

## Analysis by Algorithmic Modeling of Historiographical Data on Modern and Contemporary Brazilian Architecture

Ernesto Bueno Wills<sup>1</sup>, André Reis Balsini<sup>1</sup>, Ruth Verde Zein<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Presbiteriana Mackenzie, Brasil

[ernestobueno@gmail.com](mailto:ernestobueno@gmail.com)

[abalsini@gmail.com](mailto:abalsini@gmail.com)

[rvzein@gmail.com](mailto:rvzein@gmail.com)

**Abstract.** Are historiographic diagrams valid instruments for gauging the main constituent aspects of historiographic documentation of a body of architectural production? The paper aims to discuss the results obtained by algorithmic modeling and three-dimensional visualization of historiographic data. The analysis method proposes a diagrammatic approach to the research object, established from the fundamentals originally described by Zein (2020). The diagrams were created using the algorithmic modeling software Grasshopper, which allowed us to combine a precise recording of data with an original approach to its interpretation. From the data collected, Cartesian coordinates were established for the generation of curves and interpolation surfaces representative of the computed aspects of certain historiographic narratives. With wide application possibilities, the resulting algorithmic diagrams establish a new model for data analysis and visualization, which stands as a consistent alternative to other more commonly used digital bibliometric tools.

**Keywords:** Historiographic diagram, Modern architecture, Parameterization, Data analysis, Data visualization

### 1 Introdução

A pesquisa que originou este trabalho resultou das atividades de ensino e pesquisa, e de disciplinas ministradas desde 2010 na Universidade Presbiteriana Mackenzie pela professora doutora Ruth Verde Zein. Nestas, busca-se estimular o reconhecimento e a revisão aprofundada dos principais “manuais” canônicos que abordam, de maneira panorâmica e tratadística, a

história da arquitetura do século 20 no Brasil e na América Latina. As ferramentas pedagógicas adotadas são variadas, mas incluem a prática de leituras não lineares e a elaboração de esquemas e diagramas visuais interpretativos, que possibilitem ampliar a compreensão tanto os conteúdos como das estruturas e tramas narrativas, adotadas por cada autor ou autora, estimulando a produção de resultados interpretativos textuais, visuais e gráficos, criativos e inovadores. Ao longo de alguns anos de experiência didática foi sendo expandida a variedade exploratória e a experimentação de diferentes possibilidades, sempre com a ativa participação e contribuição de jovens pesquisadores e pesquisadoras.

Ressalta-se que os muitos dos resultados que vêm sendo obtidos através dessas pesquisas não pretendem ter um caráter puramente abstrato, e que esses caminhos exploratórios não querem se bastar como exercícios formais, ainda que, de fato, resultem frequentemente em imagens de grande apelo visual. A intenção desses estudos é a de ajudar a aperfeiçoar práticas pedagógicas e de pesquisa, informando o trabalho de atuais e futuros/as professores/as de história, teoria e projeto da arquitetura. Os doutorandos André Reis Balsini e Ernesto Bueno Wills, inicialmente como estudantes e, em seguida, como membros da equipe de pesquisa, desenvolveram esses trabalhos alguns passos adiante. A produção de diagramas algorítmicos, visa a análise de massas importantes de informações que, de outra maneira, são de difícil compreensão imediata. Os gráficos, resultantes do emprego dessas ferramentas algorítmicas, permitem visualizar e mesmo garantir um primeiro entendimento intuitivo e imediato do amplo volume de informações levantados sobre essas obras canônicas da historiografia da arquitetura moderna brasileira.

Mas, seriam estes diagramas gerados por modelagem algorítmica as ferramentas mais adequadas para a análise das informações historiográficas sobre a arquitetura moderna brasileira? Esta é uma pergunta pertinente, considerando a disponibilidade atual de ferramentas computacionais fundamentadas pela bibliometria, e que vêm se tornando mais populares, entre outros motivos, por permitir o mapeamento de informações em rede e, também, pela geração e visualização de elaborados gráficos de nuvem. Este é o caso das ferramentas Bibliometrix, CiteSpace e VOSviewer, para citar três, que se destacam pela possibilidade de leitura estruturada de grandes e complexos volumes de dados.

