

**A INCORPORAÇÃO ESTOCÁSTICA DE VIZINHANÇA T-DISTRIBUÍDA (t-SNE) NA COMPLEXIDADE DAS POLÍTICAS PÚBLICAS**

***THE T-DISTRIBUTED STOCHASTIC NEIGHBOR EMBEDDING (t-SNE) IN THE COMPLEXITY OF PUBLIC POLICIES***

***LA INCRUSTACIÓN ESTOCÁSTICA DE VECINIDAD T-DISTRIBUIDA (t-SNE) EM LA COMPLEJIDAD DE LAS POLÍTICAS PÚBLICAS***

**CARLOS QUEDAS CAMPOY**

Doutor (2023), Mestre (2015) e Bacharel (1999) em Arquitetura e Urbanismo, Universidade São Judas Tadeu (USJT). Especialização Teaching and Learning in Higher Education (2018), University of Tampere, (UTA), Finlândia. Especialização em Gestão Empresarial (2005), Faculdade Carlos Drummond de Andrade. Pesquisador bolsista do Instituto Ânima. Docente permanente no Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Arquitetura e Urbanismo (PGAUR), Universidade São Judas Tadeu (USJT). Investiga e aplica modelos e processos digitais generativos e analíticos associados com Inteligência Artificial, parametrização, BIM, visual scripting e prototipagem rápida. Atua também na Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Design e Design de Interiores na mesma instituição. <https://orcid.org/0000-0002-2692-6237>

**MÁRLLON HENRIQUE DUARTE**

Mestrando (2024-) em Arquitetura e Urbanismo, pelo Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Arquitetura e Urbanismo (PGAUR), Universidade São Judas Tadeu (USJT). Bacharel (2022) em Arquitetura e Urbanismo, Centro Universitário UNA. Bacharel (2016) em Direito (2016), Fundação Universidade de Itaúna, FUIT. <https://orcid.org/0009-0008-1390-3088>

**RAFAEL PRADO DE OLIVEIRA**

Mestrando (2024-) em Arquitetura e Urbanismo, pelo Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Arquitetura e Urbanismo (PGAUR), Universidade São Judas Tadeu (USJT). Bacharel (2024) em Arquitetura e Urbanismo e Bacharel (2022) em Engenharia Civil, Universidade São Judas Tadeu (USJT). Graduação (2021) em Design de Interiores, Universidade Anhembi Morumbi (UAM). Especializações em Design de Interiores (2022), Gestão Estratégica do Design (2022), Arquitetura Comercial e Visual Merchandising (2022), Gestão de Projetos de Arquitetura (2022) e Gestão de Obras e Qualidade das Edificações (2022), Universidade Anhembi Morumbi (UAM). <https://orcid.org/0009-0008-3861-7344>



## RESUMO

O objetivo deste artigo é refletir teórica e operacionalmente acerca de alguma ineficiência das políticas públicas pela perspectiva da complexidade, sem justificá-las. Emprega-se o conceito da alta dimensionalidade e a técnica digital de Incorporação Estocástica de Vizinhança Distribuída (t-SNE), como uma metodologia para tratar a complexidade e descobrir padrões para, assim, auxiliar em tomadas de decisões. Discute-se a associação com redes neurais de Aprendizado de Máquina. Os resultados apontam para o uso positivo da metodologia proposta, mas também a necessidade do estabelecimento de uma tecnologia social, na qual os cidadãos são os beneficiários e os agentes ativos no sentido de co-governança. Pela esfera ética e moral (*compliance*), sugere-se a formação de comitês de confiança de dados, operando, fiscalizando e regulando colaborativamente o emprego tecnológico.

**Palavras-chave:** Complexidade; Políticas Públicas; t-SNE; Tecnologia Social.

## ABSTRACT

The objective of this paper is to reflect theoretically and operationally on some inefficiency of public policies from the perspective of complexity, without justifying them. The concept of high dimensionality and the digital technique of t-Distributed Stochastic Neighborhood Embedding (t-SNE) are used as a methodology to deal with complexity and discover patterns to assist in decision making. The association with Machine Learning neural networks is discussed. The results point to the positive use of the proposed methodology, but also the need to establish a social technology, in which citizens are the beneficiaries and active agents in the sense of co-governance. In the ethical and moral sphere (*compliance*), it is suggested the formation of data trust committees, collaboratively operating, monitoring and regulating technological use.

**Keywords:** Complexity; Public Policies; t-SNE; Social Technology.

## RESUMEN

El objetivo de este artículo es reflexionar teórica y operativamente sobre algunas ineficiencias de las políticas públicas desde la perspectiva de la complejidad, sin justificarlas. El concepto de alta dimensionalidad y la técnica digital de Incrustación de Vecindario Estocástico --Distribuido (t-SNE) se utilizan como metodología para abordar la complejidad y descubrir patrones que ayuden en la toma de decisiones. Se discute la asociación con las redes neuronales de Machine Learning. Los resultados apuntan al uso positivo de la metodología propuesta, pero también a la necesidad de establecer una tecnología social, en la que los ciudadanos sean los beneficiarios y agentes activos en el sentido de cogobernanza. En el ámbito ético y moral (*compliance*), se sugiere la conformación de comités de confianza de datos, operando colaborativamente, monitoreando y regulando el uso tecnológico.

**Palabras-clave:** Complejidad; Políticas Públicas; t-SNE; Tecnología Social.

## 1 INTRODUÇÃO

Desde a administração pública, entende-se que o planejamento estratégico tem objetivo de longo prazo (futuro), sendo esse de característica abrangente e estrutural



(sistêmica). A gestão é entendida como curto prazo, ligada ao atendimento tático e operacional de questões mais localizadas, às vezes emergenciais. Especialmente em centros urbanos, como São Paulo, tem-se amplos e interdependentes problemas e/ou desafios que, ao contrário do desejável, muitas vezes, são derivados ou intensificados iterativamente por ineficiências de certas políticas públicas, sejam elas estratégicas, táticas ou operacionais. (Alves *et al.*, 2024; Brasil, 2001; Direito; Koga; Licio, 2023; Lima *et al.*, 2023; Matos *et al.*, 2023; Montanholi *et al.*, 2023; Renzcherchen; Stefani; Tribeck, 2024; São Paulo, 2014, 2023)

O objetivo deste artigo é refletir teórica, especulativa e operacionalmente acerca de alguma ineficiência das políticas públicas pela perspectiva da complexidade, entretanto, sem justificá-las. Por uma noção preliminar de complexidade, os problemas e/ou desafios enfrentados são escalados pela multiplicidade, heterogeneidade, interdependência, adaptabilidade, fluidez, aleatoriedade e dinamismo (transformação não-linear) entre quesitos (Holland, 1995; Kahneman, 2011; Morin, 2005; Page, 2009; Taleb, 2021).

