô criadas para substituir polinizadores em declínio são invadidas e utilizadas como arma, explorando a vigilância e a violência possibilitadas por enxames autônomos (IMDB, 2016; SMITH, 2019), o que dialoga com pesquisas reais sobre robôs voadores em escala de inseto inspirados em modelos biológicos (MA et al., 2013), polinizadores artificiais (CHECHETKA et al., 2017) e frotas coordenadas de robôs móveis utilizadas na logística (CENTRO PAULA SOUZA, 2022).

Esses exemplos se inserem no contexto da Indústria 4.0 (ou Quarta Revolução Industrial), caracterizada pela integração entre sistemas ciberfísicos, internet das coisas (IoT) e análise de dados em tempo real (FURTADO, 2017), período em que robôs humanoides comerciais treinados com aprendizado por reforço passaram a ser apresentados como candidatos a funções em fábricas e armazéns (IDC, 2026), recolocando a pergunta sobre a substituição do trabalho humano também no Brasil (ALBUQUERQUE et al., 2019). A automação também se manifesta em aplicações de menor escala, nas quais microcontroladores,

sensores e sistemas de controle sequencial permitem coordenar equipamentos e reduzir conflitos operacionais, como demonstra o desenvolvimento de soluções automatizadas (GONÇALVES et al., 2025).

A série *Ruptura* (*Severance*, 2022), criada por Dan Erickson, desloca essa discussão do corpo para a mente, apresentando funcionários de uma corporação que aceitam implantar um chip capaz de separar as memórias da vida profissional das memórias da vida pessoal, de modo que a versão que trabalha não sabe quem é fora do escritório e a versão que vive em casa desconhece o próprio trabalho. Por mais que a premissa ainda pertença ao campo da especulação, ela funciona como alegoria da alienação no trabalho, da vigilância corporativa e da saúde mental, além de debater questões que posteriormente foram discutidas na governança das neurotecnologias, como a privacidade de dados cerebrais e a integridade mental (OCDE, 2022). Logo, a revolta das máquinas imaginada em *O exterminador do futuro* não aconteceu, mas os droides colaborativos, o robô doméstico que reivindica liberdade, as abelhas-robô e os funcionários divididos de *Ruptura* mostram que a automação segue levantando problemas que vão muito além da engenharia dos dispositivos.

5º Eixo – Biotecnologia, saúde e clima

Em *Gattaca* (1997), de Andrew Niccol, crianças são selecionadas geneticamente antes do nascimento, e aqueles concebidos sem essa seleção são classificados como "inválidos" e afastados das melhores oportunidades. Ainda que a discriminação genética seja oficialmente proibida, o tema se tornou ainda mais relevante com o avanço da edição genética por CRISPR e a redução do custo do sequenciamento genômico (AYANOĞLU; ELÇİN; ELÇİN, 2020), inserindo o filme entre as obras de alerta ético e regulatório.

O filme *Contágio* (2011), de Steven Soderbergh, acompanha a disseminação de um novo vírus respiratório, incluindo superdisseminadores, medidas de isolamento, a corrida pelo desenvolvimento de uma vacina e a circulação de curas falsas pela internet, voltando a ser amplamente comparado à dinâmica da pandemia de Covid-19 (DAHIYA, 2020) pela forma como a velocidade da desinformação rivaliza com a do próprio vírus. Posteriormente, o mesmo roteirista criou a série *Extrapolations* (2023), uma antologia sobre os efeitos das mudanças climáticas nas próximas décadas, que inclui projetos de geoengenharia, perda de biodiversidade e plataformas digitais que monetizam memórias de lugares e espécies antes que desapareçam (BAUM et al., 2024; SIE; BRECHIN; BORICK, 2025).

Além da dimensão epidemiológica e comunicacional, a gestão de crises sanitárias também depende da capacidade institucional de integrar informações e indicadores para subsidiar decisões. Nesse contexto, modelos de avaliação hospitalar que articulam dados de inspeção sanitária, segurança do paciente e controle de infecções representam aplicações concretas da integração de informações em processos de gestão de riscos em saúde (FREITAS; LEANDRO; NAVARRO, 2026).

Diferente dos eixos anteriores, as obras deste eixo raramente apresentam artefatos a serem prototipados, concentrando-se em sistemas técnicos e sociais que falham, ou que funcionam bem demais para determinados grupos, mostrando que decisões sobre dados genéticos, comunicação em saúde e intervenções climáticas também dependem de escolhas de projeto, de regulação e de valores. Essa preocupação com os impactos ambientais das escolhas de projeto também se manifesta na engenharia de software, na qual a eficiência energética das arquiteturas computacionais e a otimização do consumo de recursos em ambientes distribuídos vêm constituindo objetos de investigação científica (NEVES et al., 2025).