Convém assinalar que os estudos bibliométricos se propõem a quantificar dados e se aproximam, em seus fundamentos, das ciências estatísticas, em que a verificação de tendências e padrões, dentro de um determinado campo do conhecimento figura entre os principais objetivos (Guedes & Borschiver, 2005). Assim, há aproximações e diferenças entre os modelos de análise e visualização propostos nesta pesquisa, orientada à princípio para a investigação historiográfica, e aqueles sistematizados pelas ferramentas citadas, a serviço da ciência da informação. A modo de comparação, o CiteSpace, oferece um bom exemplo. Trata-se de um aplicativo Java, cujo desenvolvimento remonta ao ano de 2003. Entre seus principais objetivos estavam a observação da evolução de frentes de pesquisa e bases intelectuais

na literatura científica (Chen, 2006). Enquanto a modelagem algorítmica de que tratamos neste artigo constrói superfícies de dados visualizadas a partir de uma matriz cartesiana, ferramentas como o Citespace focam na geração de visuais de *cluster* (*cluster views*) e de regiões temporais (*time-zone views*), visualizados em redes de pontos conectados, em que critérios de centralidade e intermediação determinam que pontos nodais específicos assumem relevância nos gráficos gerados (Chen, 2006). Mesmo que o Grasshopper seja mais tipicamente associado às ferramentas de projeto arquitetônico, a sua aproximação à programação visual tem se demonstrado útil para interagir com grandes quantidades de dados e gerar análises e visualizações que ajudem no entendimento de fenômenos complexos em outros campos do conhecimento (Pimentel *et al.*, 2013).

No presente artigo apresentaremos alguns dos últimos resultados desse processo, analisando criticamente suas bases e o alcance de suas possibilidades interpretativas.

### 1.1 Objetivo

O objetivo do artigo é discutir a utilização de diagramas modelados algoritmicamente para visualização e análise de dados historiográficos, em particular, daqueles relativos à arquitetura moderna e contemporânea brasileira. Os desenvolvimentos diagramáticos buscam possibilitar uma leitura diferenciada das narrativas historiográficas, desde um conjunto consistente de livros referenciais, de modo a verificar os cânones correntemente estabelecidos e subsidiar interpretações alternativas a estes.

## 2 Metodologia e resultados

Neste artigo, tratamos principalmente dos mais recentes diagramas historiográficos desenvolvidos para o projeto Arquitetura moderna no Brasil e América Latina: Revisões historiográficas. A etapa atual de pesquisa parte de um processo de contínua atualização metodológica, considerando uma revisão crítica dos resultados obtidos em etapas preliminares<sup>1</sup>. Para a elaboração dos diagramas foi utilizado o software de modelagem algorítmica Grasshopper, que permitiu aliar um preciso registro dos dados à uma abordagem original de implementação. Dos dados levantados foram estabelecidas coordenadas cartesianas, para a geração de formas representativas dos aspectos computados de uma narrativa historiográfica específica.

Visando alcançar resultados conceitualmente significativos e quantitativamente precisos, as pesquisas se orientaram pelo aprimoramento de um conjunto de procedimentos e definições em que a conversão de dados foi otimizada. Com a intenção de incluir uma maior amplitude de informações

---

<sup>1</sup> Os primeiros diagramas historiográficos são produzidos em 2019 pelos autores do artigo. A partir de 2020, a equipe se amplia, contando com a participação de Maria Beatriz A. Makamura, Renata B. Sancovski e Thomas Y. Takeuchi.

e dados processados, foram ajustados os critérios para definição dos modelos tridimensionais, que são resultantes da inclusão das citações de todas as obras de arquitetura registradas nos oito livros<sup>2</sup> que são objeto de análise. Todo o conjunto de dados compilados foi processado em um mesmo espaço diagramático. Foram utilizadas basicamente duas linguagens gráficas para a representação do modelo: linhas (Figura 1); e superfícies de relevo, integradas em uma única superfície de dados tridimensional (Figura 2).

Em resumo, a metodologia aplicada estabelece critérios para as definições diagramáticas que vão gerar superfícies de dados, em que o espaço é construído, a partir do eixo X, pelos oito livros analisados; do eixo Y, pelas obras arquitetônicas com mais de cinco citações<sup>3</sup> (no caso, somando as menções dos oito livros), ordenadas cronologicamente; e do eixo Z, pelo número de citações das obras mencionadas. O processamento dos dados se deu pelo acesso a uma planilha que contém os registros das obras e citações para cada livro, o que permitiu a criação de pontos utilizando a enumeração desses dados como coordenadas. Os dados foram estruturados de maneira a obter listas de pontos para cada livro. A superfície de relevo se obteve: construindo curvas NURBS destas listas de pontos; criando uma superfície de transição através das curvas; convertendo para malha poligonal; e interpolando os seus vértices, ao aplicar a subdivisão de Catmull-Clark<sup>4</sup> (Piacentino, 2013), nível 3.