A abordagem teórica e conceitual da pesquisa é realizada por revisão bibliográfica (Lakatos; Marconi, 2019) e interpretações de questões locais. As aproximações ao objetivo são alcançadas pelo conceito da alta dimensionalidade, de cada quesito e das suas relações, assim como pela técnica de redução de dimensionalidade de dados: *t-Distributed Stochastic Neighbor Embedding* (t-SNE), que, por uma tradução livre para a língua portuguesa pode ser entendida como Incorporação Estocástica de Vizinhança t-Distribuída. Essa técnica é proveniente do campo da Ciência da Computação, mais especificamente na área de *Machine Learning* (ML), ou Aprendizado de Máquina, e da mineração de dados em conjunto com a Estatística. Todavia, algoritmos avançados t-SNE são utilizados em vários campos do conhecimento e áreas de pesquisa (Arnold; Kane; Lewis, 2019; Belkina *et al.*, 2019; Cieslak *et al.*, 2020; Linderman *et al.*, 2017).

A participação dos cidadãos, não apenas como beneficiários das políticas públicas, mas como agentes ativos no sentido de (co-)governança, complementa a intenção de uso tecnológico. Ao mesmo tempo, é parte extremamente relevante para as considerações finais.

A próxima seção é formada pelo detalhamento de alguns temas e termos, para evitar a polissemia e para corroborar com a construção da reflexão proposta. Ao final



da seção, tem-se a apresentação da parte operacional e outras reflexões complementares.

## 2 DESENVOLVIMENTO

### 2.1 PROBLEMAS E/OU DESAFIOS COMPLEXOS URBANOS

Os problemas e/ou desafios anunciados na introdução, em um amplo sentido – assim, incluídos aqueles de referências internacionais, mas que se reconhecem também em território nacional –, envolvem relações morfológicas (Quaroni, 1987).

Entre diversos temas, que se não planejados ou geridos adequada e eficientemente, dentro das suas respectivas possibilidades, tendem a prejudicar o que se entende por Cidadania Urbana e pelo Direito à Cidade, destacam-se: as contradições entre interesses individuais e coletivos – assim como entre classes e/ou setores da sociedade civil –; o capital convencional e o especulativo, incluído o referente à gentrificação; a cidade como lugar de encontro, de vivência, de dignidade, de desenvolvimento pessoal e coletivo, de permanência, de memória e de pertencimento; os processos e os produtos histórico-sociais e sócio espaciais em suas continuidades e descontinuidades (temporais, físicas e subjetivas); os níveis de realidade; a natureza peculiar das cidades; e a diversidade urbana (social); a desigualdade, a vulnerabilidade e a exclusão social; o crescimento e a transformação desordenada; a mobilidade urbana; o déficit habitacional; a falta de infraestrutura urbana e/ou sanitária para todos; a segurança; a sustentabilidade (ambiental, social e econômica) etc. (Carlos, 2007; Gehl, 2013; Harvey, 2014; Jacobs, 2024; Lefebvre, 2001; Maricato, 2017; Martins *et al.*, 2023; Santos, 2007)

Nota-se que a multiplicidade e a interdependência desses temas, por si, já oferecem uma noção de complexidade. Porém, há outra camada a ser analisada quando se reconhece que alguns temas, ou partes deles, possuem altos componentes de organicidade, ou seja, não são passíveis de controle, pois tendem a se desenvolver de maneira natural e/ou aleatória (no mínimo, imprevisível). Retoma-se, assim, o escalonamento das relações complexas apresentadas na introdução.

Outra maneira de considerar os temas e os problemas e/ou desafios morfológicos, porém, com os olhares voltados para o território brasileiro, está no



Relatório Luz (GTSC A2030, 2023), ligado aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). O referido Relatório – promovido por uma coalizão nacional de organizações, movimentos, fundações, universidades e federações –, aponta retrocessos em alguns quesitos e estagnações em outros, relativos à maioria dos objetivos, como também avanços tímidos para a menor porção deles (Gaudereto, 2023; Renzcherchen; Stefani; Tribeck, 2024). Visualizam-se relações complexas entre os próprios ODS, pelo ponto de vista fundamental, emergencial e estratégico da Agenda 2030, mas também pela perspectiva de alcance e de atendimento dos objetivos perante a multiplicidade, a heterogeneidade, a interdependência, a adaptabilidade, a fluidez, a aleatoriedade e o dinamismo (transformação não-linear) de cada localidade em interação com os interesses e as necessidades globais.

Por ora, tem-se uma breve, mas suficiente, apresentação de alguns temas para construir a noção acerca da complexidade urbana. Evidencia-se a ideia de alta dimensionalidade, pois, pela metodologia aqui empregada, cada dado dos quesitos internos aos temas apontados é tratado como uma dimensão, que pode se relacionar com outras.

A próxima subseção é objetivada a complementar as reflexões correlatas à complexidade. Pela sua respectiva característica intrínseca, recorre-se a outros campos do conhecimento. Apesar da horizontalidade dessa abordagem, indicam-se relações com o campo urbanístico.

## 2.2 A COMPLEXIDADE POR OUTROS CAMPOS DO CONHECIMENTO

Apesar da noção que se procura construir aqui, não há um consenso geral, tampouco preciso, sobre uma definição para a complexidade (característica intrínseca). Aceita-se uma codependência metodológica direta com o campo do conhecimento, que a estuda e/ou trabalha com ela, assim como as distintas escalas. (Holland, 1995; Morin, 2005; Page, 2009)

Uma estratégia interessante é observar os tipos de problemas enfrentados, talvez, também para se conhecer o território, ao menos parcialmente. Segundo os matemáticos John H. Holland (1995) e Scott Page (2009), os tipos de problemas podem ser classificados como: simples, complicados e complexos. Os simples envolvem a álgebra linear. Os complicados têm relações de diversidade, conectividade e interdependência entre variáveis internas, como também não



possuem apenas uma solução, mas algumas dispersas (probabilísticas). Os problemas complexos abarcam essas características dos complicados, com a adição da adaptabilidade às variáveis externas de um contexto, que se transforma. Assim sendo, o emprego do termo complexidade dentro dos contextos urbanos faz bastante sentido.

