



Inteligência Artificial e Projetos AECD: mapeamento para aplicação de IA em um framework de estrutura de projetos

Artificial Intelligence and AECD Project: mapping the application of AI into a projects structure framework

Leonardo G. de Oliveira Gomes

UFMG | Escola de Arquitetura | Belo Horizonte | Brasil | leo.design.ufmg@gmail.com

Andréa Franco Pereira

UFMG | Escola de Arquitetura | Belo Horizonte | Brasil | andreafranco@taskmail.com.br

[Linha temática: T6. Materiais, processos, tecnologias inovadoras para a sustentabilidade]

Resumo

Pesquisas sobre auxílio digital de projeto e inteligência artificial (IA) não são novas. Avanços oriundos delas marcaram fortemente nossa forma de desenvolver projetos, atingindo potencial para criações disruptas e descontínuas, muito além do que conhecemos no mundo. As IAs apresentam campo hábil para crescer sendo que em décadas máquinas inteligentes poderão possivelmente superar a inteligência humana. Mas antes uma interrupção significativa acontecerá nos nossos modos de comportamento, prática profissional e aprendizado. É preciso compreender como lidar com esse avanço. A esse estudo interessa a ampliação e diversificação do uso das IAs na prática projetual da Arquitetura, Engenharia, Construção e Design, propondo um mapeamento introdutório (framework básico) sobre quais sistemas, serviços e artefatos baseados em IA realmente auxiliam, afetam e estão disponíveis para uso pelos projetistas, bem como o que muda na prática projetual no tocante à conceitualização, interpretação, funcionalidade e desempenho, exigências naturais dos projetos de AECD.

Palavras-chave: Projetos AECD; Tecnologia Digital, Inteligência Artificial; Frameworks; Complexidade;

Abstract

Research into digital design assistance and artificial intelligence (AI) is not new. Advances stemming from them have strongly marked our way of developing projects, reaching the potential for disruptive and discontinuous creations, far beyond what we know in the world. AIs have plenty of room to grow, and within decades intelligent machines could possibly surpass human intelligence. But first there will be a significant disruption in the way we behave, practice and learn. We need to understand how to deal with this advance. This study is interested in expanding and diversifying the use of AIs in the design practice of Architecture, Engineering, Construction and Design, proposing an introductory mapping (basic framework) of which AI-based systems, services and artifacts actually assist, affect and are available for use by designers, as well as what changes in design practice with regard to conceptualization, interpretation, functionality and performance, the natural requirements of AECD projects.

Keywords: AEC projects; Digital Technology, Artificial Intelligence; Frameworks; Complexity;

1. Introdução

As pesquisas sobre os sistemas de auxílio ao projeto e sobre inteligência artificial (IA) não são novas, algumas delas possuem mais de 60 anos. E todos os avanços tecnológicos oriundos dessas áreas marcaram de sobremaneira a nossa forma de desenvolver os projetos. O computador pessoal, o CAD (*Computer Aided Design*), as superfícies NURBS (*Non Uniform Rational Basis Spline*), BIM (*Building Information Modeling*) são alguns exemplos disso. Mas atualmente, o uso de sistemas suportados por IA tem ganhado destaque. Um modelo de IA baseado em texto disponibilizado recentemente obteve a marca recorde de 1 milhão de usuários cadastrados em apenas 5 dias.

Os sistemas de auxílio ao projeto, historicamente incorporaram avanços de tecnologia de informação e algoritmos focados, como por exemplo, na modelagem 3D, nos bancos de dados dimensionais ou no CNC (*Computer Numeric Control*). Hoje, módulos ou aplicações de IA embarcada integram definitivamente a evolução desses aplicativos. Segundo Mielke (2021) as inteligências artificiais embarcadas são aquelas dedicadas a executar uma única tarefa de maneira extremamente eficiente e válida. São conhecidas como Inteligência Artificial Estreita ou *Artificial Narrow Intelligence* (ANI) e se enquadram na classe das chamadas IAs Fracas (*Weak AI – WAI*), representando, apesar de tudo, o único tipo de IA disponível atualmente para os projetos.

Ludemir (2023) comenta que realmente não existem soluções algorítmicas para uma grande maioria de problemas que temos no mundo, ou seja, ainda não se consegue escrever programas para resolver todos eles. Contudo, a disponibilidade de enormes volumes de dados (informações) sobre esses problemas, possibilita que se treine algoritmos específicos (que conseguimos escrever) para que as máquinas possam aprender com eles. Para Goodfellow (2017), as dificuldades enfrentadas pelos sistemas que dependem de conhecimento codificado sugerem que os sistemas de IA precisam ter a capacidade de adquirir seu próprio conhecimento, extraindo padrões de dados brutos. Esse treinamento se dá por meio de aprendizado de máquina, ou *Machine Learning* (ML) e seu desenvolvimento tem atualmente demonstrado grande avanço com inúmeras aplicações e artefatos válidos, até de uso doméstico. Com isso, as máquinas vêm aprendendo a identificar, tratar e atuar sobre os nossos padrões de vida e comportamento. Mas, Kissiger et al (2021) afirmam que as IA não conseguem “pensar” ou nunca atuarão da maneira exata que uma mente humana atua. Entretanto, o acúmulo de correspondências com os padrões da realidade humana pelos modelos de IA, poderia aproximar e, às vezes, exceder o desempenho da percepção e da razão humanas.