Síntese dos eixos: Categorias de contribuição da ficção audiovisual

Ao reunir os cinco eixos, observamos que a contribuição das obras analisadas pode ser organizada em três categorias, sendo a inspiração direta representada por tecnologias que nasceram nas telas e foram prototipadas em laboratórios, como as interfaces de *Star Trek* e *Minority Report*, a antecipação sociotécnica por obras que mostraram como a sociedade reagiria a ferramentas ainda incipientes, como *Her*, *O homem bicentenário*, *Person of Interest* e os episódios de *Black Mirror*, e o alerta ético e regulatório por narrativas que expuseram falhas de governança antes que a tecnologia se difundisse, como *Blade Runner*, *Gattaca*, *Devs* e *Ex Machina*. Esta última categoria foi a mais frequente no corpus e nos parece a mais relevante para a formação de engenheiros e profissionais da tecnologia aplicada, já que permite discutir, de forma narrativa e sem custos humanos, as consequências de decisões que ainda não foram tomadas, aproximando-se das propostas de prototipagem por ficção científica e de *design especulativo* (JOHNSON, 2011; DUNNE; RABY, 2013).

Nesse sentido, as categorias podem ser visualizadas de forma integrada no Quadro 1, no qual cada obra é relacionada ao seu formato, ao eixo em que foi discutida, ao elemento tecnológico central, ao equivalente real, ao dilema ético que suscita, à categoria predominante e ao tipo de paralelo identificado, distinguindo-se os casos já documentados na literatura daqueles propostos nesta análise a partir de convergências funcionais e éticas, independentemente de terem sido citados pelos desenvolvedores das tecnologias correspondentes. O quadro foi pensado como um instrumento que pode ser reutilizado e ampliado tanto por pesquisadores quanto por educadores, inclusive, com a inclusão de novas obras, mídias e contextos culturais, ficando a critério do docente selecionar as produções mais adequadas ao seu público e utilizá-las como ponto de partida para discussões em sala de aula.

Quadro 1 – Matriz de relações entre obras audiovisuais de ficção científica e especulativa, tecnologias e dilemas éticos

Obra (ano)	Formato	Eixo	Elemento tecnológico na obra	Equivalente real	Dilema ético	Categoria predominante	Paralelo
Star Trek (1966)	Série	1	Comunicador de bolso, computador de bordo por voz e PADDs	Celulares dobráveis, assistentes de voz e tablets	Escuta permanente e privacidade doméstica	Inspiração direta	Documentado
2001: Uma odisseia no espaço (1968)	Filme	2	HAL 9000 com instruções conflitantes	Sistemas de IA com objetivos mal especificados; alinhamento de IA	Especificação de objetivos e transparência	Alerta ético e regulatório	Documentado
Star Wars (1977)	Filme (franquia)	4	Droides utilitários (R2-D2)	Robôs colaborativos (cobots)	Segurança na interação entre humanos e robôs	Inspiração direta	Proposto
Blade Runner (1982)	Filme	2	Replicantes com memórias implantadas e teste Voight-Kampff	Agentes autônomos indistinguíveis, bioengenharia e avaliação afetiva de IA	Critérios de distinção, rastreabilidade e responsabilidade dos criadores	Alerta ético e regulatório	Proposto
Jogos de guerra (1983)	Filme	3	Invasão acidental de sistema militar	Primeiras diretrizes federais de segurança de computadores nos EUA	Vulnerabilidade de sistemas críticos	Alerta ético e regulatório	Documentado