Prosseguindo, traz-se a conceituação do termo ethos de sistemas orgânicos, de Hugh Dubberly (2008) – que proporciona um entendimento adicional para o termo orgânico, daquele empregado anteriormente. Baseado em princípios biológicos interseccionados com a Tecnologia da Informação, o termo abarca processos de crescimentos e de transformações, sejam esperadas ou por mutações emergentes (aleatoriedade), em fluxos dinâmicos em interação com o contexto. Ancorado no campo das probabilidades estatísticas, considera as interdependências das variáveis em problemas computáveis, com aplicações nas áreas da gestão, das ciências sociais (que incluem o urbanismo), da educação, entre outras.

Associado ao ethos de sistemas orgânicos, menciona-se a lógica difusa, explicada por Winka Dubbeldam (2006). Formada por trilhas imprecisas ou ambíguas, tem-se graus de verdade. Portanto, há algumas possibilidades estatísticas intermediárias entre verdadeiro ou falso, ou entre 0 e 1. Afasta-se, assim, da lógica binária (verdadeira ou falsa), também conhecida por lógica booleana.

Por esses dois últimos termos comentados, mas também pela abordagem matemática, reforçam-se, à noção de complexidade, a possibilidade de múltiplas e esparsas respostas, intermediárias entre polos. Os complexos problemas e/ou os desafios urbanos, inerentes ao um contexto em transformação, aderem metodologicamente ao campo das probabilidades estatísticas, especialmente quando grupos de pessoas são estudados.

Dessa maneira, e por uma perspectiva poética, até certo ponto filosófica, a noção de complexidade começa a abrir para um espaço diferente do estático cartesiano, para se configurar por sobreposições fluidas e interdependentes em redes distribuídas em malha (Baran, 1964). Adiciona-se a possibilidade dessa rede dobrar espacial e temporalmente sobre si mesma, como uma propriedade flexível e elástica (Eisenman, 2004; Lynn, 2004). Concomitantemente, reforçam-se as incertezas, as indeterminações e os fenômenos aleatórios, ou o acaso, até mesmo dentro de sistemas ricamente organizados – sobreposições de ordem e desordem (Morin, 2005). A complexidade, como se propõe entende-la aqui, não está simplesmente na grande



quantidade de quesitos, mas sim nas suas relações, que podem ter pesos e direções distintas, assim como nas múltiplas dimensões de cada um deles atuando de forma interativa em um espaço ativo de alta dimensionalidade.

O campo da administração de empresas também oferece uma visão correlata de complexidade ao que se tem pontuado até aqui. Como uma exemplificação, menciona-se o resultado de certos estudos que indicam que menos de 10% das estratégias empresariais são implementadas com sucesso. Entre outros fatores, os principais estão em situações emergentes ou inesperadas que, por sua vez, obrigam os líderes a mudar os rumos das ações. Outros estudos afirmam que, após a Pandemia de Covid-19, o mundo se tornou mais frágil, ansioso, não-linear e imprevisível. (Alves *et al.*, 2024)

Na subseção seguinte, procurando uma conexão teórica, conceitual e prática com o campo das probabilidades estatísticas, serão apresentados alguns entendimentos acerca de modelos. Em um segundo momento, tem-se o detalhamento da técnica *t-Distributed Stochastic Neighbor Embedding* (t-SNE) e como essa pode ser digitalmente empregada para auxiliar em algumas tomadas de decisões estratégicas, táticas e operacionais em centros urbanos. Por fim, em um terceiro momento, tem-se algumas considerações sobre o Aprendizado de Máquina.

## 2.3 MODELOS, A TÉCNICA T-SNE E O APRENDIZADO DE MÁQUINA

### 2.3.1 Modelos

Em termos gerais, os modelos matemáticos, estatísticos, conceituais e computacionais, entre outros, são entendidos como representações (não literalmente o objeto) de um sistema, problema ou fenômeno. Portanto, possuem limitações processuais e de respostas. Quando aplicável, os limites também são relacionados com a obscuridade da complexidade, da aleatoriedade (ausência de padrões) e das incertezas (desconhecimento prévio) dos contextos. Os resultados de modelos estatísticos estão no campo das probabilidades e tendem a contribuir com previsões, com testes de hipóteses, com o aprofundamento de conhecimentos ou novas descobertas, assim como, podem auxiliar em tomadas de decisões visando grandes grupos (amostragem). As suas configurações possuem conhecimentos encapsulados em programações – quando digitais, mas também podendo ser analógicos –, e as



suas validações dependem dos dados de um contexto específico e dos efeitos práticos dos seus respectivos usos. (Kahneman, 2011; Taleb, 2021)

Como um adendo, deve-se mencionar as diferentes conceituações sobre a aleatoriedade. Em termos gerais, essa pode ser entendida como indeterminação, incerteza e casualidade (Houaiss; Villar, 2009). Entretanto, ainda pode ser subdividida em duas categorias: a aleatoriedade pura e a pseudo-aleatoriedade (Verbeeck, 2006). Enquanto a primeira é de difícil compreensão e amplamente discutida acerca da sua validade, pois muitas ações humanas e acontecimentos naturais podem ser explicados e recriados pela Teoria do Caos (Lorenz, 2005), na geração de pseudo-aleatoriedade, ou aleatoriedade artificial – que interessa para este artigo –, tem-se algum controle dos processos.

O sistema pseudo-aleatório opera com uma informação inicial, denominada semente, que pode ser determinada pelo usuário humano ou ainda por outro sistema. Na sequência, uma série de processos são executados, seja de maneira fechada (isolada do contexto), ou com alguma interatividade com agentes externos. Em geral, a pseudo-aleatoriedade, também conhecida por fator randômico, está nas programações de aparelhos eletrônicos. Esses procedimentos, ou aparatos, não demandam uma aleatoriedade verdadeira, ou pura, mas apenas um afastamento da condução total do usuário. É de difícil apreensão, porque o padrão só é repetido após uma grande quantidade de operações. (Verbeeck, 2006)

Na realidade, matemáticos e cientistas da computação tem procurado se aproximar da aleatoriedade pura há décadas. Nesse sentido, atualmente, há sistemas que prometem um alto grau de confiabilidade, como, por exemplo, o serviço prestado pela empresa Random.org, que, por sua vez, gera números aleatórios, desde 1998, a partir de dados provenientes de ruídos atmosféricos (Haahr, 1999). Outro exemplo pode ser encontrado na parede composta por cerca de cem lâmpadas do tipo lava, da empresa Cloudflare, direcionada a gerar chaves de criptografia de segurança (Sigit, 2024). Ainda que sejam exemplos discutíveis, pelo ponto de vista de sistemas caóticos, reconhece-se o valor das pesquisas científicas, a relevância para sistemas de segurança e se posiciona como um item curioso para este artigo, que, talvez possa interessar a outros pesquisadores. De qualquer forma, trabalha-se aqui com a pseudo-aleatoriedade em modelos digitais.

