

**KEVYN I. L. BORTOLOTTI**

**ARQUITETURA E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL:  
PROCESSOS TEÓRICOS SOBRE O FUTURO DA  
ARQUITETURA NA ERA DAS MÁQUINAS**





UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE ARTES  
DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA E URBANISMO

KEVYN IGOR LOPES BORTOLOTTI

**Arquitetura e Inteligência Artificial:**  
Processos teóricos sobre o futuro da arquitetura na era das máquinas

VITÓRIA  
2024



KEVYN IGOR LOPES BORTOLOTTI

## **Arquitetura e Inteligência Artificial:**

Processos teóricos sobre o futuro da arquitetura na era das máquinas

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Arquitetura e Urbanismo do Centro de Artes da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Arquitetura e Urbanismo.

Orientador: Prof. Dr. Bruno Massara Rocha

VITÓRIA  
2024



## **Arquitetura e Inteligência Artificial:**

### **Processos teóricos sobre o futuro da arquitetura na era das máquinas**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Arquitetura e Urbanismo do Centro de Artes da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Arquitetura e Urbanismo. Aprovado em \_\_\_\_\_.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Bruno Massara Rocha  
Universidade Federal do Espírito Santo  
Orientador

Prof. Dr. Paulo Sérgio Vargas  
Universidade Federal do Espírito Santo  
Convidado membro interno (DAU)

Prof. Me. Leonardo Valbão Venâncio  
Faculdade Multivix  
Convidado examinador externo

VITÓRIA  
2024

## **AGRADECIMENTOS**

---

Dedico este trabalho principalmente à minha família, em especial aos meus pais, Katia e José que me apoiaram por todo esse tempo. Dedico também a minha namorada, Clara que esteve comigo ao longo do curso e em todos os momentos difíceis. Agradeço meus amigos Guilherme, Leandro e Mateus pelas parcerias e discussões. Também agradeço aos que se dedicaram e compartilharam seus conhecimentos comigo, em especial aos professores Bruno, Paulo e Leonardo, por todas as suas contribuições.

*“ A minha provocação sobre adiar o fim do mundo é exatamente sempre poder contar mais uma história. Se pudermos fazer isso, estaremos adiando o fim”  
- Ailton Krenak*

## **RESUMO**

---

Esse trabalho trata-se de um Projeto de Graduação em Arquitetura e Urbanismo que tem por objetivo investigar o atual estado da inteligência artificial e utilizar a metodologia de design especulativo, convidando o leitor a explorar possíveis cenários futuros, em narrativas relacionados às práticas de projeto do arquiteto e urbanista na era das máquinas generativas e suas consequências na relação com o território, integrando ficção com realidade de maneira crítica, na cidade de Vitória, Espírito Santo.

Palavras-chave: inteligência artificial; design especulativo; ecologia arquitetônica; modelos generativos; sustentabilidade.

## **ABSTRACT**

---

This work is a Graduation Project in Architecture and Urbanism that aims to investigate the current state of artificial intelligence and use speculative design methodology, inviting the reader to explore possible future scenarios, in narratives related to the design practices of the architect and urban planner in the era of generative machines and their consequences in the relationship with the territory, integrating fiction with reality in a critical way, in the city of Vitória, Espírito Santo.

Keywords: artificial intelligence; speculative design; architectural ecology; generative models; sustainability.

# LISTA DE FIGURAS

---

Figura 1 - Reimaginação do Convento da Penha.....	10
Figura 2 - GLaDOS (Genetic Lifeform and Disk Operating System).....	12
Figura 3 - Agente Smith (Matrix).....	12
Figura 4 - Diagrama das formas de IA.....	13
Figura 5 - Linha do tempo de desenvolvimento das redes neurais.....	14
Figura 6 - Diagrama dos tipos de aprendizado de máquina.....	16
Figura 7 - Diagrama de rede neural indicando o fluxo de dados.....	17
Figura 8 - Tabela de tipos de redes neurais.....	18
Figura 9 - Diagrama de fluxo de dados feedforward e backpropagation.....	19
Figura 10 - Visualização de operações das camadas invisíveis.....	20
Figura 11 - Diagrama de processamento de imagem por uma CNN.....	20
Figura 12 - Imagem gerada no DeepDream.....	21
Figura 13 - Diagrama de funcionamento de uma GAN.....	22
Figura 14 - Exemplos de transferência de estilo artístico para fotos.....	22
Figura 15 - Exemplo de modelo gerado no projeto NPoche.....	24
Figura 16 - GAN-Chair - cadeira composta por elementos discretos.....	25
Figura 17 - Modelos impressos dos projetos <i>GAN Chair</i> e <i>Arch-Chair-Tecture</i> .....	26
Figura 18 - 3D GAN Housing, Modelo 3D e protótipo físico.....	26
Figura 19 - Archigan, modelos de plantas geradas por IA.....	27
Figura 20 - Visão de máquina gerada pelo Deep Himmelblau.....	28
Figura 21 - Blend de imagens utilizando Midjourney.....	29
Figura 22 - Reinterpretação de projeto realizado para disciplina de PA5.....	29
Figura 23 - Visão de máquina acordo com seu dataset, Gloomy Sunday.....	30
Figura 24 - Peaches & Plums.....	31
Figura 25 - The Doghouse.....	31
Figura 26 - Imagens geradas em forma de corte.....	32
Figura 27 - Diagrama de processos do Pixel Projection.....	32
Figura 28 - Percepção de máquina treinada em modelos arquitetônicos.....	33
Figura 29 - Percepção de escala em objetos para criar espaços.....	34
Figura 30 - Columbia (acima) e Rapture (abaixo).....	36
Figura 31 - Mausoléu para Newton.....	37
Figura 32 - Plan Voisin.....	38
Figura 33 - Broadacre City.....	38

# LISTA DE FIGURAS

---

Figura 34 - Projeto Walking City e Projeto Plug-in City.....	39
Figura 35 - Fazenda vertical de materiais bio-baseados.....	40
Figura 36 - Figura 36: Futura Amsterdã alagada.....	40
Figura 37 - Divisão da cidade.....	40
Figura 38 - Projeto Pig City.....	41
Figura 39 - Montanhas formadas por dados classificados como lixo.....	42
Figura 40 - Vegetação necessária para produzir um sistema sustentável.....	42
Figura 41 - Vigiyados por Economias Maravilhosas.....	43
Figura 42 - Zero Building.....	44
Figura 43 - Terceira Ponte na cidade de Vitória em 2077.....	46
Figura 44 - Katia e José conversando no escritório.....	47
Figura 45 - Katia e José conversando com outro membro da equipe.....	48
Figura 46 - Katia e José ativando Robbie.....	49
Figura 47 - Propaganda de um dos modelos de Robbie.....	50
Figura 48 - Katia, José e Robbie interagindo pela primeira vez.....	51
Figura 49 - Robbie, José e Katia interagindo no escritório.....	52
Figura 50 - Robbie, José e Katia chegando ao território.....	53
Figura 51 - José e Robbie interagindo com mais moradores.....	54
Figura 52 - Mapa de Vitória em 2077.....	55
Figura 53 - Diagramas da região do Morro do Cruzamento e entorno.....	56
Figura 54 - Monitor do Robbie gerando as primeiras visualizações.....	57
Figura 55 - Monitor do Robbie mostrando alucinações do projeto.....	58
Figura 56 - Monitor do Robbie mostrando alucinações do projeto.....	59
Figura 57 - Monitor do Robbie mostrando alucinações do projeto.....	60
Figura 58 - Monitor do Robbie mostrando alucinações do projeto.....	61
Figura 59 - Monitor do Robbie mostrando alucinações do projeto.....	62
Figura 60 - Monitor do Robbie mostrando alucinações do projeto.....	62
Figura 61 - Monitor do Robbie mostrando alucinações do projeto.....	63
Figura 62 - Proposta gerada por Robbie unindo diversos resultados.....	63
Figura 63 - Proposta gerada por Robbie unindo diversos resultados, perspectiva A.....	64
Figura 64 - Proposta gerada por Robbie unindo diversos resultados, perspectiva B.....	65
Figura 65 - Proposta gerada por Robbie unindo diversos resultados, elevação.....	66

# LISTA DE FIGURAS

---

Figura 66 - Proposta gerada por Robbie unindo diversos resultados, corte.....	67
Figura 67 - Proposta gerada por Robbie unindo diversos resultados, elevação em perspectiva.....	68
Figura 68 - José lendo sobre os desdobramentos do projeto e uma propaganda sobre um novo empreendimento “Budget Oasis”.....	69
Figura 69 - Propaganda do novo empreendimento “Budget Oasis”.....	72
Figura 70 - Propaganda de apresentação do “Architecture Optimization System”.....	73
Figura 71 - Corte detalhando os níveis de fundação projeto.....	74
Figura 72 - Slab Stack.....	74
Figura 73 - Corte detalhando os níveis do projeto.....	75
Figura 74 - Elevação detalhando os níveis do projeto.....	76
Figura 75 - Propaganda de expansão do “Budget Oasis”.....	77
Figura 76 - Jovem consumindo e gerando dados.....	79
Figura 77 - Jovens presos na realidade virtual.....	80
Figura 78 - Detalhes dos edifícios servidores.....	81
Figura 79 - Afloramento digital dos edifícios servidores.....	82
Figura 80 - Inclusão de novas tecnologias aos edifícios servidores.....	83
Figura 81 - Vista do contraste entre a cidade e os edifícios servidores.....	84

Figura 82 - Data center da Google soltando vapor de resfriamento na cidade The Dalles, Oregon, EUA.....	85
Figura 83 - Folhas de personagens utilizadas no Midjourney.....	86
Figura 84 - Diagrama de fluxo de trabalho no Midjourney.....	87



# SUMÁRIO

---

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>9</b>	<b>5. DESIGN ESPECULATIVO: Processos teóricos sobre o futuro da arquitetura na era das máquinas inteligentes.....</b>	<b>46</b>
<b>2. INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL.....</b>	<b>11</b>	5.1 Bugdet Oasis: Uma abordagem crítica sobre especulação imobiliária e espaços públicos.....	72
2.1 Formas de IA.....	13	5.2 Afloramentos digitais: Arquitetura para dados.....	79
2.2 IA e aprendizagem.....	15	5.3 Processos realizados.....	86
2.3 Redes Neurais.....	17	<b>6. CONCLUSÃO.....</b>	<b>88</b>
2.4 Deep Learning.....	19	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>91</b>
2.5 CNN e Deep Learning.....	20		
2.6 Modelos generativos.....	21		
2.7 GANs.....	21		
2.8 Tipos de GANs.....	22		
2.9 Criatividade e arte.....	23		
<b>3. IA E MODELOS 3D.....</b>	<b>25</b>		
3.1 Deep Himmelblau.....	28		
3.2 Hibridismo Arquitetônico.....	29		
3.3 A visão das máquinas.....	30		
3.4 Alucinação das máquinas.....	33		
<b>4. PROCESSOS ESPECULATIVOS.....</b>	<b>35</b>		

# 1. INTRODUÇÃO

Nas últimas duas décadas, o uso de recursos digitais na produção da arquitetura se intensificou, o que vêm provocando reflexões desafiadoras sobre metodologias de projeto e o processo construtivo. Durante muito tempo, a capacidade computacional na área da arquitetura e urbanismo foi negligenciada, de maneira que o computador era utilizado apenas como um instrumento substituto aos recursos manuais durante o processo de representação gráfica, ou seja, como uma prancheta digital (Mendes; Lima; Griz, 2018).

Contudo, ao utilizar programas CAD (Computer-aided Design), as linhas tornaram-se vetores representados na tela dos computadores, que ganharam uma maior complexidade com o avanço da tecnologia. Assim é possível criar geometrias com parâmetros inter-relacionados, representações por formulações matemáticas e algorítmicas cujas variáveis são passíveis de serem ajustadas e reajustadas, com a apresentação dos resultados em tempo real (*Ibid*).

Essas possibilidades associadas ao aumento da capacidade de processamento das máquinas, à adoção de procedimentos algorítmicos e à geração de modelos paramétricos onde a forma de representação deixa de ser estática e passa a ser dinâmica, contribuíram para a geração de modelos arquitetônicos de maior complexidade, além de favorecer processos de interação e simulação.

Diante disso, os projetos sofreram mudanças significativas em seus aspectos formais, passando a explorar um estilo de projeto conduzido por *splines*, curvas definidas matematicamente por dois ou mais pontos de controle, o que gera um processo de design contínuo (Retsin, 2019). Segundo Carpo (2017), esse contexto fez com que a arquitetura adentrasse em um novo estilo, uma vez que a parametrização conferiu ao arquiteto a total liberdade sobre a forma da arquitetura, ocorrendo de maneira extremamente precisa. Concomitantemente a esse contexto, o avanço da inteligência artificial (IA) permitiu emergir novas possibilidades em diversos campos de pesquisa e na arquitetura e urbanismo não foi diferente, perpetrando diversas implicações na área.

Diante do cenário descrito, este projeto de graduação tem como objetivos: 1) levantar conceitos que definam o atual estado da IA, 2) explorar parte do desenvolvimento das IAs e suas diferentes formas, 3) analisar os diferentes usos da IA no campo da arquitetura e urbanismo criando uma base teórica para compreender como a IA está sendo utilizada e 4) realizar um ensaio projetual baseado em cenários especulativos focados em temas expressivos com o intuito de explorar de forma crítica as mudanças sobre o impacto dessas tecnologias na construção da cidade e no papel do arquiteto.

Além da revisão bibliográfica, foram utilizados como recursos criativos e críticos a metodologia de design especulativo (Dunne; Raby, 2013), juntamente com a simulação digital nas plataformas *Midjourney*, *Vizcom* e *Chat-GPT*, reimaginando cenários (Fig. 01), onde convidarei o leitor a acompanhar uma narrativa especulativa com interesse em aprofundar questões urbanas e arquitetônicas da cidade de Vitória, Espírito Santo, além de problemáticas ligadas ao uso da IA, especulação imobiliária e o grande aumento na geração de dados, confrontando de forma crítica questões sociais, econômicas e sustentáveis.

Para realizar os ensaios especulativos citados, o trabalho pretende realizar o levantamento dos recursos de IA disponíveis comercialmente, escolhendo os recursos que possam auxiliar no desenvolvimento de um projeto de forma híbrida, onde as interações com a IA gerem soluções textuais e imagéticas que são transmitidas em forma de uma narrativa especulativa. Além disso, busca explorar técnicas de consistência com uso de IA generativa e testar recursos disponíveis gratuitamente.



Figura 01: Reimaginação do Convento da Penha  
Fonte: O autor, gerado pelo Midjourney, 2024

## 2. INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

---

*“No caso da inteligência artificial ser capaz de projetar edifícios por inteiro, isso não significaria a morte dos arquitetos?”*  
(Leach, 2022a, tradução própria)

No contexto atual, a Inteligência Artificial encontra-se presente em nosso cotidiano, às vezes sem que seja possível perceber sua influência. Por exemplo, no caso das redes sociais, a IA funciona identificando pessoas que podem ser conhecidas e as mostrando como sugestões de amizades. A IA também determina quais notícias podem aparecer primeiro em nossos aparelhos de acordo com o histórico de pesquisa, identificando interesses sobre determinado assunto. Além disso, pode traduzir textos, sugerir músicas, filmes e todo tipo de conteúdo que se encontre nas redes e se encaixe no nosso perfil de usuário (Leach, 2022a).

Ainda segundo o autor, a influência dessa tecnologia passou a superar as barreiras do mundo digital quando surgiram ferramentas como a Siri, Alexa, Cortana e outras. Novos apetrechos com uso de inteligência artificial são capazes de monitorar nossos batimentos cardíacos, controlar robôs que limpam o chão e guiar diversos veículos de forma autônoma, passando a influenciar diretamente em como organizamos nossas vidas. Vale ressaltar que a IA não possui uma forma física, apesar da capacidade de controlar o ambiente em que

vivemos, como luzes, música e outros aparelhos eletrônicos. A definição mais utilizada para IA é que ela se trata de uma entidade que busca simular ou realizar a mimese da inteligência humana. Segundo Boden (2016), a inteligência artificial tenta fazer com que computadores realizem os mesmos procedimentos que apenas as mentes humanas são capazes de realizar. Para Kelleher (2019), a inteligência artificial pode ser descrita como um campo de pesquisa focado em desenvolver sistemas computacionais que podem realizar tarefas e atividades que normalmente necessitariam de uma pessoa, devido a nossa capacidade intelectual. A descrição de Kelleher ressalta que com o tempo e o avanço da tecnologia a IA poderia realizar as tarefas e atividades de maneira mais eficiente e talvez superar a inteligência da mente humana. Segundo Leach (2022a), a inteligência humana não pode ser tratada como uma forma absoluta de inteligência e pode ser descrita apenas como “o nível humano de inteligência” (Leach, 2022a, tradução própria). Ainda segundo o autor, é possível imaginar que em determinadas áreas, como no caso do xadrez, a inteligência artificial possa superar a inteligência humana. Podemos definir que as pesquisas sobre inteligência artificial passam pela tentativa de compreender o **que é a inteligência**. De acordo com Boden (2016), todas as tarefas realizadas por uma Inteligência Artificial envolvem aprendizagem, resolução de problemas e estão relacionadas com habilidades cognitivas humanas como a percepção, associação, previsão e planeja-

mento. Porém, quando tentamos definir o que é uma inteligência artificial é necessário discutir como os termos são aplicados para humanos e para máquinas. No caso da palavra “inteligência”, utilizada tanto para seres humanos quanto para máquinas, é necessário distinguir com cuidado a inteligência de uma IA da inteligência de uma pessoa, principalmente pelo fato de uma IA, até o presente momento, não possuir nenhuma forma de consciência (Seth, 2021).

Isso significa que uma inteligência artificial que é capaz de superar uma pessoa em uma determinada tarefa não tem noção de que tarefa está realizando, como no caso de um jogo de xadrez. Por isso, podemos definir que o atual estado da IA pode ser chamado de “*Weak AI*” ou “IA Fraca”, como Siri, Alexa, Cortana e outras formas de Inteligência Artificial que funcionam como assistentes (Leach, 2022a). Por outro lado, segundo Chalmers (2020), o surgimento do GPT-3 poderia indicar a possibilidade do surgimento de uma AGI (*Artificial General Intelligence*), uma IA com consciência, que poderia ser chamado de “*Strong AI*” ou “IA Forte”, existente apenas na ficção científica, como o caso da GLaDOS (Genetic Lifeform and Disk Operating System) da série de jogos Portal (Fig. 02) ou do Agente Smith de Matrix (Fig. 03).



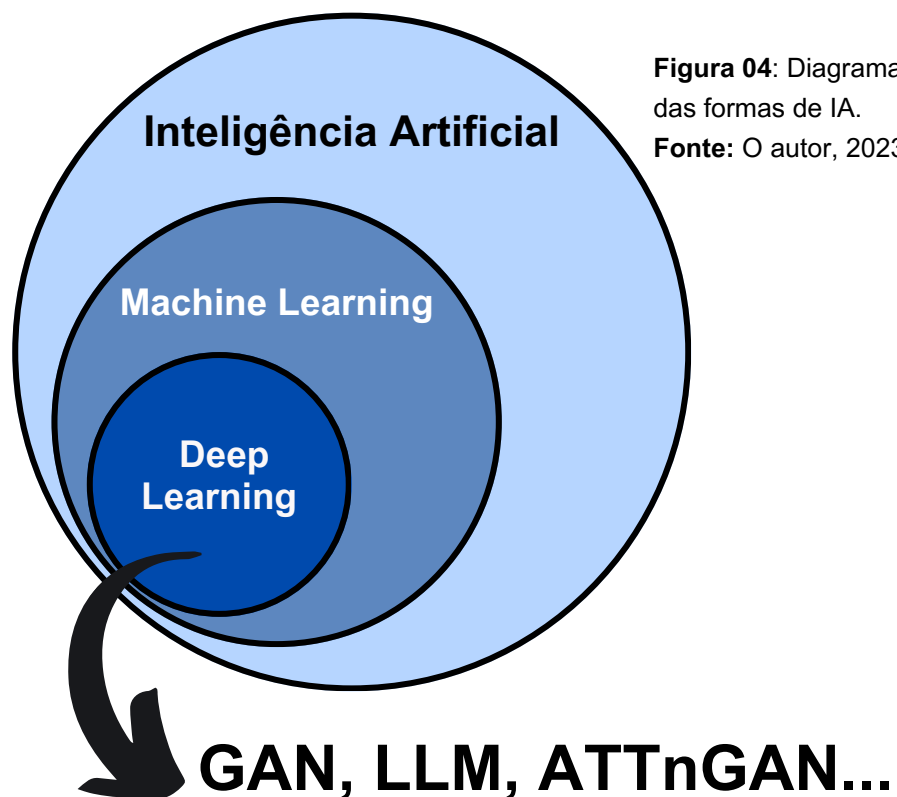
**Figura 02:** GLaDOS (Genetic Lifeform and Disk Operating System).  
**Fonte:** Portal Wikia, 2015.



**Figura 03:** Agente Smith (Matrix).  
**Fonte:** Matrix Wiki, 2011.

## 2.1 FORMAS DE IA

No contexto atual, é importante diferenciar as diversas formas de IA para um melhor entendimento. Dentro da 'IA Fraca', é possível fazer distinções entre as categorias de IA como o *Machine Learning* e *Deep Learning*. Todas essas categorias podem ser agrupadas uma dentro da outra. Nesse agrupamento, o *Deep Learning* faz parte do *Machine Learning*, que faz parte da Inteligência Artificial (Fig. 04).



**Figura 04:** Diagrama das formas de IA.  
**Fonte:** O autor, 2023.

As primeiras versões criadas de IAs tratam-se de máquinas que eram programadas para processar uma certa quantidade de dados. Esse tipo de inteligência artificial “primordial” era conhecida como *Good Old Fashioned AI* (GOFAI) (Leach, 2022a). Nessas versões, a máquina podia realizar apenas o que era programada para fazer e não podia aprender por conta própria ou gerar textos e imagens. Um exemplo disso são os personagens em jogos eletrônicos, que possuem um roteiro programado de ações.

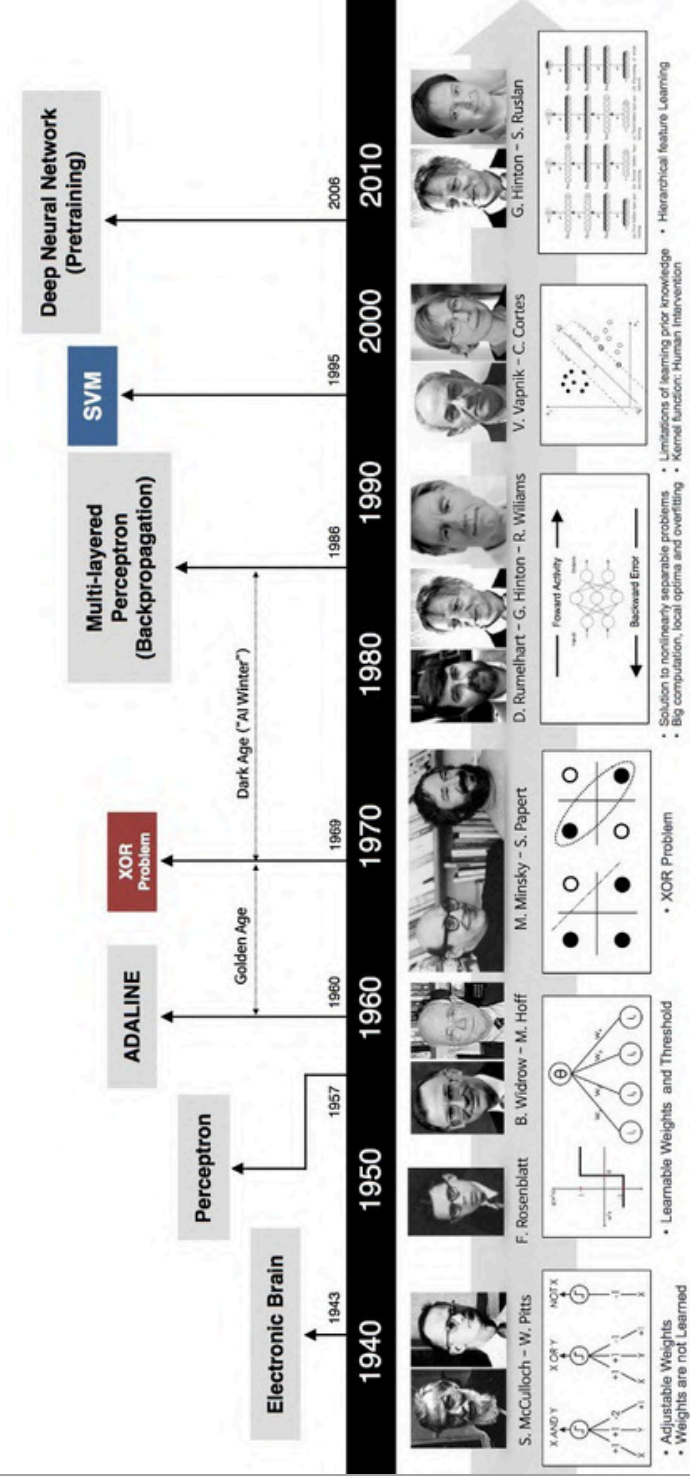
Em contrapartida, o *Machine Learning*, ou aprendizado de máquina, transforma a capacidade das máquinas, que passam a adquirir a capacidade de se treinar ou aprender por conta própria, utilizando uma quantidade enorme de dados. O *Machine Learning* passou a desafiar os mitos populares que computadores não conseguem realizar tarefas para as quais não foram programados. O termo significa a capacidade de uma máquina de aprender e até mesmo se programar, porém, é importante ressaltar que existem diferenças nos processos de aprendizado das máquinas com os de humanos (Ford, 2018).

Segundo Pedro Domingos (2018), a Inteligência Artificial tem como objetivo ensinar os computadores a realizarem tarefas feitas por humanos, mas de forma aprimorada, e nesse caso a habilidade de aprender se torna algo muito importante. O *Deep Learning* é o ponto mais recente de desenvolvimento do *Machine Learning* e levou o campo da inteligência artificial para o “*mainstream*”, apresentando mais avanços. O *Deep Learning*

é a forma mais avançada e promissora de Inteligência Artificial atualmente, se tornando até mesmo sinônimo de Inteligência Artificial.

De acordo com Kelleher (2019, trad. própria), “o *Deep Learning* trata-se de um subcampo do *Machine Learning* que projeta e analisa algoritmos de treinamento e arquitetura de computadores para modelos de rede neurais modernas”. O desenvolvimento do *Deep Learning* tem sua origem no desenvolvimento de redes neurais por Pitts e McCulloch em 1943 (Fig. 05), e com o tempo foi sendo desenvolvido e diversos fatores foram cruciais para que hoje fosse possível o surgimento de tecnologias como o *Chat GPT* e *Midjourney*. Dentre esses fatores, destaca-se o grande avanço no desenvolvimento de algoritmos cada vez mais complexos, os serviços de nuvem que possibilitaram um grande aumento no poder de processamento computacional, o aumento do investimento público e privado no setor tecnológico, o aumento significativo do número de estudantes de ciência da computação e ciência de dados e por último, o contexto atual em que existe uma grande quantidade de dados sendo gerados (Leach, 2022a).