Mielke (2021) afirma que atingimos um ponto em que a IA tem campo hábil para crescer e dentro de algumas décadas, essas máquinas inteligentes poderão muito possivelmente superar a inteligência humana. Mas antes disso, uma interrupção significativa acontecerá nos nossos modos de vida, comportamento, empregos e educação. É preciso então, também compreender o que vem por aí e como podemos lidar com esse avanço.

A esse estudo interessa a discussão sobre essa ampliação e diversificação no uso dos sistemas de IA, com relação à prática projetual para as áreas de AECD - Arquitetura, Engenharia, Construção e Design. Mesmo sendo de enorme importância e relevância, todas as questões éticas e sociais a respeito das IAs não serão abordadas aqui. O objetivo da pesquisa diz respeito a um mapeamento introdutório (um framework básico) sobre quais são os sistemas, serviços e artefatos baseados em IA que realmente auxiliam, afetam e principalmente, estão disponíveis para uso pelos atores de projetos. Os questionamentos iniciais se referem ao que muda na prática projetual com a introdução dessas tecnologias no que se refere à conceituação, explicabilidade, interpretação, funcionalidade e desempenho dos

projetos, características que são exigências naturais dos processos de desenvolvimentos para a AECD. A partir da análise e estruturação das tecnologias relacionadas às IAs para a prática projetual, um quadro de identificação de uso e relação de integração de IA, será apresentado. A Figura 01 apresenta a fluxo desenvolvimento desta pesquisa:

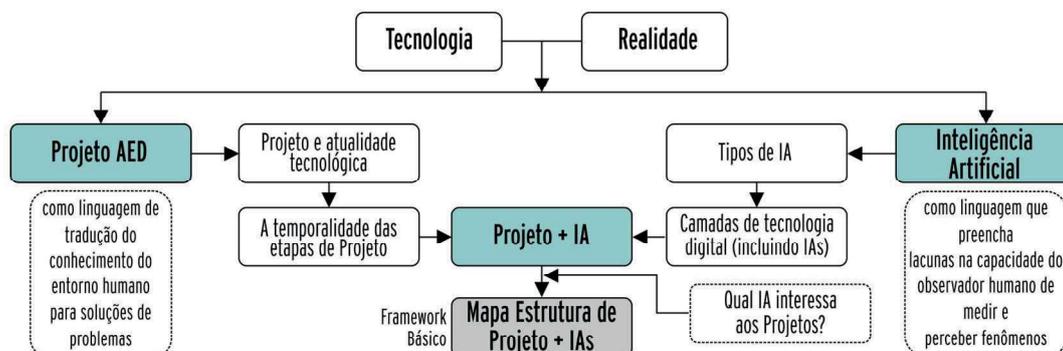


Figura 01 – Framework do desenvolvimento do estudo. Fonte: autores.

Foi realizada revisão bibliográfica para a análises e relacionamentos dos conceitos dos tópicos apresentados na Figura 01 acima. As referências para pesquisa bibliométrica foram as bases *Web of Science* e *Scopus*, (quants) e o *software VOSviewer* (qualis), conforme Tabela 01 a seguir:

Documento:	Artigos científicos
Bases de pesquisa:	Scopus, Web of Science e Google Acadêmico
Busca:	Artificial Intelligence AND Projects AND Construction
Anos:	2020 a 2023
Quant. encontrada:	1236 artigos
Filtro Área:	Computer Science, Social Science, Engineering, Materials Science, Environmental Science, Multidisciplinary
Palavras-chaves	
Quant. analisada:	203 artigos
Mapa dados:	Abstract Fields <ul style="list-style-type: none"> • Parâmetro ocorrências: 10 • Limite encontrado: 116 resumos

Deep Learning
 Neural Networks
 Automation
 Learning Systems
 Computer Vision
 Natural Language Processing
 Big Data
 Robotics
 Deep Neural Networks
 Algorithms
 Virtual Reality
 Intelligent Robots
 Simulation
 Image Enhancement
 Reinforcement Learning
 Image Processing

Tabela 01 – Critérios de busca para análise de bibliometria. Fonte autores

Para a modelagem do *framework*, as análises foram orientadas e modeladas por:

- a) *Design Science Research*, na definição da solução satisfatória (inicial) para o problema/proposição ("Como as IAs afetam a prática projetual" e "Quais são as IAS disponíveis para prática projetual") e
- b) *Metadesign*, na identificação do entorno do problema ("Identificação das bordas do sistema") e para definição da modelagem do desenho estruturado do *framework* (inicial).

2. Tecnologia, pensamento e percepção da realidade

Um ponto interessante em uma análise entre os conceitos sobre tecnologia e o pensamento humano está na verificação da realidade. Kissiger et al (2021) explica que o atual estágio de desenvolvimento das IA impulsionadas por novos algoritmos e por uma capacidade

de processamento maior, define na verdade, um mecanismo novo e extremamente poderoso para explorar e reorganizar a realidade. Uma IA acessa a realidade de uma maneira diferente de como os humanos acessam, fazendo que o seu advento represente um verdadeiro marco histórico e filosoficamente significativo na história do pensamento humano. Mas afinal, como percebemos nossa realidade?