### 2.3.2 A técnica t-SNE



Seguindo Taylor Arnold, Michael Kane e Bryan W. Lewis (2019), Ana C. Belkina *et al.* (2019), Matthew C. Cieslak *et al.* (2020) e George C. Linderman *et al.* (2017), a técnica t-SNE, primeiramente, utiliza um modelo de distribuição de probabilidade estatística para medir as relações locais de similaridades e de posicionamentos entre os pontos de dados, estabelecendo, assim, um espaço de alta dimensionalidade. Em uma segunda etapa, promove a redução estocástica (pseudo-aleatória, neste caso) da alta dimensionalidade, de forma não-linear, para modelar e/ou representar, também probabilisticamente, a multiplicidade de categorias e de espacialidades de dados em um espaço cartesiano bi ou tridimensional. A Figura 01 é uma representação (ilustrativa apenas) desses dois momentos da ferramenta:

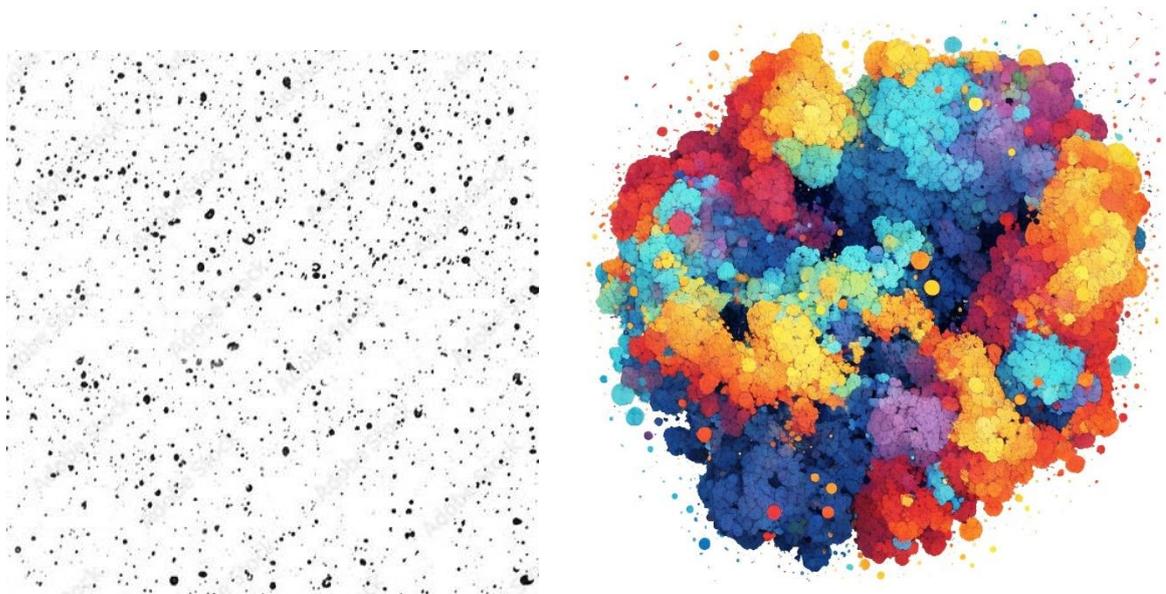


Figura 01. À esquerda, cada ponto significa uma dimensão de quesitos relacionáveis. À direita, os agrupamentos de pontos, em um espaço bidimensional, promovidos pela ferramenta t-SNE. Elaborada pelos autores.

Os autores mencionados no parágrafo anterior afirmam que os objetivos da técnica t-SNE envolvem organizações de dados por agrupamentos, que não poderiam ser pensados intuitivamente ou por processos lineares, preservando aquelas similaridades. Como a maioria dos processos computacionais, há a vantagem de rapidamente executar vários cálculos para um ambiente que se transforma de maneira não-linear, produzindo, talvez, uma série histórica. Ademais, proporcionam uma visualização interativa com certos padrões.

De maneira semelhante à parte do ethos de sistemas orgânico e integralmente à lógica difusa, a alta dimensionalidade não pode ser entendida por reduções diretas ou por uma estrutura de dados determinística. A distância euclidiana entre os dados



perde o seu significado intuitivo e prático, também devido ao fenômeno da *maldição da dimensionalidade*. Esse fenômeno indica que a diferença entre as distâncias máximas e mínimas euclidianas, descritas em um espaço cartesiano, tornam-se muito pequenas (irrelevantes) em espaços de alta dimensionalidade, portanto, somente por abordagens probabilísticas pode-se calcular os espaços (Bodt *et al.*, 2018). Uma rede distribuída em malha emaranhada, flexível e elástica.

A pseudo-aleatoriedade, dentro de sistemas computadorizados t-SNE, auxilia no sentido de minimizar uma função de erro (Arnold; Kane; Lewis, 2019; Belkina *et al.*, 2019; Cieslak *et al.*, 2020; Linderman *et al.*, 2017). O modelo emprega, naquela primeira etapa de alta dimensionalidade, a distribuição de probabilidade gaussiana – uma homenagem ao matemático, astrônomo e físico alemão Carl Friedrich Gauss (1777-1855). Essa probabilidade se refere à distribuição de uma variável contínua, que segue a distribuição normal. Essa é uma das distribuições mais fundamentais em estatística e aparece em vários fenômenos naturais e sociais, como, por exemplo, as alturas das pessoas, os pesos, os erros de medição, os intervalos de confiança etc. Há simetria pelo formato gráfico de sino da referida função.

Em outro momento, quando o modelo direciona os processos para a baixa dimensionalidade, bi ou tridimensional, a pseudo-aleatoriedade é empregada pela distribuição T de Student. Essa função também tende a comparecer em fenômenos naturais e sociais, mas quando se tem pequenas amostras ou grupos. A curva também tem forma de sino, mas tem caudas mais longas, o que significa que valores mais distantes da média tem probabilidade maior de ocorrer, quando comparado com a distribuição normal. (Arnold; Kane; Lewis, 2019; Belkina *et al.*, 2019; Cieslak *et al.*, 2020; Linderman *et al.*, 2017)

A técnica t-SNE pode ser usada, com maior ênfase, em classificações de *big data*, em redes de segurança e no Aprendizado de Máquina, entre outros campos.

### 2.3.3 Aprendizado de Máquina

Tangencialmente aos debates atuais acerca do Aprendizado de Máquina, entendido como um subconjunto da Inteligência Artificial, parte-se da ausência de consenso ou de definições precisas sobre os temas. Essa indefinição se dá em função da incompreensão sobre o que é a própria inteligência, pois, muitos processos ainda são obscuros e outros não são computáveis (Kaplan, 2016; Nicoletis, 2023). Há um



campo enevoado que tenta diferenciar uma programação algorítmica complexa do Aprendizado de Máquina.