O exterminador do futuro (1984)	Filme	4	Sistema militar autônomo	Armas autônomas letais	Decisão letal delegada a máquinas	Alerta ético e regulatório	Documentado
Gattaca (1997)	Filme	5	Seleção e classificação genética de pessoas	Edição genética e sequenciamento genômico	Discriminação baseada em dados genéticos	Alerta ético e regulatório	Proposto
Matrix (1999)	Filme	1	Imersão total por conexão cerebral	Interfaces cérebro-computador em ensaios clínicos	Privacidade de dados cerebrais e integridade mental	Inspiração direta	Proposto
O homem bicentenário (1999)	Filme	2 e 4	Robô doméstico que desenvolve criatividade, compra a liberdade e busca reconhecimento como humano	Robôs de serviço e assistência; debate sobre personalidade jurídica de sistemas autônomos e autoria de criações de máquinas	Status moral e jurídico de máquinas; propriedade do trabalho realizado por robôs	Antecipação sociotécnica	Proposto
Minority Report (2002)	Filme	1 e 3	Interface gestual em telas transparentes; policiamento preditivo	Telas multitoque, sensores de movimento e computação espacial	Punição baseada em previsão algorítmica	Inspiração direta	Documentado (interface); proposto (policiamento)
Duro de matar 4.0 (2007)	Filme	3	Ataque coordenado a infraestruturas críticas	Ataques a redes elétricas e ransomware em oleoduto	Resiliência de infraestruturas críticas	Alerta ético e regulatório	Proposto
Person of Interest (2011–2016)	Série	3	IAs de vigilância em massa e previsão de crimes	Programas de vigilância em larga escala; agentes autônomos	Vigilância e responsabilização de sistemas autônomos	Antecipação sociotécnica	Proposto
Contágio (2011)	Filme	5	Disseminação de vírus e de desinformação digital	Dinâmica da pandemia de Covid-19 e circulação de curas falsas	Desinformação em saúde pública	Antecipação sociotécnica	Proposto
Black Mirror – Volto já (2013)	Episódio de série	2	Chatbot treinado com o rastro digital de pessoa falecida	Griefbots	Luto, consentimento e dados de falecidos	Antecipação sociotécnica	Proposto
Her (2013)	Filme	2	Sistema operacional conversacional por voz	Assistentes baseados em LLMs	Vínculo afetivo com chatbots	Antecipação sociotécnica	Proposto
Ex Machina (2014)	Filme	2	Androide submetida a teste de Turing e treinada com dados de busca	Avaliação de IA, viés algorítmico e contenção de sistemas	Manipulação de avaliadores e alinhamento	Alerta ético e regulatório	Proposto
Mr. Robot (2015)	Série	3	Engenharia social e testes de intrusão	Práticas de segurança ofensiva; arquiteturas Zero Trust	Fator humano como elo frágil	Alerta ético e regulatório	Proposto
Westworld (2016–2022)	Série	2 e 3	Anfitriões com memória e consciência	Debate sobre consideração moral de IA;	Status moral de sistemas artificiais;	Alerta ético e regulatório	Proposto

			(T1); sistema Rehoboam (T3)	decisão algorítmica em larga escala	determinação algorítmica de trajetórias		
Black Mirror – Queda livre (2016)	Episódio de série	3	Avaliação social por notas em todas as interações	Sistemas de pontuação social e economia da atenção	Reputação algorítmica e exclusão social	Antecipação sociotécnica	Proposto
Black Mirror – Hated in the Nation (2016)	Episódio de série	4	Abelhas-robô autônomas	Micro-drones polinizadores, robótica de enxame e frotas logísticas	Apropriação para vigilância e violência	Alerta ético e regulatório	Documentado
Jogador Nº 1 (2018)	Filme	1	OASIS: óculos, trajes hápticos e esteiras omnidirecionais	Computação espacial e óculos de realidade mista	Dependência de plataformas imersivas privadas	Inspiração direta	Proposto
Years and Years (2019)	Minisséri e	3	Deepfakes políticos e desejo de existência digital	Mídias sintéticas e campanhas de desinformação	Manipulação política e instabilidade democrática	Antecipação sociotécnica	Proposto
Devs (2020)	Minisséri e	3	Computador quântico que reconstrói passado e futuro	Computação quântica	Poder corporativo sem regulação externa	Alerta ético e regulatório	Proposto
Upload (2020)	Série	1	Consciência em servidores privados com serviços pagos	Plataformas digitais com modelo freemium e microtransações	Desigualdade em infraestruturas digitais privadas	Antecipação sociotécnica	Proposto
Ruptura (2022)	Série	4	Chip que separa memórias pessoais e profissionais	Neurotecnologias e vigilância corporativa	Autonomia mental e alienação no trabalho	Alerta ético e regulatório	Proposto
Extrapolations (2023)	Série	5	Geoengenharia e monetização de memórias ambientais	Tecnologias de mitigação climática	Mercantilização da perda ambiental	Alerta ético e regulatório	Proposto

Fonte: Os autores.

Não obstante, é importante ressaltar que essa relação não deve ser interpretada como determinismo, como se filmes e séries simplesmente previssem o futuro, já que inúmeras produções imaginaram tecnologias que nunca se concretizaram e muitas inovações essenciais, como a própria internet em sua forma atual ou a segurança das cadeias de suprimentos de software, foram pouco antecipadas em seus detalhes. Além do que, a ficção também pode distorcer debates, alimentando medos desproporcionais ou expectativas irreais, o que talvez, explique por que parte do público ainda associa a inteligência artificial mais a androides assassinos do que a sistemas estatísticos e computacionais (JÜRGENS; JHOU, 2026; BRAUNER et al., 2023). Soma-se a isso a constatação de que apenas uma parcela dos paralelos do Quadro 1 já havia sido discutida por outros autores, sendo a maior parte deles construída a partir desta análise, o que reforça a necessidade de estudos que verifiquem, com fontes históricas e entrevistas, até que ponto cada obra chegou de fato às equipes que desenvolveram as tecnologias correspondentes. Ainda assim, a leitura conjunta das obras e do estado da arte sugere um ciclo em que a ficção inspira a engenharia e a engenharia oferece novos materiais