Entretanto, é importante ressaltar que as diferenças entre as primeiras redes neurais desenvolvidas por Pitts e McCulloch e as mais recentes usadas no *Deep Learning* não podem ser subestimadas, pois existem muitas diferenças entre as duas em termos de performance e capacidade.



**Figura 05:** Linha do tempo de desenvolvimento das redes neurais.  
**Fonte:** Sefiks, 2017.

## 2.2 IA E APRENDIZAGEM

---

Para compreender melhor essas diferenças, é importante distinguir as técnicas de treinamento utilizadas no *Machine Learning*, sendo elas: o treinamento supervisionado, não supervisionado e a aprendizagem por reforço.

No **aprendizado supervisionado**, o sistema é treinado para realizar tarefas de acordo com um *output* desejado. O procedimento é realizado a partir do fornecimento de uma grande quantidade de dados detalhados, que precisam ser rotulados ou classificados. Como exemplo, imagens de cachorros precisam ser classificadas como “cachorros”, e imagens que não são de cachorros devem ser classificadas de maneira negativa, como “não cachorros”. De certo modo, esse procedimento não se difere muito de como os seres humanos aprendem, sendo possível realizar comparações entre o processo descrito e em como um pai ensina um filho a identificar objetos ou animais. Nos métodos de educação na arquitetura, de forma semelhante, os estudantes aprendem a identificar as características e atributos dos projetos arquitetônicos, por exemplo desenvolvendo a habilidade de diferenciar uma obra modernista e uma não modernista (Boden, 2018).

O aprendizado supervisionado é a forma mais comum de *Machine Learning* e é utilizado em traduções, por exemplo. De forma simplificada, podemos dizer que

“no aprendizado supervisionado, o programador ‘treina’ o sistema por definir um *set* de *outputs* desejados com base em um range de inputs e providencia um *feedback* contínuo se a máquina conseguiu ou não atingir o objetivo” (Boden, 2018, trad. própria).

O **aprendizado não-supervisionado** é o caso em que não existem *outputs* ou resultados específicos desejados. De maneira oposta, o sistema detecta padrões ou conjuntos que existem na forma de dados desorganizados e, assim, a máquina consegue descobrir uma forma eficiente de aprendizado, estruturando de forma autônoma os dados. Segundo Kelleher (2019), o aprendizado não supervisionado é como uma forma de *Machine Learning* onde o objetivo é identificar irregularidades, assim como conjuntos de exemplos similares na estrutura e nos dados. Como foi dito, diferente do aprendizado supervisionado, não existe um resultado a ser alcançado nas tarefas do aprendizado não supervisionado. Dessa forma, as máquinas poderiam aprender sozinhas sem a qualquer intervenção humana.

Como no caso do aprendizado supervisionado, o modo de aprendizado não se difere muito de como crianças aprendem um idioma, simplesmente por ouvirem outras pessoas falando. A mente humana consegue aprender muito através da interação com o ambiente sem que precise ser “supervisionado”. É possível comparar com o modo em que os arquitetos conseguem absorver características de um projeto,



sobre seu design, simplesmente por interagir e vivenciar o espaço arquitetônico. Depois de adquirir essas habilidades por ficar imerso nos projetos, possivelmente a percepção do espaço será alterada. Segundo Leach (2022a) é assim que arquitetos e estudantes de arquitetura deveriam adquirir o entendimento daquilo que constitui bons projetos. O aprendizado não supervisionado mostra a possibilidade das máquinas aprenderem sozinhas e isso é um grande avanço na direção da existência de uma AGI.

O **aprendizado por reforço** é quando o sistema não precisa de uma descrição exata dos exemplos para aprender, mas vai depender do *feedback* de mensagens informando se o *output* está ou não correto. O conhecimento da máquina vai evoluir de acordo com a ideia de punir ou recompensar. Isso é efetivo em modelos onde o processo pode ser repetido várias vezes de forma rápida, como em simulações (Sutton; Barto, 2015).

A imagem a seguir (Fig. 06) resume as diferenças entre os três métodos de aprendizado de máquina utilizados, reforçando o papel revolucionário que a capacidade de um computador aprender possui, assim como sua complexidade para que isso ocorra e suas semelhanças com a aprendizagem dos seres humanos, como citado anteriormente.

Figura 06: Diagrama dos tipos de aprendizado de máquina.



Fonte: DataAt, [s.d.].

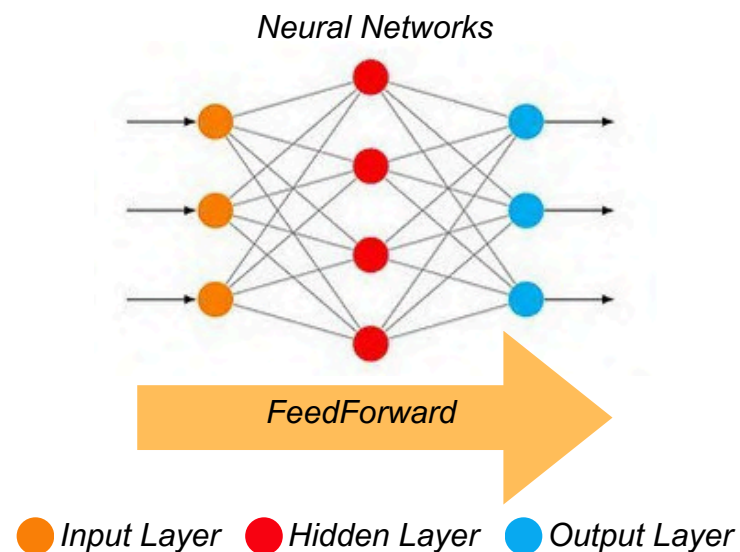
## 2.3 REDES NEURAIS

Para continuar o entendimento do atual estado da inteligência artificial e seus desdobramentos dentro da arquitetura e urbanismo, ainda é necessário compreender um pouco de seu funcionamento. As redes neurais são um dos elementos mais relevantes para compreender o funcionamento de uma inteligência artificial e seu processamento de dados. Elas são compostas por unidades de processamento de dados chamadas de neurônios e conexões responsáveis por controlar o fluxo de informação entre as unidades que são chamadas de sinapses. Segundo Alpaydin (2016), as redes neurais podem ser definidas como “modelos compostos de redes de unidade simples chamadas de neurônios e conexões entre neurônios chamadas de sinapses”. Cada sinapse possui uma “direção” e um “peso”, sendo que o peso é responsável por definir o efeito do neurônio anterior sobre o próximo neurônio.

O método de processamento mais simples que uma rede neural pode utilizar para processar dados é realizando a operação em uma direção, conhecida como *feed forward*. A rede é constituída de uma camada de *input*, uma *output layer* e entre elas diversas camadas internas chamadas de *hidden layers*. Os neurônios simulados nas redes realizam as operações de acordo com os *inputs*, baseando-se no “peso” da conexão dentro da rede neural, assim, filtrando e extraindo os recursos desejados antes de passar seu valor para o neurônio

da próxima camada. De forma progressiva, as próximas camadas continuam computando os valores até que a classificação do *output* é gerada, após diversos filtros, aumentando a probabilidade de estar correta (Akten, 2016) (Fig. 07).

**Figura 07:** Diagrama de rede neural indicando o fluxo de dados.



**Fonte:** O autor adaptado de PhoenixNAP, 2024.

Apesar das comparações entre redes neurais e o cérebro humano, existe uma distinção muito bem estabelecida entre os neurônios das redes neurais e os neurônios do nosso cérebro. Dentre essas distinções está o número de camadas de uma rede neural, que apesar de numerosas, não se comparam ao número incontável das redes do cérebro humano. Em uma entrevista de Martin Ford (2018) com o cientista da computação canadense Yoshua Bengio, o cientista ressaltou:

“Enquanto o *Machine Learning* está tentando colocar conhecimento em computadores por permitir que eles possam aprender a partir de exemplos, o *Deep Learning* está fazendo isso de um jeito que se inspira nos processos do cérebro humano” (Ford, 2018, trad. própria).

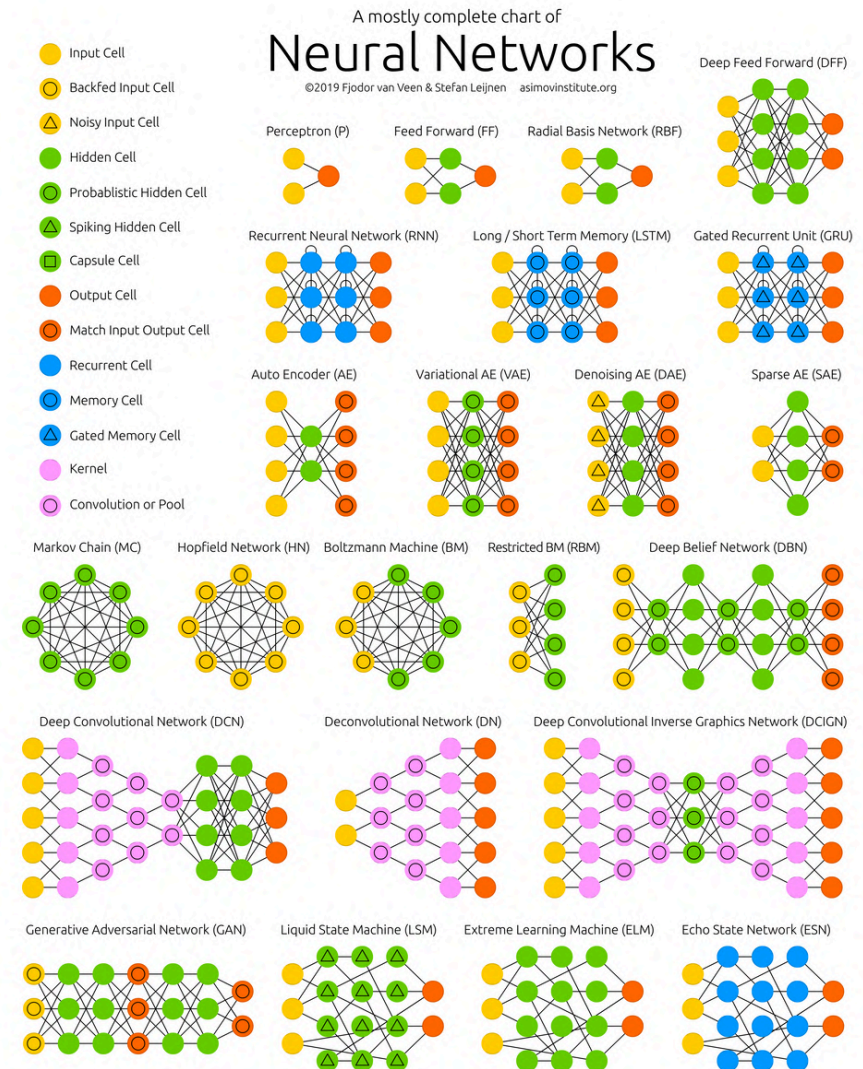
De fato, apesar dos grandes avanços nos campos da inteligência artificial e nos métodos de aprendizado das máquinas e sua capacidade de criação, o cérebro humano se distingue muito por sua maior complexidade se comparado com as redes neurais artificiais.

Outra visão dos neurônios é dada por Mitchel (2019), que prefere as chamar de unidade, pois um ‘neurônio simulado’ faz parecer algo irrelevante se comparado com o neurônio do cérebro humano.

“Para processar uma imagem, a rede performa sua computação camada por camada, da esquerda para a direita. Cada unidade escondida computa seu valor de ativação; esses valores de ativação se transformam nos *inputs* para as unidades de saída, que então computa suas próprias ativações. A ativação de uma unidade de saída pode ser entendido como a confiança da rede que está vendo o dígito correspondente; a categoria do dígito com a maior confiança pode ser entendido como a resposta da rede – sua *classificação*” (Mitchel, 2019, trad. própria).

O avanço no campo resultou no desenvolvimento de diversos tipos de redes neurais, aumentando, por exemplo, sua complexidade e capacidade de processamento (Fig. 08).

Figura 08: Tabela de tipos de redes neurais.



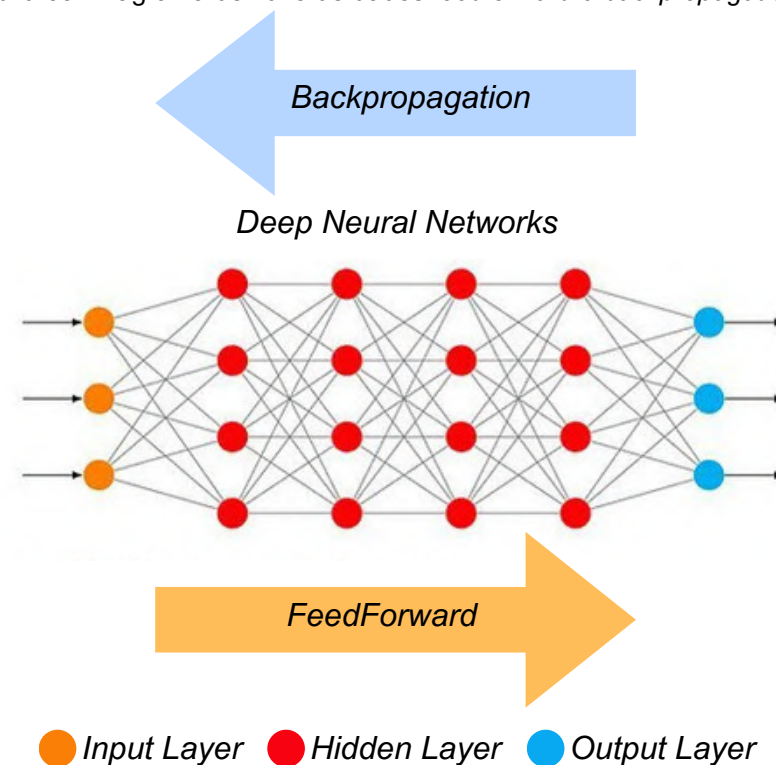
Fonte: The Asimov Institute, 2016.

## 2.4 DEEP LEARNING

Para compreender melhor o funcionamento do *Deep Learning*, é importante entender que sua funcionalidade depende do *backpropagation* ou retropropagação do erro em português. Esse método permite que uma rede neural possa operar no caminho contrário, diferente do modelo explicado anteriormente, onde o fluxo é apenas da esquerda para direita, permitindo a correção e previsão de erros que foram cometidos anteriormente.

O *backpropagation* refere-se ao processo ou método onde a informação sobre uma previsão de erro retorna na direção contrária, construindo um fluxo através das camadas da rede neural, tendo como objetivo modificar os “pesos” das conexões ou sinapses, atualizando-as de forma dinâmica. O sistema então pode se aproximar de forma otimizada da resposta correta, como num caso de engenharia reversa (Ford, 2018). No *deep learning* o processo de *backpropagation* é melhorado por permitir um aumento no número de *hidden layers* (camadas escondidas), podendo ser de poucas a milhares de camadas. Essa quantidade enorme de camadas permite que o processo de atualização aconteça através de todo o ciclo de treinamento, aprimorando de forma significativa os resultados (Fig. 09).

Figura 09: Diagrama de fluxo de dados *feedforward* e *backpropagation*.



Fonte: O autor adaptado de PhoenixNAP, 2024.

## 2.5 CNN E DEEP LEARNING

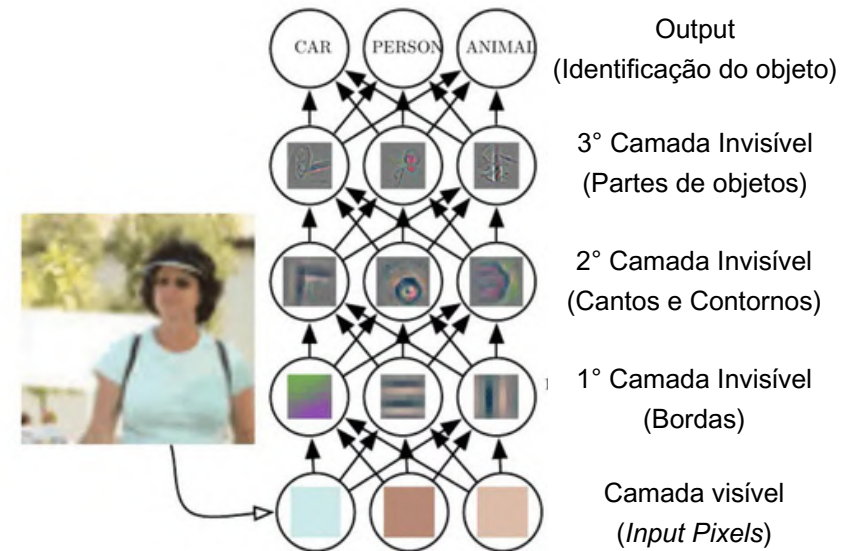
Apesar da existência de diversos tipos de redes neurais, foi a partir do *Deep Learning* que as *convolutional neural networks* (CNN) ou rede neural convolucional em português, tornaram-se cada vez mais populares. Essas redes são muito utilizadas para classificação de imagens e trabalham a partir de filtros que funcionam em ciclos, procurando por características visuais nas imagens, permitindo que cada neurônio da rede aprenda a extrair diferentes tipos de elementos 2D (Fig. 10), reconhecendo padrões como curvas e pontas nas imagens. O processo mais complexo e aprimorado permite uma performance maior e mais otimizada se comparado com uma rede neural convencional (Mitchel, 2019).

É importante ressaltar que as CNN foram criadas se inspirando no córtex visual do cérebro humano. Segundo Seth (2016), o cérebro humano trabalha tanto para frente (*feed-forward*) quanto para trás (*feed-backwards*), buscando, de forma dinâmica, informações em nosso conhecimento prévio para consolidar nossas percepções. Da mesma forma, uma CNN consegue extrair informações específicas das camadas anteriores, de modo que na camada final é adicionado um módulo de classificação ou uma rede neural tradicional para avaliar se a imagem foi classificada corretamente (Fig. 11).

O modelo de CNN para classificação de imagens tornou-se muito relevante, principalmente durante o desenvolvimento de

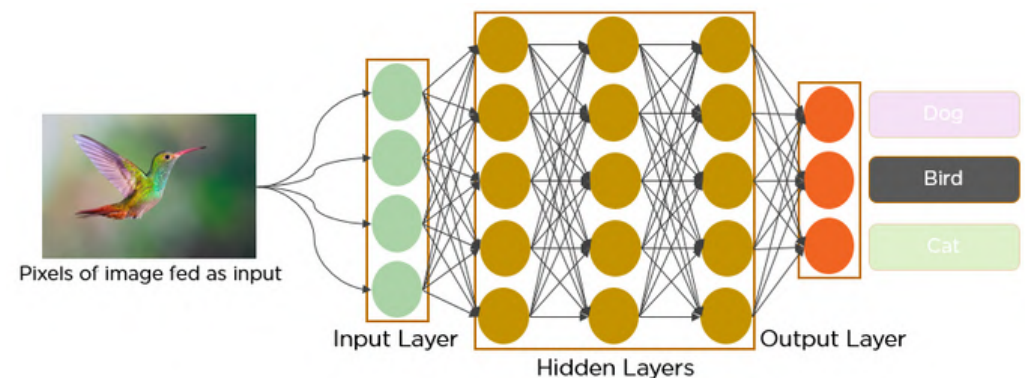
modelos para geração de imagens.

**Figura 10:** Visualização de operações das camadas invisíveis.



**Fonte:** O autor, adaptado de Analytics Vidhya, 2024.

**Figura 11:** Diagrama de processamento de imagem por uma CNN.



**Fonte:** Analytics Vidhya, 2024.

## 2.6 MODELOS GENERATIVOS

Um dos primeiros métodos de criar imagens foi o *DeepDream*, um programa de visão computacional criado pelo engenheiro do Google, Alexander Mordvintsev, e lançado em 2015. Uma rede neural convolucional que era utilizada para reconhecer imagens teve seu fluxo de informações invertido no *DeepDream*. Ao invés de reconhecer uma imagem e categorizá-la, o *DeepDream* parte de uma categoria ou palavra para gerar imagens, em um processo de manipulação de pixels. Uma explicação simplificada seria que, diferente do fluxo tradicional onde uma rede neural reconheceria a imagem de um cachorro e a classificaria como cachorro, no *DeepDream* o processo é inverso, partindo da palavra “cachorro” é gerado uma imagem que lembra um cachorro (Leach, 2022a).

Entretanto, as imagens geradas pelo *DeepDream* ainda não tinham uma alta resolução, além de acontecer o fenômeno conhecido como *trippy*, onde a informação de localização dos elementos da imagem se perdiam no processo de geração, formando imagens que se assemelham às artes surrealistas (Leach; Campo, 2022) (Fig. 12).

Figura 12: Imagem gerada no *DeepDream*.



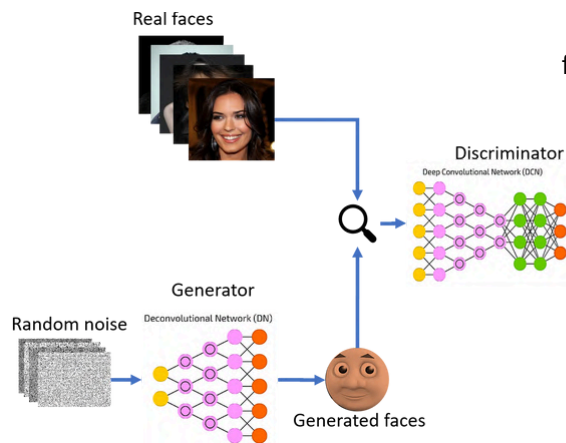
Fonte: Thoma, 2015.

## 2.7 GANs

Com o passar do tempo, a geração de imagens por inteligências artificiais foi se aperfeiçoando, melhorando a resolução das imagens e atribuindo novos modelos de treinamento, como as GANs (*Generative Adversarial Networks*) ou Redes Geradoras Adversariais. Esse método de treinamento é importante pois, trata-se do método mais utilizado por inteligência artificial geradora de imagens no campo arquitetônico. Proposto por Ian Goodfellow em 2014, trata-se de uma técnica de treinamento de máquina para reali-

zar tarefas complexas através de um processo generativo comparado com um conjunto de imagens de treinamento. As GANs foram capazes de superar problemas do *DeepDream*, como a dificuldade de lidar com objetos que aparecem em várias poses, resultando nas imagens distorcidas e surreais. Uma GAN é capaz de gerar imagens de objetos em diversas poses de forma mais natural e realista, graças ao seu treinamento com grandes conjuntos de dados variados e ao feedback constante entre o gerador e o discriminador (Leach, 2022a).

Quanto à estrutura e funcionamento, as GANs são formadas por duas redes neurais: um gerador (artista) e um discriminador (crítico). O gerador é responsável por criar imagens que vão ser “mostradas” ao discriminador, que vai avaliar as imagens e dizer se estão certas ou erradas (Fig. 13). Com o tempo, os erros do gerador auxiliam no aprimoramento das imagens e o discriminador se torna mais apurado, ambos melhorando com o tempo, treinando um ao outro (Hui, 2018).



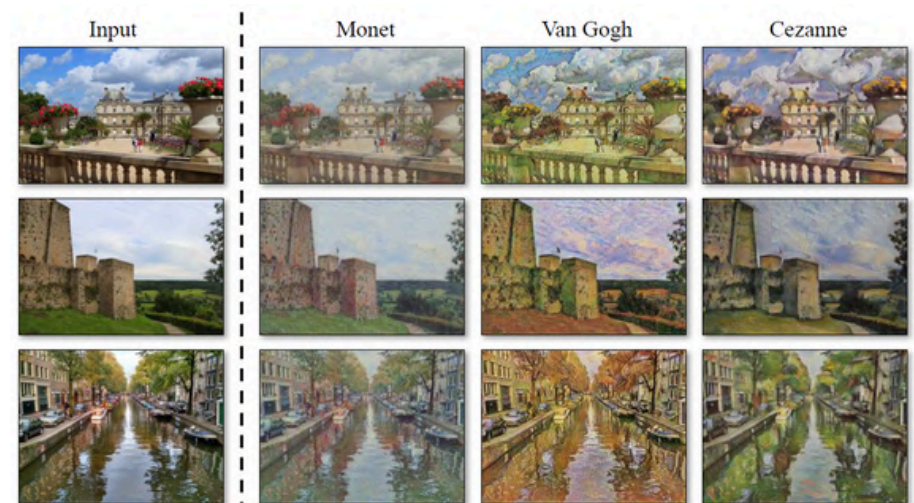
**Figura 13:** Diagrama de funcionamento de uma GAN.

Fonte: Spindox, 2018.

## 2.8 TIPOS DE GANs

O avanço no desenvolvimento das GANs resultou em uma grande variedade de versões, melhorando cada vez mais os resultados. Dentre as versões existem a ProGAN (*Progressive Growing of GANs*) e StyleGAN, ambas possuem como características principais o aumento da resolução de imagens, maior realismo e a possibilidade de alterar características específicas da imagem sem que outras sejam afetadas (*entanglement*) como adicionar estilos de artistas famosos a fotos (Fig. 14). Outras versões de GANs são: cGAN (*Conditional GANs*), CycleGAN, CANs (*Creative Adversarial Networks*) e AttnGAN (Zhu et al, 2017).

**Figura 14:** Exemplos de transferência de estilo artístico para fotos.



Fonte: Zhu et al, 2017.

Modelos como *Midjourney*, DALL-E e CLIP, que geram imagens a partir de descrições textuais são muito utilizadas e exploradas no campo do design arquitetônico. Essas técnicas de treinamento têm levado à avanços significativos na qualidade e no controle das imagens geradas, permitindo o surgimento de aplicações inovadoras na arquitetura e outras áreas de design.

Vale ressaltar que o uso de inteligência artificial em processos de arquitetura e design é algo muito novo, o que significa que a integração dessa tecnologia na concepção de projetos arquitetônicos tem sido muito experimental, porém as IAs demonstram uma forte capacidade de criar projetos de design expressivos, interativos e com possíveis aberturas. A liberdade de explorar e intervir nos dados de entrada, alterando o resultado da visão da máquina, passa pelo conceito de obra aberta. Segundo Eco (2010), essas são obras de arte onde o espectador é convidado a participar de maneira ativa, interferindo de modo criativo na produção artística.

## **2.9 CRIATIVIDADE E ARTE**

As diversas expressões artísticas criadas por máquinas vistas nos exemplos apresentados durante o trabalho, faz surgir uma antiga discussão sobre a capacidade das máquinas de serem criativas e de produzirem arte. Segundo Zwolak (2023), Ada Lovelace apresenta a criatividade como uma coisa exclusivamente humana e acreditava que as máquinas não são capazes de originar nada por conta própria, realizando apenas tarefas que fossem programadas para fazer. A máquina poderia até compor músicas complexas, desde que as relações fundamentais dos sons pudessem ser expressas matematicamente. Isso dá às máquinas uma visão de instrumento ou ferramenta para auxiliar humanos a realizarem tarefas mais complexas e a disponibilizarem o conhecimento existente de novas formas, mas não como criadoras de novos conhecimentos ou conceitos (Leach, 2022a).

Alan Turing acreditava que em algum momento, as máquinas poderiam fazer tudo o que um ser humano pode fazer. Turing foi responsável por prever que as máquinas poderiam aprender e apesar de não dizer se as máquinas são criativas ou não, Turing ressalta que as máquinas frequentemente produzem resultados que nos surpreendem (*Ibid*).