Kissiger et al (2021) estruturou um caminho abordando, histórica e cronologicamente, a relação do pensamento humano com o desenvolvimento de tecnologias e a realidade percebida. Segundo ele, pode-se observar a existência de uma busca pelo entendimento sobre a natureza da realidade, para cada era ou civilização, sendo que em cada uma delas um conjunto de acomodações e comportamentos foram criados com relação ao entorno vigente. O raciocínio humano individual recebe lugar de destaque por sua capacidade de elaborar estruturas de compreensão que atuam no imediato em cada tempo, moldando aquilo que conhecemos como mundo. Mas, o aumento da digitalização e do uso da IA produziram fenômenos verdadeiramente novos e não simplesmente versões ou simulacros mais poderosos ou eficientes de coisas passadas. Han (2017), comenta que quando passamos a existir digitalmente, desincorporamos e passamos a ser o próprio fluxo, percebendo o mundo de forma diferente do era conhecido como algo palpável e material. Nesse novo mundo digital, o real e o virtual são misturados, não fazendo mais sentido separá-los. A atuação do homem se dá na transição, mas com fortes sinais de uma fusão eminente, no qual a realidade e a verdade passarão a também fazer parte do fluxo, podendo ser manipuladas. Segundo Han (2017), nós não estamos naturalmente (biologicamente) preparados para esse tipo de união que reconfigura toda forma de ver o mundo. Ainda precisamos aprender sobre a intermediação das **não-coisas**, ainda nos falta entender com lidar com as possibilidades intermediárias desse novo mundo que não fornece uma distinção para o que acontece entre o real e o virtual e entre o tangível e o intangível. A principal transição se trata do conceito de território no mundo físico e tangível, onde a vida segue sob uma relação visual, sensorial e informacional da sociedade com a realidade, para um novo conceito que migra para um território intangível, onde a vida é cotidianamente induzida por corporações digitais com perda gradual da relação visual, sensorial e informacional da sociedade, para um ambiente virtual, intangível e metafórico. As IAs representam o novo e poderoso jogador dessa busca, tornando necessário compreender quão significativa é essa evolução e sobre quais critérios ela está assumindo a vida de todos.

3. A prática projetual

Os projetos, como conhecemos, sempre atuaram em um lugar de certeza, com soluções reais, testadas, validadas e herdadas. O auxílio digital ao projeto é válido e insubstituível. Mas como vamos lidar enquanto projetistas, com mediações e decisões baseadas em não-coisas? Na relação realidade e tecnologia, um ponto comum se destaca: a relevância do papel da tecnologia com relação à evolução do pensamento. A cada passo da revolução tecnológica, pode-se associar evoluções do pensamento. Nesse meio, a prática projetual se faz presente, durante todo o ciclo histórico da humanidade, como uma linguagem paralela, associada aos problemas e suas soluções. Principalmente no desenvolvimento das tecnologias.

Estruturar e planejar projetos em fases controláveis é regra básica da prática. Cada fase é organizada a partir do controle dos fluxos de informação, matéria e energia, sendo premissas universalmente aceitas e encontradas em ampla literatura sobre os projetos. Esses projetos

podem ser entendidos como linguagens, pois representam um meio sistemático de comunicação de ideias ou proposições através de signos convencionais.

Thomsett (2010) cita que um projeto em si é temporário e não recorrente por natureza. Soma-se a isso o seu caráter interdisciplinar e/ou transdisciplinar, confirmando seu de alto grau de complexidade.

O advento e o progresso no manejo da informação no formato digital afetaram de sobremaneira as formas de se desenvolver um projeto, porém, o fio comum que une as diferentes peças desta revolução está no efeito de uma transição de bens e serviços para a informação, gerando “novos produtos interconectados”, caracterizados por uma hibridização em larga escala fundindo código (*code*), *software*, *hardware* e comportamento (*behaviour*), criando uma outra metáfora de nossa realidade. Tudo se transforma em fluxo. Para Kelly (2017) esse fluxo constante não implica simplesmente que “as coisas serão diferentes” e sim que os processos – os impulsionadores de fluxo – são mais importantes do que os produtos.

4. A inteligência artificial

Uma abordagem histórica não aprofundada sobre o desenvolvimento das IAs se mostra relevante, frente a uma explosão midiática nos últimos tempos, sobre elas. Kissinger et al (2021), Pineau et al (2021), Prunk et al (2020) e Raghvan et al (2020) relatam que muitas das atuais críticas, posições políticas e intervenções na responsabilidade algorítmica partem implicitamente da premissa de que os sistemas de IA funcionam. Elas recebem defesas de narrativas de capacidade sobre-humana, ampla aplicabilidade e consistência, feitas por materiais de marketing corporativo e até pesquisa acadêmica. Porém, como um aspecto negligenciado da política de IA, a funcionalidade é frequentemente apresentada como uma consideração secundária a outros desafios éticos.

Historicamente o termo é de 1956, quando é criado esse campo de conhecimento. Genericamente definida, IA corresponde a um conjunto de técnicas para a construção de máquinas capazes de resolver problemas que requerem inteligência humana. Segundo Barbosa (2020), se vincula à Ciência da Computação e associa-se a questões como, linguagem, inteligência, aprendizagem e resolução de problemas. Na realidade, o objetivo de se obter uma IA é entender e construir sistemas “supostamente inteligentes”, capazes de auxiliar na decisão e no controle de ações complexas, simulando a solução “raciocinada” de um problema.