para a ficção, como mostram *Her*, *Black Mirror* e *Upload*, produções que só puderam ser escritas porque assistentes de voz, redes sociais e plataformas digitais já faziam parte do cotidiano de seus roteiristas (DOURISH; BELL, 2014).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mesmo assistidas diariamente por milhões de pessoas em salas de cinema, televisores e telas de celular, as obras de ficção científica e especulativa raramente são percebidas como parte da história da tecnologia, e muitos desconhecem, ou mesmo não notam, o quanto das imagens, dos comportamentos e dos receios associados à inovação atual ganhou forma nessas produções. Filmes e séries já fazem parte de nossa cultura popular e têm sido utilizados também como instrumentos de reflexão sobre os rumos da inovação, por pesquisadores, empresas e formuladores de políticas públicas, como mostram os casos de *Jogos de guerra* e de *O exterminador do futuro*.

No presente trabalho foi apresentada uma análise de filmes, séries e episódios de ficção científica e especulativa, organizados em cinco eixos e confrontados com o estado da arte das interfaces e da computação espacial, da inteligência artificial, da cibersegurança, da robótica e da biotecnologia, propondo ao final uma matriz que distingue paralelos documentados e propostos e três categorias de contribuição. As obras analisadas apresentam potencial para discussões técnicas, éticas, sociais e políticas, ou mesmo filosóficas, sobre o que construímos, para quem construímos e quais limites deveríamos estabelecer, oferecendo a engenheiros, cientistas da computação e educadores um repertório que indica tanto o que a tecnologia pode fazer quanto o que ela deveria, ou não, fazer.

Diferente de uma investigação histórica, este estudo não permite medir a influência de cada obra sobre cada inovação, nem reconstruir os processos de criação das tecnologias analisadas, além de deixar de fora inúmeras produções relevantes, inclusive a literatura que deu origem a termos como robô, ciberespaço e metaverso, e de depender, em grande parte, de paralelos que ainda não haviam sido descritos por outros autores, o que talvez, justificaria novos estudos com outros gêneros, mídias e contextos culturais, inclusive a produção latino-americana e brasileira, assim como investigações que acompanhem estudantes e profissionais durante o uso do Quadro 1 em situações reais de ensino. Por mais que a sala de aula e a rotina de laboratórios e empresas ofereçam pouco tempo para assistir a filmes inteiros ou a temporadas completas de uma série, a seleção de cenas, episódios e personagens específicos pode ser suficiente para iniciar debates que dificilmente surgiriam a partir de um manual técnico, mas certamente, a formação de quem projeta tecnologias não precisa se restringir a equações, normas e linhas de código, despertando curiosidade, senso crítico e responsabilidade em quem, futuramente, decidirá o que será construído.

Referências Bibliográficas

Abbate, S., Centobelli, P., Cerchione, R., Oropallo, E., & Riccio, E. (2023). Kick-start your scientific journey into the metaverse. *Knowledge Management & E-Learning: An International Journal*, 15(1), 103–114. https://doi.org/10.34105/j.kmel.2023.15.006

Abbate, S., Centobelli, P., Cerchione, R., Oropallo, E., & Riccio, E. (2022). A first bibliometric literature review on Metaverse. In *Proceedings of the IEEE Technology and Engineering Management*

Conference (TEMSCON Europe) (pp. 254–260). https://doi.org/10.1109/temsconeurope54743.2022.9802015

Abishek, A., Erickson, L., & Bandopadhyay, T. (2025). Data and AI governance: Promoting equity, ethics, and fairness in large language models. *MIT Science Policy Review*, 6, 139–146. https://doi.org/10.38105/spr.1sn574k4lp

Albuquerque, P. H. M., Saavedra, C. A. P. B., Morais, R. L., Alves, P. F., & Yaohao, P. (2019). *Na era das máquinas, o emprego é de quem? Estimação da probabilidade de automação de ocupações no Brasil* (Texto para Discussão, n. 2457). Ipea. https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/9116/1/td_2457.pdf

Appio, F., Michaud, T., Vint, S., & Yaszek, L. (2025). Science fiction and the quest for innovation. *Technovation*, 141, Artigo 103172. https://doi.org/10.1016/j.technovation.2025.103172

Asgharian, P., Panchea, A. M., & Ferland, F. (2022). A review on the use of mobile service robots in elderly care. *Robotics*, 11(6), Artigo 127. https://doi.org/10.3390/robotics11060127