Todavia, pode-se ter uma noção acerca das principais características do Aprendizado de Máquina: a capacidade de analisar grandes conjuntos de dados, aprender com eles, mudar algumas partes das suas programações algorítmicas (auto-regulação) e agir visando objetivos específicos. Ademais, pode estar em interatividade com um meio ambiente dinâmico. (Campo, 2022; Kaplan, 2016)

Na próxima seção, a técnica t-SNE será empregada como uma exemplificação direcionada a certa matriz de dados da cidade de São Paulo

## 2.4. APLICAÇÃO DA TÉCNICA T-SNE

De fato, há desafios técnicos e conceituais com fortes rebatimentos nas tomadas de decisões (estratégicas e táticas) em políticas públicas. Esse desafio está na operacionalização de grandes conjuntos de dados: *big data*. Entende-se que uma característica intrínseca ao *big data* e ao contexto proposto, a cidade de São Paulo, neste caso, está nas consideráveis diversificações e desarticulações entre os dados provenientes de sistemas, métodos e ferramentas diferentes.

Como um exemplo prático, porém, apenas ilustrativo acerca da técnica t-SNE, utiliza-se a Base de Dados do Centro de Referência e Atendimento para Imigrantes (CRAI), disponível abertamente ao público na plataforma Dados Abertos SP.

Como uma ressalva, explica-se o sentido ilustrativo do exemplo: para que se praticasse a redução de alta dimensionalidade em toda sua potencialidade, seria necessário trabalhar com uma base de dados muito maior do que a presente. Entretanto, uma base de dados com essas características de complexidade demanda uma série de procedimentos, de técnicas e de fontes de dados, os quais, apenas grandes centros de inteligência, como o Smart Sampa, por exemplo, poderiam gerar. Outros fatores para o uso de uma base de dados comedida estão no alto poder de processamento demandado pelos cálculos da técnica t-SNE, assim como na necessidade de programação de redes neurais para uso de Aprendizado de Máquina, para promover a desambiguação, a convergência e o agrupamento de dados.

De volta ao exemplo prático, uma planilha apresenta as informações sobre o perfil das pessoas atendidas pelo CRAI. Há 11.835 linhas, representando o total de pessoas que participaram das pesquisas de levantamento de dados, e 15 colunas,



que abarcam categorias, como a data de entrada no Brasil, a data do cadastro, o gênero, a faixa etária, o país de origem, a moradia atual (ou a ausência dela), as condições de moradia, a cidade de ingresso, a cor ou a raça, a escolaridade, a fonte de renda e a situação migratória, entre outras.

Foi empregado um modelo t-SNE, sobre os dados da matriz CRAI, no software Orange – que disponibiliza algumas ferramentas de código aberto para a manipulação e a visualização quantitativa e qualitativa de dados, com a vantagem de uma interface que opera sobre *visual scripting* (programação visual): o que desonera o usuário de dominar a programação por códigos. O resultado gráfico bidimensional de redução de dimensionalidade e de agrupamento de dados do CRAI é demonstrado na Figura 02, que também contém uma legenda explicativa da categoria processada: a moradia.



Figura 02. Redução de dimensionalidade de pessoas atendidas pelo CRAI. Categoria: moradia. Elaborada pelos autores.

Independentemente do filtro de visualização escolhido pelo usuário, após o processamento do modelo, a disposição espacial dos agrupamentos não é alterada. Apenas mudam as legendas e as respectivas cores e símbolos.

Procurando analisar os grupos dispostos na Figura 02, volta-se o olhar para a porção inferior esquerda: a que apresenta cores mais escuras. Essas cores são referentes às pessoas sem moradia ou em outras condições não especificadas. Ao navegar pelas demais categorias, visualiza-se que essa porção é composta, em sua maioria, por mulheres; de 30 a 39 anos; não informam a cidade de ingresso no país,

tampouco a fonte de renda; possuem visto permanente; a principal demanda é por assistência social; assim como há considerável diversidade de cor ou raça e de escolaridade. Poder-se-ia cogitar que se trata de um grupo em maior condição de vulnerabilidade social, mas que poderia ter algum pronto atendimento em virtude do tipo de visto que detém.

É importante colocar em relevo que esse padrão, dificilmente (ou nem tão facilmente em apenas uma operação) seria encontrado por meio dos filtros da planilha. Ao aplicar os filtros para aqueles sem moradia ou em outras condições não especificadas, a maioria é formada por homens, de 18 a 29 anos, por exemplo. Talvez em menor vulnerabilidade social.

Recorrendo ao mesmo gráfico de redução de dimensionalidade, mas especificamente procurando analisar um grupo isolado – destacado pela elipse vermelha na Figura 03 –, passa-se a ter outra leitura da matriz CRAI.



Figura 03. Redução de dimensionalidade de pessoas atendidas pelo CRAI. Elaborada pelos autores.

Embora a maioria dos dados das categorias se sustentem em similaridades, quando comparado com o primeiro teste, o distrito de moradia não foi informado – o que não significa que estão sem moradia –, e não foi informada qual seria a demanda mais imediata. Contudo, o que mais causa surpresa está no fato da maioria possuir ensino superior completo. Poder-se-ia questionar se esse pequeno grupo estaria com melhores condições de sair da situação de vulnerabilidade social, porque teria maiores

chances de rápida inserção no mercado de trabalho formal, ou ter mobilidade (ascensão) nele?

O filtro da planilha, referente ao ensino superior completo, retorna dados indicando que a maioria é formada por homens, de 30 a 39 anos, há variedade do distrito de moradia, os imóveis residenciais são alugados, Guarulhos é a principal cidade de acesso ao Brasil e a demanda imediata é a regularização migratória. Por essa última categoria, aquela questão anterior deixa de fazer o mesmo sentido.

Em outro segmento, na continuidade do primeiro analisado, pode-se identificar pessoas em situação de rua, que necessitam de auxílio emergencial. Em outras áreas de vizinhança horizontal, naquele mesmo gráfico de redução de dimensionalidade, notam-se variações de agrupamentos, ora com demandas por continuidades em formações acadêmicas ou capacitações profissionais, ora maior e menor engajamento com o serviço público.