No começo dos anos 1990, os estudos de IA ressurgiriam de forma aplicada, depois de um longo período de pesquisas sem resultados consistentes. As redes de computadores emergentes na época, se utilizaram de princípios de IA para otimizar sistemas de navegação e indexação. Barbosa (2020) cita que nos anos 1990, no início da internet, também se serviu de estudos sobre IA para sua otimização e difusão. A partir dos anos 2000, o desenvolvimento foi marcado pelo crescimento do número de pesquisas, testes aplicados e disponibilização comercial de produtos afins. Os anos 2010 em diante, são marcados pelo acesso popular dos resultados práticos das pesquisas de IA, com possibilidade de uso de sistemas generativos para AECD, manipulação de massas de dados, assistentes virtuais domésticos e recentemente, pela disponibilidade de sistemas generativos de linguagem natural como o ChatGPT. Importante citar que é perceptível o ganho progressivo da autonomia obtida pela tecnologia. A cada passo evolutivo das IAs um aumento exponencial da autonomia desses sistemas é diametralmente identificado quanto ao poder de decisão dos usuários. Isso é significativo quando se trata das práticas projetuais.

As IAs seguem curso inevitável em cumprir suas etapas de evolução e apesar de Goodfellow (2017) argumentar que a vida cotidiana exige uma quantidade imensa de conhecimento sobre o mundo, sendo parte baseado em conhecimento subjetivo e intuitivo (ou seja, difícil de ser articulado de maneira formal por um sistema digital), o que temos presenciado é a intenção intensa de dar aos sistemas digitais a compreensão da realidade humana, treinando IAs para simularem nosso poder de abstração, de forma a aprender como preencher lacunas que somente um observador humano tem capacidade de perceber frente aos fenômenos do mundo.

5. O universo da inteligência artificial: tipologia a aplicações

Scott (2023) define IA como uma ampla categoria de tecnologias cujo objetivo é automatizar trabalhos mimetizando o comportamento humano. Essas tecnologias adjacentes apresentam um crescimento acelerado de aplicabilidade. Por conta disso atingimos um ponto em que quase todo mundo interage diariamente com elas, muitas vezes sem ter noção disso. As principais categorias, ou motores de desenvolvimento de IAs são sucintamente descritas na Tabela 02 a seguir.

Nome	Descrição
<i>Machine Learning</i> (ML) Aprendizado de Máquina	Treinamento e algoritmos para aprender com dados e fazer previsões ou decisões sem ser programado. Ex: algoritmos de recomendação, de detecção de fraude e reconhecimento de imagem
<i>Neural Networks</i> Redes Neurais	Modelos de IA inspirados na estrutura e função do cérebro humano, usados em tarefas de reconhecimento de imagem e linguagem natural
<i>Generative Adversarial Networks</i> (GANs)	Subconjunto de <i>Neural Networks</i> , onde duas redes competem entre si., Ex: gerar imagens, criar <i>deepfake</i> , sistemas generativos para AECD.
<i>Deep Learning</i> (DL) Aprendizado Profundo	Subconjunto de <i>Machine Learning</i> , para processar e analisar dados complexos dinâmicos. Ex: veículos autônomos, tradução de idiomas etc.
<i>Natural Language Processing</i> (NLP) Processamento de Linguagem Natural (PNL)	Modelo IA focada na compreensão e geração da linguagem humana. Exemplos: <i>chatbots</i> de atendimento, <i>chatbots</i> generativos a partir de textos, assistentes virtuais (como Siri ou Alexa) e ferramentas de tradução de idiomas
<i>Speech Recognition</i> Reconhecimento de Fala	IA que converte linguagem falada em texto escrito. Exemplos: assistentes de voz, controles por voz e transcrição de fala para texto
<i>Computer Vision</i> Visão Computacional	Modelo de IA que entende e interpreta informações visuais de imagens ou vídeos. Exemplos: reconhecimento facial, detecção de objetos e sistemas de percepção de veículos autônomos
<i>Expert Systems</i> Sistemas Especialistas	Modelos de IA que imitam a perícia humana em domínio específico, usando conhecimento e regras para recomendações ou tomar decisões. Exemplos: sistemas de diagnóstico médico, de planejamento financeiro, auxiliares na criação para AECD e <i>chatbots</i> de suporte ao cliente
<i>Robotics AI</i> Robótica IA	Modelo de IA usada na robótica permitindo reconhecimento de ambiente, tomada de decisões e execução de tarefas físicas. Exemplos: robôs e drones autônomos e assistentes robóticos industriais
<i>Generative AI</i> IA Generativa	Modelo de IA capaz de gerar texto, imagens ou outras medias em resposta a solicitações em linguagem comum.
<i>Reinforcement Learning</i> Aprendizado por reforço	Modelo de IA com treinamento de um agente para decisões em um ambiente, com feedback em forma de recompensas ou penalidades. Exemplos: jogos, robôs autônomos e algoritmos de otimização

Tabela 02 – Tipologia de pesquisa de inteligência artificial. Fonte: autores

Outros campos ou modelos de pesquisas são desenvolvidos dentro dessas categorias de IA ou são criados a partir de relacionamentos propostos entre os motores originais. Como exemplo, existem os Sistemas de Aprendizagem Supervisionada ou *Supervised Learning System*, no qual um humano rotula os dados de treinamento (um modelo de treinamento fechado). Do outro lado, como exemplo, temos um *chatbot* baseado em Grande Modelo de Linguagem ou *Large Language Model* que usam grandes repositórios de dados ou internet e são treinados por milhares de pessoas (um modelo de treinamento aberto).

Na realidade, atingimos um nível tão alto de integração algoritmo-artefatos baseados e/ou orientados por IA, que é bem difícil identificar um único modelo atuante. Entretanto, as IAs atuais são específicas, pois desempenham atividades cognitivas sem estarem acompanhadas de semântica ou atribuição de sentidos.

6. O Projeto e a atualidade tecnológica

Ao longo da evolução das tecnologias digitais novas camadas de processos são acrescentadas. A Figura 02 representa as inclusões das duas primeiras camadas incluídas na estrutura original dos projetos, oriundas dos processos de digitalização pelos quais passamos.