Axtell, B., & Munteanu, C. (2021). Tea, Earl Grey, Hot: Designing speech interactions from the imagined ideal of Star Trek. In *Proceedings of the CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1–14). https://doi.org/10.1145/3411764.3445640

Ayanoğlu, F. B., Elçin, A. E., & Elçin, Y. M. (2020). Bioethical issues in genome editing by CRISPR-Cas9 technology. *Turkish Journal of Biology*, 44(2), 110–120. https://doi.org/10.3906/biy-1912-52

Barboza, D. V., & Winter, E. (2026). Indicadores de ciência, tecnologia e inovação no combate à vulnerabilidade social. *Revista da Seção Judiciária do Rio de Janeiro – Auditorium*, 30(64), 236–252. https://doi.org/10.30749/2177-8337.v30n64p236-252

Baum, C. M., Fritz, L., Low, S., & Sovacool, B. K. (2024). Public perceptions and support of climate intervention technologies across the Global North and Global South. *Nature Communications*, 15(1), 1–15.

Benghozi, P. J., & Chevalier, H. (2019). The present vision of AI… or the HAL syndrome. *Digital Policy, Regulation and Governance*, 21(3), 322–328. https://doi.org/10.1108/dprg-12-2018-0079

Bleecker, J. (2009). Design fiction: A short essay on design, science, fact and fiction. *Near Future Laboratory*. https://blog.nearfuturelaboratory.com/2009/03/17/design-fiction-a-short-essay-on-design-science-fact-and-fiction/

Brauner, P., Blömker, F., Liehner, G. L., Vervier, L., & Ziefle, M. (2025). Mapping public perception of artificial intelligence: Expectations, risk–benefit tradeoffs, and value as determinants for societal acceptance. *Technological Forecasting and Social Change*, 220, Artigo 124304. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2025.124304

Brauner, P., Hick, A., Philipsen, R., & Ziefle, M. (2023). What does the public think about artificial intelligence? A criticality map to understand bias in the public perception of AI. *Frontiers in Computer Science*, 5. https://doi.org/10.3389/fcomp.2023.1113903

Bruno, S. F., Barboza, D. V., Pereira, G. S., Lopes, F. S., Maciel, A. C. S. I., Souto Maior, L. L., Pontes, T. M. M. C. S., & Balzi, Y. V. (2022). Decupagem de registros audiovisuais do Projeto Fauna Brasil – UFF. *Humanidades & Inovação*, 9(9), 375–379. https://revista.unitins.br/humanidadeseinovacao/pt_BR/article/view/6484

Card, N. S., Singer-Clark, T., Peracha, H., Iacobacci, C., Hou, X., Wairagkar, M., Fogg, Z., Offenberg, E. C., Hochberg, L. R., Stavisky, S. D., & Brandman, D. M. (2026). Long-term independent use of an intracortical brain–computer interface for speech and cursor control. *Nature Medicine*, 32(7), 2504–2510. https://doi.org/10.1038/s41591-026-04414-6

Centro Paula Souza (RIC-CPS). (2022). *Coletânea logística: Publicação acadêmica* 2022, volume 13. https://ric.cps.sp.gov.br/bitstream/123456789/15597/1/tecnologiaemlog%C3%ADstica_2023_1_%20camila%20selles%20pelegrini%20rezende%20_%20rob%C3%B4s%20m%C3%B3veis%20na%20log%C3%ADstica.pdf

Chechetka, S. A., Yu, Y., Tange, M., & Miyako, E. (2017). Materially engineered artificial pollinators. *Chem*, 2(2), 224–239. https://doi.org/10.1016/j.chempr.2017.01.008

Cho, E. (2020). The social credit system: Not just another Chinese idiosyncrasy. *Journal of Public and International Affairs*. https://jpia.princeton.edu/news/social-credit-system-not-just-another-chinese-idiosyncrasy

Ciani Sciolla, J., & Pagallo, U. (2025). No peace after death? The impact of AI-driven memorial chatbots on privacy and data protection. *Information*, 16(6), Artigo 426. https://doi.org/10.3390/info16060426

CNET. (2016). *Hackers on screen:* These experts keep 'Mr. Robot' realistic. https://www.cnet.com/news/privacy/hackers-on-screen-these-experts-keep-mr-robot-realistic-q-a/

Da Silva, T. de S. T., Gonçalves, D. A., & Menotti, D. (2026). From deepfake detection research to public policy: A survey on generalization challenges in synthetic media for the Brazilian electoral context. *Journal on Interactive Systems*, 17(1), 891–902. https://doi.org/10.5753/jis.2026.7969

Dahiya, A. (2020). The phenomenology of contagion. Journal of Bioethical Inquiry, 17(4), 519–523. https://doi.org/10.1007/s11673-020-09997-4

Dourish, P., & Bell, G. (2014). "Resistance is futile": Reading science fiction alongside ubiquitous computing. *Personal and Ubiquitous Computing*, 18(4), 769–778. https://doi.org/10.1007/s00779-013-0678-7

Dunne, A., & Raby, F. (2013). *Speculative everything: Design, fiction, and social dreaming*. MIT Press.