Esta interpolação suavizou o relevo, ajudando na visualização da relação entre dados, porém, alterou a escala vertical da superfície (para as escalas horizontais não se alterarem, a construção de curvas e transição foram rigorosamente uniformes). Por esta razão, as grids verticais foram reescaladas empiricamente, até acertar as cotas da superfície interpolada (Figuras 5 e 6). O valor encontrado para fator de escala foi: 0,360263.

A coloração das linhas foi definida pela distribuição equidistante de oito matizes (uma para cada livro) nos 360° do círculo cromático, começando em 0°, com vermelho. Na superfície de relevo, as cores foram incluídas utilizando a propriedade de cor por vértice, inerente às malhas poligonais.

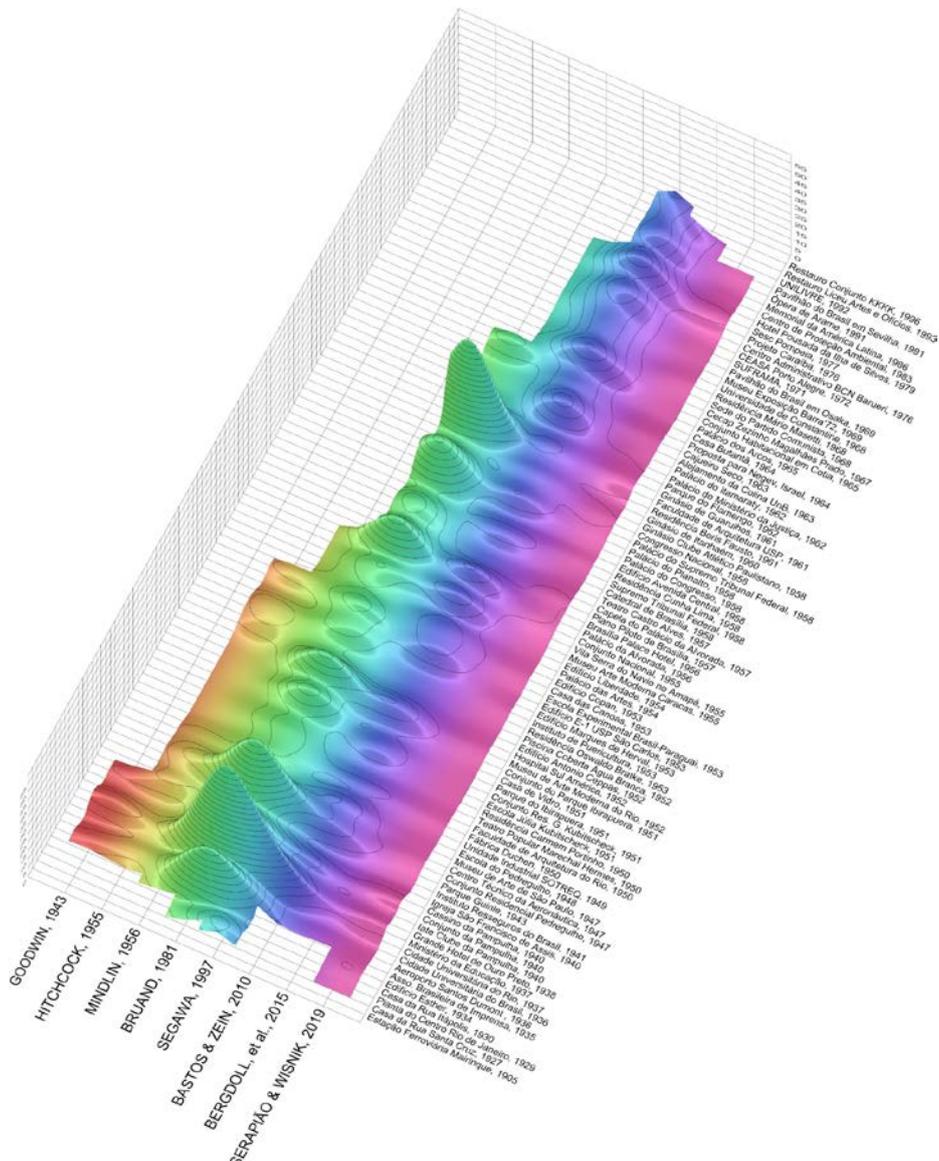
---

<sup>2</sup> Goodwin (1943); Hitchcock (1955); Mindlin (1956); Bruand (1981); Segawa (1997); Bastos e Zein (2010); Bergdoll *et. al.* (2015); Serapião e Wisnik (2019).