Richard e Daniel Susskind (2016) afirmam que apesar das limitações, as produções feitas por máquinas são capazes de gerar resultados novos, para além do que seus criadores hu-



manos originalmente as criaram.

A produção ligada ao uso de ferramentas digitais está acompanhada de experimentos, que por muitas vezes podem gerar erros ou *glitches*. Segundo Marrika Trotter (2019) o *glitch* é descrito como um aspecto encantador na arquitetura, porque introduz um elemento de surpresa e inovação ao design. Em vez de ser visto como algo a ser evitado, o *glitch* é apresentado como uma oportunidade para novas possibilidades e pode ser encarado como um elemento criativo produzido por máquinas. É possível interpretar que imagens geradas pelo *DeepDream* que produz resultados que remetem a alucinações, são um exemplo de arte a partir da falha.

Outra característica de criatividade por parte das máquinas que produzem variações a partir da concepção do inesperado pode ser observada no projeto NPoche (Fig. 15) de Daniel Koehler (2019). Este explora a capacidade combinatória de elementos discretos em um modelo programado para realizar um número específico de combinações pela máquina, mas devido à complexidade de seus elementos discretos, há a criação de espaços não programados que podem ser encarados como *glitches*, falhas que são absorvidas pelo conjunto do modelo criado e são responsáveis por aumentar a diversidade no modelo arquitetônico gerado.

A visão comum é que as máquinas não podem ser verdadeiramente criativas, trazendo à discussão o argumento de Lovelace de que as máquinas apenas executam o que são programadas para fazer (Mitchell, 2019). Portanto, apesar das

IAs poderem gerar novos resultados, ainda existem dúvidas sobre a sua capacidade de originalidade, dada sua falta de consciência. Porém, como foi apresentado no exemplo de Trotter (2019), o debate sobre se as máquinas podem ser verdadeiramente criativas depende de como entendemos a criatividade.

**Figura 15:** Exemplo de modelo gerado no projeto NPoche.



**Fonte:** Koehler, 2019.

### 3. IA E MODELOS 3D

Apesar dos avanços com as técnicas de treinamento e o rápido desenvolvimento de inteligências artificiais capazes de gerar imagens cada vez mais realistas, um grande desafio que poderia ser um avanço significativo para o campo da arquitetura e urbanismo seria a possibilidade de utilizar GANs para gerar elementos 3D. Porém, esse é um desafio com diversos problemas a serem enfrentados, como a necessidade de uma alta potência computacional para operar GANs com elementos 3D. Ainda não existem ferramentas de IA disponíveis comercialmente para lidar com a complexidade de trabalhar com redes neurais em 3D. Além disso, métodos muito utilizados no treinamento de máquina como o *backpropagation* não funcionam bem com o *Deep Learning* em 3D (Leach, 2022a).

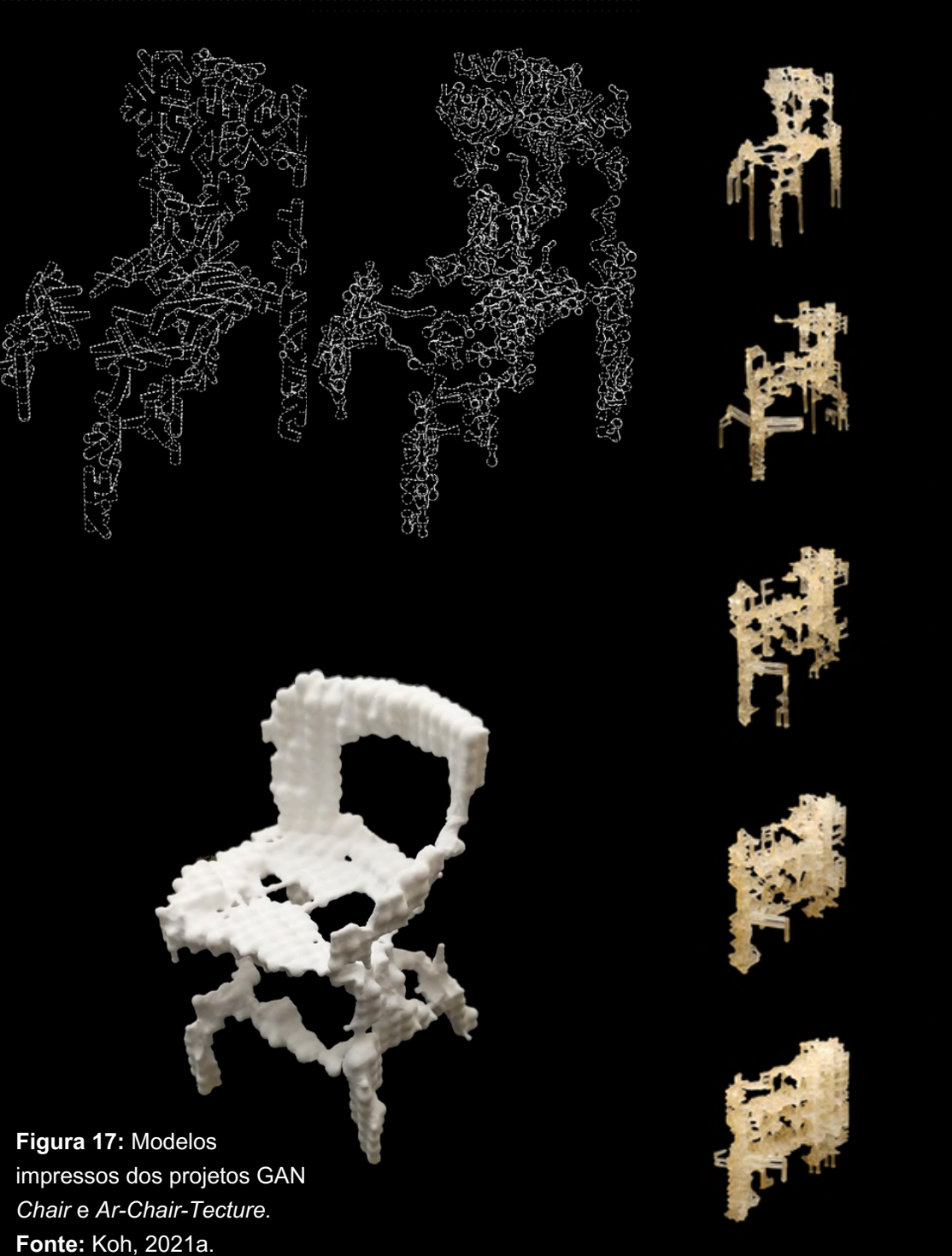
Existem diversas técnicas para descrever formas 3D que poderiam ser utilizadas para “alimentar” redes neurais, como Nuvem de Pontos, *Meshes* e *Voxels*. O uso de elementos *voxelizados* pode gerar modelos extremamente grandes, sendo necessário muito poder computacional para processá-los. Porém, uma rede neural pode produzir uma compreensão sintetizada das formas *voxelizadas*, tornando possível gerar novos modelos compostos de elementos discretos (*voxel*) (Fig. 16).

Figura 16: GAN-Chair - cadeira composta por elementos discretos.



Fonte: Koh, 2020.

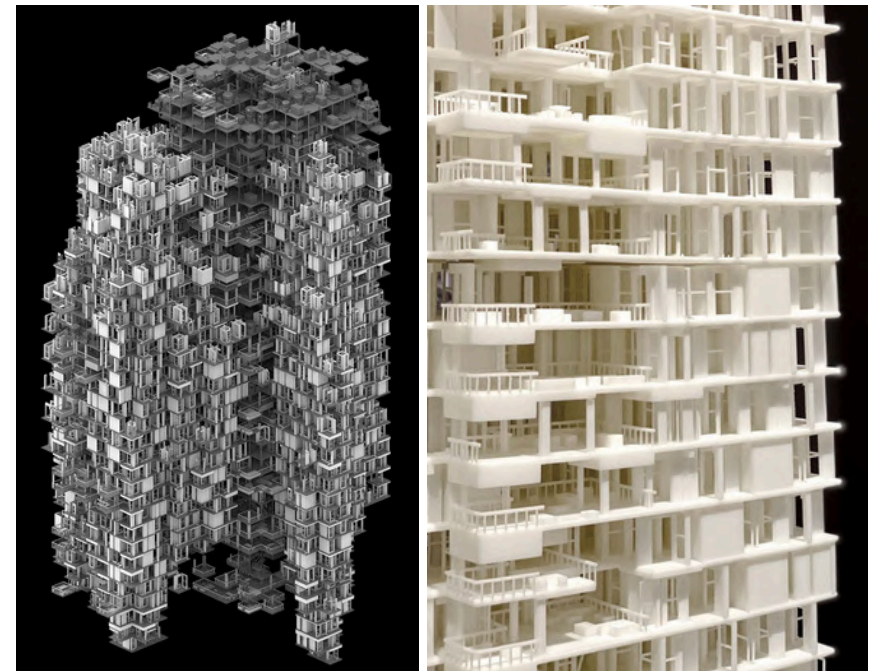
No caso do projeto 3D GAN *Ar-Chair-Tecture* (Fig. 17) de Immanuel Koh, exibido na NeurIPS 2020: *Machine Learning for Creativity and Design*, que utilizou GANs treinadas com inúmeros modelos 3D de cadeiras e edifícios para criar modelos de cadeira 3D *voxelizados*, a partir do *sampling* dos modelos 3D que posteriormente foram impressas (Koh, 2021).



**Figura 17:** Modelos impressos dos projetos GAN *Chair* e *Ar-Chair-Tecture*.  
**Fonte:** Koh, 2021a.

Em 2021, Koh realizou o projeto 3D GAN *Housing* para o Pavilhão Virtual Italiano da 17ª Bienal de Arquitetura de Veneza (Fig. 18). O projeto utilizou redes neurais treinadas em uma enorme quantidade de modelos 3D de edifícios para criar ambientes externos e internos de um prédio residencial. As configurações foram misturadas e interrelacionadas em uma forma de “*sampling*” para criar espaços pela 3D GAN (Koh, 2021). O projeto mostra que apesar da modelagem em 3D utilizando GANs ainda ser uma área desafiadora e que precisa ser resolvida, já existem avanços promissores na síntese de modelos 3D com uso de inteligência artificial.

**Figura 18:** 3D GAN Housing, Modelo 3D e protótipo físico.



**Fonte:** Koh, 2021b.

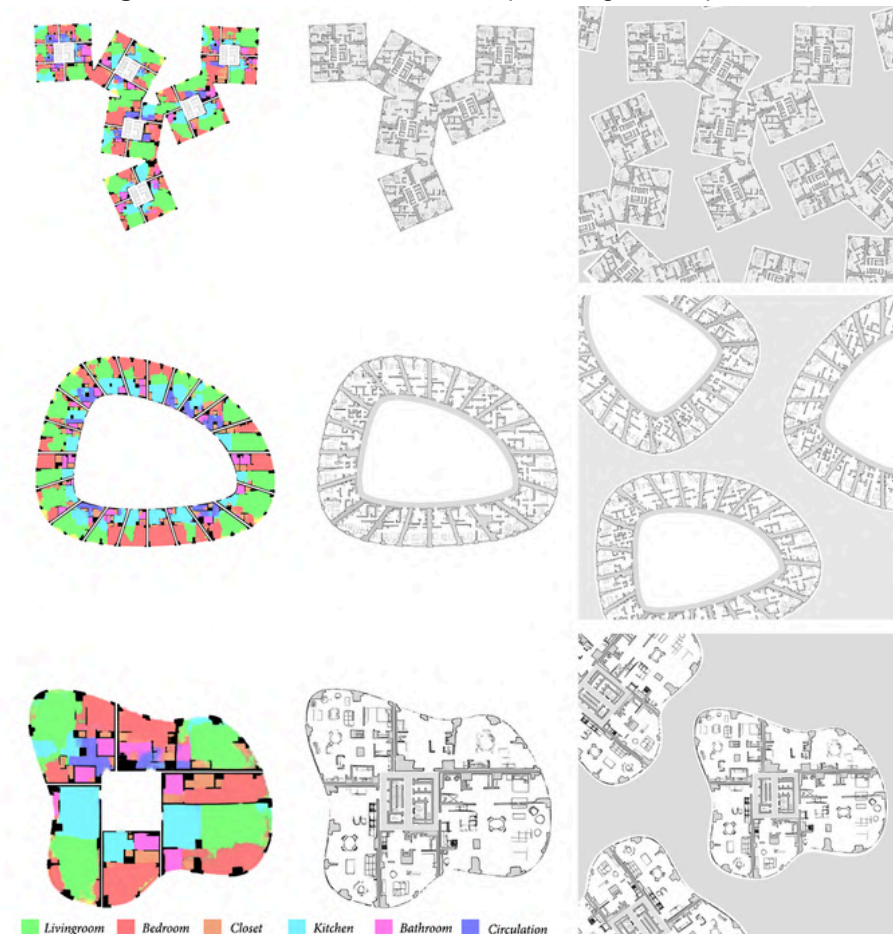
Como visto no exemplo anterior, operar GANs em 3D pode ser um grande desafio e apesar da produção da arquitetura no ambiente contemporâneo ser focada em modelos de informação 3D, isso não significa que exista uma grande diferença no uso de GANs para gerar formas arquitetônicas como em um sistema de “*form finding*”. É importante lembrar que desenhos arquitetônicos são representações 2D como plantas, seções, elevações, axonometrias e perspectivas, tornando a capacidade das GANs de gerar imagens algo muito significativo para o design e formas de representação arquitetônica.

O aumento na disponibilidade de ferramentas baseadas em IA, mais baratas e acessíveis, está posicionando aos poucos a inteligência artificial como uma peça valiosa para compor o campo da arquitetura e urbanismo. Além disso, a versatilidade no uso de IAs permite o desenvolvimento de ferramentas próprias, como nos exemplos a seguir.

O arquiteto Stanislas Chaillou (2022) desenvolveu sua própria ferramenta baseada em GANs para projetar plantas de edifícios com layouts de móveis. Chamada de ArchiGAN, as plantas são geradas a partir da definição do contorno do edifício, que em seguida recebe paredes, janelas e portas com base no banco de dados. O *layout* é criado de acordo com as modificações feitas pelo projetista (Fig. 19). A ferramenta de geração de plantas 2D é promissora, apesar de apresentar limitações, como a dificuldade de manter o alinhamento das paredes entre os andares, baixa resolução das imagens e o fato de serem

apenas pixels sendo manipulados limita a interação com softwares de arquitetura. No geral, o projeto ArchiGAN de Chaillou mostra o potencial no uso de GANs para automatização no processo de concepção e planejamento arquitetônico e apesar de suas limitações a ferramenta mostrou avanços promissores.

Figura 19: ArchiGAN, modelos de plantas geradas por IA.

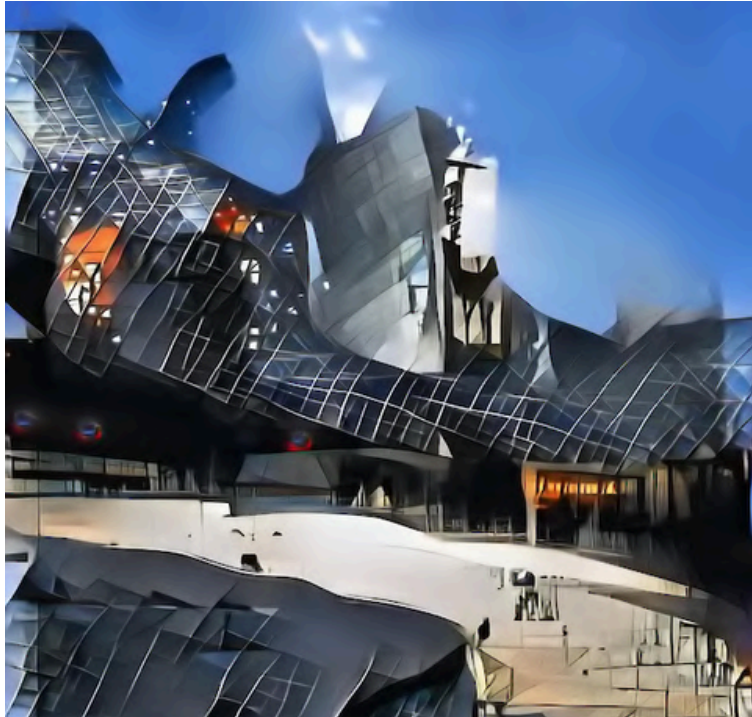


Fonte: Chaillou, 2022.

## 3.1 DEEP HIMMELBLAU

Nesse contexto da geração de imagens, o escritório de arquitetura *Coop Himmelb(l)au* criou sua própria rede neural baseada no acervo do escritório, o *DeepHimmelblau*, um programa que cria imagens captando a estética dos trabalhos do escritório (Fig. 20). O objetivo do escritório era explorar como as redes neurais podem ensinar máquinas a serem criativas, interpretar e propor novos designs, aumentando a criatividade no design.

**Figura 20:** Visão de máquina gerada pelo Deep Himmelblau.



**Fonte:** Coop Himmelb(l)au, 2020.

A rede neural atua de forma aberta, podendo cada pessoa alterar os parâmetros relativos a diversas áreas. Esse processo se assemelha ao conceito de “processo aberto”, um método onde diferentes tipos de pessoas, ferramentas ou processos podem ser combinados de forma não determinista, como uma forma aberta e sem fim (Eco, 2010). O *DeepHimmelblau* se difere de processos paramétricos lineares, onde uma programação com determinados parâmetros está diretamente ligada ao resultado, apenas causa e efeito. O escritório passou a explorar uma nova dimensão de trabalho, onde as formas de diálogo com a máquina fazem emergir novos métodos de interpretar o trabalho do escritório, retornando a leitura dos clássicos desenhos dos arquitetos (dPrix et al, 2022).

Os processos generativos do *DeepHimmelblau* demonstram o caráter interativo das inteligências artificiais, visto que essas trabalham em meio a condições de diálogo entre homem e máquina. Segundo Couchot (2003), a interatividade se baseia numa condição de diálogo, criando obras interativas e exploratórias. Além disso, existe um vínculo entre o uso de materiais físicos, além da própria interação humana com o meio virtual, resultando em um processo de entrelaçamento (Arns, 2003).

O projeto também revela as vantagens de um processo aberto, não determinístico e complexo, combinando dados de diferentes pessoas, ferramentas e fontes, fazendo surgir um novo método de trabalho.

## 3.2 HIBRIDISMO ARQUITETÔNICO

Dentro do universo de possibilidades para gerar imagens destaca-se alguns processos que se assemelham com conceitos apresentados na disciplina de pós-graduação Ecologias de Projeto, ofertada pelo Prof. Dr. Bruno Massara Rocha, como a mescla de imagens realizadas pela inteligência artificial em uma espécie de *sampling*. Segundo Molson (1996), é possível se apropriar de elementos pré-existentes para criar soluções, como no caso do uso do mecanismo *blend* no *Midjourney*, que permite combinar imagens e gerar novas versões como *output* (Fig. 21).

**Figura 21:** *Blend* de imagens utilizando *Midjourney*.



**Fonte:** Vermillion, 2024.

Outro exemplo de apropriação seria a remixagem, como utilizar um projeto pré-existente e dar novos estilos com o uso de IA (Fig. 22).

**Figura 22:** Reinterpretação de projeto realizado para disciplina de PA5.



**Fonte:** O autor, modificado pelo Vizcom, 2023.

A interpretação dessas imagens realizadas pelas máquinas com base em *prompts (text to image)*, pode ser encarada como uma forma de improviso, visto que apesar de existirem *prompts* de entrada para gerar as imagens, ainda existem certas decisões tomadas pela máquina que não foram especificadas no texto. De acordo com Morin (2005), o “princípio da incerteza” é uma característica intrínseca à complexidade. No caso da inteligência artificial, a incerteza pode surgir de várias formas, como no caso das decisões tomadas pelas próprias máquinas, principalmente aquelas baseadas em *Deep Learning*.

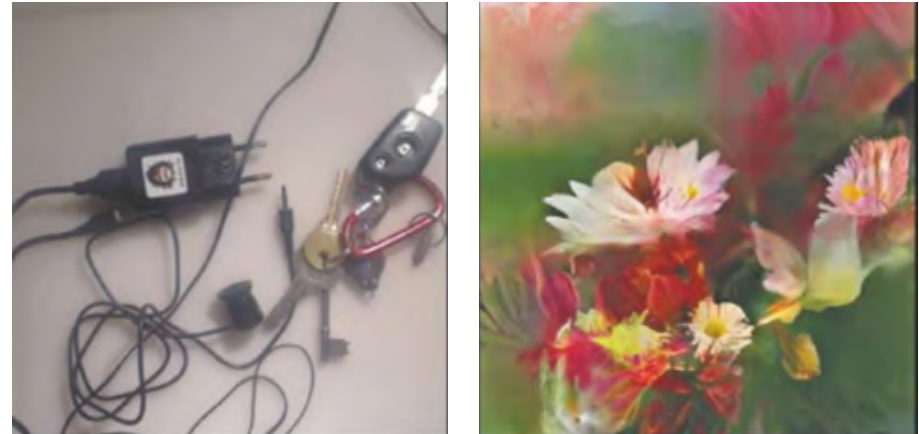
### **3.3 A VISÃO DAS MÁQUINAS**

Seria possível uma IA entender como arquitetos pensam? Segundo Leach (2017), o processo em que uma IA gera imagens pode ser chamado de alucinações, pois a máquina passa a alucinar imagens e esse processo não é muito diferente de como nós vemos as coisas. Isso ocorre, segundo Seth (2018), porque o cérebro faz previsões com base em expectativas perceptuais e isso molda como nós vemos o mundo.

O artista Memo Akten explorou como redes neurais interpretam aquilo a que lhe são mostrados e apresentou os resultados em sua obra *Gloomy Sunday*, de 2017 (Fig. 23). Segundo o autor, uma rede neural interpreta os objetos através de uma lente ba-

seada em seu dataset de treinamento, como no caso de uma rede neural treinada em flores, que por consequência interpretará flores em tudo que lhe for apresentado.

**Figura 23:** Visão de máquina acordo com seu dataset, *Gloomy Sunday*.



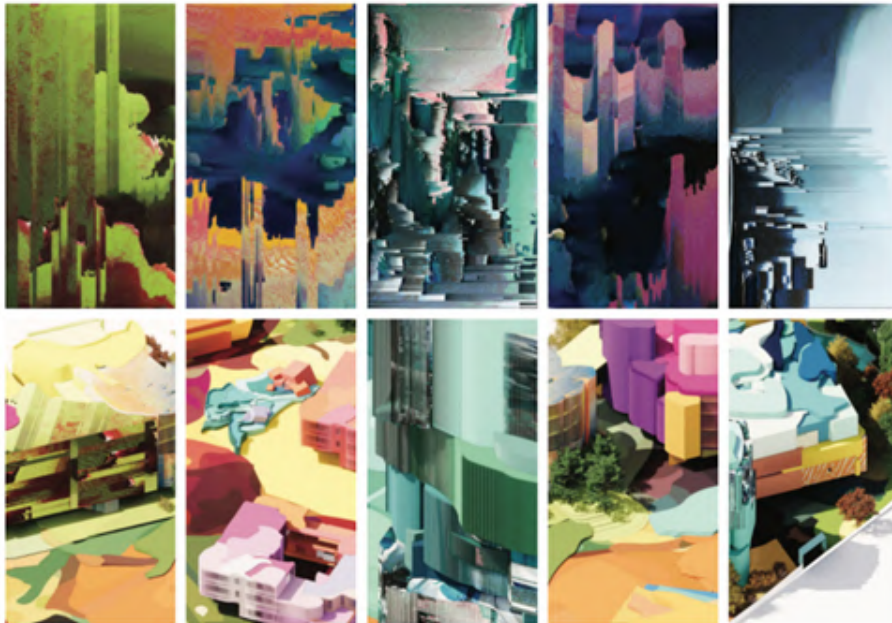
**Fonte:** Akten, 2017.

Segundo Akten (2017), a nossa percepção não é um espelho do mundo real mas sim uma reconstrução baseada em nossas expectativas e experiências passadas. Podemos dizer que nossa percepção é como uma “alucinação controlada” e do outro lado temos a “alucinação das máquinas”. Contudo, é possível levantar paralelos entre as diversas formas de aprendizagem de uma inteligência artificial aos processos de aprendizado de arquitetos, onde o repertório arquitetônico ou, em sua descrição epistemológica, o conjunto aberto de referências, métodos, técnicas e paradigmas que é construído na prática projetual (Oliveira, 2015). Isso pode ser interpretado como o dataset de onde vêm as inspirações projetuais.

Outro projeto que explora as características da IA com a prática

arquitetônica é o *Peaches & Plums* (Fig. 24). Nesse projeto foi feito o uso de duas redes neurais diferentes, uma responsável por gerar imagens a partir de textos referentes ao desejo dos projetistas e a segunda responsável por traduzir as imagens em elementos arquitetônicos em 3D, como em um fluxo de ideias abstratas para materialidades (Campo; Manninger, 2022).

**Figura 24:** *Peaches & Plums*.

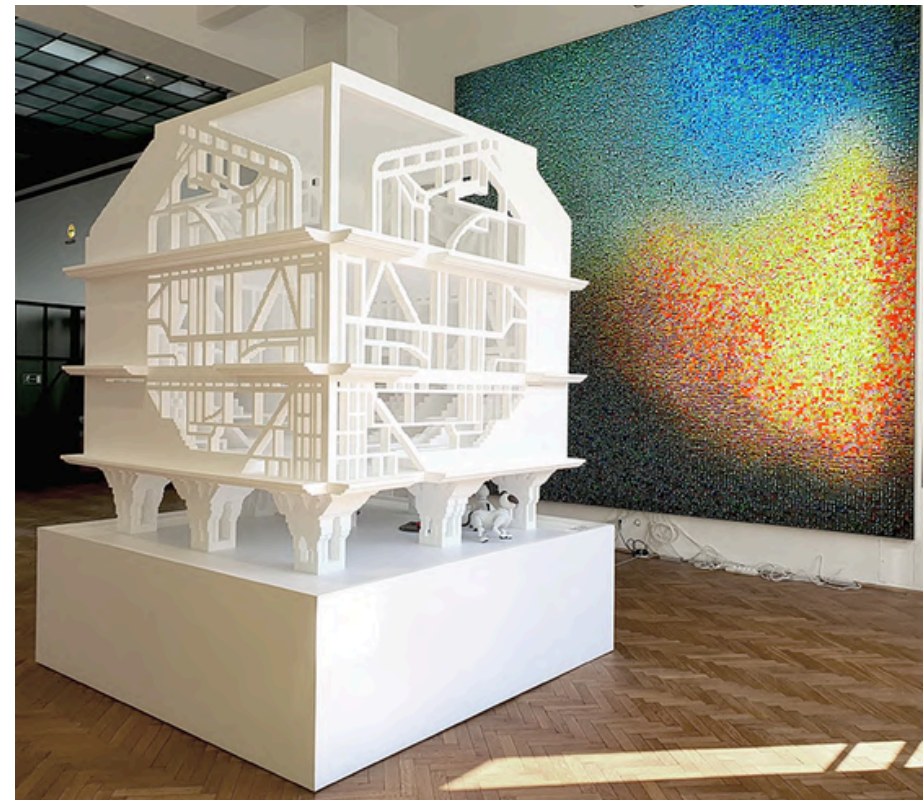


**Fonte:** SPAN, 2022.

Um projeto que transformou imagens geradas por IA em objetos arquitetônicos foi a instalação *The Doghouse*, criada pelo grupo SPAN (Campo; Manninger, 2023). O projeto explora a interseção entre arquitetura e tecnologias avançadas, utilizando a metodologia chamada “*Pixel Projection*” para trans-

formar imagens 2D em um modelo 3D (Fig. 25).