Ainda que a partir de uma matriz de dados comedida e com um teste local e simplificado, é possível refletir, ou ao menos construir alguma noção, acerca da utilidade e de algum potencial eficiência da técnica computacional t-SNE, quando se refere às estratégias, às táticas e às operações de políticas públicas. Mais do que as análises de segmentos, pensando em uma metodologia de base t-SNE, as atenções devem estar principalmente nas relações de vizinhanças entre os agrupamentos. Esse fator, especialmente gráfico (em tela), tende a ser o que mais justifica o emprego dessa abordagem, pois extrapola a utilidade de uso de múltiplos filtros em uma planilha, por exemplo.

Conforme apontado, quando se trabalha com *big data*, uma ferramenta simplificada t-SNE, como a utilizada nos testes aqui apresentados, não é suficiente: precisa-se das redes neurais do Aprendizado de Máquina. Entretanto, há outro fator que corrobora com a necessidade dessa tecnologia de ponta. O *gradiente descendente estocástico* passa a ser fundamental, como um método usado para otimizar os próprios modelos computacionais. Os parâmetros internos de modelagem atuam de maneira iterativa e interativa com um contexto em transformação não-linear e dinâmico. Assim, a função de minimização de erro deve ser intensificada, o que somente é plausível de ser executada por meio de redes neurais, utilizando pequenos lotes estocásticos alternadamente. (van der Maaten, 2014)

Finalizada esta seção, passa-se para algumas reflexões complementares dispostas nas considerações finais.



### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora possam ser muito úteis, pensa-se que, nem a técnica t-SNE mais avançada que emprega Aprendizado de Máquina, tampouco aquela simplificada usada nos testes – ao menos no nível em que se está atualmente de desenvolvimento tecnológico –, são capazes de substituir o humano. Mas há a oportunidade de trabalho conjunto entre humanos e máquinas (Campo, 2022; Frey; Osborne, 2024; Harding *et al.*, 2023; Kaplan, 2016).

As percepções, as interpretações e as reflexões, como também as aproximações heurísticas acerca dos conjuntos (agrupamentos) de dados e das informações requerem também a sensibilidade e a intuição humana, necessárias para lidar com a organização e a solução, ou tentativa, de problemas complexos (Kaplan, 2016; Nicoletis, 2023) de grandes centros urbanos. A Cidadania Urbana e o Direito à Cidade não são alcançadas simplesmente pelos números usados em modelos estatísticos e/ou probabilísticos. As pessoas e as suas complexidades e vicissitudes devem estar no centro dos planejamentos estratégicos e das gestões, assim como nos processos, nos pensamentos e nas ações do poder público.

Assim sendo, sugere-se fortemente o desenvolvimento de uma tecnologia social (Archanjo; Vieira, 2024; Rodrigues, 2023). Esse termo é entendido como uma metodologia sistematicamente elaborada e aplicada praticamente a partir da colaboração ativa do coletivo, assim como pelas suas próprias bases de conhecimento. O objetivo é promover de maneira eficiente o avanço sociocultural, econômico e ambiental, oferecendo protagonismo às comunidades interessadas e diminuindo as desigualdades: em um certo sentido, parte do rumo necessário à Cidadania Urbana, ao Direito à Cidade, aos ODS e à co-governança. Nesse intuito, as tecnologias da informação tendem a abarcar uma função instrumental relevante, seja para a coleta de dados da cidade formal – representada pelas fontes oficiais do município –, seja especialmente para compreender os dados da cidade informal – periférica e apartada física e abstratamente.

Nesse último sentido, destacam-se algumas ferramentas ou meios digitais que podem ser mais bem explorados pelo poder público, seja na ampliação do alcance nas coletas dos dados (englobando a cidade informal e a transformando em formal), seja para a conversão de dados e informações em ações benéficas ao coletivo:



- SP 156 (reclamações, pedidos de serviços e sugestões);
- Colab.com.br (agendamento de serviços, reportar demandas, emitir documentos e participar ativamente das decisões da cidade);
- FALA.SP.GOV.BR (pedido de acesso à informação, denúncias, elogios, reclamações, solicitações ou enviar sugestões);
- mobizapSP (aplicativo de mobilidade urbana);
- Os espaços digitais da PRODAM para fomentar o diálogo e a participação ativa dos cidadãos (Conselhos e Órgãos Colegiados, Conferências, Audiências Públicas, Consultas Públicas, Diálogos Sociais, Fundos e Promoção da Cidadania);
- Instituto Cidade em Movimento (inovação, investigação e formação, aplicada aos transportes e mobilidade responsável, gerando atividades e emprego), que ademais indica aplicativos de vizinhança, baseados na proximidade, como o Tem Açúcar? (rede colaborativa para necessidades do cotidiano) e o ViZin (cujo objetivo é unir os vizinhos interessados em colaborar na segurança do bairro);
- o aplicativo FixMyStreet Brasil (para relatar problemas nas ruas, como buracos, lixo, pichações ou luzes e placas danificadas);
- MUDAMOS.ORG (incentiva a participação cidadã em propostas legislativas);
- Participa + Brasil (desenvolvida pelo governo federal para promover a interação entre cidadãos e governo em diversas áreas, incluindo gestão urbana);
- Rede Nossa São Paulo (mobilização de diversos segmentos da sociedade em parceria com instituições públicas e privadas);
- Observatório Social do Brasil (OSB);
- Força Tarefa Cidadã (compromissada com a transparência pública e incentivo ao auditor cidadão);
- Além dos laboratórios de universidades e programas de pós-graduação, como, por exemplo, o LAB ITAIM PAULISTA (PGAUR – USJT), o Colaboratório de Desenvolvimento e Participação (EACH – USP) e o Vote na Web (Faculdade de Direito, Fundação Getúlio Vargas – FGV).

Nota-se que há diversos meios para coletas de dados e que permitem a participação ativa coletiva. Por outro lado, entende-se que, em muitos casos, é difícil promover o engajamento da população de maneira ativa nesses processos (Andrade;



Coutinho; Dias, 2024). Portanto, a tecnologia social também deve dispor de meios e de ações voltadas a tal promoção e incentivo, para que se desenvolva enfaticamente o sentido de co-governança.

Procurando analisar outra perspectiva, apesar dos aspectos positivos do emprego tecnológico, que podem auxiliar em tomadas de decisões em políticas públicas, há problemas decorrentes. Entre alguns, entende-se que o que mais se aproxima desta proposta está nas dimensões ética e moral na manipulação de dados – o (nem tão) novo óleo, procurando atualizar aquela reflexão proveniente do matemático e cientista da computação Clive Humby, proferida no ano de 2006.