<sup>3</sup> Para tratar da massa de informações dos 8 livros pesquisados (quase mil obras de arquitetura citadas) foi necessário, em um primeiro momento, definir um filtro que permitisse o manejo viável dos dados.

<sup>4</sup> A subdivisão de Catmull-Clark (1978) foi implementada em Grasshopper por Giulio Piacentino (2013) no plugin WeaverBird.





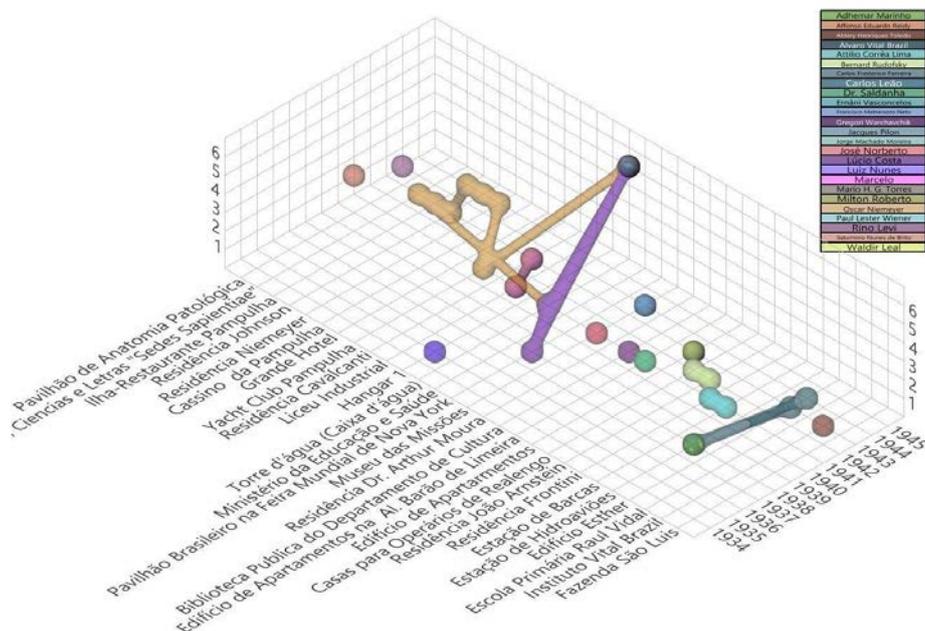
**Figura 2.** Vista axonométrica de diagrama de superfície interpolada de menções das principais obras em cada livro, com curvas de nível. Fonte: Elaboração própria, 2021.

### 3 Discussão: a modelagem algorítmica enquanto ferramenta de análise historiográfica

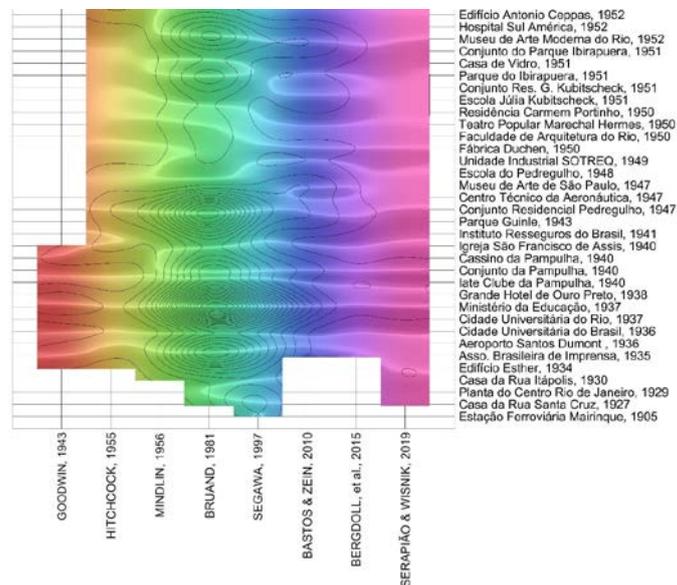
Partindo de um contexto de pesquisa focado na historiografia da arquitetura moderna brasileira, o desenvolvimento dos diagramas discutidos neste artigo