Ebers, M. (2025). Truly risk-based regulation of artificial intelligence: How to implement the EU's AI Act. *European Journal of Risk Regulation*, 16(2), 684–703. https://doi.org/10.1017/err.2024.78

Ellis, M. (1999). Fictions of science in Mary Shelley's Frankenstein. *Sydney Studies in English*, 25, 27–46. https://openjournals.library.sydney.edu.au/SSE/article/view/537

Encyclopaedia Britannica. (2022). *Three laws of robotics*. https://www.britannica.com/topic/Three-Laws-of-Robotics

Ferreira, T. B. (2017). *Tecnologia, guerra e capacidades militares: Sistemas robóticos e desenho de força no século XXI* [Tese de doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul]. https://hdl.handle.net/10183/172458

Figueiredo, L. S., Pinheiro, M. G. M., Vilar Neto, E. X., & Teichrieb, V. (2015). An open catalog of hand gestures from sci-fi movies. In *Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1319–1324). ACM. https://doi.org/10.1145/2702613.2732888

Freitas, V. L. S. M., Leandro, K. C., & Navarro, M. V. T. (2026). Sanitary intelligence and decision-making: Integrated Sanitary Assessment Model for Hospitals. *Saúde em Debate*, 50(149). https://doi.org/10.1590/2358-2898202614910683

Furtado, J. (2017). Indústria 4.0: A quarta revolução industrial e os desafios para a indústria e para o desenvolvimento brasileiro. *IEDI*. https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/17621

Gbenle, P., Ubamadu, B. C., Hassan, Y. G., Owobu, W. O., Daraojimba, A. I., & Abieba, O. A. (2025). The future of quantum computing: A comprehensive review of developments and prospects. *World Scientific News*, 204, 297–310.

Gonçalves, D. A., Neves, A. C. M., Garrido, M. A. D., Barboza, D. V., & Castro, T. R. de. (2025). Automação de baixo custo para gestão eficiente de sistemas de bombeamento: Desenvolvimento e validação de um controle sequencial. *Revista da Micro e Pequena Empresa*, 19(2), 79-93. https://doi.org/10.6034/rmpe.v19i2.2179

Greenwold, S. (2003). Spatial computing [Dissertação de mestrado, Massachusetts Institute of Technology]. https://hdl.handle.net/1721.1/61547

Greer, E. (2020). Wages for face-work: Black Mirror's 'Nosedive' and digital reproductive labor. *Camera Obscura*, 35(3), 89–115. https://doi.org/10.1215/02705346-8631571

Hales, D. (2013). Design fictions: An introduction and provisional taxonomy. *Digital Creativity*, 24(1), 1–10. https://doi.org/10.1080/14626268.2013.769453

Harwood, T., Garry, T., & Belk, R. (2019). Design fiction diegetic prototyping: A research framework for visualizing service innovations. *Journal of Services Marketing*, 34(1), 59–73. https://doi.org/10.1108/jsm-11-2018-0339

Hollanek, T., & Nowaczyk-Basińska, K. (2024). Griefbots, deadbots, postmortem avatars: On responsible applications of generative AI in the digital afterlife industry. *Philosophy & Technology*, 37, Artigo 63. https://doi.org/10.1007/s13347-024-00744-w

Humphry, J., & Chesher, C. (2020). Preparing for smart voice assistants: Cultural histories and media innovations. *New Media & Society*, 23(7), 1971–1988. https://doi.org/10.1177/1461444820923679

IDC. (2026, 31 de agosto). Physical AI: A systems market, not a robot category. IDC Blog. https://www.idc.com/resource-center/blog/physical-ai-a-systems-market-not-a-robot-category/

IMDb. (2016). *"Black Mirror": Hated in the Nation* (TV episode 2016). https://www.imdb.com/title/tt5709236/

Ioannidis, S., & Kontis, A. P. (2023). The 4 epochs of the Metaverse. *Journal of Metaverse*, 3(2), 152–165. https://doi.org/10.57019/jmv.1294970

ISO. (2016). *ISO/TS 15066:2016*: Robots and robotic devices: Collaborative robots. https://www.iso.org/standard/62996.html

Ji, J., Qiu, T., Chen, B., Zhou, J., Zhang, B., Hong, D., Lou, H., Wang, K., Duan, Y., He, Z., Vierling, L., Zhang, Z., Zeng, F., Dai, J., Pan, X., Xu, H., O'Gara, A., Ng, K., Tse, B., . . . Gao, W. (2025). AI alignment: A contemporary survey. *ACM Computing Surveys*, 58(5), Article 132. https://doi.org/10.1145/3770749

Johnson, B. D. (2011). Science fiction prototyping: Designing the future with science fiction. Morgan & Claypool.