Inspirado em Phil Bernstein (2022), pela compreensão do termo *compliance*, aponta-se a necessária formação de comitês *data trust* (confiança de dados) para os Ambientes Comuns de Dados, operando, fiscalizando e regulando colaborativamente o emprego da Inteligência Artificial e/ou do Aprendizado de Máquina, além de outros processos digitais analíticos.

Por fim, para continuidades ou derivações desta pesquisa, sugere-se o emprego de outros modelos computacionais que também trabalhem com técnicas de redução dimensional de dados, como, por exemplo: o Multidimensional Scaling (MDS), ou Dimensionamento Multidimensional, e o Principal Component Analysis (PCA), ou Análise de Componentes Principais. Outra possibilidade interessante seria o emprego de modelos de Inteligência Artificial e/ou Aprendizado de Máquina sobre matrizes complexas e multidimensionais de dados.

## REFERÊNCIAS

ALVES, L. B.; CEGAN, E.; PAULA, A.; SCHNEIDER, E. I. Por um novo olhar ao planejamento estratégico, pois nada do que foi será de novo do jeito que já foi um dia. **Administração de Empresas em Revista**. UniCuritiba, Curitiba, v. 1, n. 34, 2024. Disponível em: <https://tinyurl.com/3erezbdz>. Acesso em: 10 set. 2024.

ANDRADE, M. F.; COUTINHO, M. M.; DIAS, E. J. P. Os efeitos das necessidades no engajamento para adoção das cidades inteligentes. **Administração de Empresas em Revista**. UniCuritiba, Curitiba, v. 1, n. 34, 2024. Disponível em: <https://tinyurl.com/36ap7v7x>. Acesso em: 10 set. 2024.

ARCHANJO, M., VIEIRA, F. **Tecnologia social: Tecendo saberes e ressignificando a Educação Científica**. Curitiba: Editora CRV, 2024.



ARNOLD, T.; KANE, M.; LEWIS, B. W. **A computacional approach to statistical learning**. New York: CRC Press, 2019.

BARAN, P. Introduction to Distributed Communications Networks. **IEEE Transactions on Communications Systems**, 12, n. 1, p. 1-9, 1964. Disponível em: <https://tinyurl.com/yt3hh3bx>. Acesso em: 02 set. 2024.

BELKINA, A. C.; CICCOLELLA, C. O.; ANNO, R.; HALPERT, R.; SPIDLEN, J.; SNYDER-CAPPIONE, J. E. Automated optimized parameters for T-distributed stochastic neighbor embedding improve visualization and analysis of large datasets. **Nature Communications**, n. 10, 2019. Disponível em: <https://tinyurl.com/2te56unb>. Acesso em: 01 set. 2024.

BERNSTEIN, P. **Machine Learning**: architecture in the age of artificial intelligence. London: RIBA Publishing, 2022.

BODT, C.; MULDER, D.; VERLEYSEN, M.; LEE, J. A. Perplexity-free t-SNE and twice Student t-SNE. **ESANN 2018 proceedings, European Symposium on Artificial Neural Networks, Computational Intelligence and Machine Learning**. Bruges (Belgium), 2018. Disponível em: <https://tinyurl.com/hfy6te2z>. Acesso em: 01 set. 2024.

BRASIL. **Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001**. Estatuto da Cidade. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Brasil: Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos, [2001]. Disponível em: <https://tinyurl.com/y96ca9xk>. Acesso em: 10 set. 2024.

CAMPO, M. del. **Neural architecture**: design and artificial intelligence. Novato, CA: ORO Editions, 2022.

CARLOS, A. F. A. **O espaço urbano**: novos escritos sobre a cidade. São Paulo: FFLCH, 2007.

CIESLAK, M. C.; CASTELFRANCO, A. M.; RONCALLI, V.; LENZ, P. H.; HARTLINE, D. K. t-Distributed Stochastic Neighbor Embedding (t-SNE): A tool for eco-physiological transcriptomic analysis. **Marine Genomics**, v. 51, 2020. Disponível em: <https://tinyurl.com/ycxfwbxu>. Acesso em: 01 set. 2024.

DIREITO, D. C.; KOGA, N.; LICIO, E. C. (Des)Mobilização de capacidades na instrumentação de políticas: o caso do cadastro único para programas sociais. In: GOMIDE, A. A.; SILVA, M. M. S.; LEOPOLDI, M. A. **Desmonte e reconfiguração de políticas públicas (2016-2022)**. Brasília: IPEA, 2023. p. 45-74. Disponível em: <https://tinyurl.com/57cme4xh>. Acesso em: 07 set. 2024.

DUBBELDAM, W. After-though. **Perspecta**, v. 38, p. 69-78, 2006. Disponível em: <https://tinyurl.com/3ns2dej6>. Acesso em: 02 set. 2024.

DUBBERLY, H. Design in The Age of Biology: Shifting From a Mechanical-Object Ethos to an Organic-Systems Ethos. **ACM**, v. XV.5, 2008. Disponível em: <https://tinyurl.com/4ep5b8d5>. Acesso em: 02 set. 2024.



EISENMAN, P. Folding in time: the singularity of rebstock. In: **Architectural Design: Folding in Architecture**, West Sussex, 2004.

FREY, C. B.; OSBORNE, M. Generative AI and the future of work: a reappraisal. **Brown Journal of World Affairs**, v. 30, n. 1, 2024. Disponível em: <https://tinyurl.com/mpfyknzz>. Acesso em: 01 set. 2024.

GAUDERETO, G. L. **Planejamento estratégico do setor de energia brasileiro na perspectiva dos objetivos de desenvolvimento sustentável**. 2023. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental e Hidráulica) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2023. Disponível em: <https://tinyurl.com/8f9bud5k>. Acesso em: 10 set. 2024.

GEHL, J. **Cidades para pessoas**. São Paulo: Perspectiva, 2023.

GTSC A2030 – GRUPO DE TRABALHO DA SOCIEDADE CIVIL PARA A AGENDA 2030. **VII Relatório Luz da sociedade civil Agenda 2030 de desenvolvimento sustentável Brasil**. 2023. Disponível em: <https://tinyurl.com/4ex6kat6>. Acesso em: 11 set. 2024.

HAAHR, M. Introduction to Randomness and Random Numbers. **Random.org**, 1999. Disponível em: <https://tinyurl.com/42r26u7r>. Acesso em: 01 set. 2024.

HARDING, J.; D'ALESSANDRO, W.; LASKOWSKI, N. G.; LONG, R. AI language models cannot replace human research participants. **AI & Society**, v. 38, n.3, 2023. Disponível em: <https://tinyurl.com/mpaxxfse>. Acesso em: 01 set. 2024.

HARVEY, D. **Cidades rebeldes: do Direito à Cidade à Revolução Urbana**. São Paulo: Martins Fontes, 2014.