são consequência do questionamento dos estatutos canônicos, observados desde o conjunto de livros que são objeto deste estudo (Zein, 2020). Sob essa perspectiva, o cânon não se estabelece por conta de uma análise absolutamente precisa dos dados historiográficos, mas antes corresponde a um recorte, a uma interpretação destes autores que termina por se impor às demais. Modelos de visualização gráfica de feição mais conceitual, mas não necessariamente precisos (cf. Jencks, 2001), estabelecem um precedente importante quanto às possibilidades de uma interpretação alternativa da história da arquitetura. Assim, as possibilidades de pesquisa de ordem gráfica propostas pelo projeto assumiram, desde seu início, um direcionamento conceitual aberto e autônomo, não obstante o compromisso em estabelecer vinculação com um levantamento de dados sistemático (Zein, 2020).

Questionamentos historiográficos específicos conduziram à elaboração de distintos algoritmos para representações diagramáticas alternativas, a partir de parâmetros diferenciados. Nas primeiras etapas de desenvolvimento dos diagramas, os dados eram computados separadamente, de forma a gerar superfícies distintas. Cada livro gerava um diagrama separado e, então, eram geradas visualizações das superfícies superpostas (Zein, 2020). Esse modo diagramático já se mostrava adequado às análises comparativas precisas entre diferentes discursos historiográficos.



**Figura 3.** Vista isométrica de diagrama de *blobs* por arquiteto, destacando número de menções das obras através dos anos no livro 1. Fonte: Elaboração própria, 2021.



**Figura 4.** Recorte da vista superior do diagrama de superfície interpolada de menções das principais obras em cada livro, com curvas de nível. Fonte: Elaboração própria, 2021.

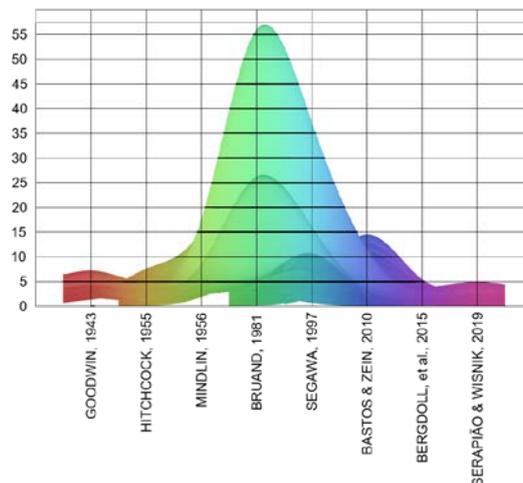
Em outro modelo alternativo de visualização são geradas isosuperfícies (*blobs*)<sup>5</sup>, que permitem agrupar diferentes arquitetos, demonstrando que colaboram em uma mesma obra (Figura 3). O espaço de dados ainda utiliza, como principal critério para interpretação das narrativas historiográficas, as citações de obras de arquitetura moderna brasileira, sendo gerado a partir dos anos de cada obra, no eixo X; das obras, no eixo Y; e do número de menções, no eixo Z. Esta definição trabalha com planilhas por obra, processa os nomes dos autores e reagrupa as obras por arquiteto, diferenciando-se os arquitetos pelo uso de cores. Para isto, foi necessário: extrair o campo de autores da tabela; separar os diferentes nomes; filtrar os nomes repetidos, registrando a qual obra são atribuídos; construir polígonos, conectando todas as obras de um mesmo autor (ou coautor); e gerar isosuperfícies em torno dos polígonos e pontos, no caso de autores com uma só obra mencionada no livro. A cada isosuperfície representando um autor, foi atribuída aleatoriamente uma cor diferente com certa transparência, com o intuito de ver sobreposições de autores em diferentes obras. Reconhece-se que a complexidade visual desta alternativa dificultaria a leitura, na inclusão de um maior número de obras e livros num mesmo diagrama. Porém, demonstra-se a potencialidade de explorar gestões complexas da árvore de dados, que é um conjunto não linear (Issa, 2020) para estabelecer relações não-lineares entre as informações.