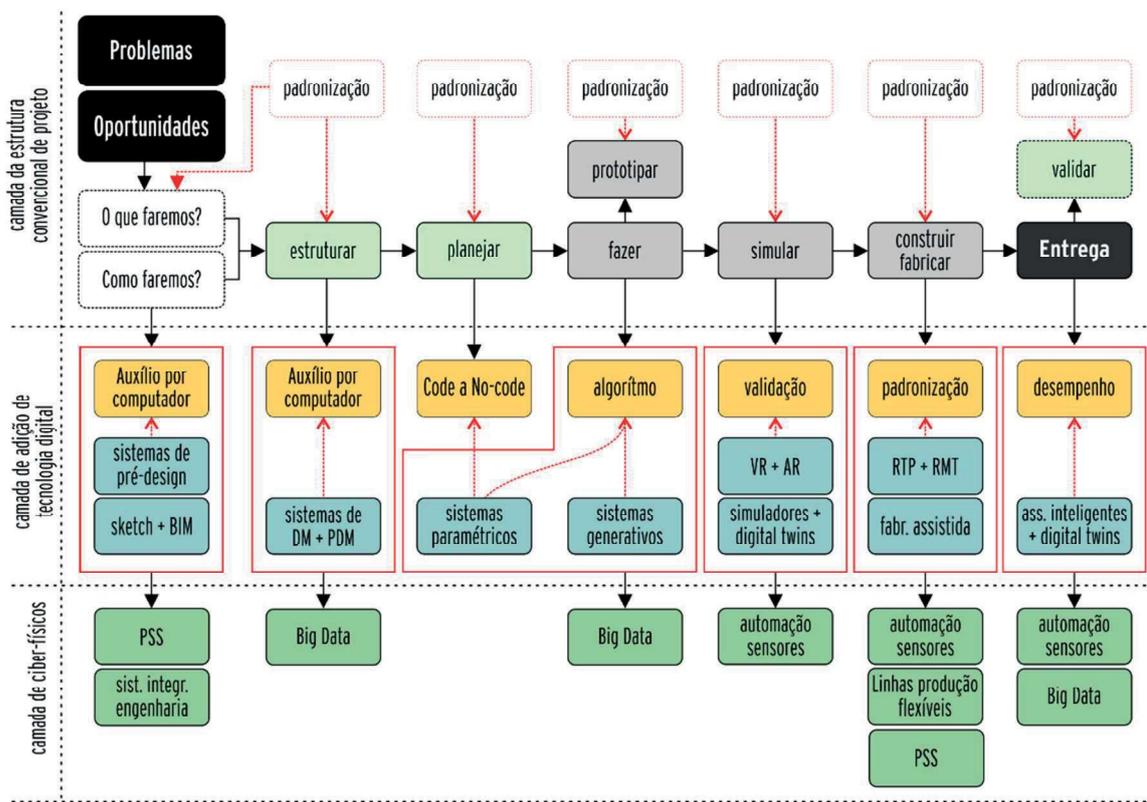


Figura 02 – Representação da evolução da estrutura dos projetos, da camada convencional e a camada adoção de tecnologia digital de auxílio. Fonte: autores

Nota-se a evidente a participação do auxílio digital em todas as fases da estrutura de um projeto de AECD, podendo também observar que o diagrama se mostra sistêmico ao abordar todos os estágios.

Descrições da camada Tecnologia Digital são apresentadas na Tabela 03 a seguir.

Classes de tecnologia	Descrições e aplicações
Auxílio por computador	compreende as classes derivadas de sistemas CAD (<i>Computer Aided Design</i>). A classe CAD traz em seu núcleo o LISP, primeira e principal linguagem de programação de pesquisa sobre inteligência artificial, desde os anos 1970.
Sistema de <i>Pré-Design</i>	compreende as classes relacionadas com geoprocessamento e bioclimática
<i>Sketch Design</i>	compreende as classes orientadas ao conceito e aos croquis de projeto
<i>Data Mining + Data Product Management</i>	DM + PDM: compreendem as classes de sistemas relacionadas ao gerenciamento de informação e dados técnicos de projeto.
Sistemas paramétricos	compreende as classes de sistemas relacionados à automação
Sistemas generativos	compreende as classes de sistemas relacionados com a geração de soluções por algoritmos, com inputs de projetistas
<i>Virtual Reality + Augmented Reality</i>	VR + AR: compreendem as classes de sistemas relacionados à representação e visualização antecipada de projeto
Simuladores	compreende todas as classes de sistemas relacionados a teste virtuais antecipados para validação de eficiência, resistência, desempenho e fabricação.
<i>Digital Twins</i>	compreende as classes de sistemas relacionado a duplicação digital para controle antecipado de problemas de desempenho de sistemas
<i>Rapid Prototype and Manufacturing Technologies</i>	RTP + RMT: compreendem as classes de sistemas relacionados com processos aditivos, como prototipagem rápida e manufatura rápida
Fabricação Assistida	compreende os sistemas de suporte a construção e/ou fabricação direta, incluindo novos materiais e nanotecnologia
Assistentes inteligentes	compreende os sistemas de apoio à consulta de dados de construção e/ou fabricação para tomada de decisões (sem as IA de linguagem natural).
Desempenho	compreende os sistemas relacionados aos controles de nDimensões (mais que as 3 dimensões básicas, ou 3D) de projeto
Padronização	compreende os sistemas de padronização internacional de projeto, como normas, regras de boa prática, selos, certificações etc.