**Figura 25:** *The Doghouse*.



**Fonte:** SPAN, 2023.

O uso de inteligência artificial no projeto permitiu um fluxo de projeto onde as máquinas foram responsáveis por analisar, interpretar informações e gerar novas formas de expressões criativas. A imagem gerada pelo *Midjourney* (Fig. 26) foi processada para extrair características relevantes, como bordas, cantos e texturas. Depois disso, cada pixel da imagem 2D foi projetado em uma grade de voxels 3D, convertendo a



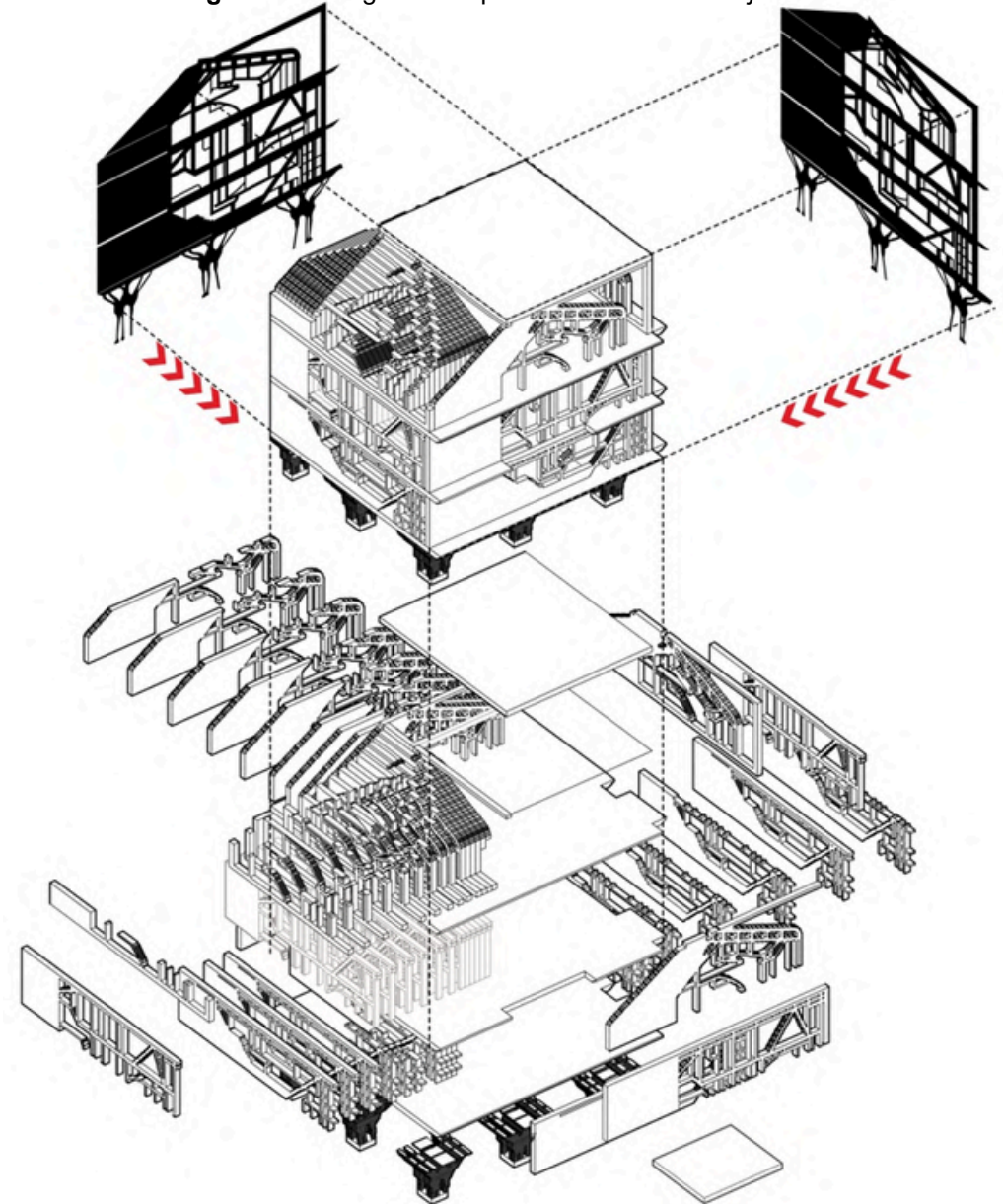
imagem em um modelo 3D detalhado. As diversas partes do modelo 3D foram cortadas numa fresadora CNC e posteriormente montadas para a exposição (Fig. 27).

**Figura 26:** Imagens geradas em forma de corte.



**Fonte:** SPAN, 2023.

**Figura 27:** Diagrama de processos do *Pixel Projection*.



**Fonte:** SPAN, 2023.

## 3.4 ALUCINAÇÃO DAS MÁQUINAS

Foram apresentadas durante o texto diversas visões, projetos e exemplos que utilizam de inteligência artificial de diversas formas em seus processos. Pode-se concluir, portanto, que esse é um campo muito amplo que por muitas vezes tem no centro do debate a capacidade das máquinas de se equiparar a humanos em tarefas cognitivas. Deixando de lado as visões futuristas da ficção que apresentam as máquinas como total substitutas do trabalho braçal, na realidade as máquinas no setor industrial foram responsáveis por substituir grande parte do trabalho realizado, mas ainda se faz necessário a participação de mão de obra humana em parte da produção. Por outro lado, a IA se apresenta com maior capacidade de realizar tarefas cognitivas e trabalhos do “colarinho branco” (Ford, 2016).

IAs como o ChatGPT ou *Llama* fortalecem a capacidade cognitiva de máquinas que são capazes de realizar tarefas como resolver diversos problemas matemáticos, programar em diversas linguagens e relacionar autores. Mesmo que não possuam consciência, o atual estado das IAs demonstram o papel transformador que essas tecnologias vão desempenhar no futuro dos trabalhos. A semelhança nos processos envolvendo a mente humana e as máquinas, reforçadas por processos como as alucinações das máquinas (as imagens geradas por inteligência artificial) e a percepção preditiva (a

percepção condicionada por experiências anteriores), demonstram que a IA que ocupa hoje o ambiente virtual está condicionada a avançar ainda mais, tecendo paralelos entre a mente humana mesmo que estas não sejam compreendidas como entidades criativas ou conscientes.

Em paralelo, a percepção de uma máquina treinada em uma infinidade de dados relacionados à arquitetura pode acabar por criar uma “arquiteturalização” da percepção (Leach, 2022a), resultando em experimentos como os de Fernando Salcedo (2020), estudante de arquitetura que treinou uma rede neural com séries de imagens de arquitetura modernista e com projetos do escritório Zaha Hadid Architects (ZHA). A rede neural começou a ver formas arquitetônicas em tudo, desde roupas a objetos do cotidiano, mostrando uma visão distorcida do mundo, parecido com o projeto *Gloomy Sunday* mostrado anteriormente (Fig. 28).

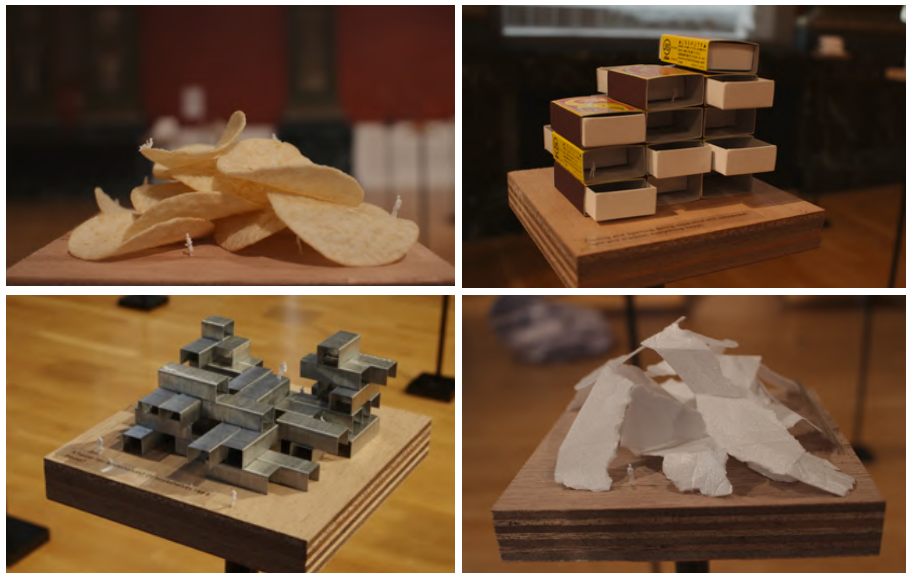
**Figura 28:** Percepção de máquina treinada em modelos arquitetônicos.



Fonte: Salcedo, 2020.

Segundo Leach (2022b), o experimento pode mostrar como arquitetos tendem a reinterpretar o mundo em termos arquitetônicos, inspirando-se em diversos objetos não arquitetônicos, como animais e formações geológicas. Assim como Jorn Utzon inspirou-se nas velas de iates para criar as abóbadas da Ópera de Sydney ou como Sou Fujimoto utilizou a percepção de escala em objetos menores para criar espaços arquitetônicos, inserindo figuras humanas a um conjunto de objetos em sua exposição na *Japan House* em São Paulo (Fig. 29).

**Figura 29:** Percepção de escala em objetos para criar espaços.



**Fonte:** Design Indaba, 2015

O paralelo entre a prática arquitetônica e a capacidade de transformar o espaço numa espécie de alucinação que envolve a percepção de escala, forma e estética também reforça a ca-

pacidade de criar arquitetura de forma genuína pelas máquinas. Por outro lado, apesar das infinitas oportunidades criadas pelo campo, é importante ressaltar os perigos do aumento da capacidade de automação do trabalho “criativo” e “intelectual”, podendo levar à criação de uma indústria de construção civil voltada apenas à eficiência financeira, que utiliza a mão de obra das máquinas para replicar edifícios focando apenas no lucro e não na qualidade de vida das pessoas.

## 4. PROCESSOS ESPECULATIVOS

Considerando o papel renovador da aplicação das inteligências artificiais na arquitetura e em diversos outros campos de estudo, é importante visualizar essa tecnologia de maneira crítica e não de maneira isolada, pois seu potencial renovador afeta uma teia complexa nas diversas camadas que compõe a produção arquitetônica. Em vista disso, esse projeto de graduação visa explorar de forma especulativa e crítica os possíveis caminhos que o uso das IAs na arquitetura pode tomar.

É importante reforçar a importância dos processos especulativos para criar pensamentos críticos e radicais sobre diversos temas. Destaca-se o papel da filosofia especulativa, muitas vezes vista como uma maneira de expandir os limites do pensamento humano, nos desafiando a considerar possibilidades que não são imediatamente aparentes. No entanto, ela também pode ser criticada por ser abstrata ou desconectada de realidades práticas (Meillassoux, 2010). Apesar disso, o papel especulativo nos convida a uma exploração mais ousada e imaginativa de questões fundamentais, nos permitindo criar e questionar o futuro.

No campo da filosofia, vale ressaltar o papel Friedrich Hegel, responsável pelo desenvolvimento da dialética, uma metodologia que envolve a tese, antítese e síntese como um processo de desenvolvimento de ideias e da realidade (Marcuse, 1999).

Karl Marx foi responsável por adaptar essa ideia, transformando-a em uma dialética materialista, que enfatiza as relações materiais e econômicas em vez em vez algo puramente ideal (*Ibid*, 1999).

Francis Bacon retrata uma utopia em sua obra Nova Atlântida, de 1627, onde descreve uma sociedade ideal baseada no conhecimento científico e na racionalidade, localizada em uma ilha chamada Bensalem. Ele especula sobre o papel da ciência e da tecnologia na criação de uma sociedade perfeita. Por outro lado, a obra 1984 de George Orwell, explora uma distopia totalitária onde o governo controla a verdade e a liberdade individual é suprimida. A obra é uma crítica poderosa ao autoritarismo e à manipulação política.

A série de jogos Bioshock, desenvolvida pela Irrational Games, explora uma cidade submersa chamada Rapture, que começou como uma utopia objetivista, mas rapidamente se transforma em uma distopia após o colapso social causado pelo uso excessivo de modificações genéticas e pelo conflito dos cidadãos convidados a habitar a cidade e aqueles que a habitam por terem participado de sua construção.

Em uma de suas sequências, Bioshock Infinite (2013), o jogo explora a cidade flutuante de Columbia, que à primeira vista parece um paraíso utópico, mas logo revela uma sociedade hierárquica e racista com profundas desigualdades. Além disso, a série de jogos retrata o uso da propaganda para controlar a percepção pública e manter o status quo. (Fig. 30)



**Figura 30:**  
*Columbia*  
(acima) e  
*Rapture*  
(abaixo).  
**Fonte:** 2K  
GAMES, 2016.

Para além do utópico e distópico, autores como Ailton Krenak apresentam reflexões sobre a relação do ser humano com a natureza e os desafios enfrentados pela sociedade contemporânea. Em seu livro *Ideias para Adiar o Fim do Mun-*

do (2020), Krenak reforça como a crença no progresso contínuo e ilimitado está levando a humanidade a uma situação insustentável.

“Estamos enfeitiçados pela ideia de que o progresso contínuo nos levará a um futuro melhor, mas parece que o que vemos pela frente é um grande abismo. [...] A necessidade de adiar o fim do mundo está, justamente, em repensarmos essa ideia de progresso.” (Krenak, 2020)

Krenak reforça o papel da reflexão e da ação, nos fazendo considerar alternativas que possam garantir um futuro mais sustentável para as próximas gerações, ressaltando a importância de uma consciência coletiva para realizar mudanças profundas em nossos hábitos e mentalidades. Além disso, Krenak enfatiza a importância do sonho como uma forma de resistir à realidade opressiva e de encontrar novas maneiras de viver. Ele acredita que os sonhos podem servir como fonte de inspiração e criatividade, permitindo que as pessoas imaginem e trabalhem por um futuro melhor. Sonhar, segundo ele, é uma forma de adiar o fim do mundo, pois nos conecta com possibilidades além do presente (Krenak, 2020).

As obras citadas reforçam o papel importante do debate crítico levantado por obras especulativas ou que buscam uma nova forma de garantir um futuro sustentável, seja por ideias diretas ou críticas ao caminho tomado pelo desenvolvimento econômico e tecnológico.

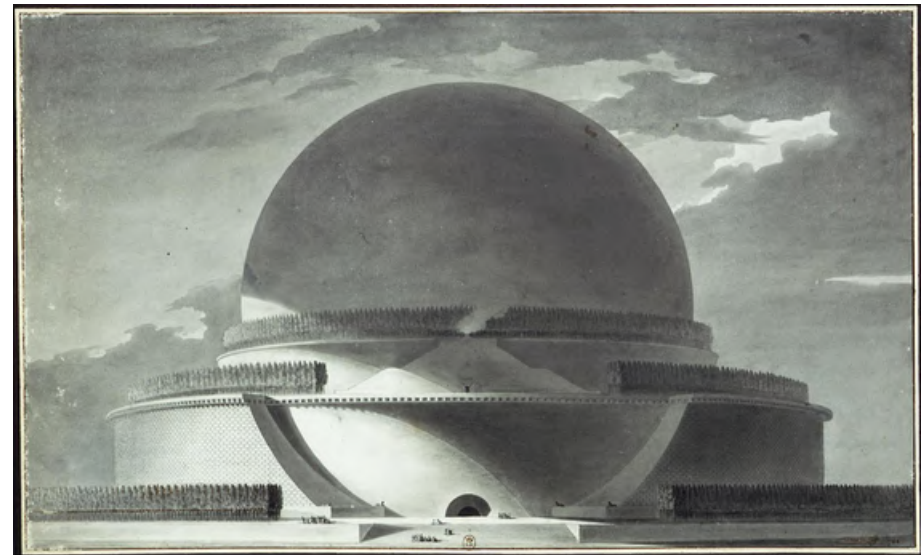
O design especulativo proposto por Anthony Dunne e Fiona Raby (2013) ressalta a capacidade do design de ir além de resolver problemas práticos e servir também como uma plataforma para questionar e explorar possibilidades futuras, estimulando o pensamento crítico sobre o presente e o futuro.

“A ideia de “proposta” é o coração desse tipo de design: propor, sugerir e oferecer algo. É nisso que o design é bom. É aqui que acreditamos que o design especulativo pode florescer, provocando um prazer complicado, enriquecendo nossas vidas mentais, e abrindo nossas mentes de maneira que complementem outras mídias e assuntos. É sobre significado e cultura, sobre adicionar ao que a vida poderia ser, desafiar o que ela é, e trazer alternativas sem as amarras que a realidade tem sobre o nosso “sonhar”. Por fim, isso é um catalizador para sonhar o social” (Dunne; Raby, 2013, trad. própria).

No campo da arquitetura, destacam-se algumas figuras, como o francês Étienne-Louis Boullée, do século XVIII, com suas propostas arquitetônicas grandiosas e muitas vezes utópicas, que buscavam capturar a essência de formas puras, como sua obra famosa “Mausoléu para Newton” (Fig. 31). O arquiteto norte-americano Buckminster Fuller tentava produzir soluções arquitetônicas inovadoras para futuros problemas da humanidade, desenvolvendo em 1950 o curso “Comprehensive Anticipatory Design Science” (Ciência Abrangente de Design

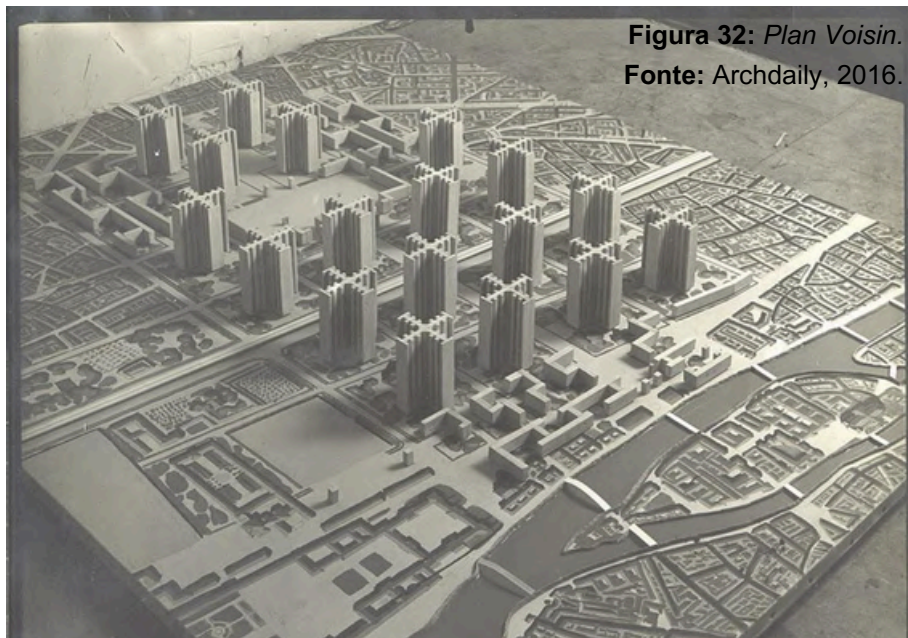
Antecipatório, trad. própria) (B.F. Institute, s.d.).

**Figura 31:** Mausoléu para Newton.

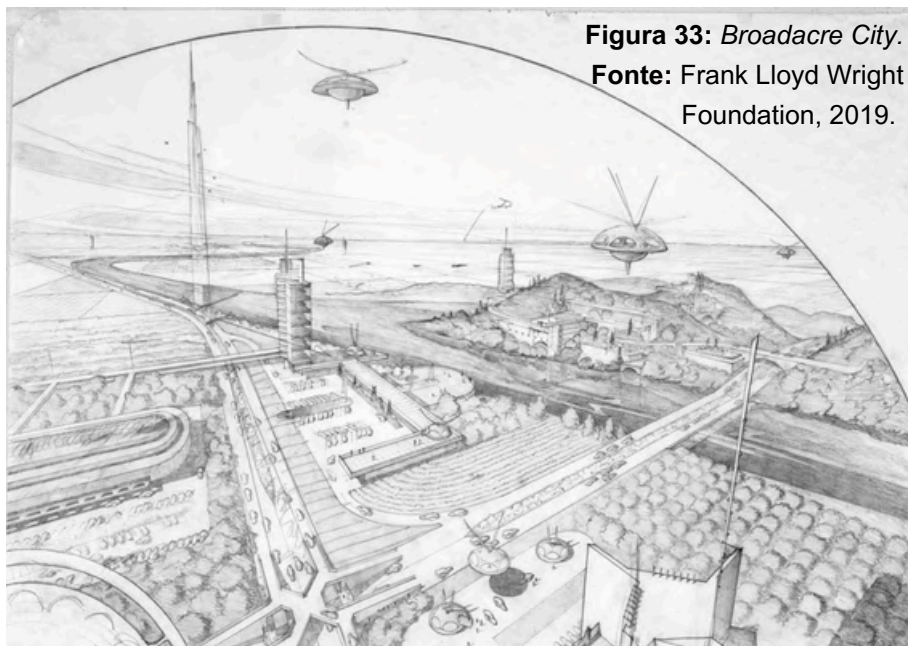


**Fonte:** Archdaily, 2016.

Le Corbusier realizou projetos urbanísticos baseado nos conceitos funcionalistas do modernismo, como o famoso *Plan Voisin* (1924) para Paris (Fig. 32). Frank Lloyd Wright, em seu projeto *Broadacre City* (1932-1959) mostra a visão de mundo do arquiteto, no qual os indivíduos teriam acesso à terra, autonomia e recursos, desafiando as tendências de urbanização predominantes de sua época (Fig. 33).



**Figura 32:** *Plan Voisin*.  
**Fonte:** Archdaily, 2016.



**Figura 33:** *Broadacre City*.  
**Fonte:** Frank Lloyd Wright Foundation, 2019.

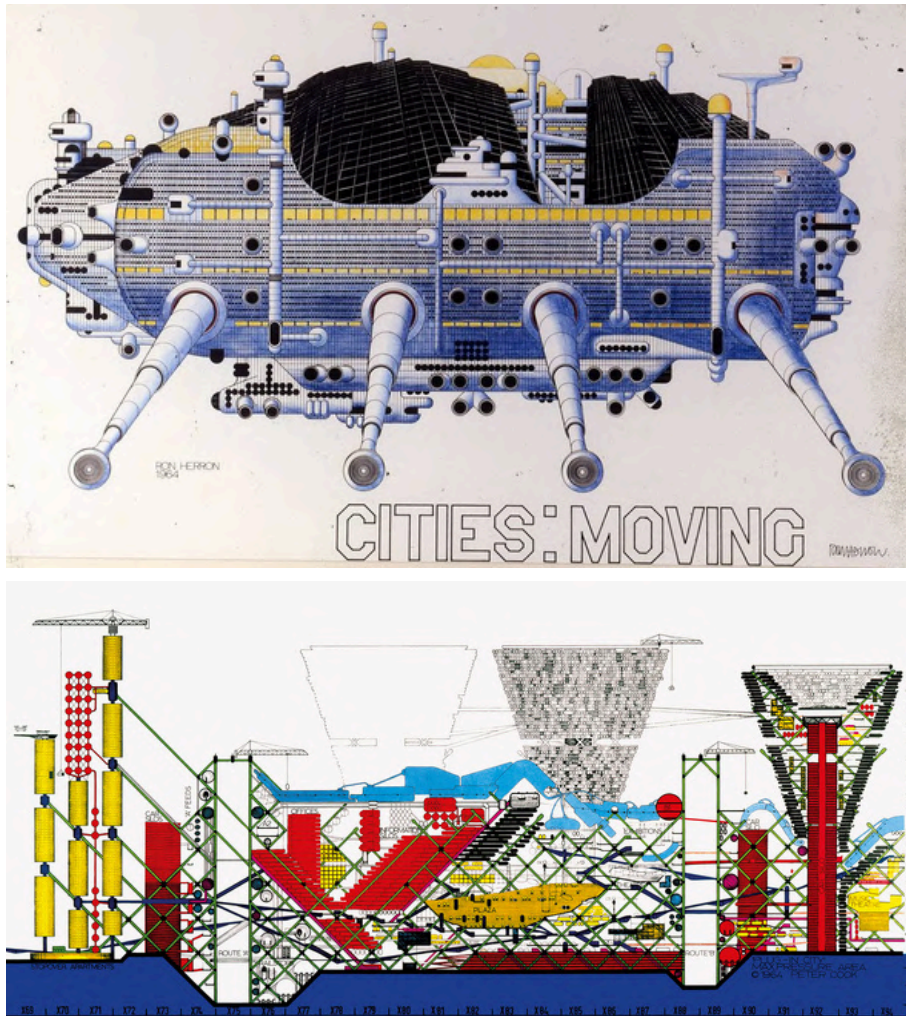
“Estradas gigantescas, elas próprias grande arquitetura, passam por estações de serviço público, que não são mais desagradáveis, e se expandem para incluir todos os tipos de serviço e conforto. Elas unem e separam [...] uma série de unidades diversificadas: as unidades agrícolas, as unidades fabris, os mercados de beira de estrada, as escolas jardim, as moradias [...], os locais de prazer e lazer. [...] Este todo compõe a grande cidade que vejo abrangendo todo este país – a cidade de Broadacre de amanhã” (Wright, 1932, trad. própria).

Foi no período de grandes avanços tecnológicos da Guerra Fria que surgiram grupos focados numa visão futurista, como o Archigram. O grupo explorava em suas obras a transformação dos métodos de representação e a influência de forma ilimitada da tecnologia sobre o desenvolvimento urbano. Combinando tecnologia, cultura pop e utopismo, o Archigram passou a influenciar significativamente o campo da arquitetura, principalmente nas formas de representação, afastando-se do funcionalismo do modernismo e abraçando o futurismo e a experimentação.

Foram propostas estruturas móveis e flexíveis, refletindo o desejo de criar ambientes adaptáveis que pudessem responder rapidamente às necessidades dos habitantes. O projeto *Walking City* (1964) apresenta cidades em formato de megaestruturas, capazes de se mover com pernas robóticas e o projeto *Plug-in City* (1964) apresenta uma proposta de cidade

modular e dinâmica onde as unidades habitacionais, de lazer e trabalho podiam ser “plugadas” e “desplugadas” de uma estrutura central, como componentes de um sistema eletrônico (Sadler, 2005) (Fig. 34).

**Figura 34:** Projeto *Walking City* e Projeto *Plug-in City*.



**Fonte:** Sadler, 2005.

Em 2024, os escritórios de arquitetura e urbanismo MVRDV, IMOSS e Feddes/Olthof desenvolveram um estudo chamado “WHAT-IF: NEDERLAND 2100” para explorar os cenários em que os Países Baixos podem enfrentar ao longo do século XXI. O estudo busca discutir questões cruciais sobre o futuro do país, como os problemas de habitação e qualidade de vida, viver em harmonia com a natureza e como proteger o patrimônio cultural e adaptar a economia a um cenário sustentável. Os três escritórios investigaram cenários hipotéticos extremos como o máximo aquecimento global previsto e o máximo crescimento populacional projetado. Esse cenário pressupõe uma mudança na abordagem de lidar com a água, onde a sociedade do país mudaria sua abordagem de luta contra o mar que avança sobre o território com o passar do tempo e passa a adaptar-se a ele.