Jordan, J. M. (2019, 29 de julho). *The Czech play that gave us the word 'robot'*. The MIT Press Reader. https://thereader.mitpress.mit.edu/origin-word-robot-rur/

Jordan, P., Mubin, O., Obaid, M., & Silva, P. A. (2018). Exploring the referral and usage of science fiction in HCI literature. In A. Marcus & W. Wang (Eds.), Design, user experience, and usability: *Designing interactions* (pp. 19–38). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-91803-7_2

Jürgens, A.-S., & Jhou, S.-J. (2026, abril). De "Jurassic Park" ao medo de um apocalipse provocado pela IA: Cultura pop influencia ciência mais do que gostamos de admitir. *The Conversation*. https://theconversation.com/de-jurassic-park-ao-medo-de-um-apocalipse-provocado-pela-ia-cultura-pop-influencia-ciencia-mais-do-que-gostamos-de-admitir-280121

Kalat, D. (2018, 12 de outubro). Nervous system: What Hollywood has taught the US government about cybersecurity. *BRG*. https://www.thinkbrg.com/insights/publications/nervous-system-what-hollywood-has-taught-the-us-government-about-cybersecurity/

Kaplan, F. (2016). Dark territory: The secret history of cyber war. Simon & Schuster.

Kirby, D. (2010). The future is now. *Social Studies of Science*, 40(1), 41–70. https://doi.org/10.1177/0306312709338325

Kostka, G., & Zhou, H. (2026). Emotional attachment to AI chatbots: Evidence from Germany, China, South Africa, and the United States. *Technology in Society*, 87, Artigo 103379. https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2026.103379

Koutsabasis, P., & Vogiatzidakis, P. (2019). Empirical research in mid-air interaction: A systematic review. International *Journal of Human–Computer Interaction*, 35(19), 1747–1768. https://doi.org/10.1080/10447318.2019.1572352

Kurtyilmaz, D. (2025). (Artificial) intelligence, metaphor and manipulation: Philosophy of language in Ex Machina (2014). *Erciyes İletişim Dergisi*, 12(2), 383–404. https://doi.org/10.17680/erciyesiletisim.1631208

Lyon, D. (2014). Surveillance, Snowden, and big data: Capacities, consequences, critique. *Big Data & Society*, 1(2), 1–13.

Ma, K. Y., Chirarattananon, P., Fuller, S. B., & Wood, R. J. (2013). Controlled flight of a biologically inspired, insect-scale robot. *Science*, 340(6132), 603–607. https://doi.org/10.1126/science.1231806

Mateas, M. (2006). Reading HAL: Representation and artificial intelligence. In R. Kolker (Ed.), Stanley Kubrick's *2001: A Space Odyssey: New essays* (pp. 105–126). Oxford University Press. https://doi.org/10.1093/oso/9780195174533.003.0008

Mittal, M. (2024). Colonial Pipeline cyberattack drives urgent reforms in cybersecurity and critical infrastructure resilience. *International Journal of Oil, Gas and Coal Engineering*, 12(5), 106–119. https://doi.org/10.11648/j.ogce.20241205.11

Neves, A. C. M., Gonçalves, D. A., Castro, T. R., Garrido, M. A. D., & Barboza, D. V. (2025). Arquitetura de software para eficiência energética: uma revisão bibliométrica. *Revista da Micro e Pequena Empresa*, 19(1), 21–40. https://doi.org/10.6034/rmpe.v19i1.2163

Ndiaye, I. (2024). Critique générique: Frankenstein, le gothique et la science-fiction. *Les Annales de la FLSH*, 1(54). https://doi.org/10.61585/pud-flsh-arciv-nsn5401

OCDE. (2022). *Brain-computer interfaces and the governance system*. https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2022/04/brain-computer-interfaces-and-the-governance-system_a8c5d63c/18d86753-en.pdf

Parlamento Europeu. (2020). *Artificial intelligence and civil liability*. European Union. https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2020/621926/IPOL_STU(2020)621926_EN.pdf

Rose, S., Borchert, O., Mitchell, S., & Connelly, S. (2020). *Zero trust architecture* (NIST Special Publication No. 800-207). National Institute of Standards and Technology. https://doi.org/10.6028/NIST.SP.800-207

SF Encyclopedia. (2025, 22 de setembro). Gernsback, Hugo. *In The Encyclopedia of Science Fiction.* https://sf-encyclopedia.com/entry/gernsback_hugo

Shank, D. B., Graves, C., Gott, A., Gamez, P., & Rodriguez, S. (2019). Feeling our way to machine minds: People's emotions when perceiving mind in artificial intelligence. *Computers in Human Behavior*, 98, 256–266. https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.04.001

Shedroff, N., & Noessel, C. (2012). *Make it so:* Interaction design lessons from science fiction. Rosenfeld Media.