Tabela 03 – Definições das classes de tecnologia digital apresentada na Figura 2. Fonte: autores

Uma adequação de integração digital também foi desenvolvida ao longo dos anos e é representada pelos sistemas ubíquos de sensores, de registradores e de comunicação. Dalenogare (2018) descreve que essa integração entre informação e fabricação formam os Cyber-Physical Systems (CPS), ou Sistemas Ciber-Físicos, nos quais se encontram as principais referências sobre a digitalização de nosso tempo, como a Internet das Coisas ou Internet of Things (IoT), os sistemas de 5G, a Indústria 4.0 etc. Ou seja, o cenário de atuação dos projetos encontra-se totalmente imerso em auxílio digital com quase a totalidade dos sistemas utilizados possuindo rotinas baseadas em IA. Descrições sucintas dos tipos de Ciber-físicos são apresentadas na Tabela 04 a seguir:

Tipo de Ciber-físico	Descrições
DSS Sistemas digitais de produto-serviço	Incorporação de serviços digitais em produtos baseados em plataformas <i>Internet of Things</i> (IoT), sensores incorporados, processadores e software que permitem novas capacidades de atuação
Sistema Integrado de Engenharia <i>Big Data</i>	Integração de sistemas de apoio informático para o intercâmbio de informações no desenvolvimento e fabricação de produtos compreende a coleta e análise de grandes volumes de dados, aplicadas em análise preditiva, Mineração de Dados (<i>Data Mining</i>) e análise estatística
Automação de Sensores	Sistemas de automação com tecnologia de sensores incorporados para monitorização através da recolha de dados
Linha Flexíveis de Produção	Automação digital com sensores em processos de fabricação permitindo integração do ambiente industrial.

Tabela 04 – Definições da classe de tecnologia digital Ciber-físicos. Fonte: autores

7. A aplicabilidade das IAs nas etapas de projeto

Um projeto estruturado por fases define obrigatoriamente um sentido de fluxo de desenvolvimento, no qual se identificam quatro etapas: a) pré-projeto, onde atuam os disparadores de projetos, b) conceituação, onde acontecem as definições, estruturações, planejamentos e validações, c) desenvolvimento, onde se simula, constrói e se fabrica os sistemas, serviços ou artefatos e, d) utilização, a partir da entrega do sistema, serviço ou artefato e início de uso. A Figura 03 representa a estrutura de projeto descrita:

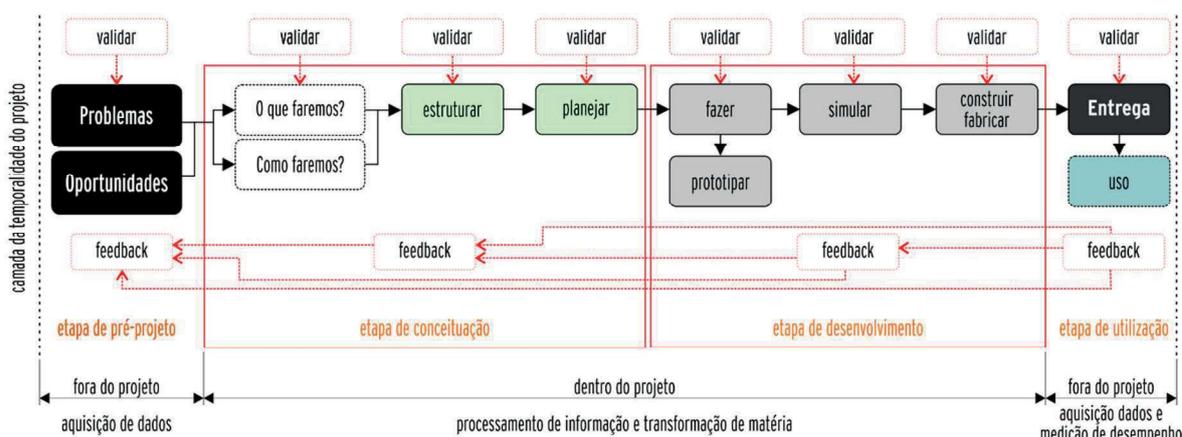


Figura 03 – Estrutura dos projetos e temporalidade de suas etapas. Fonte: autores.

Etapas identificadas como “fora do projeto” são caracterizadas pela dependência direta de análises de mundo, podendo ser afetadas por fenômenos e eventos aleatórios, sendo mais difíceis de se automatizar. Etapas de “conceituação” e “desenvolvimento” são caracterizadas pela evolução constante de automação e auxílio ao projeto e produção, as tornando mais fáceis de se automatizar.

Denning (2019) explica que computadores são perfeitos para realizar trabalhos que podem ser organizados por rotinas, como as que envolvam cálculos e as regras bem definidas, como por exemplo, uma ação de “modelar um tubo de metal”. Por outro lado, problemas com rotinas mal definidas, como por exemplo, “ficar confortável”, são mais difíceis de automatizar. Contudo, é comum a todas as etapas do projeto a exigência de validação para o avanço de fase e a retroalimentação da informação para correção e otimização de fases passadas. Independente da etapa, as validações e os feedbacks lidam com a busca da realidade relacionada ao projeto, por meio de aquisições de dados (medições e/ou herança), processamento de informações (cálculos, mapeamentos e modelações), transformações de matéria (prototipagens, fabricações e construções) e acompanhamento de performance (registros de desempenho). A grande maioria das IAs desenvolvidas até então, atuam nesses processos de forma especializada, em blocos específicos bem relacionados. A participação humana se mostra relevante nas tomadas de decisões relacionadas.