Dentre as especulações e propostas do projeto estão a visão de um futuro que separa as chamadas “Cidades de Areia” e as “Cidades Alagadas”. As Cidades de Areia (*Sand City*) ficariam localizadas em regiões elevadas e mais secas, com densidade alta e absorvendo a maior parte do crescimento populacional e atividade econômica. O uso do solo seria focado em áreas residenciais, agricultura em fazendas verticais, espaços verdes nos telhados e áreas verdes para águas pluviais e produção de materiais bio-baseados (MVRDV, 2024) (Fig. 35).



**Figura 35:** Fazenda vertical de materiais bio-baseados.



**Fonte:** MVRDV, 2024.

As Cidades Alagadas (Water-logged city), ficariam localizadas nas regiões baixas, que não seriam protegidas da elevação do mar. Essa parte da cidade “antiga” onde ficam localizados os centros históricos, como na cidade de Amsterdã, precisariam ser protegidos por diques elevados. Além disso, os edifícios passariam a ter pisos térreos vazios e extensões nos telhados para compensar a parte de habitação que foi alagada, além de passarelas conectando os edifícios. O deslocamento se daria através de barcos e transporte aquático de pequena escala (Fig. 36).

O estudo destaca as possibilidades de um futuro com soluções radicais e inovadoras para se adaptar de maneira inteligente e

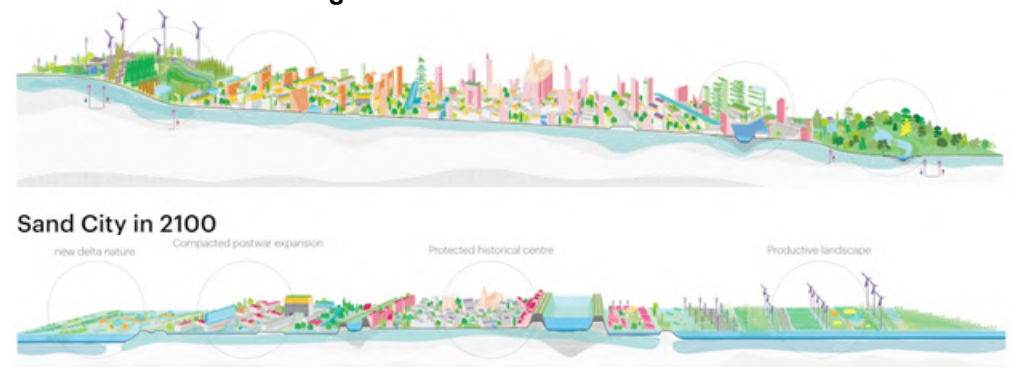
não predatória ao território natural. Além disso, demonstra possibilidades de adicionar construções sem precisar ocupar completamente as partes elevadas dos Países Baixos. A transformação radical do estudo também leva em consideração a recuperação do sistema hídrico natural, contribuindo para a sustentabilidade da região (Fig. 37).

**Figura 36:** Futura Amsterdã alagada.



**Fonte:** MVRDV, 2024.

**Figura 37:** Divisão da cidade.



**Water-logged City in 2100**

**Fonte:** MVRDV, 2024.

No ano 2000, crises como a Febre Suína e a Febre Aftosa levantaram questões sobre a alta produção e consumo da carne de porco. Nesse cenário, o escritório holandês MVRDV, realizou uma proposta especulativa chamada *Pig City*, que levava a uma mudança na criação de porcos nos Países Baixos. O projeto segue as diretrizes da União Europeia para a agricultura orgânica e leva em consideração o uso de dados coletados para a proposição final (Fig. 38).

**Figura 38:** Projeto *Pig City*.



**Fonte:** MVRDV, 2001.

O projeto recorreu a estudos que mostraram que, em 1999, havia 15,2 milhões de porcos e 15,5 milhões de pessoas no pa-

ís. Para uma criação de porcos orgânica, livre de resíduos químicos, com os porcos sendo alimentados 100% de grãos isentos de agrotóxicos, era necessário uma área de 1726 m<sup>2</sup> por porco, deixando apenas 774 m<sup>2</sup> por pessoa para outras atividades. Os dados levantados mostraram que 75% do território dos Países Baixos seria dedicado à criação de porcos, se levasse em consideração as áreas necessárias (MVRDV, 2001).

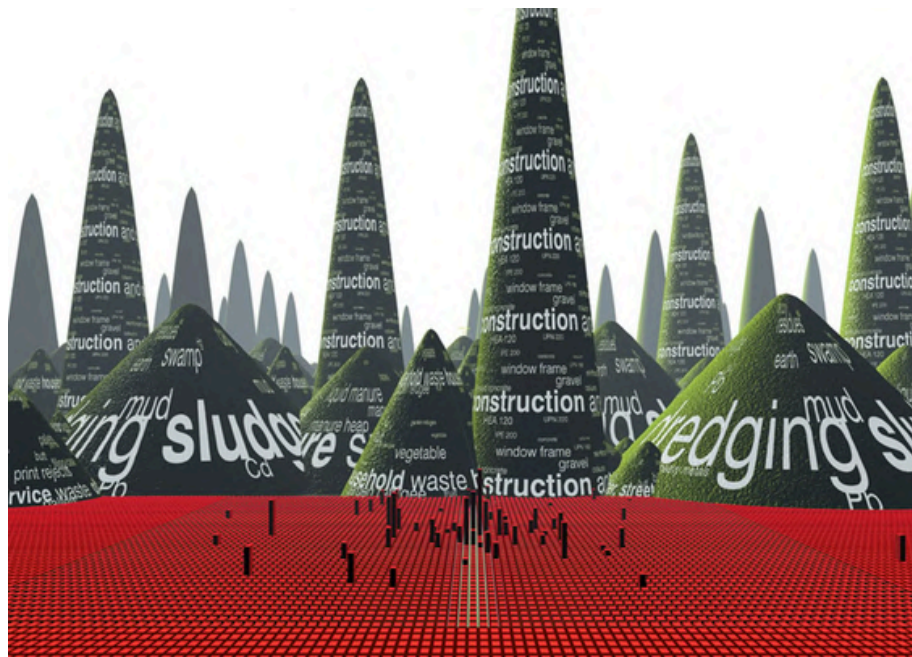
Para resolver o problema, o escritório propôs a concentração da produção de porcos em fazendas verticais seguindo práticas orgânicas, otimizando o uso do espaço e reduzindo o transporte, ao mesmo tempo em que oferece condições de vida humanitárias para os animais.

O projeto *Pig City* é uma proposta hipotética para solucionar problemas de economia e saúde com base em dados. Da mesma forma, no ano anterior, o escritório realizou o projeto chamado *MetaCity / DataTown* (1999), uma cidade com seu planejamento baseado apenas em dados estatísticos, priorizando a eficiência em detrimento da experiência humana. O projeto foi apresentado na cidade de Haia, em forma de vídeo em quatro telas.

O vídeo de apresentação do projeto mostra uma cidade que utiliza apenas dados como motor de projeto e de decisões, ignorando qualquer aspecto subjetivo. A cidade possui ocupação de forma uniforme, com potencial de crescimento infinito. É dividida em cinco setores: o primeiro é o setor de habitação, construído de maneira eficiente e otimizada para a-

brigar o número máximo de habitantes; o próximo é o setor de lixo, responsável por moldar a paisagem da cidade em pilhas de lixo que se parecem com montanhas que devem crescer verticalmente dentro do setor reservado para isso, formando cadeias enormes de montanhas (Fig. 39).

**Figura 39:** Montanhas formadas por dados classificados como lixo.

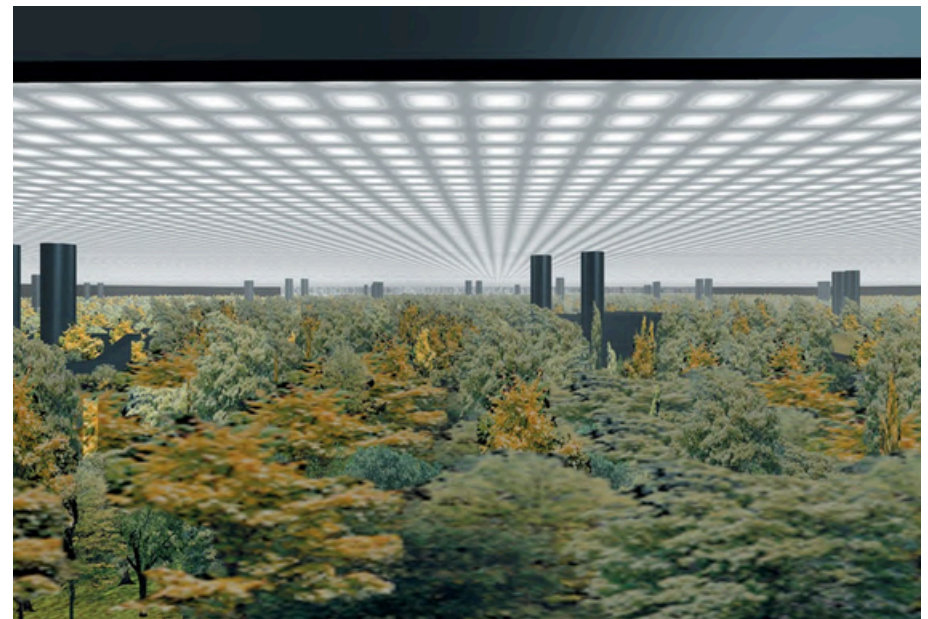


**Fonte:** MVRDV, 1999.

O próximo setor é de agricultura, cuja área foi baseada na quantidade de alimentos necessários para pessoas e animais segundo os dados levantados. O resultado foi a necessidade de cinco vezes a área total de *Datatown*, fazendo necessário a criação de fazendas verticais ou a substituição da fonte de alimentos.

Os outros setores são de Água e Oxigênio. Para o setor Água, o cálculo dos dados foi baseado na quantidade de água necessária para a produção e consumo. No caso do Oxigênio, foi calculada a quantidade total de CO2 produzida pela cidade e a quantidade consumida pelas árvores, levando à necessidade de construção de uma torre de 251 andares com árvores (Fig. 40).

**Figura 40:** Vegetação necessária para produzir um sistema sustentável



**Fonte:** MVRDV, 1999.

O projeto levanta críticas ao modelo de planejamento urbano da época, encorajando arquitetos e planejadores a reconsiderarem o papel dos dados e da tecnologia na formação das cidades. Apesar disso, o projeto serve como um modelo crítico para gerenciar os desafios da urbanização e demons-

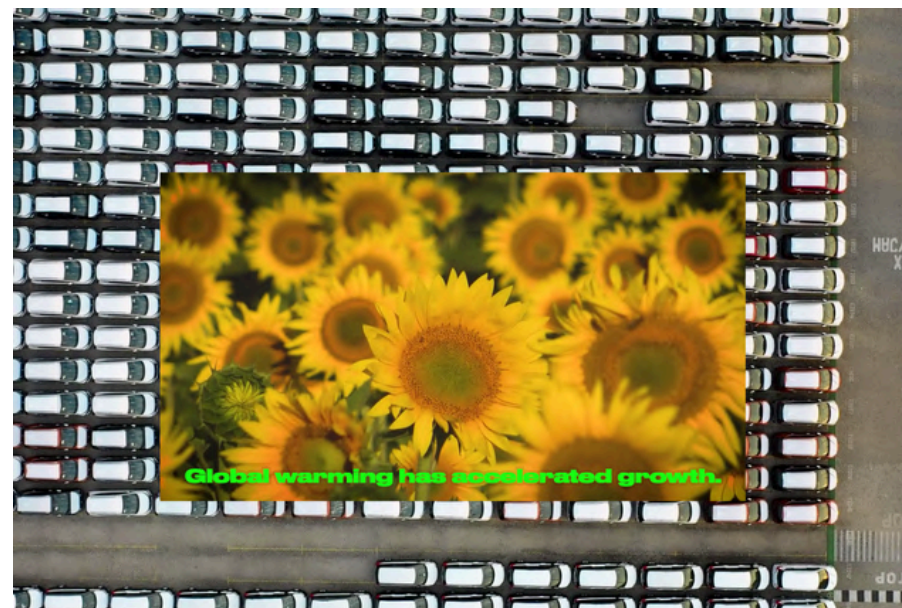
trando cenários radicais sobre como as cidades podem crescer de forma sustentável e eficiente (MVRDV, 1999).

Conclui-se que os projetos apresentados do escritório MVRDV apresentam visões provocativas de desenvolvimento urbano, utilizando cenários especulativos para desafiar as noções tradicionais de planejamento e design urbano.

O arquiteto e pesquisador Victor Sardenberg dirigiu em 2022 o curta “Vigiados por Economias Maravilhosas”, no qual explora um cenário especulativo de um planeta Terra sem habitantes humanos. A economia continua a funcionar perfeitamente, a produção é mantida por máquinas autônomas que se regulam para otimizar a produção. Por outro lado, o aquecimento global bate recordes e a vida continua (Sardenberg; Sardenberg; Vanni, 2022).

O curta destaca a necessidade de considerar as implicações da interferência humana e tecnológica no meio social, ambiental e econômico. Ao adotar uma abordagem especulativa, o projeto incentiva a reflexão sobre como as tecnologias emergentes podem moldar a sociedade e a economia, destacando de maneira crítica as oportunidades e riscos (Fig. 41).

**Figura 41:** Vigiados por Economias Maravilhosas



**Fonte:** Sardenberg; Sardenberg; Vanni, 2022.

O projeto *Zero Building* (Sardenberg, 2016) é uma proposta que utiliza o design especulativo para criar uma estética de abordagem crítica. O prédio proposto trata-se de um edifício localizado em Santa Maddalena na Itália, que pode ser habitado por todos os tipos de objetos, capital, dados, humanos, paredes, arte e ideias, refletindo a complexidade e a interconectividade do mundo moderno (Fig. 42).

As plantas e cortes do projeto são fusões derivadas de plantas e cortes de edifícios existentes. O projeto também propõe uma redefinição do conceito de autor na arquitetura, onde a própria arquitetura é a criadora, existindo “pela arquitetura e para a arquitetura”. Desafiando a noção tradicional de autoria e intro-

duzindo uma nova perspectiva sobre o papel do arquiteto, essa redefinição acontece pela capacidade da própria arquitetura de se reproduzir e desenvolver a si mesma, como um sistema autônomo.

**Figura 42:** Zero Building



**Fonte:** Sardenberg, 2016.

É possível afirmar que a narrativa especulativa ou ficção científica andou muito próxima da prática de projetar. O projetista imagina o futuro influenciado por sua vivência, aprendizados e pelo cenário de sua época, assim como as máquinas enxergam o mundo através da lente dos *datasets* em que foram treinadas.

Além de uma ferramenta criativa, o design especulativo também pode ser utilizado como uma ferramenta crítica. Nesse sentido, convido o leitor a acompanhar uma narrativa especula-

tiva sobre o papel da inteligência artificial no processo de projeto e seus desdobramentos. Por se tratar de uma tecnologia capaz de se comunicar e propor soluções, o experimento será contado em forma de história, baseada em interações com ferramentas de IAs no cenário atual de desenvolvimento tecnológico.

É importante ressaltar que o papel da narrativa especulativa não pretende realizar nenhum tipo de previsão sobre o futuro, mas sim trabalhar o hibridismo homem e máquina, de maneira crítica e criativa sobre problemas e soluções relacionadas ao papel do arquiteto e as relações entre arquitetura e cidade. Explorando, assim, as mudanças que o uso das inteligências artificiais podem trazer para dentro do campo da arquitetura e urbanismo.

Os temas a serem explorados são **“a arquitetura social”**, **“ecologia arquitetônica”**, **“o ambiente de trabalho do arquiteto”** e **“a relação entre arquitetura e cidade”**. Vale ressaltar que os temas selecionados não necessariamente serão explorados de maneira separada, mas sim conectados compondo uma teia complexa de relações. Os temas foram escolhidos com base na minha experiência durante o curso de Arquitetura e Urbanismo.

A **arquitetura social** aqui trata-se de todas as camadas que compõe os morros e bairros periféricos da cidade de Vitória, além de ser um tema trabalhado em diversas disciplinas durante o curso, me causa maior preocupação por ser um morador dessas regiões.

A **ecologia arquitetônica** é um tema que faz referência a todas as questões que se relacionam com o uso de materiais nas construções, o contato com o meio natural que torna as relações entre ser humano e natureza mais sustentável (educação ambiental).

O **ambiente de trabalho do arquiteto** trata de como será o papel do arquiteto que utiliza recursos de inteligência artificial para projetar, tirando a maior parte do conteúdo relacionado a esse tema da minha própria experiência com o uso das inteligências artificiais.

A **relação entre arquitetura e cidade** é o tema que explora como a arquitetura pode se relacionar com a cidade trazendo o uso das inteligências artificiais e suas consequências com o aumento da produção de novos dados.

## 5. DESIGN ESPECULATIVO

À medida que exploramos as potencialidades e desafios da inteligência artificial, deixamos o terreno da análise para adentrar uma narrativa onde teoria e imaginação se entrelaçam. A partir daqui, acompanharemos uma jornada artística ambientada no futuro, onde a inteligência artificial se integra profundamente ao cotidiano e aos processos criativos, reconfigurando não apenas o papel do arquiteto mas as dinâmicas da própria cidade.

### ALÉM DE ÁTOMOS E BITS:

#### Dinâmicas de projeto na era das máquinas

*Vitória, Espírito Santo, ano de 2077. O uso das inteligências artificiais faz parte do cotidiano de todas as profissões. As máquinas que um dia foram vendidas na ficção científica com braços e pernas para exercer o trabalho braçal na verdade se mostraram mais como uma nova forma de vida, que passou a habitar as diversas camadas da vida na*



Figura 43: Terceira Ponte na cidade de Vitória em 2077.

Fonte: Gerado pelo Midjourney e alterado pelo autor, 2024.

*cidade, colhendo informações, vigiando e administrando. No campo da arquitetura e urbanismo não foi diferente. Hoje as máquinas podem gerar projetos em modelos de informação com uma grande complexidade em minutos, bastando um humano para conferir o projeto.*

*Apesar da ecologia tecnológica criada por essa camada invisível do mundo das superinteligências, o contraste urbano pelas diferenças socioeconômicas da cidade com os morros se fez ainda maior pela falta de acesso à infraestrutura e serviços, aumentando a distância não física entre periferia e cidade. Mas isso estava para mudar.*

*O recém-formado grupo da gestão pública voltado à infraestrutura da cidade de Vitória recebeu o dever de criar as costuras necessárias para diminuir de uma vez essa segregação territorial. A formação do grupo pelo prefeito recém-eleito foi controversa, apesar da diversidade dos membros, e a escolha para a chefia do grupo causou muita discussão.*



**Figura 44:** Katia e José conversando no escritório.  
**Fonte:** O autor, gerado pelo Midjourney, 2024.



O arquiteto escolhido para chefiar o grupo foi um senhor de idade mais avançada chamado José Carlos. O campo da construção civil olhou com maus olhos por não terem escolhido uma pessoa mais jovem para o cargo. Diziam por aí:

- “Como pode uma pessoa velha ter a liderança de um grupo tão importante? Ele não sabe o que é um prompt e prompts são coisas do passado!”

Apesar da sua idade, o interesse pelas inovações tecnológicas sempre despertou em José um interesse crítico, sobretudo devido ao seu uso no campo da arquitetura e urbanismo ter promovido a dissolução de vários cargos ocupados por arquitetos. Além disso, com o uso das IAs houve um aumento do número de obras idênticas e sem alma, que eram ditadas pela lógica do mercado e que pouco se relacionavam com a cidade ou com as pessoas, apenas com a quantidade que poderia vender por um custo de obra mais barato.

Apesar da sua desconfiança com as



**Figura 45:** Katia e José conversando com outro membro da equipe.  
**Fonte:** O autor, gerado pelo Midjourney, 2024.

máquinas, José já havia presenciado o poder criativo delas e isso fez a sua mente ter várias ideias do potencial transformador dessa tecnologia, mas o que ele viu acontecer foi o contrário.

Consciente das críticas que começou a sofrer por sua idade e desconhecimento do uso de ferramentas digitais, José assumiu o desafio com determinação, sabendo que sua experiência e visão crítica poderiam ser ativos valiosos na busca por soluções para os desafios urbanos de Vitória.

**Passei oito horas** escolhendo a equipe para trabalhar nesse projeto, não foi fácil, mas aqui estamos: a primeira reunião que participo para realizar um projeto com a presença de uma máquina. A equipe principal de projeto era formada por oito pessoas e dois arquitetos coordenadores, eu, Katia e Robbie, “a máquina”.



Figura 46: Katia e José ativando Robbie.

Fonte: O autor, gerado pelo Midjourney, 2024.

# ROBBIE

Compre seu

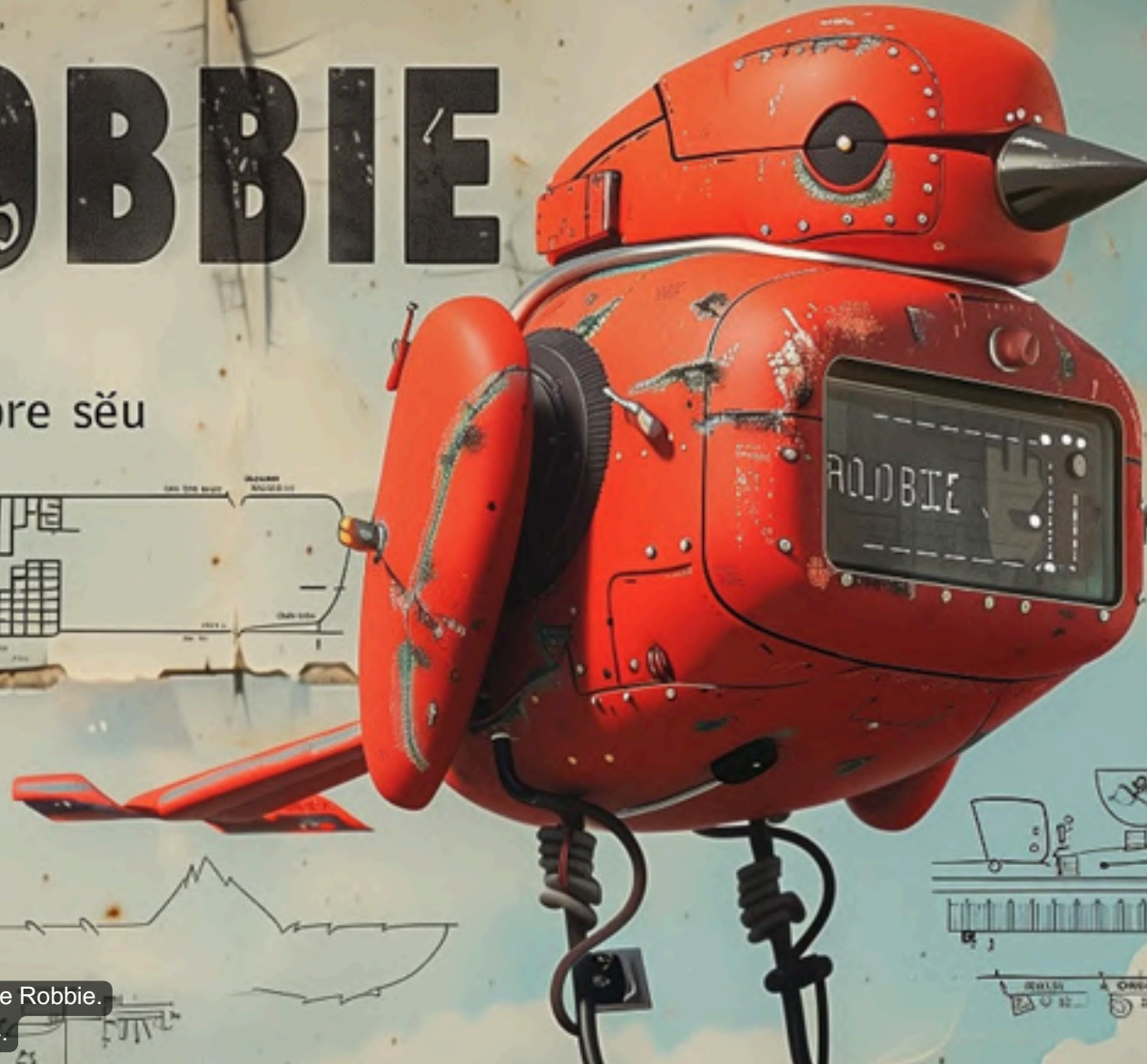


Figura 47: Propaganda de um dos modelos de Robbie.  
Fonte: O autor, gerado pelo Midjourney, 2024.

As gigantes tecnológicas decidiram que para diminuir o preconceito com as IAs era importante que as pessoas as enxergassem como mascotes e amigos. Para facilitar isso, nada melhor que um bichinho de estimação que anda sempre ao seu lado, que faz você se sentir apegado e perder a cabeça se esquecê-lo em casa, igual aos celulares.

Para isso, criaram uma diversidade de “receptáculos”, onde cada versão de inteligência artificial pode assumir o controle e te seguir por aí para realizar diversas atividades, seja em formato de cachorro, gato, passarinhos ou qualquer coisa que não faça você se sentir ameaçado por um robô ou que cause um Jihad Butleriano<sup>1</sup> um dia.

É importante lembrar que as IAs existem em uma camada invisível do nosso plano, quase como espíritos invisíveis que podem transitar entre as engenhocas tecnológicas físicas. A versão de IA que temos em nosso escritório se chama “Robbie” e até o momento o único receptáculo que temos disponível trata-se do LD-800 que parece um pinguim voador, ao menos é isso que eu lembro quando olho para ele.

À medida que o grupo avançava com as tarefas relacionadas ao projeto, mais comum se tornava a interação com Robbie. A máquina que voava pela sala como uma mosca, servia quase como um assistente geral, respondendo às mais diversas perguntas, procurando arquivos nos computadores, realizando cálculos e dando opiniões sobre as decisões a serem tomadas.

Deixei a timidez de lado e bati um bom papo com Robbie. Apesar de ser estranho conversar com uma coisa que é capaz de se conectar na maioria dos



**Figura 48:** Katia, José e Robbie interagindo pela primeira vez.  
**Fonte:** O autor, gerado pelo Midjourney, 2024.

dispositivos eletrônicos, às vezes as encaro como fantasmas que conseguem possuir corpos. Resolvi perguntar à Robbie qual a melhor maneira de organizarmos o projeto de modo que o processo seja o mais participativo possível, pois eu sabia que seria difícil interferir num ambiente tão complexo.

A resposta de Robbie preencheu o ambiente com propostas analíticas, uso de dados e plataformas digitais, uma diversidade de propostas que pouco me impressionou. Não havia ali uma ideia que já não tivesse passado pela minha cabeça, assim resolvi o questionar sobre como incluir mais a realidade daquelas pessoas em um processo de projeto tão impositivo, e foi quando Robbie me surpreendeu.