Sie, A., Brechin, S. R., & Borick, C. P. (2025). Geoengineering prioritization: A study of a proposed expression of mitigation deterrence. *Climatic Change*, 178(11), 1–23. https://doi.org/10.1007/s10584-025-04026-y

Smith, J. (2019). On killer bees and GCHQ: "Hated in the Nation". In T. McSweeney & S. Joy (Eds.), Through the Black Mirror. Palgrave Macmillan. https://doi.org/10.1007/978-3-030-19458-1_14

Speicher, M., Hall, B. D., & Nebeling, M. (2019). What is mixed reality? In *Proceedings of the CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1–15). ACM. https://doi.org/10.1145/3290605.3300767

Spennemann, R., & Orthia, L. A. (2023). Creating a market for technology through film: Diegetic prototypes in the Iron Man trilogy. *Arbeiten aus Anglistik und Amerikanistik*, 47(2), 225–242. https://doi.org/10.24053/aaa-2022-0013

Statista. (2025). Data breaches worldwide. https://www.statista.com/topics/11610/data-breaches-worldwide/

Tanenbaum, T. J., Tanenbaum, K., & Wakkary, R. (2012). Design fictions. In *Proceedings of the 6th International Conference on Tangible, Embedded and Embodied Interaction* (pp. 347–350). https://doi.org/10.1145/2148131.2148214

Teichmann, F. (2026). Risk, reasonableness and residual harm under the EU AI Act: A conceptual framework for proportional ex-ante controls. *European Journal of Risk Regulation*, 17(2), 611–635. https://doi.org/10.1017/err.2025.10077

Telles, B. H. M. V., Souza-Rodrigues, D. de, Esteves, A. C. L., Silva, F. A. da, Silva, A. F. de O., & Barboza, D. V. (2023). Perception of future production engineers on organizational ethics and social responsibility. *Concilium*, 23, 123–138. https://doi.org/10.53660/CLM-1500-23H33

Triantafyllopoulos, L., Paxinou, E., Tzanoulinou, D., Verykios, V. S., & Kalles, D. (2026). The value alignment problem in advisory AI: A systematic literature review. *AI and Ethics*, 6(1). https://doi.org/10.1007/s43681-026-01015-4

Tryfonas, T., Carter, M., Crick, T., & Andriotis, P. (2016). Mass surveillance in cyberspace and the lost art of keeping a secret: Policy lessons for government after the Snowden leaks. In *Proceedings of the Human Aspects of Information Security, Privacy, and Trust.* Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-39381-0_16

UNESCO. (2026). *Who answers for the machine?* Closing the accountability gap in agentic workflows. https://www.unesco.org/ethics-ai/en/articles/who-answers-machine-closing-accountability-gap-agentic-workflows

UNODA. (2025). *Group of Governmental Experts on Lethal Autonomous Weapons Systems* (CCW) 2025. https://meetings.unoda.org/ccw/convention-on-certain-conventional-weapons-group-of-governmental-experts-on-lethal-autonomous-weapons-systems-2025

Vaccari, C., & Chadwick, A. (2020). Deepfakes and disinformation: Exploring the impact of synthetic political video on deception, uncertainty, and trust in news. *Social Media + Society*, 6(1). https://doi.org/10.1177/2056305120903408

Watney, M. (2022). Cybersecurity threats to and cyberattacks on critical infrastructure: A legal perspective. In *Proceedings of the 21st European Conference on Cyber Warfare and Security* (pp. 319–327). https://doi.org/10.34190/eccws.21.1.196

Watts, T. F. A., & Bode, I. (2024). Machine guardians: The Terminator, AI narratives and US regulatory discourse on lethal autonomous weapons systems. *Cooperation and Conflict*, 59(1), 107–128. https://doi.org/10.1177/00108367231198155

Wynn, M., & Jones, P. (2023). New technology deployment and corporate responsibilities in the *Metaverse*. *Knowledge*, 3(4), 543–556. https://doi.org/10.3390/knowledge3040035

Zheng, P., & Callaghan, V. (2016). Diegetic innovation templating. In P. Novais & S. Konomi (Eds.), Intelligent environments 2016*: Workshop proceedings of the 12th International Conference on Intelligent Environments* (pp. 498–505). IOS Press. https://doi.org/10.3233/978-1-61499-690-3-498