8. A camada de adoção de modelos de IAs na estrutura de projeto

Os projetos dependem cada vez mais, de sistemas cada vez mais especializados, com funcionalidade específica, porém integráveis a outros sistemas especialistas. Por isso é extremamente importante compreender a existência das sobreposições das camadas de tecnologia digital, dos ciber-físicos e dos modelos de IA. Para cada uma delas temos definidos

algoritmos, sistemas e artefatos específicos. Sabemos que a utilização dos modelos de IA é massiva em toda essa tecnologia digital disponível, porém, tais sistemas utilizam algoritmos baseados em Inteligência Artificial Estreita (*Artificial Narrow Intelligence - ANI*), em função da necessidade elementar de aplicações 100% especializadas para a solução dos problemas existentes nas fases dos projetos. A Figura 04 apresenta o framework da estrutura de fases de projeto com acréscimo da camada de IAs especializadas.

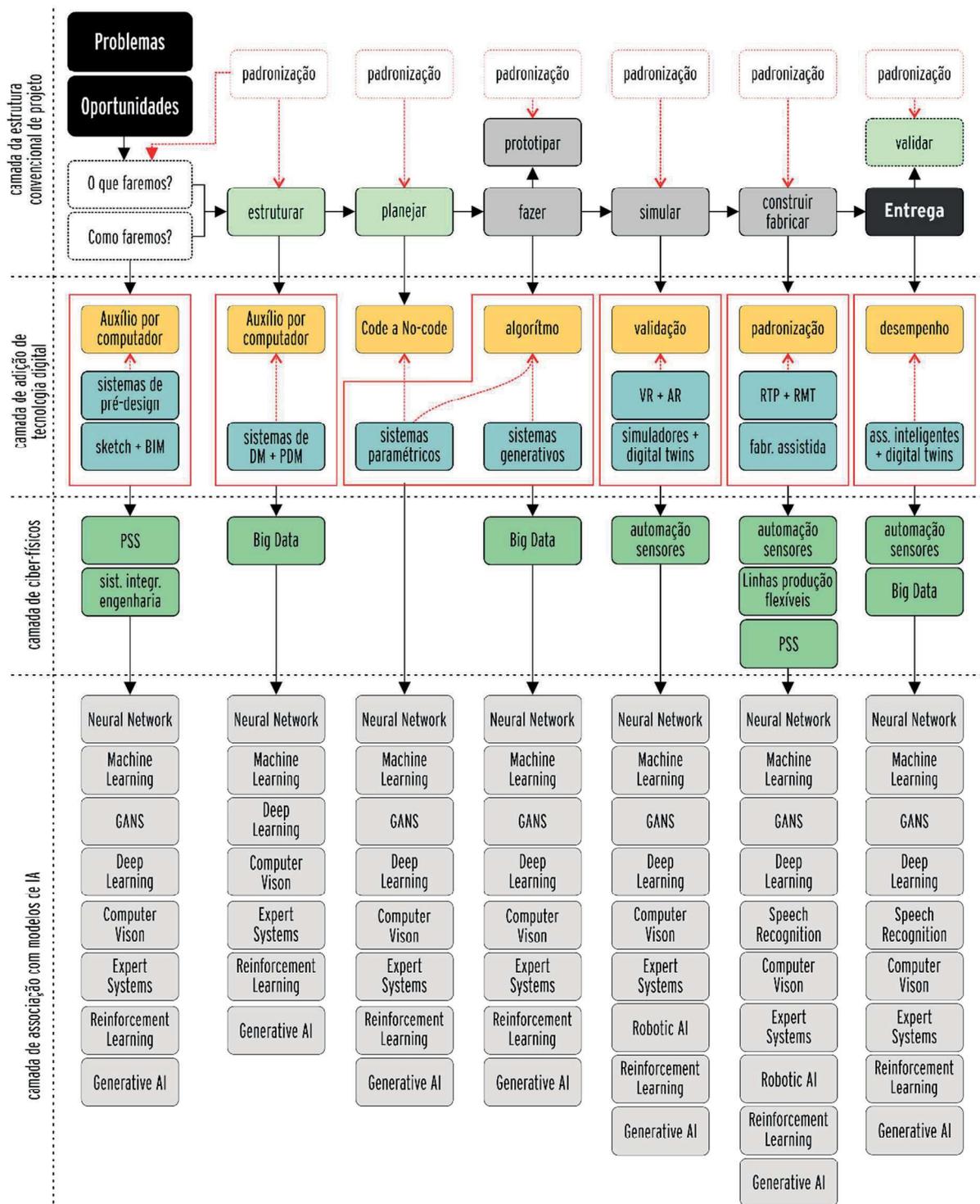


Figura 04 – Estrutura dos projetos com a camada de modelos de IAs. . Fonte: autores.

A partir do framework inicial representado pela Figura 04, pode-se considerar um presente cenário de atuação dos projetistas frente às novas práticas projetuais auxiliadas pelos sistemas de IAs:

- base de Inteligência Artificial Específica; fechada
- sem atribuição de semântica,
- composta e suportada por sistemas especializados de IA Estreita,
- organizados em camadas perfeitamente integradas (para algoritmos, serviços e produtos) e
- necessidade de aprendizado e treinamentos específicos para os projetistas de AECD (sendo recomendável inclusão de aprendizado de códigos e linguagens de programação)

Percebam que o atual e mais famoso modelo de IA, o modelo LLM representado pelo ChatGPT e outros aplicativos generativos derivados, não aparecem diretamente estruturados dentro das camadas de aplicações voltadas à AECD, ou seja, os modelos de linguagem naturais abertos se posicionam nas camadas externas para utilização aplicada aos projetos de AECD, sendo recomendado somente em atuações indiretas, sem afetar decisões técnicas validadas. Raji (2022) cita que a funcionalidade deste modelo se apresenta hoje excessivamente direcionada para a obtenção da confiança do usuário comum, em atividades de criação sem validação (muitos projetos de Design passam por esse processo).