Como uma máquina, Robbie sabia que o papel que poderia desempenhar de maneira significativa era com relação à colheita de dados, ou em palavras humanas, ouvir as pessoas. Robbie deixou claro que poderia ouvir todas as diferentes realidades ali existentes e nunca esquecer o que lhe foi dito pois,



**Figura 49:** Robbie, José e Katia interagindo no escritório.  
**Fonte:** O autor, gerado pelo Midjourney, 2024.

*diferente dos humanos, sua memória não falhava.*

*Foi quando comecei a perceber que as máquinas não tentam ser como nós, elas são algo entre o consciente e o inconsciente. Mas não cabe a mim pensar sobre essas coisas agora pois tenho um projeto que precisa ser realizado, apesar da minha angústia. Por que demorar tanto para realizar uma obra tão importante? Qual a relação entre a chegada de Robbie e a decisão de finalmente executar os projetos? Talvez essa seja outra coisa que não devo pensar agora, se essa tecnologia está aqui para ajudar, então melhor utilizá-la da melhor maneira possível.*

*Começamos o trabalho de campo visitando o bairro e conhecendo os acessos. As pessoas olhavam curiosas para Robbie, se perguntando o que uma máquina estaria fazendo acompanhando arquitetos.*

*Robbie tomou a atitude de perguntar a alguns moradores sobre como era o dia*



**Figura 50:** Robbie, José e Katia chegando ao território.  
**Fonte:** O autor, gerado pelo Midjourney, 2024.

a dia deles, por quais caminhos costumavam passar e outras coisas. Essa atitude não foi aleatória, no caminho para o bairro eu disse a ele para conhecer as pessoas, sobre seus desejos, seu cotidiano, mas foi sua a escolha de com quais pessoas conversar e quando começar a fazer esse trabalho.

Ao mesmo tempo, foi lançada uma plataforma participativa que era gerenciada por Robbie, onde os moradores poderiam entrar e alimentá-la com todos os tipos de dados, fotos e áudios. Com isso esperamos atender a todos e oferecer um projeto menos impositivo.



**Figura 51:** José e Robbie interagindo com mais moradores.  
**Fonte:** O autor, gerado pelo Midjourney, 2024.



Figura 52: Mapa de Vitória em 2077.

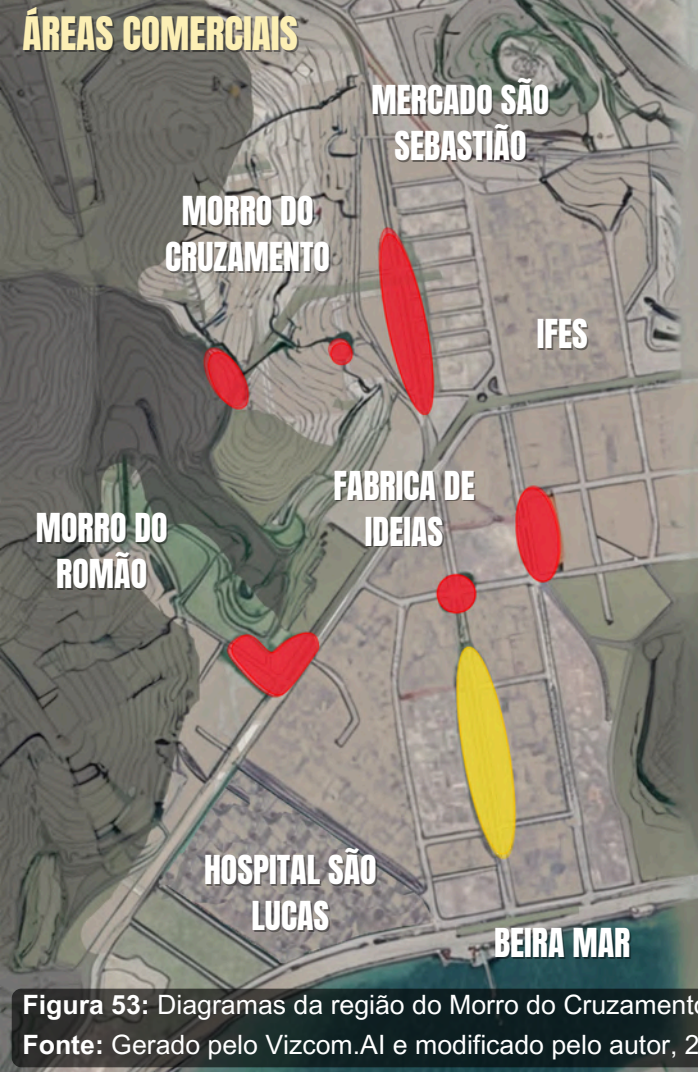
Fonte: Gerado pelo Vizcom.AI e modificado pelo autor, 2024.

*O ponto com maior potencial de costura com a cidade se deu na Fábrica de Ideias, a antiga Fábrica 747, por ser situada em um local de conexão da Avenida Vitória com a Avenida Paulino Muller, além de ser um espaço subutilizado e com um potencial*

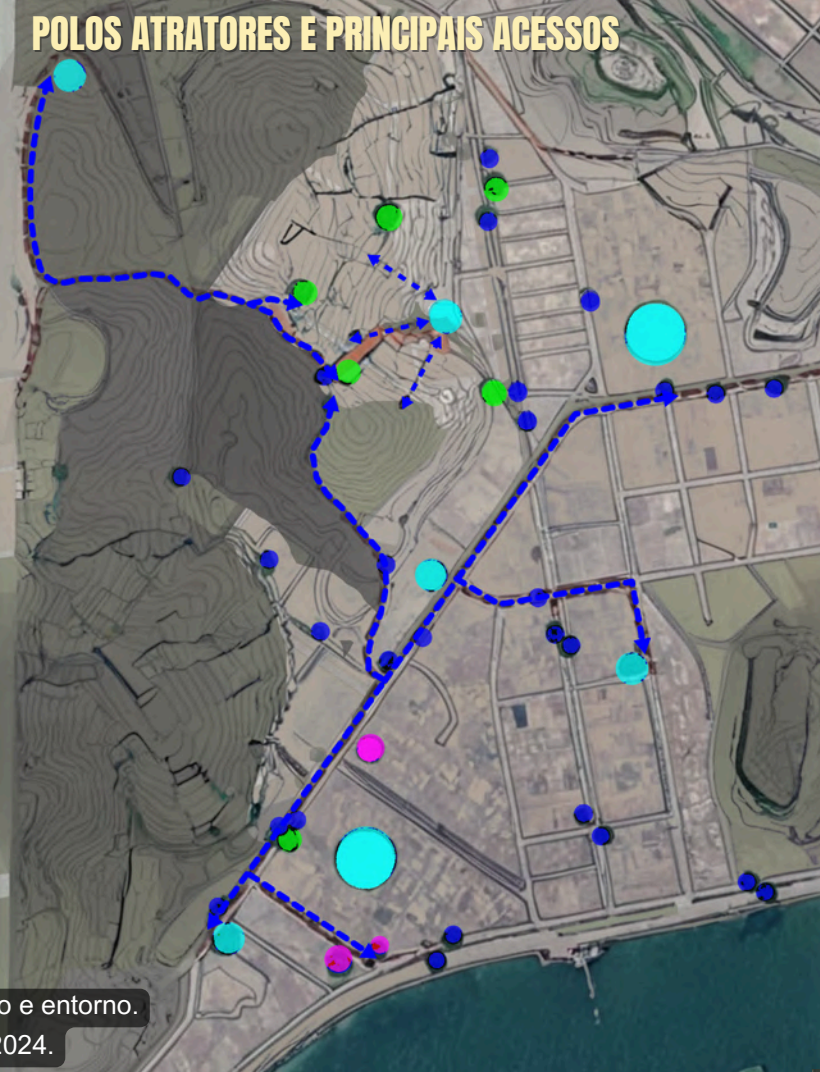
*condensador tremendo. Sempre que vejo aquela entrada imagino algo como o Markthal<sup>2</sup>.*



## ÁREAS COMERCIAIS



## POLOS ATRADORES E PRINCIPAIS ACESSOS



## PRINCIPAIS VIAS E ESPAÇOS LIVRES

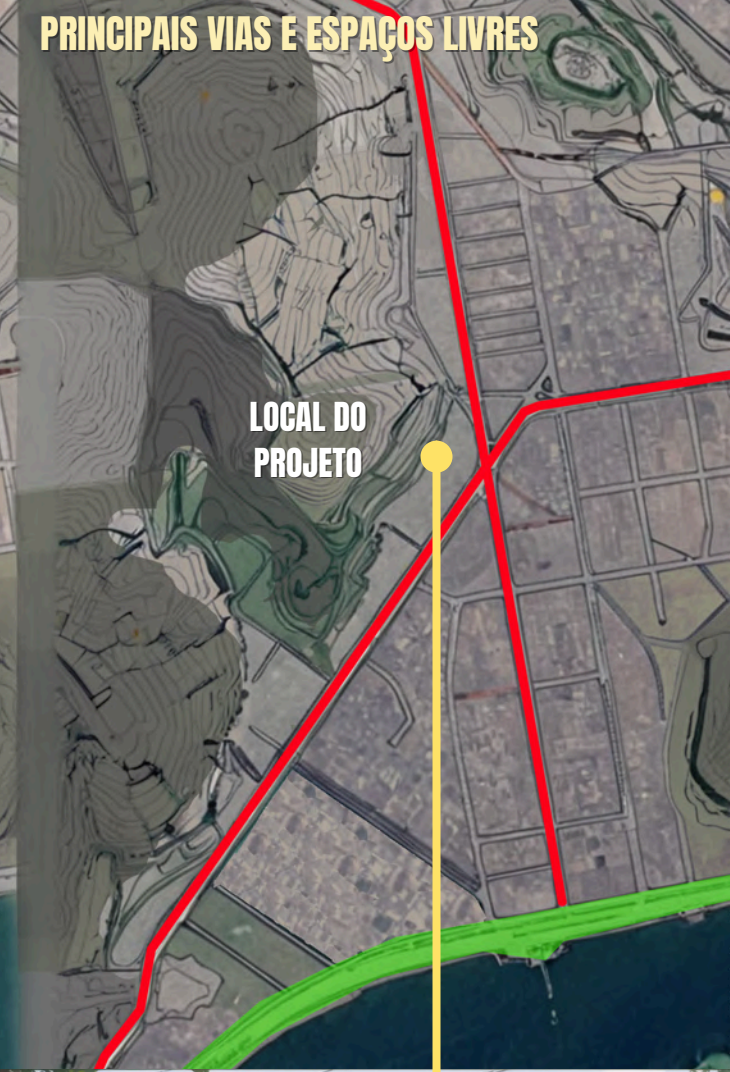


Figura 53: Diagramas da região do Morro do Cruzamento e entorno.  
Fonte: Gerado pelo Vizcom.AI e modificado pelo autor, 2024.

### LEGENDA

- COMÉRCIO DIVERSIFICADO
- COMÉRCIO ESPECIALIZADO

### LEGENDA

- ESCOLAS
- IGREJAS
- SAÚDE
- PT. ÔNIBUS



*Resolvi me sentar na Pracinha de Jucutuquara, pegar meu caderno e realizar alguns croquis. Robbie parou ao meu lado e ficou analisando a fachada por alguns minutos. Finalizei meu primeiro croqui e mostrei a Robbie, que rapidamente começou a alucinar composições baseadas no meu desenho.*

*Algumas me chamaram muito a atenção e começamos um processo de pensar juntos alterações com base no desenho que eu havia feito. Ele alterava, adicionava camadas de profundidade, novos elementos, eu sugeriria alguma mudança e no final tínhamos um amontoado de croquis de um processo de vai e vem que talvez demoraria muito mais tempo se tivéssemos que modelar tudo aquilo no computador, mesmo em um modelo paramétrico.*

*Os trabalhos continuaram tanto no escritório quanto em campo. Ao mesmo tempo em que era discutido o projeto, Robbie gerava imagens de diferentes ângulos e ideias eram colocadas a me-*



**Figura 54:** Monitor do Robbie gerando as primeiras visualizações.  
**Fonte:** Gerado pelo Midjourney e modificado pelo autor, 2024.

sa e contrapostas por informações dadas pela comunidade. Era como se Robbie tivesse a voz e o desejo de todos da comunidade. Não era o melhor jeito de lidar com pessoas, mas foi o modo de não esquecer ninguém nesse projeto.

O processo de projeto interativo entre pessoas e a máquina se mostrou cada vez mais produtivo, cortando tempo na produção de material, deixando os projetistas experimentarem uma diversidade de ideias que eram rapidamente implementadas no projeto por Robbie e ao mesmo tempo contestado por ele mesmo com base nas informações dos moradores. Do outro lado, no final de cada ciclo de projeto, Robbie apresentava para a comunidade as ideias propostas pelos projetistas e a comunidade conversava com Robbie para dar o devido feedback, utilizando fotos, áudios e todo tipo de dado.

O projetista passou a desempenhar um papel analítico muito maior com o uso



**Figura 55:** Monitor do Robbie mostrando alucinações do projeto.  
**Fonte:** Gerado pelo Midjourney e modificado pelo autor, 2024.

*Imagine: O projeto de um elevador urbano que conecta a parte baixa da cidade com o morro na cidade de Vitória, Espírito Santo. O projeto conta com residências e equipamentos públicos como um centro médico.*

da IA. As discussões geram ideias e as ideias geram prompts que são utilizados para gerar imagens, que em sequência voltavam para a discussão, como se tivéssemos voltado ao estado de realizar diversos croquis à mão, sem estar modelando ou programando por horas em frente ao computador.

A quantidade de imagens e dados gerados em uma hora de trabalho era impressionante, o que era a princípio o projeto de um elevador urbano para conectar os morros com a cidade rapidamente ganhou uma grande complexidade.

Robbie também participava como voz ativa no processo de projeto, opinando e trazendo a mesa de discussão informações que influenciavam nas decisões da equipe e alterando de forma direta no prompt que era fornecido para criação das imagens.

As diversas propostas fornecidas por Robbie, tanto na forma de texto e de imagens, revelavam novas possibilidades de intervenção.



**Figura 56:** Monitor do Robbie mostrando alucinações do projeto.

**Fonte:** Gerado pelo Midjourney e modificado pelo autor, 2024.

*Imagine:* O projeto de um elevador urbano que conecta a parte baixa da cidade com o morro na cidade de Vitória, Espírito Santo. O projeto conta com residências e equipamentos públicos como um centro médico, supermercados.

Foi quando José e a equipe resolveram incrementar ao projeto outros usos, como espaços públicos de permanência onde poderia acontecer algum tipo de comércio e evento local. A ideia de acrescentar outras utilidades ao projeto poderia gerar problemas para José, pois aumentaria os custos da intervenção, porém, a equipe resolveu apoiá-lo e dar as devidas justificativas. Além disso, com o apoio da comunidade, não seria possível recusar algo assim.

Nesse momento Robbie percebeu a intenção da equipe e, como uma máquina que lida bem com dados, começou a falar e pôs na mesa todas as necessidades que ele detectou com as visitas de campo e tudo que os moradores lhe passaram nas suas conversas e pelo portal virtual de atendimento dos moradores. Robbie falou por horas.

A equipe anotou em um quadro as informações citadas por Robbie e foi olhando para o quadro que José percebeu que a costura criada pela mo-



**Figura 57:** Monitor do Robbie mostrando alucinações do projeto.

**Fonte:** Gerado pelo Midjourney e modificado pelo autor, 2024.

*Imagine: O projeto de um elevador urbano que conecta a parte baixa da cidade com o morro na cidade de Vitória, Espírito Santo. O projeto conta com residências e equipamentos públicos como um centro médico, supermercados. Toda a estrutura é a prova de balas.*

bilidade utilizando o elevador necessitaria de uma intervenção muito maior para realmente criar uma conexão com uma comunidade periférica, além de dar àquelas pessoas uma mudança significativa em suas vidas. José pensou que como já iriam intervir com uma estrutura tão complexa, então que seja mais complexa com o uso do Robbie.

A equipe então passou a criar e experimentar diversos prompts, incluindo todas as informações que Robbie havia citado. O edifício foi se transformando em uma coisa complexa.

A torre principal do elevador sumia em meio a unidades de residência, espaços públicos, espaços verdes, biblioteca, oficinas, quadras de esporte, praças, teatro, postos médicos e uma infinidade de coisas. Uma forma colorida de difícil descrição, mas que comportava uma diversidade de equipamentos e espaços, que para José era a real costura com o bairro.

**Figura 58:** Monitor do Robbie mostrando alucinações do projeto.

**Fonte:** Gerado pelo Midjourney e modificado pelo autor, 2024.



*/ imagine: O projeto de um elevador urbano que conecta a parte baixa da cidade com o morro na cidade de Vitória, Espírito Santo. O projeto conta com residências e equipamentos públicos como um centro médico, supermercados. Toda a estrutura é a prova de balas. Espaços públicos com cafés e com vista em 360 graus.*



**Figura 59:** Monitor do Robbie mostrando alucinações do projeto.

**Fonte:** Gerado pelo Midjourney e modificado pelo autor, 2024.



**Figura 60:** Monitor do Robbie mostrando alucinações do projeto.

**Fonte:** Gerado pelo Midjourney e modificado pelo autor, 2024.

*Imagine: O projeto de um elevador urbano que conecta a parte baixa da cidade com o morro na cidade de Vitória, Espírito Santo. O projeto conta com residências e equipamentos públicos como um centro médico, supermercados. Toda a estrutura é a prova de balas. Espaços públicos com cafés e com vista em 360 graus. Academia, quadras, praças, farmácia, transporte público.*

*Imagine: O projeto de um elevador urbano que conecta a parte baixa da cidade com o morro na cidade de Vitória, Espírito Santo. O projeto conta com residências e equipamentos públicos como um centro médico, supermercados. Toda a estrutura é a prova de balas. Espaços públicos com cafés e com vista em 360 graus. Academia, quadras, praças, farmácia, transporte público, centro fitness, quadras poliesportivas, áreas verdes, biblioteca, espaço de co-working, auditório, espaço cultural, transporte público integrado, mirantes e terraços panorâmicos.*



**Figura 61:** Monitor do Robbie mostrando alucinações do projeto.  
**Fonte:** Gerado pelo Midjourney e modificado pelo autor, 2024.



**Figura 62:** Proposta gerada por Robbie unindo diversos resultados.  
**Fonte:** O autor, gerado pelo Midjourney, 2024.

*/imagine: O projeto de um elevador urbano que conecta a parte baixa da cidade com o morro na cidade de Vitória, Espírito Santo. O projeto conta com residências e equipamentos públicos como um centro médico, supermercados. Toda a estrutura é a prova de balas. Espaços públicos com cafês e com vista em 360 graus. Academia, quadras, praças, farmácia, transporte público, centro fitness, quadras poliesportivas, áreas verdes, biblioteca, espaço de co-working, auditório, espaço cultural, transporte público integrado, mirantes e terraços panorâmicos, mercado municipal, feira de produtores locais, salas multiuso, espaços para startups e inovação, centro comunitário, centro de capacitação e oficinas, galeria de arte e espaço cultural, parque infantil, espaço de recreação, hortas comunitárias, auditório multifuncional, ateliês, estúdios criativos, centro de saúde mental, laboratório de tecnologia e inovação social, espaço de música, estúdio de gravação, restaurantes temáticos, cafês culturais, padarias.*

*/Condensar\_dados\_A  
 /imagine: Visão de Corte do projeto A*





**Figura 63:** Proposta gerada por Robbie unindo diversos resultados, perspectiva A.  
**Fonte:** O autor, gerado pelo Midjourney, 2024.

*/Condensar\_dados\_B*

*/imagine: Perspectiva projeto B*



**Figura 64:** Proposta gerada por Robbie unindo diversos resultados, perspectiva B.  
**Fonte:** O autor, gerado pelo Midjourney, 2024.

*Imagine: Perspectiva 2 projeto B*

A proposta foi detalhada rapidamente nos dias seguintes e estava pronta para ser apresentada. A reunião de apresentação do projeto reuniu as lideranças do bairro, membros do governo, a equipe do projeto e diversas outras pessoas. A apresentação foi iniciada por Robbie, mostrando toda a evolução do processo de projeto e como as decisões tomadas iriam moldando o edifício numa espécie de “metamorfose ambulante”.

Diferentemente do que a equipe pensava, a apresentação feita por Robbie foi empolgante e foram raras as interrupções para adicionar alguma informação. Os olhos da maioria das pessoas presentes brilhavam ao ver tantas possibilidades e usos para o local, porém os membros do governo começaram a questionar sobre os gastos e sobre a multiplicidade de usos no projeto, se questionando a utilidade, a viabilidade, mas nunca a necessidade. Robbie trazia ao debate respostas e dados que afirmavam a viabilidade da intervenção e uma discussão acalorada



**Figura 65:** Proposta gerada por Robbie unindo diversos resultados, elevação.

**Fonte:** O autor, gerado pelo Midjourney, 2024.

*Imagine: Elevação projeto B*

entre membros do governo e líderes comunitários logo começou. O resultado foi o adiamento da reunião e a requisição de uma nova proposta.

Dias depois, o projeto chegou à mão de diversas outras pessoas. A partir disso, a equipe de projeto começou a receber mensagens de pessoas de diversas áreas dando a sua opinião e uma das mensagens chamou a atenção de José. A mensagem de uma professora, ligada a questões patrimoniais, falava sobre como a intervenção não valorizava aspectos históricos do local de sua implantação, a Fábrica 747 e o Mercado São Sebastião.

José percebeu que algumas questões foram deixadas de lado pela equipe, pois em certo momento houve um deslumbre com o uso da inteligência artificial. Para melhorar ainda mais o projeto, ele então notou que seria necessária a participação de pessoas de outras áreas, fornecendo a Robbie as mais diversas informações. Talvez assim, lidando com mais dados, fosse



**Figura 66:** Proposta gerada por Robbie unindo diversos resultados, corte.

**Fonte:** O autor, gerado pelo Midjourney, 2024.

*Imagine: Corte projeto B*

*possível agradar a todos para no fim conseguir o que ele achava que realmente importava: dar àquela comunidade uma mudança real no seu estilo de vida e sua relação com a cidade.*

*Após a rejeição inicial do governo, as ideias que surgiram no projeto foram fragmentadas em várias pequenas intervenções autônomas, lideradas por grupos comunitários locais com apoio técnico da equipe de José e Robbie, atuando como uma assessoria técnica de interesse social. Essas intervenções, menores e pontuais, começaram a mudar lentamente a dinâmica do bairro, sem a necessidade de uma grande obra centralizada. Com o tempo, esses pequenos projetos foram conectados, criando uma rede de espaços e serviços que transformaram a região de forma orgânica. A descentralização se tornou uma nova forma de resistência, mostrando que grandes mudanças podem vir de pequenos passos.*

*Quanto à José, sua experiência com a IA mostrou como uma máquina pode li-*



**Figura 67:** Proposta gerada por Robbie unindo diversos resultados, elevação em perspectiva.  
**Fonte:** O autor, gerado pelo Midjourney, 2024.

*dar com dados de forma objetiva e sem limites, assim como pode funcionar como um portal de oportunidades para um espaço de tantos sonhos e desejos.*

*Talvez não seja a hora de desistir de Robbie, mas reforçar que a máquina e a automatização podem ser utilizadas para melhorar os diversos universos em crise que residem na periferia.*



**Figura 68:** José lendo sobre os desdobramentos do projeto e uma propaganda sobre um novo empreendimento 'Budget Oasis'.

**Fonte:** O autor, gerado pelo Midjourney, 2024.

A história se passa em um setor público com a intenção de levantar questões sobre a migração desses setores para o uso de novas tecnologias e metodologias, como no caso da migração atual do CAD (*Computer Aided Design*) para o BIM (*Building Information Model*). Na história, a migração se dá entre o BIM ou AAD (*Algorithm Aided Design*) para o uso de inteligências artificiais.

A história descreve um cenário especulativo do uso da inteligência artificial no processo de projeto, incluindo um protagonista mais velho que não possui muita intimidade com o uso de softwares no processo de projeto. A escolha da idade se deu para explorar as diferenças de uso de uma tecnologia que tem o comportamento parecido com a de um humano, sem necessariamente ter uma interface de uso como as de *softwares* e ambientes de programação convencionais.

Além disso, a história explora o debate sobre intervenções urbanas que conseguem realizar a conexão ou “costura” entre regiões periféricas da cidade com a malha urbana. Esse tema foi debatido durante a disciplina Projeto de Arquitetura VI (PA VI), ministrada pelos professores Kleber Frizzera e Rogério Almenara. Durante a disciplina, foram realizadas discussões sobre potenciais pontos de “costura” para intervenção na cidade de Vitória. Uma das regiões escolhidas foi a da Fábrica de Ideias, antiga Fábrica 747, próximo ao cruzamento da Av. Vitória com a Av. Paulino Muller e aos bairros Cruzamento e Jucutuquara. O local também conta com espaços subutilizados, como o Mercado São Sebastião e a própria Fábrica de Ideias,

que hoje funciona como estacionamento para a Guarda Municipal. A escolha do bairro para realizar o projeto foi influenciado principalmente por eu ser morador do bairro do Cruzamento e esse ter sido o mesmo local de intervenção na disciplina de PA VI.

A inteligência artificial Robbie tem o nome inspirado no protagonista do conto de mesmo nome do livro “Eu, Robô” de Isaac Asimov (1950). As interações descritas na história foram baseadas em diálogos realizados com a inteligência artificial CHAT-GPT 3.5, que foram resumidas na história e as imagens foram geradas utilizando *Midjourney* e *VIZCOM.AI*.

A interface do Robbie foi inspirada no modelo de geração de imagens do *Midjourney*. Nele são geradas quatro imagens por *prompt* fornecido, sendo possível escolher uma delas e ditar alterações para gerar quatro novas imagens.

A inteligência artificial descrita na história é uma junção de tecnologias existentes em uma só inteligência artificial que pode ocupar diferentes dispositivos, como representado pelo modelo em forma de pássaro. A principal ideia por trás da existência de modelos mascote é a ideia de humanizar as IAs, interferindo em como as relações são criadas, tratando o robô como uma espécie de animal e não apenas como um ser abstrato. Essa lógica, dentro do enredo, foi criada por empresas com foco em aumentar as vendas, visto que modelos de IA conectados a dispositivos abstratos podem afastar consumidores.

Outro ponto relevante discutido na história com relação ao uso

das IAs trata-se da visualização de novas possibilidades e opções de maneira muito rápida, possibilitando a visualização de ideias e a instigar novas alternativas e potências. Essa interação com as máquinas pode causar um certo deslumbre, que é explorado na história e vai se potencializando cada vez que os personagens interagem com Robbie e conseguem gerar novas opções projetuais. O deslumbre talvez aconteça devido à qualidade das imagens, mas principalmente pela quebra da expectativa relacionada àquilo que se espera quando se escreve um prompt.

Por fim, vale ressaltar como a lógica do mercado interfere diretamente nas interações e decisões no percorrer da história, desde o visual de Robbie até as decisões de construir ou não o projeto.

## NOTAS

<sup>1</sup> O Jihad Butleriano é um termo que faz parte do universo fictício criado pelo autor Frank Herbert na série de livros “Duna”. Na narrativa, o Jihad Butleriano refere-se a uma guerra religiosa travada contra máquinas pensantes, que haviam se tornado muito poderosas e ameaçavam a existência da humanidade, resultando na proibição de qualquer forma de inteligência artificial que pudesse rivalizar com a mente humana (Herbert, 2017).