HOLLAND, J. H. **Hidden order: how adaptation builds complexity**. Massachusetts: Helix Books, 1995.

HOUAISS, A.; VILLAR, M. D. S. **Dicionário Houaiss da língua portuguesa**. Rio de Janeiro: Objetiva, 2009.

JACOBS, J. **Morte e vida de grandes cidades**. 3ª. ed. 3ª. tiragem. São Paulo: Martins Fontes, 2024.

KAHNEMAN, D. **Thinking, fast and slow**. New York: Farrar, Straus and Giroux, 2011.

KAPLAN, J. **Artificial Intelligence: what everyone needs to know**. Oxford, Reino Unido: Oxford University Press, 2016.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. D. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 8ª. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

LEFEBVRE, H. **O direito à cidade**. São Paulo: Centauro, 2001.



LIMA, E. F.; CAPILÉ, B.; CAMPOS, R. B. F.; SANTANA, H. C. Desafios para o saneamento básico no Brasil: planejamento estratégico e gestão. **IV Jornada acadêmica das engenharias**: Desafios contemporâneos, sustentáveis e inovação. Univale, Governador Valadares, v. 4, n. 1, 2023. Disponível em: <https://tinyurl.com/2t6msx9x>. Acesso em: 10 set. 2024.

LINDERMAN, G. C.; RACHH, M.; HOSKINS, J. G.; STEINBERGER, S.; KLUGER, Y. Efficient Algorithms for t-distributed Stochastic Neighborhood Embedding. **Nature Methods**, v. 16, n. 3, 2019. Disponível em: <https://tinyurl.com/3mf6vsv6>. Acesso em: 01 set. 2024.

LORENZ, E. N. **The essence of chaos**. London: UCL Press, 2005.

LYNN, G. Architectural curvilinearity: the folded, the pliant and the supple. **Architectural Design**: Folding in Architecture. West Sussex: Wiley Academy, 2004.

MARICATO, E. **O impasse da política urbana no Brasil**. Petrópolis: Vozes, 2017.

MARTINS, A. L. J.; SOUZA, A. A.; FERNANDES, L. M. M.; OLIVEIRA, A. M. C.; CORDEIRO, J. C.; OLIVEIRA, A. F.; MAGALHÃES JÚNIOR, H. M. A interface entre as políticas públicas para a população em situação de rua: revisão integrativa. **Ciência & Saúde Coletiva**. Revista da Associação Brasileira de Saúde Coletiva. Artigos de Revisão. Rio de Janeiro, v. 28, n. 8, ago. 2023. Disponível em: <https://tinyurl.com/ykbchjp4>. Acesso em: 05 set. 2024.

MATOS, L. S.; DUARTE, M. R. B.; CAMARGO, A. S.; PEREZ, M. C.; SILVA, I. S. F. Planejamento estratégico aplicado ao setor público: o caso de uma subsecretaria do ministério da saúde. **Revista Ibero-americana de Estratégia**. São Paulo, v. 22, n. 1, 2023. Disponível em: <https://tinyurl.com/3madhzjr>. Acesso em: 10 set. 2024.

MONTANHOLI, M.; SANTOS, F. A.; SANTOS, N. M. B. F.; PETERS, M. R. S. Princípios da governança pública aplicada ao tribunal de contas do estado de São Paulo. **Administração de Empresas em Revista**. UniCuritiba, Curitiba, v. 1, n. 31, 2023. Disponível em: <https://tinyurl.com/5bfup2a>. Acesso em: 10 set. 2024.

MORIN, E. **Introdução ao pensamento complexo**. Porto Alegre: Meridional / Sulina, 2005.

NICOLELIS, M. IA não é inteligência, e sim marketing para explorar o trabalho. Entrevistador: Pedro S. Teixeira. **FOLHA DE S. PAULO**. São Paulo, ano 103, nº 34.430, p. A22, 9 jul. 2023.

PAGE, S. E. **Understanding complexity**. Chantilly, Virginia, EUA: Teaching Company, 2009.

QUARONI, L. **Proyectar un edificio**: ocho lecciones de arquitectura. Madrid: Xarait Ediciones, 1987.

RENZCHERCHEN, A. T.; STEFANI, S. R.; TRIBECK, P. M. A. Desafios e retrocessos na implementação dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil: uma



análise do Relatório Luz. **Administração de Empresas em Revista**. UniCuritiba, Curitiba, v. 1, n. 34, 2024. Disponível em: <https://tinyurl.com/5be8bnwj>. Acesso em 10 set. 2024.

RODRIGUES, R. G. **Tecnologia Social como viabilizadora de negócios de impacto sustentáveis**: como o capitalismo e o socialismo podem caminhar juntos para o fomento da economia de propósito. Brasil: Editora Dialética, 2023.

SANTOS, M. **O espaço cidadão**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2007.

SÃO PAULO. **Lei nº 16.050, de 31 de julho de 2014**. Projeto de Lei nº 688/13, do Executivo, aprovado na forma de substitutivo do legislativo. Aprova a Política de Desenvolvimento Urbano e o Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo e revoga a Lei nº 13.430/2002. São Paulo: Câmara Municipal, [2014]. Disponível em: <https://tinyurl.com/yeyhs5sh>. Acesso em: 10 set. 2024.

SÃO PAULO. **Lei nº 17.975, de 8 de julho de 2023**. Projeto de Lei nº 127/23, do Executivo, aprovado na forma de Substitutivo do Legislativo. Dispõe sobre a revisão intermediária do Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo, aprovado pela Lei nº 16.050, de 31 de julho de 2014, nos termos da previsão de seu art. 4º. São Paulo: Câmara Municipal, [2023]. Disponível em: <https://tinyurl.com/yeyhs5sh>. Acesso em: 10 set. 2024.

SIGIT, M. To what extent are multiple pendulum systems viable in pseudo-random number generation? **arXiv preprint arXiv:2404.16860**, 2024. Disponível em: <https://tinyurl.com/32kfm82z>. Acesso em: 02 set. 2024.

TALEB, N. N. **A lógica do cisne negro**: o impacto do altamente improvável. Tradução: Renato Marques de Oliveira. Rio de Janeiro: Objetiva, 2021.

VAN DER MAATEN, L. Accelerating t-SNE using tree-based algorithms. **Journal of machine learning research**, v. 15, n. 1, 32213245, 2014. Disponível em: <https://tinyurl.com/3rem5uhk>. Acesso em: 01 set. 2024.

VERBEECK, K. **Randomness as a generative principle in art and architecture**. 2006. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Arquitetura, MIT, Massachusetts. 2006.