Esse enquadramento coloca todo o ônus sobre as pessoas (usuários), para que elas confiem nos sistemas de IA, e não sobre as instituições, para que elas tornem seus modelos de IAs mais confiáveis. Esse comportamento não atende objetivamente aos projetos de AECD.

9. Considerações finais

Os processos de projeto se modificaram de forma definitiva, ao longo da evolução das tecnologias digitais. Os mapas evolutivos e framework apresentados, auxiliam na compreensão e na validação da proposição acima e ajuda a entender qual é a área de atuação e o grau de proficiência necessário aos atores envolvidos nos novos projetos ao lidar com as IAs. Também chama a atenção dos projetistas de AECD sobre qual classe ou tipo de tecnologia deverá ser incorporada em sua prática e em seus planos de aprendizado. Dar representação e visibilidade à essas estruturas de projetos de AECD, cada vez mais dependentes dos sistemas de auxílio e das IAs, também se mostra relevante por propiciar a observação das bordas dos sistemas nos quais os projetos AECD serão desenvolvidos.

O que se tem de positivo é que a maior parte das IAs que atendem aos projetos de AECD é baseada em aprendizado de máquina treinadas pelo ser humano especialista, para desempenhar tarefas bastante estreitas e específicas. Definitivamente já contamos com a disponibilidade, treinamento e indicação de boas práticas para o uso aplicado de IAs especializadas nos projetos de AECD, propiciando uma abertura sistêmica, sem excluir a análise da complexidade inerente, para a solução de problemas de conceituação, explicabilidade, interpretação, funcionalidade e desempenho dos projetos auxiliados por algoritmo (principalmente aqueles baseados em IA).

Mas, é preciso considerar que as IAs generativas a partir de massa de dados/informações (LLM) ainda não se mostram prontamente aptas e funcionais para solução de Arquitetura, Engenharia e Construção.

O importante é ter em mente que uma IA sempre será uma ferramenta, talvez a mais poderosa já criada pelo homem, mas é uma ferramenta. Hoje, aprender a usar os sistemas de auxílio de projeto baseados em IAs é imperativo para os atores de AECD.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, Xênia de Castro e BEZERRA, Ruth Ferreira - Breve introdução à história da Inteligência Artificial, Revista de História e Humanidades Jamaxi, v. 4, n. 2, UFAC. 2020

DALENOGARE, Lucas, BENITEZA, Guilherme, AYALAB, Néstor e FRANKA, Alejandro - The expected contribution of Industry 4.0 technologies for industrial performance. International Journal of Production Economics 204. Elsevier, 2018

DENNING, Peter J. - Computational Thinking in Science: The computer revolution has profoundly affected how we think about science, experimentation, and research. The Scientific Research Society. USA. 2017

GOODFELLOW, Ian, BENGIO, Yoshua e COURVILLE, Aaron - Deep Learning. Disponível em www.deeplearningbook.org. 2015

HAN, Byung-Chul. Sociedade do Cansaço; tradução de Enio Paulo Giachini. 2ª edição ampliada – Petrópolis, RJ: Vozes, 2017.

KELLY, Kelvin - Inevitável: as 12 forças tecnológicas que mudarão o nosso mundo. Tradução de Cristina Yamagami. HSM, São Paulo, Brasil. 2017

KISSINGER, Henry, Schmidt, Eric e Huttenlocher, Daniel - The Age of AI - And Our Human Future. John Murray Publishers, London, UK. 2021.

LUDEMIR, Teresa - Inteligência Artificial e Aprendizado de Máquina: estado atual e tendências. Estudos Avançados 35, Scielo Brasil, 2021.

MIELKE, Sam - In the Age of AI: How AI and Emerging Technologies Are Disrupting Industries, Lives, and the Future of Work. New Degree Press, ISBN 978-1-63730-434-1, 2021

PINEAU, Joelle, VICENTE-LAMARRE, Phillipe, SINHA, Koustuv, BEYGELZIMER, Alina, LARIVIÈRE, Vincent, BUC, Florence d'Alché, FOX, Emily and LAROCHELLE, Hugo - Improving reproducibility in machine learning research: a report from the NerIPS 2019 reproducibility program. Journal of Machinery Learning Research 22. 2021

RAJI, Inioluwa, HOROWITZ, Aaron, KUMAR, Elizabeth and SELBST, Andrew. The Fallacy of AI Functionality. ACM ISBN 978-1-4503-9352-2/2/06. USA. 2022.

SCOTT, Kevin and SHAW, Greg. O futuro da Inteligência Artificial: de ameaça a recurso. Tradução André Fontenelle, Harper Collins, Rio de Janeiro, Brasil. 2023

TRIMBLE - Unwavering integrity in an increasingly complex digital continuum: The Changing Role of the Surveyor. From GIM International - Geospatial Blog Articles. 2023

THOMSETT, Michael C. - The little black book of project management — 3rd ed. AMACOM Books, New York, USA. 2010

1.