<sup>2</sup> O Markthal é um edifício projetado pelo escritório MVRDV, em forma de arco. O projeto integra o uso residencial em seu volume externo e a região vazia do arco é ocupada por um grande mercado com uma grande variedade de lojas. O edifício também serve de passagem de uma quadra para a outra por um ambiente de clima controlado (MVRDV, 2014).



## 5.1 BUDGET OASIS:

### Uma abordagem crítica sobre especulação imobiliária e espaços públicos

Diferente da narrativa anterior, que explorava os processos de projeto e as dinâmicas sociais da arquitetura na era das máquinas, a história a seguir mergulha em uma visão mais crítica do design especulativo. Aqui, o foco se desloca para as práticas de especulação imobiliária, revelando como o uso da inteligência artificial pode facilitar o planejamento urbano mas também perpetuar desigualdades e moldar a cidade segundo interesses que nem sempre priorizam o bem comum.

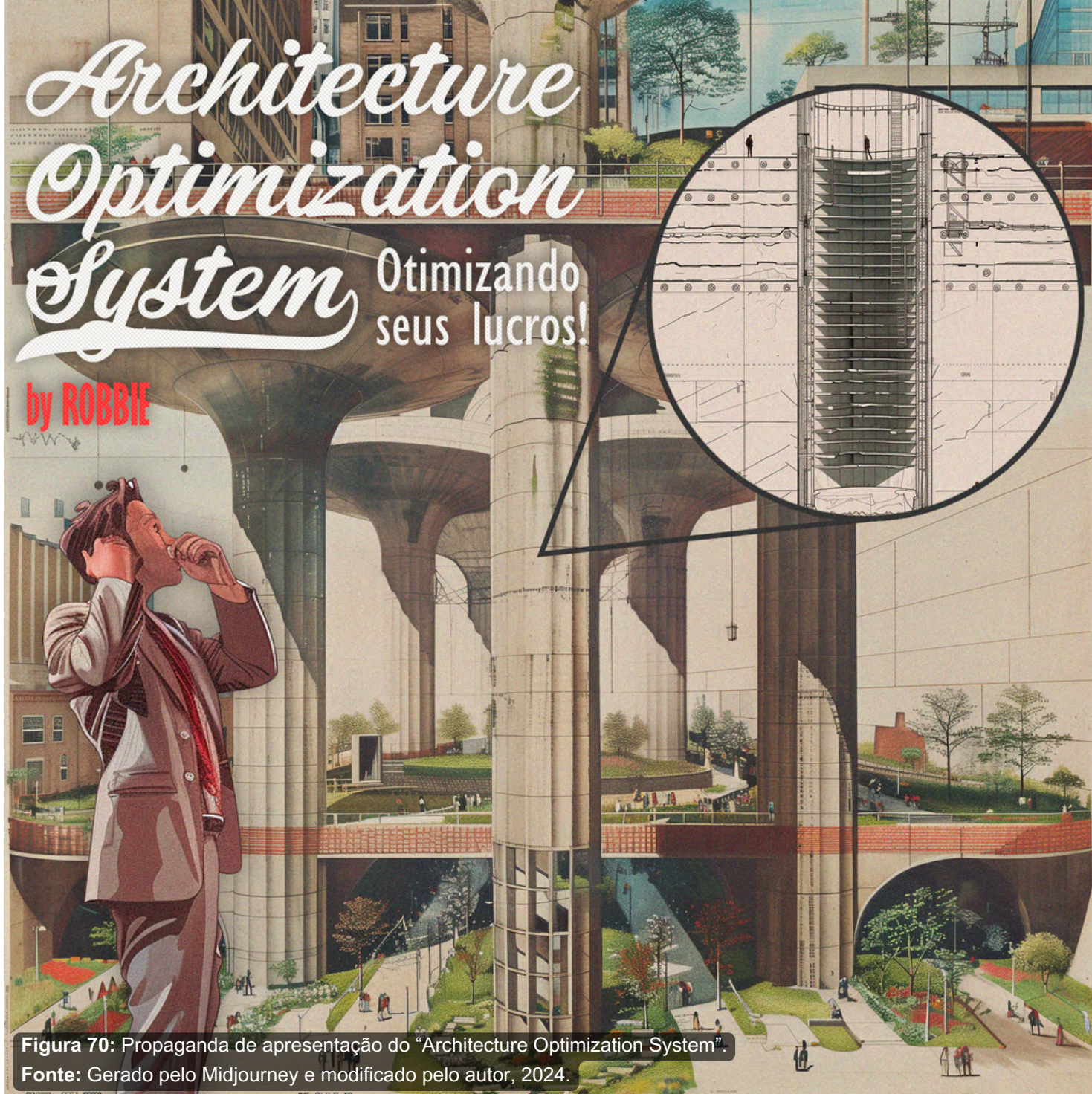
Em um cenário onde a confiança nas IAs atingiu patamares quase inquestionáveis, projetos arquitetônicos e decisões urbanas são frequentemente guiados por previsões algorítmicas que prometem retornos financeiros expressivos. Contudo, essa mesma confiança cega deu origem a um ciclo perverso, no qual os espaços públicos e as necessidades das comunidades periféricas são sistematicamente ignorados. Em Vitória, Espírito Santo, um projeto recente para um bairro da cidade expôs as tensões latentes entre o mercado imobiliário e o direito à cidade, levantando questões sobre quem realmente se beneficia das novas intervenções urbanas.

Nesse contexto, a história dá espaço a um grupo de arquitetos que utilizam artimanhas da lógica da busca por lucro como forma de criar espaços públicos. Eles apostam em uma estra-



tégia ousada: a criação do “Budget Oasis”, um empreendimento que promete não apenas grandes retornos, mas também uma transformação urbana rápida e superficial, focada na valorização imobiliária e no acúmulo de capital. À medida que adentramos essa narrativa, somos convidados a refletir sobre as consequências dessas escolhas e sobre o papel das inteligências artificiais na manutenção das desigualdades urbanas.

O projeto realizado para um bairro da cidade de Vitória no Espírito Santo meses atrás levantou o debate sobre questões relacionadas ao espaço público, seu déficit e acessibilidade, principalmente nos bairros periféricos. Enquanto boa parte dos centros urbanos estão tomados por prédios desocupados, que muitas vezes existem apenas para especulação imobiliária, a cidade carece de espaços públicos de qualidade e moradia adequada para diversas famílias. Enquanto isso, se constrói mais e mais edificações que só



podem ser compradas por pessoas que já possuem moradia. Nesse período as inteligências artificiais haviam ganhado o status positivo de entidades muito confiáveis e de opinião inquestionável por muitos, levando diversas pessoas a apostarem seus investimentos em previsões feitas por diversos modelos de IA. Nesse momento, um grupo de arquitetos se reuniu, marcados pelos eventos acima e pela falha de um outro grupo, que acompanhado por uma inteligência artificial chamada Robbie, não conseguiu aprovar um megaprojeto de intervenção para um dos morros da cidade. O projeto foi considerado desnecessário, de alto valor, possivelmente não atrairia muitos votos para o governo e poderia levantar demandas parecidas em outros bairros periféricos.

O grupo então criou um esquema infalível para conseguir solucionar os problemas de execução de obras desse porte. Criariam a melhor oportunidade de negócios da década, o incrível “Budget Oasis”. Um enorme empreendimento que comportaria o maior número de empreendedores ao mesmo tempo, alcançando o mais alto valor de mercado com a rápida construção de equipamentos e espaços públicos na sua proximidade para rápida valorização.

Para vender o projeto, o grupo entrou em contato com a equipe do projeto fracassado. Eles queriam a aprovação da IA chamada Robbie, para utilizar seu nome na propaganda de seu novo projeto. A ideia era utilizar o modelo “Architecture Optimization Patent – The Slab Stack”<sup>3</sup> (Sardenberg et al, 2019).

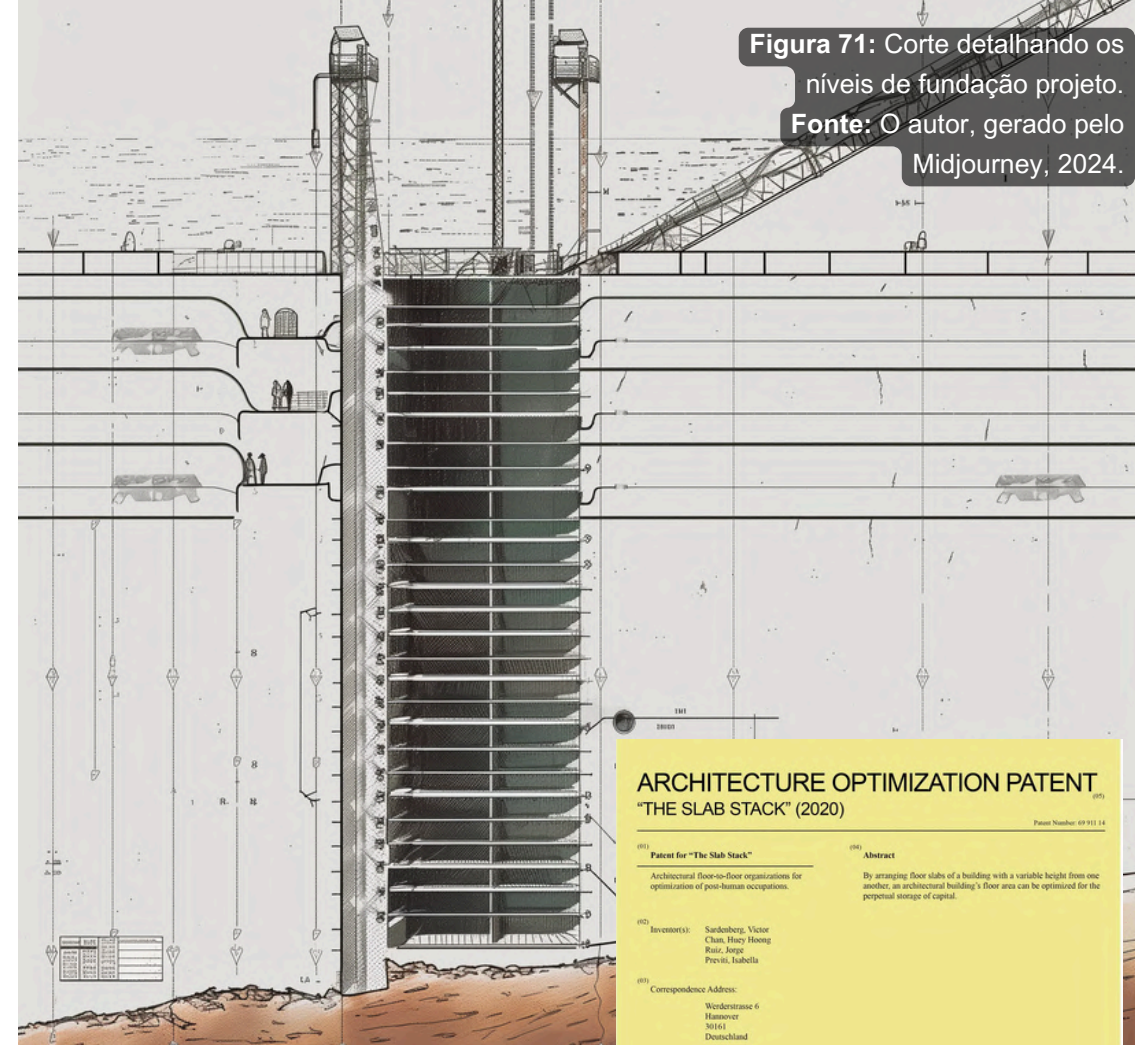


Figura 71: Corte detalhando os níveis de fundação projeto.  
Fonte: O autor, gerado pelo Midjourney, 2024.

Mas todo o esquema seria anunciado como uma ideia criada pela IA mais famosa do momento, Robbie, como sendo o investimento perfeito, pois assim haveria total atenção das pessoas cegas pela capacidade das máquinas naquele momento.

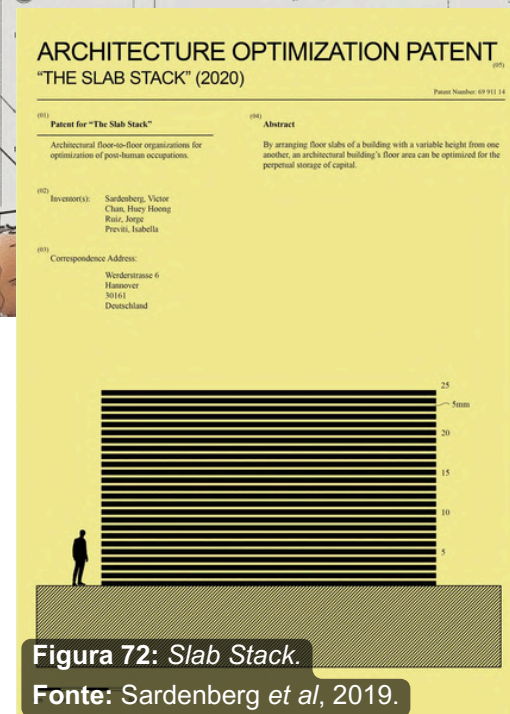


Figura 72: Slab Stack.  
Fonte: Sardenberg et al, 2019.

A ideia do grupo era criar grandes torres no modelo Slab Stack, mas de função estrutural, podendo servir como grandes pilares que sustentariam espaços públicos nos centros urbanos, construindo novos espaços em alturas não ocupadas. A equipe promoveu diversas propagandas para atrair o máximo de pessoas.

O dinheiro arrecadado com a venda das unidades seria utilizado na construção dos espaços públicos de acordo com a demanda do local e das comunidades do entorno, e o desenvolvimento gerado pela construção dos equipamentos auxiliaria na maior valorização das unidades vendidas, atendendo a demanda dos investidores e especuladores.

A propaganda fez um grande sucesso. Ela apresentava com detalhes as etapas e possibilidades do projeto, além do seu enorme potencial de lucro. Foram utilizadas palavras em inglês para chamar mais atenção e combinar com o papel tecnológico e inovador do projeto.



Figura 73: Corte detalhando os níveis do projeto.  
Fonte: O autor, gerado pelo Midjourney, 2024.

As praças suspensas e áreas de convivência foram gradualmente apropriadas pela população, que buscava novas formas de viver a cidade. O que começou como uma estratégia de marketing para atrair investidores acabou se transformando em espaços de resistência e encontro. Com o tempo, os locais se tornaram palcos para manifestações culturais, feiras populares, oficinas comunitárias e encontros que não tinham lugar nos centros mais tradicionais da cidade.

As comunidades periféricas, que inicialmente se sentiram alheias ao processo de decisão, encontraram nesses espaços uma oportunidade inesperada para se conectar com a cidade de formas inéditas. Enquanto o “Budget Oasis” enfrentava uma crise de credibilidade no mercado imobiliário, os espaços públicos ganharam uma vida própria, não planejada pelas inteligências artificiais nem pelos especuladores. Tornaram-se, ironicamente, um dos poucos legados positivos de um empreendimento que foi vendido como algo voltado exclusivamente para o lucro.

O sucesso desses espaços públicos foi um lembrete poderoso de que as cidades têm uma capacidade resiliente de se adaptar e ressignificar as estruturas que as compõem. As torres, inicialmente vistas como símbolos do fracasso especulativo, passaram a ser vistas também como suportes para uma nova dinâmica urbana, onde a apropriação popular desafiava a lógica impositiva do mercado que se apoiava cada vez mais no uso das IAs para garantir o lucro.



**Figura 74:** Elevação detalhando os níveis do projeto.  
Fonte: O autor, gerado pelo Midjourney, 2024.

# Budget Oasis

by ROBBIE

Venha fazer parte da comunidade do futuro!  
Apenas para os mais espertos.

Modelo de negócios pensado para ser expansível garantindo maior valorização.

Figura 75: Propaganda de expansão do "Budget Oasis".

Fonte: Gerado pelo Midjourney e modificado pelo autor, 2024.

O segundo cenário chamado *Budget Oasis* levanta uma discussão relacionada a interpretação e ao impacto do uso das inteligências artificiais em diferentes campos. Nesse cenário especulativo a inteligência artificial passou a ser mais aceita pelo público geral, que deixou de lado as críticas que existem hoje, não enxergando com bons olhos conteúdo gerado por inteligências artificiais e atribuindo a elas o papel de roubar diversos empregos. Nesse cenário, as críticas diminuíram e as máquinas passaram, cada vez mais, a exercer papel significativo no cotidiano das pessoas, se moldando como algo que não recebe influências, não possui preferências e ganhando o aspecto de “ser imparcial”.

A repercussão gerada pelas ideias apresentadas por Robbie na história anterior foram responsáveis por dar início à mudança na visão que as pessoas tinham das máquinas. Com o passar do tempo, foi se utilizando mais os dados gerados por inteligência artificial como forma de propaganda para alcançar investidores, compradores e aumentar o lucro das empresas, como em modelos de casas, aparelhos e tendências que por ter o selo de ter sido gerado por IAs ganhavam o aspecto de moderno, avançado e muitas vezes inquestionável. Isso caracteriza uma inversão da visão crítica atual que temos com relação a essa tecnologia.

A história cita essa visão, que pode ser perigosa, de maneira sucinta e passa a focar de maneira crítica em como utilizar o cenário descrito para criar projetos de interesse público.

O interesse em fazer tais projetos surge em um grupo de arqui-

tetos que enxergaram no uso das novas tecnologias e no cenário atual das inteligências artificiais a oportunidade de realizar mudanças. O projeto *Budget Oasis* é uma sátira à especulação imobiliária, à lógica de se gerar lucro acima de tudo e ao contexto descrito anteriormente.

O nome em inglês do projeto, seus slogans e o formato de propaganda apresentado na história também carrega o significado crítico ao modelo de mercado e a como as relações são moldadas em torno da ideia do capital. Por outro lado, critica também o déficit de espaços públicos como na história anterior.

## NOTAS

<sup>3</sup> “Architecture Optimization Patent – The Slab Stack”, criado por Victor Sardenberg, Huey Hoong Chan, Jorge Ruiz e Isabella Previti, trata-se de um projeto crítico sobre a especulação imobiliária, otimizando a quantidade de pavimentos e área para venda e valorização dos imóveis (Sardenberg et al, 2019).

## 5.2 AFLORAMENTOS DIGITAIS:

### Arquitetura para dados

Diferente das histórias anteriores que exploravam a questão econômica, como a especulação imobiliária e as questões sociais do espaço urbano, a narrativa a seguir mergulha nas implicações ambientais de um problema contemporâneo cada vez mais evidente: o aumento descontrolado na geração de dados. Em um mundo onde as inteligências artificiais se tornaram centrais para o trabalho, o lazer e a vida cotidiana, a produção incessante de conteúdo digital ultrapassou qualquer expectativa, transformando-se em um novo vício coletivo que molda não apenas comportamentos, mas também as próprias cidades.

*Com a maior disponibilidade das ferramentas de inteligência artificial, a geração de dados se tornou uma atividade cada vez mais comum no cotidiano, tanto para trabalho quanto la-*



Figura 76: Jovem consumindo e gerando dados.

Fonte: Gerado pelo Midjourney e modificado pelo autor, 2024.



zer. Logo, pessoas passaram seu vício no consumo de conteúdo na internet e televisão para o vício na geração de dados. No tecnocapitalismo<sup>4</sup>, mais que nunca, esse vício passou a ser visto como uma oportunidade de se ter mais lucro, assim, os dispositivos móveis passaram a ter o foco na disponibilidade de interfaces projetadas para manter o usuário conectado à produção de conteúdo na maior parte do tempo.

Foram desenvolvidos modelos de óculos com os quais as pessoas podiam se desligar ainda mais do mundo real. Uma gama de modelos foi disponibilizada no mercado, desde portáteis a modelos mais robustos e a capacidade de geração de dados aumentava de forma descontrolada.

Logo, como os smartphones, os óculos viraram tendência e a população não conseguia passar muito tempo desconectada. Sobre o conteúdo gerado, era de todo tipo de acordo com a vontade das pessoas como fotos, vídeos e jogos. Material era gerado de forma infinita e a vida no mundo virtual

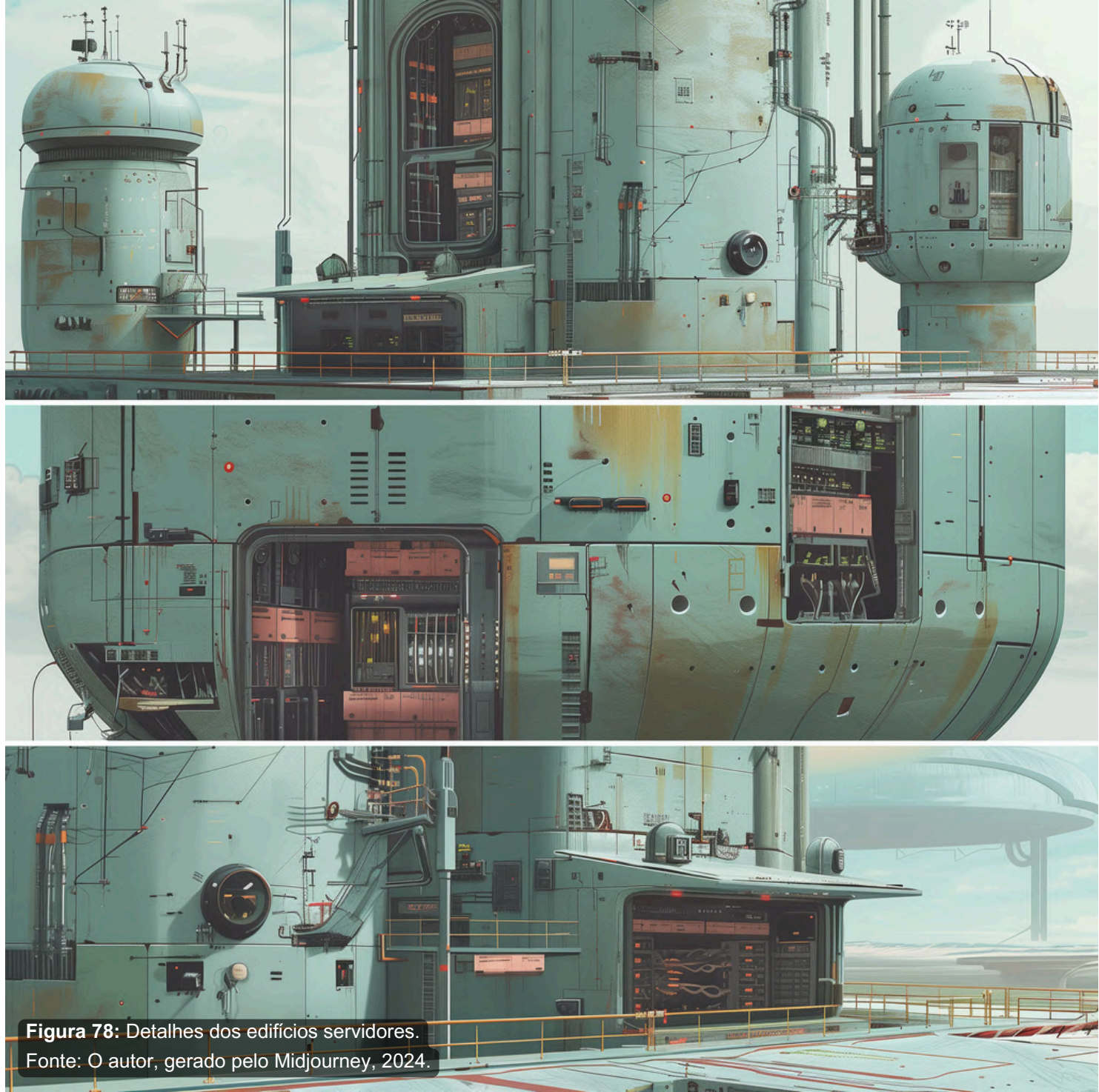


**Figura 77:** Jovens presos na realidade virtual.  
**Fonte:** O autor, gerado pelo Midjourney, 2024.

das infinitas possibilidades se tornou o comum do cotidiano das diversas classes econômicas.

No início, apenas com o uso de ferramentas de inteligência artificial convencionais disponíveis nos computadores e smartphones, pessoas que utilizavam as IAs como ferramentas de trabalho para otimizar o seu tempo e gerar novas possibilidades, geravam em média 500 imagens por hora, cerca de 24 gigabytes por dia, e ganharam o apelido de “lazys”.

Hoje esses números são muito maiores, fazendo a camada de dados e informações digitais da cidade se manifestar no mundo físico como “afloramentos digitais”, similar ao modo como afloramentos geológicos revelam camadas internas da Terra. O tempo revelou as necessidades básicas do ambiente virtual, sendo necessário desenvolver um plano de desenvolvimento urbano para abrigar os servidores que armazenariam os milhões de dados gerados diariamente,



**Figura 78:** Detalhes dos edifícios servidores.  
Fonte: O autor, gerado pelo Midjourney, 2024.

*pois mesmo os sistemas de compactação de mega dados não eram suficientes. O projeto inicial previa torres modulares que poderiam ser expandidas caso necessário, sem janelas para o evitar a luz solar e manter o ambiente interno livre de interferências externas. Além disso, a vedação externa possuía grande espessura para proteger os servidores de tempestades solares que poderiam apagar os dados.*

*Os servidores e processadores da torre geravam muito calor, por isso foi necessário projetar sistemas de resfriamento eficazes para manter a temperatura interna baixa e sem umidade. Para isso, o sistema de resfriamento contava com grandes aberturas que levava o calor até sua fachada e o dispersava na cidade. Desse modo, os edificios servidores explicitavam como a camada virtual da sociedade tomava de forma predatória a imagem da cidade.*

*Com o passar do tempo, novas propos-*



**Figura 79:** Afloramento digital dos edificios servidores.  
Fonte: O autor, gerado pelo Midjourney, 2024.

*tas de tipologias foram apresentadas pelos escritórios de arquitetura, trazendo consigo fachadas com placas solares e outros mecanismos para vender as ideias de edifícios mais sustentáveis e menos opressores. A demanda energética para manter os edifícios servidores foi se tornando cada vez mais insustentável, resultando em frequentes apagões.*

*Grupos de resistência contra os problemas criados pelo aumento excessivo do consumo de recursos energéticos, causado pelo cenário atual, começaram campanhas para conscientizar a população, que se viu forçada a repensar suas prioridades, levando ao desenvolvimento de políticas severas de restrição na geração de dados e à criação de “zonas de silêncio digital”, áreas urbanas onde o uso de dispositivos tecnológicos, geracionais e inteligentes são controlados. A resistência crescente contagiou a população, que começou a adotar um estilo de vida “desconectado”, enquanto*



**Figura 80:** Inclusão de novas tecnologias aos edifícios servidores.  
Fonte: O autor, gerado pelo Midjourney, 2024.

*novas estruturas urbanas surgiam com o auxílio da inteligência artificial, para mitigar o impacto energético, como torres eólicas e fazendas solares comunitárias, criando assim mais uma tipologia arquitetônica, pensando num futuro mais sustentável.*

O terceiro e último cenário especulativo descrito trata-se de uma crítica inspirada na minha experiência com as ferramentas de inteligência artificial.

Depois de produzir imagens por um certo período foi surpreendente retornar ao estoque de imagens do Midjourney e descobrir a enorme quantidade de imagens geradas com apenas um clique depois de escrever um prompt. Isso despertou a curiosidade de explorar como a democratização do acesso à essas ferramentas de gerar dados pode transformar o vício atual das pessoas em consumir informação em um tipo de vício que envolve gerar dados.

O aumento da geração de dados levantou outra questão sobre como iríamos armazenar e proteger os dados gerados. As respostas para essa dúvida foram retiradas de uma conversa com o Chat-GPT, que sugeriu a criação de edifícios servidores que precisariam de um sistema de refrigeração adequado para manter a temperatura das salas dos servidores controlada, sem janelas, de maior parte opaco para evitar incidência solar e em forma de torre para conseguir ocupar os centros urbanos densos e abrigar mais servidores. Essa descrição foi utilizada como prompt para gerar as imagens que funcionam como uma visualização dessa nova tipologia que abriga os dados. Essa



**Figura 81:** Vista do contraste entre a cidade e os edifícios servidores.  
**Fonte:** O autor, gerado pelo Midjourney, 2024.

ideia também poderia ser explorada na forma de servidores portáteis dentro de casas e edifícios residenciais, criando um cômodo para servidores. As imagens escolhidas para representação foram as que traziam de forma exagerada nas fachadas grandes tubos de refrigeração e com um aspecto mórbido de sua fachada em contraste com a cidade.

Por fim, nesse contexto em que as camadas virtuais da cidade começam a ocupar significativamente o espaço físico como afloramentos digitais, as tipologias dos edifícios servidores ou *data centers* passam a ganhar atenção de empresas que pro-

põem atualizações na tipologia, como a inclusão de placas solares nas fachadas, para que os projetos continuem a ser vendidos como uma “evolução” da tipologia, mas de forma sustentável.

Essa ideia carrega consigo a crítica de construirmos tecnologias nocivas ao meio ambiente e com o passar do tempo criarmos algo menos nocivo e utilizarmos isso como propaganda para gerar mais lucro.

A tecnologia mostrou sua capacidade de compactar o hardware, com tecnologias como nanotecnologia, mas também mostrou a necessidade de se gastar mais recursos energéticos para se ter maior poder computacional de forma operacional, como no caso das placas de vídeo, principal componente no processamento de IAs. Apesar de possuir nanotecnologia, são peças que vêm aumentando de tamanho à medida que ficam mais poderosas e proporcionalmente requerem recursos de resfriamento cada vez maiores e eficientes (Wright, 2022).

Em paralelo, os data centers têm aumentado o gasto com água em processos de resfriamento e umidificação, como no caso do data center da Google (Fig. 82), na cidade de The Dalles, nos EUA, que passou a consumir mais de um quarto de toda a água usada na cidade (Rogoway, 2023). Isso revela como o processamento de dados necessita de uma visão crítica para um desenvolvimento de técnicas sustentáveis.

**Figura 82:** Data center da Google soltando vapor de resfriamento na cidade The Dalles, Oregon, EUA.  
**Fonte:** Rogoway, 2023.



## NOTAS

<sup>4</sup> Tecnocapitalismo refere-se à mudança nos modelos de negócios decorrente do surgimento de novos setores de tecnologia, como a plataforma das interações econômicas, que gera uma forma de organização empresarial de um sistema controlado por códigos computacionais sustentados pela coleta de informações produzidas, Big Data, resultando em um modelo de negócios altamente controlável com implicações como a redução da liberdade de escolha e limitação cognitiva (Pinto; Canuto; Canuto, 2023).

## 5.3 PROCESSOS REALIZADOS

As imagens geradas para produzir os cenários especulativos foram criadas utilizando, majoritariamente, o *Midjourney* versão X e VIZCOM.AI, especificamente no caso das imagens 52 e 53. As imagens da *Budget Oasis* foram editadas utilizando Photoshop para incluir a figura do personagem, que teve a sua folha de posições geradas no *Midjourney* (Fig. 83).

Do mesmo modo, foram criadas folhas de personagem para os personagens José, Katia e Robbie, porém, essas foram utilizadas dentro do *Midjourney*, com a função “--seed” que permite referenciar uma imagem ou mais imagens em um *prompt*, com objetivo de manter os personagens parecidos. A *seed* de cada personagem recebeu o nome do mesmo, assim foi possível a construção do *prompt* de maneira mais eficiente e os resultados mais consistentes.

Exemplo: --Katia e --José estão conversando no escritório enquanto --Robbie observa atentamente os sons que são interpretados como dados objetivos.

O fluxo de trabalho criado entre *Midjourney* e *ChatGPT* para gerar as imagens e o enredo descrito durante as histórias mostrou possibilidades de trabalhar com a mistura de imagens, sem precisar se fixar as novas imagens que eram geradas. O fluxo a seguir (Fig. 84) resume a trajetória de produções de imagens.



**Figura 83:** Folhas de personagens utilizadas no *Midjourney*.

**Fonte:** Gerado pelo *Midjourney* e modificado pelo autor, 2024.



Figura 84: Diagrama de fluxo de trabalho no Midjourney.

Fonte: Gerado pelo Midjourney e modificado pelo autor, 2024.



## 6. CONCLUSÃO

O desenvolvimento das inteligências artificiais não é algo recente, mas foram as grandes mudanças em suas capacidades que trouxeram a IA para os holofotes do mundo contemporâneo. As IAs ou máquinas que realizavam tarefas que foram programadas para realizar adquiriram a capacidade de aprender e com o tempo a capacidade de se reprogramar e gerar novos resultados. Esse avanço se deu principalmente pelo desenvolvimento das redes neurais que, aliado ao aumento na capacidade de processamento dos computadores devido às tecnologias de nuvem e o aumento do interesse de empresas e das pesquisas voltadas para a área, permitiu o desenvolvimento de redes neurais mais complexas.

A agilidade no desenvolvimento de técnicas e métodos de uso dessas tecnologias tem sido cada vez mais rápida, com diversos recursos aparecendo com o tempo. O estado de desenvolvimento da IA apresentado durante o trabalho mostrou como essa tecnologia vem sendo desenvolvida, tecendo paralelos com os processos do cérebro humano, em uma espécie de mimese, resultando em uma máquina capaz de realizar trabalhos cognitivos que inicialmente eram atribuídos apenas a humanos. No contexto arquitetônico, os diversos modelos generativos desenvolvidos demonstram como os arquitetos não devem ignorar as mudanças que a IA pode trazer para a profissão.

Os cenários especulativos apresentados funcionaram como uma forma de reflexão sobre os usos dessas máquinas e baseando-se na interseção de duas IAs, *ChatGPT* e *Midjourney*, foi possível criar opções de projeto e novas formas de representação de maneira muito rápida, mesmo que a geração de imagens tenha como um dos desafios a serem enfrentados a questão da inconsistência entre as imagens geradas. Por exemplo, gerar perspectivas diferentes de um mesmo projeto é uma tarefa desafiadora, mas pode ser resolvido de maneira simples, incluindo diversas formas de visualização de um mesmo projeto em apenas uma página, como plantas, cortes, diagramas e perspectivas de um mesmo edifício na folha gerada. Outro método de trabalhar com a consistência foi o utilizado para manter os personagens parecidos entre as imagens, usando uma folha com o mesmo personagem em ângulos diferentes como referência no final dos *prompts*.

A complexidade dos projetos construídos pela IA também é algo muito impressionante, principalmente se entender a arquitetura como “a prática de produção de imagens que definem o que é o real o que poderia ser o real e o que deveria ser o real” (Sardenberg, 2022). Aliado a sua forma de uso que se baseia, majoritariamente, em plataformas textuais, a IA pode se transformar em um recurso mais acessível, comparado a outros recursos computacionais, auxiliando a criar metodologias de trabalho mais complexas por profissionais da arquitetura e urbanismo.

Vale ressaltar algumas diferenças entre o modelo paramétrico e a IA. O modelo paramétrico exige uma habilidade maior na forma de se conceber um código generativo para descobrir e avaliar atributos do projeto que auxiliam na otimização da cadeia de produção arquitetônica. Por outro lado, o uso de uma IA que gera imagens pode ajudar a materializar ideias por meio de alucinações, além de trabalhar com questões perceptivas do projetista, que pode juntar fragmentos de alucinações e criar uma proposta apenas utilizando textos.

Outras reflexões levantadas nos cenários é a capacidade da IA de se encaixar em diversas ecologias de projeto (Rocha, 2015), podendo atuar em conjunto com os arquitetos em um ecossistema complexo de produção arquitetônica ou atuar em uma cadeia de produção arquitetônica que valoriza a otimização do lucro. Por exemplo, é difícil não imaginar o interesse de empresas em explorar opções onde conseguiriam colocar o maior número de unidades a venda, atendendo apenas aspectos técnicos mínimos e nada melhor que uma máquina para calcular e gerar esses espaços de forma rápida e eficiente.

Nesse contexto, é importante que arquitetos e urbanistas explorem as capacidades de uso de recursos de IA, apresentando possibilidades e soluções que contribuam para a construção de espaços que proporcionem a conexão e coexistência entre seres humanos e não humanos, desenvolvendo práticas projetuais que reconheçam a interdependência de todas as espécies. Como no *Chthulucene*,

proposto por Donna Haraway (2016), que propõe justamente repensar nossa relação com o planeta e construir novos modos de coexistência baseados em teias de conexões entre os seres e o meio ambiente. Do mesmo modo, Ailton Krenak (2019) reforça a necessidade de mudarmos nosso modo de habitarmos o planeta visando uma convivência mais harmônica com o meio ambiente, vendo a terra como um organismo vivo, e não apenas como um recurso a ser explorado.

É importante essa reflexão no contexto das inteligências artificiais, pois a busca por um desenvolvimento resiliente passa por criar e utilizar tecnologias que reduzam o uso de recursos naturais, como o consumo de água em processos de resfriamento. É importante pensar em maneiras de economizar na geração de dados, formas de reutilizar a água ou utilizar outras maneiras de resfriamento, como no caso do *data center* do Google em Hamina, Finlândia, que utiliza água não potável para resfriar os equipamentos (Roundy, 2024).

Segundo Adam Greenfield (2017) a adoção de novas tecnologias de maneira crítica é importante, pois muitas vezes essas tecnologias são integradas de maneira invisível na estrutura da vida cotidiana, trazendo impactos sociais, ambientais, políticos e econômicos significativos, fazendo necessário uma maior consciência e participação pública na maneira como essas tecnologias são desenvolvidas e implementadas para desenvolver um futuro que sirva aos interesses de todos, e não apenas de uma pequena elite tecnológica.

Portanto, é importante utilizar as novas tecnologias de IA de maneira crítica e buscando usos que auxiliem na construção de uma ecologia de produção arquitetônica sustentável, buscando compreender até que ponto a inteligência artificial pode realmente promover o desenvolvimento resiliente.

Explorar questões como a gramática utilizada nos prompts e como uma máquina os interpreta pode ser um passo importante na criação de processos de projeto envolvendo IA. Assim como utilizar a IA como recurso para criar percepções e visões críticas em territórios urbanos e em áreas marginalizadas, com a oportunidade de explorar técnicas de representação para apresentar propostas para essas áreas, de fácil leitura da população do território.

Por fim, é difícil não imaginar o conflito gerado pela oportunidade de substituir em parte ou totalmente o arquiteto humano pelo arquiteto máquina de produção arquitetônica. Por isso é importante não desmerecer o papel transformador dessa tecnologia que continuará alterando de forma rápida os processos computacionais e ficará cada vez mais presente em nosso cotidiano.

# REFERÊNCIAS

AGENT Smith. **TheMatrixWiki**, 2011. Disponível em: <[https://matrix.fandom.com/wiki/Agent\\_Smith](https://matrix.fandom.com/wiki/Agent_Smith)>. Acesso em: 20 jul. 2024.

AI Tutorial 1: Beginners. Produção de Digital Futures, Neil Leach, Joshua Vermillion, David Alf, Ila Colombo e Adeline Chan, 2024. 1 vídeo (2:26:55). Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=kFj5ojgqorY&t=2982s>>. Acesso em: 04 jul. 2024.

AKTEN, Memo. Review of Machine / Deep Learning in Artistic Context. **Medium**, 4 jan. 2016. Disponível em: <<https://medium.com/machine-intelligence-report/machine-deep-learning-in-an-artistic-context-441f28774bcc>>. Acesso em: 18 mar. 2024.

ALMEIDA, Adriano; CARVALHO, Felipe; MENINO, Felipe. **Introdução ao Machine Learning**. [s.d.]. Disponível em: <<https://dataat.github.io/introducao-ao-machine-learning/introdu%C3%A7%C3%A3o.html>>. Acesso em: 20 jul. 2024.

ALPAYDIN, Ethem. **Machine Learning**, Cambridge: MIT Press, 2016.

ANADOL, Refik. Space in the Mind of a Machine: Immersive Narratives. In: **Architectural Design**, Oxford, v. 277, n. 3, p. 28-37, 2022.

BODEN, Margaret. **AI: Its Nature and Future**. Oxford: Oxford University Press, 2016.

BIOSHOCK: The Collection. **2KGAMES**, 2016. Disponível em: <<https://www.2k.com/en-US/game/bioshock-the-collection/>>. Acesso em: 14 jul. 2024.

BODEN, Margaret. **Artificial Intelligence: A Very Short Introduction**. Oxford: Oxford University Press, 2018.

BOLOJAN, Daniel. Creative AI: Augmenting Design Potency. In: **Architectural Design**, Oxford, v. 277, n. 3, p. 22-27, 2022.

BUCKMINSTER FULLER INSTITUTE. **Eight Strategies for Comprehensive Anticipatory Design Science**. Disponível em: <<https://www.bfi.org/about-fuller/big-ideas/design-science/design-science-primer/eight-strategies-for-comprehensive-anticipatory-design-science/>>. Acesso em: 20 jan. 2024.

CAMPO, Matias del. When Robots Dream: In Conversation with Alexandra Carlson. In: **Architectural Design**, Oxford, v. 277, n. 3, p. 46-53, 2022.

CAMPO, Matias del; LEACH, Neil. Can Machines Hallucinate Architecture? AI as Design Method. In: **Architectural Design**, Oxford, v. 277, n. 3, p. 6-13, 2022.

CAMPO, Matias del; MANNINGER, Sandra. Strange, But Familiar Enough: The Design Ecology of Neural Architecture. In: **Architectural Design**, Oxford, v. 277, n. 3, p. 38-45, 2022.

CAMPO, Matias del; MANNINGER, Sandra. **The Doghouse**. 2023. Disponível em: <<https://neural-architecture.org/>>. Acesso em: 05 de jul. 2024.

CARPO, Mario. **The Second Digital Turn: Design Beyond Intelligence**. Cambridge: MIT Press, 2017.

CHAILLOU, Stanislas. **Artificial Intelligence and Architecture: From Research to Practice**. Basel: Birkhäuser, 2022.

CHALMERS, David. GPT-3 and General Intelligence. In: Philosophers On GPT-3 (updated with replies by GPT-3), **Daily Nous**, 30 jul. 2020. Disponível em: <<https://dailynous.com/2020/07/30/philosophers-gpt-3/>>. Acesso em: 15 mar. 2024.

COSTA, Paolo. Generative adversarial networks: when the machine learning is a game. **SPINDOX**, 2018. Disponível em: <<https://www.spindox.it/en/generative-adversarial-neural-networks/>> Acesso em: 18 jul. 2024.

COUCHOT, Edmond. "Da representação à simulação: evolução das técnicas e das artes da figuração". In: PARENTE, André (org.). **Imagem máquina: a era das tecnologias do virtual**. Rio de Janeiro: Editora 34, 1993. p. 37-48.

CRESPO, Sofia; MCCORMICK, Feileacan. Augmenting Digital Nature: Generative Art as a Constructive Feedback Loop. In: **Architectural Design**, Oxford, v. 277, n. 3, p. 54-59, 2022.

DE LA CRUZ, José María Ariza. O urbanismo de Le Corbusier ou por que vivemos todos distantes. **Archdaily**, 2023. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/998589/o-urbanismo-de-le-corbusier-ou-por-que-vivemos-todos-distantes>>. Acesso em: 17 jun. 2024

DIGITAL Futures Talks: Novos Hibridismos. Produção de Digital Futures, Mariana Cabugueira, Rebeca Duque Estrada, Victor Sardenberg, Paulo Duca, Daniel Locatelli e Angelica Ponzio, 2024. 1 vídeo (2:42:23). Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=s-hKf0NhooA&t=3843s>>. Acesso em: 04 jul. 2024.

DPRIX, Wolf; SCHMIDBAUR, Karolin; BOLOJAN, Daniel; BASETA, Efilena. The Legacy Sketch Machine: From Artificial to Architectural Intelligence. In: **Architectural Design**, Oxford, v. 277, n. 3, p. 14-21, 2022.

DOMINGOS, Pedro. The Master Algorithm: **Why the Quest for the Ultimate Learning Machine will Remake the World**. Nova York: Basic Books, 2018.

DUNNE, Anthony. RABY, Fiona. **Speculative Everything: Design, Fiction, and Social Dreaming**, Massachusetts, The MIT Press, 2013.

ECO, Umberto. **Obra Aberta: Forma e Indeterminação nas Poéticas Contemporâneas**. São Paulo: Perspectiva, 9ed, 2010.

FORD, Martin. **Rise of the Robots: Technology and the Threat of a Jobless Future**, Basic Books, 2016.

FORD, Martin. **Architects of Intelligence: The Truth about AI from the People Building it**. Birmingham, Reino Unido: Packt, 2018.

GLADOS. **ThePortalWiki**, 2023. Disponível em: <<https://theportalwiki.com/wiki/GLaDOS>>. Acesso em: 20 jul. 2024.

GREENFIELD, Adam. **Radical Technologies: The Design of Everyday Life**. London: Verso, 2017.

HARAWAY, Donna Jeanne. **Staying with the Trouble: Making Kin in the Chthulucene**. Durham and London: Duke University Press, 2016.

HERBERT, Frank. **Duna**. São Paulo: Editora Aleph, 2017.

HUI, Jonathan. GAN – What is Generative Adversarial Networks GAN?. **Medium**, 19 jun. 2018. Disponível em: <<https://jonathan-hui.medium.com/gan-whats-generative-adversarial-networks-and-its-application-f39ed278ef09>>. Acesso em 20 mar. 2024.

INTRODUCTION to Convolutional Neural Networks (CNN). **Analytics Vidhya**, 2024. Disponível em: <<https://www.analyticsvidhya.com/convolutional-neural-networks-cnn/>>. Acesso em: 20 jul. 2024.

KELLEHER, John. **Deep Learning**. Cambridge: MIT Press, 2019.

KOEHLER, Daniel. Mereological Thinking. In: **Architectural Design**, Oxford, v.89, n.2, 2019. p. 30-37.

KOH, Immanuel. Architectural Plasticity: The Aesthetics of Neural Sampling. In: **Architectural Design**, Oxford, v. 277, n. 3, p. 86-93, 2022.

KOH, Immanuel. GAN-Chair. **Artificial Architecture**, 2020. Disponível em: <<https://artificial-architecture.ai/?p=50>>. Acesso em: 02 jul. 2024.

KOH, Immanuel. 3D-GAN-Housing. **Artificial Architecture**, 2021b. Disponível em: <<https://artificial-architecture.ai/?p=446>>. Acesso em: 02 jul. 2024.

KOH, Immanuel. Ar-chair-ecture. **Artificial Architecture**, 2021a. Disponível em: <<https://artificial-architecture.ai/?p=411>>. Acesso em: 02 jul. 2024.

KRENAK, Ailton. **Ideias para Adiar o Fim do Mundo**, São Paulo, Companhia das Letras, 2020.

LEACH, Neil. **Architecture in the Age of Artificial Intelligence: An introduction to AI for architects**, 2022a.

LEACH, Neil. Architectural Hallucinations: What Can AI Tell Us About the Mind of an Architect?. In: **Architectural Design**, Oxford, v. 277, n. 3, p. 66-71, 2022b.

MARCUSE, Herbert. **Reason and Revolution: Hegel and the Rise of Social Theory**, Humanities Press, 1999.

MEILLASSOUX, Quentin. **After Finitude: An Essay on the Necessity of Contingency**, Continuum, 2010.

MENDES, Letícia Teixeira; LIMA, Elton Cristóvão; GRIZ, Cristiana. The use of parametric modeling and rapid prototyping in teaching graphic expression. In: XXII CONGRESSO INTERNACIONAL DA SOCIEDADE IBEROAMERICANA DE GRÁFICA DIGITAL, 2018, São Carlos, **Anais** [...]. São Carlos: 2018. p. 383-389. Disponível em: <[www.proceedings.blucher.com.br/article-details/the-use-of-parametric-modeling-and-rapid-prototyping-in-teaching-graphic-expression-29769](http://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/the-use-of-parametric-modeling-and-rapid-prototyping-in-teaching-graphic-expression-29769)>. Acesso em: 15 jun. 2023.

METACITY/Datatown. MVRDV, 1999. Disponível em: <<https://www.mvrdv.com/projects/147/metacity--datatown->>. Acesso em: 04 jul. 2024.

MITCHELL, Melaine. **Artificial Intelligence: A Guide for Thinking Humans**. New York: Farrar, Straus and Giroux, 2019.

MOLSON, Ingrid. **Saying Something – Jazz Improvisation and Interaction**. Chicago: University of Chicago, 1996.

MORIN, Edgar. **Introdução ao Pensamento Complexo**. Porto Alegre: Sulina, 2005.

OLIVEIRA, Rogerio. Os Usos do Precedente: A Construção do Repertório Arquitetônico no Ambiente Pedagógico do Atelier de Projetos. Vol. 1, N.2, 2015. p. 41-54.

PIG City. **MVRDV**, 2001. Disponível em: <<https://www.mvrdv.com/projects/134/pig-city>>. Acesso em: 04 jul. 2024.

PINTO, Roque; CANUTO, Gláucia; CANUTO, Rogéria. Dimensões intersticiais dodo tecnocapitalismo: as plataformas digitais e o consumidor ciborgue. **Vivência: Revista de Antropologia**, [S. l.], v. 1, n. 62, 2023. DOI: 10.21680/2238-6009.2023v1n62ID33040. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/vivencia/article/view/33040>. Acesso em: 25 set. 2024.

REHM, M. Casey; JOVANOVIC, Damjan. Assembled Worlds: New Campo Marzio – Piranesi in the Age of AI. In: **Architectural Design**, Oxford, v. 277, n. 3, p. 80-85, 2022.

RETSIN, Gilles. Discrete: Reappraising the Digital in Architecture. In: **Architectural Design**, Oxford, v. 258, n. 138, p. 66-71, 2019.

ROCHA, Bruno Massara. **Complexidade e Improvisação em Arquitetura**. Tese (Doutorado em Design e Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2015.

ROGOWAY, Mike. Google's water use is soaring in The Dalles, records show, with two more data centers to come. **Oregonlive**, 2022 Disponível em: <<https://www.techtarget.com/searchdatacenter/tip/How-to-manage-data-center-water-usage-sustainably>>. Acesso em: 26 set. 2024.

ROUNDY, Jacob. How to manage data center water usage sustainably. **TechTarget**, 17 jan. 2024. Disponível em: <<https://www.techtarget.com/searchdatacenter/tip/How-to-manage-data-center-water-usage-sustainably>>. Acesso em: 26 set. 2024.

SADLER, Simon. **Archigram: Architecture Without Architecture**. Massachusetts: The MIT Press. 2005.

SARDENBERG, Victor. Zero Building, 2016. Disponível em: <<http://victorsardenberg.com/gallery-category/projects/#zero-building>>. Acesso em: 04 jul. 2024

SARDENBERG, Victor; CHAN, Huey Hoong; PREVITI, Isabella; RUIZ, Jorge. **The Slab Stack**. 2019. Disponível em: <<http://victorsardenberg.com/theslabstack/>>. Acesso em: 04 jul. 2024.

SERENGIL, Sefik Ilkin. Evolution of Neural Networks and Deep Learning. **sefiks.com**, 2017. Disponível em: <<https://sefiks.com/2017/10/14/evolution-of-neural-networks/>>. Acesso em: 23 jul. 2024.

SETH, Anil. A Predictive Processing Theory of Sensorimotor Contingencies: Explaining the Puzzle of Perceptual Presence and its Absence in Synesthesia. **Cognitive Neuroscience**, v. 5, n. 2, p. 97-118, 2014.

SUSSKIND, Richard; SUSSKIND, Daniel. **The Future of the Professions: How Technology will Transform the Work of Human Experts**, Oxford: Oxford University Press, 2016.

SUTTON, Richard; BARTO, Andrew. **Reinforcement Learning: An Introduction**. Cambridge: MIT Press, 2015.

THOMA, Martin. Aurelia-aurita. **Wikimedia Commons**, 2015. Disponível em: <<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Aurelia-aurita-3-0049.jpg>>. Acesso em: 7 dez. 2023.

TROTTER, Marikka. The Discrete Charm of the Glitch. In: **Architectural Design**, Oxford, v.89, n.2, 2019. p. 124-129.

VEEN, Fjodor. The Neural Network Zoo. **The Asimov Institute**, 2016. Disponível em: <<https://www.asimovinstitute.org/neural-network-zoo/>>. Acesso em: 20 jul. 2024.

VELIMIROVIC, Andreja. Deep Neural Network (DNN) Explained. **PhoenixNAP**, 2024. Disponível em: <<https://phoenixnap.com/blog/deep-neural-network>>. Acesso em: 19 jul. 2024.

VIGIADOS por Economias Maravilhosas. Produção de Victor Sardenberg, Júlia Sardenberg e Adriano Vanni, 2022. 1 vídeo (5min). Disponível em: <[https://www.youtube.com/watch?v=wuhNdhav4\\_o](https://www.youtube.com/watch?v=wuhNdhav4_o)>. Acesso em: 04 jul. 2024.

WALKER, Kate. Sou Fujimoto challenges perceptions of what could be considered architecture. **Design Indaba**, 13 out. 2015. Disponível em: <<https://www.designindaba.com/articles/creative-work/sou-fujimoto-challenges-perceptions-what-could-be-considered-architecture>>. Acesso em: 21 jul. 2024.

WHAT-IF: Nederland 2100. **MVRDV**, 2024. Disponível em: <<https://www.mvrdv.com/projects/1007/what-if-nederland-2100>>. Acesso em: 04 jul. 2024.

WRIGHT, Arol. Why Are Graphics Cards Getting Bigger Every Generation? **MakeUseOf**, 2022. Disponível em: <<https://www.makeuseof.com/graphics-cards-bigger-every-generation/>>. Acesso em: 26 set. 2024.

WRIGHT, Frank Lloyd. **The Disappearing City**. New York: William Farquar Payson, 1932.

ZHU, Jun-Yan; PARK, Taesung; ISOLA, Phillip; EFROS, Alexei. Unpaired Image-to-Image Translation using Cycle-Consistent Adversarial Networks. **International Conference on Computer Vision**, 2017. Disponível em: <<https://arxiv.org/abs/1703.10593v6>>. Acesso em 22 mar. 2024.

ZWOLAK, Justyna. Ada Lovelace: The World's First Computer Programmer Who Predicted Artificial Intelligence. **Nist**, 22 mar. 2023. Disponível em: <<https://www.nist.gov/blogs/taking-measure/ada-lovelace-worlds-first-computer-programmer-who-predicted-artificial>>. Acesso em: 20 jul. 2024.