<sup>5</sup> Para gerar isosuperfícies no Grasshopper utilizou-se o plug-in Dendro. C.f. [www.food4rhino.com/app/dendro](http://www.food4rhino.com/app/dendro)

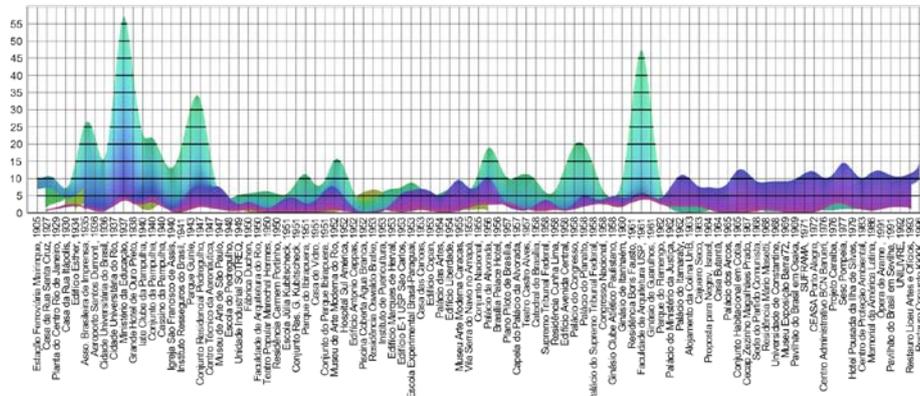
Consideramos que em vez de passo intermediário para a redação de um texto acadêmico –a abordagem tipicamente humanista– a própria visualização se torna o objeto hermenêutico e acadêmico (Staley *et al.*, 2014). Cada padrão de visualização gerado possibilita o acesso a diferentes percepções e interpretações do registro historiográfico, o que aproxima as pesquisas do projeto ao posicionamento de Ramsay (2011), que afirma a primazia do padrão como a função hermenêutica básica para unir arte, ciência e crítica.

### 3.1 Os diagramas enquanto suporte para a análise historiográfica

Evidenciando o contraste entre as diferentes narrativas historiográficas, correspondentes a cada um dos livros sobre arquitetura moderna brasileira pesquisados, a superfície de dados gerada permite interpretar visualmente, e de modo intuitivo, uma quantidade significativa de informação codificada. A simples observação das oscilações no eixo Z cartesiano, relacionadas à enumeração de obras citadas, permite verificar, a partir desta visualização, um maior aprofundamento ou superficialidade das narrativas representadas. Por exemplo, observa-se, paralelamente ao eixo Y (que registra os anos de produção e as obras citadas), uma maior amplitude vertical (eixo Z), determinada por relevos em cadeias claramente perceptíveis, que se dispõem nas posições correspondentes aos livros 4 e 6 (Bruand, 1981; e Bastos e Zein, 2010). Por outro lado, a persistência de um discurso canônico pode ser aferida pelo grau de extensão dos relevos superficiais ao longo do eixo X, o que indica que as citações de determinadas obras são endossadas por mais de um livro, ou seja, são referência para mais de uma narrativa acerca da arquitetura moderna brasileira.



**Figura 5.** Vista frontal do diagrama de superfície interpolada de menções das principais obras em cada livro. Fonte: Elaboração própria, 2021.



**Figura 6.** Vista lateral direita do diagrama de superfície interpolada de menções das principais obras. Fonte: Elaboração própria, 2021.

Com o registro dos anos vinculado às obras arquitetônicas citadas, a linha do tempo, que inicia em 1905 e vai até o ano de 1996, não apresenta uma distribuição homogênea de datas ao longo do eixo Y. Determinados anos, ou conjunto de anos, se destacam na constituição de um cânone historiográfico, por concentrarem maior número de citações de obras, recorrências que causam distorções ao longo de Y. Da análise dos diagramas, registra-se uma maior extensão da década de 1950 ao longo de Y, o que revela sua importância para o estatuto canônico. Em síntese, sendo adequado à uma análise contextual de distintos discursos historiográficos, o registro integrado de dados em um mesmo espaço matricial cartesiano é capaz de gerar diagramas que compartilham de um mesmo topos superficial, e que possibilitam visualizar distintos padrões narrativos, ampliando os limites de sua interpretação.

#### 4 Considerações finais

Percebemos como os diagramas tridimensionais podem ajudar a elucidar fenômenos aparentemente difusos e relações complexas, através de vistas tridimensionais, como as perspectivas isométricas. Isto se deve a que nestas vistas se representam todas as dimensões do espaço de dados. Porém, desenvolver estes diagramas em ambientes de modelagem tridimensional também nos permite a visualização de projeções ortogonais bidimensionais. Nestas projeções, perde-se a representação visual de uma terceira dimensão, mas ganha-se precisão para ler as quantidades e estabelecer comparações entre grupos de dados. Isto têm nos levado a discutir questões historiográficas com importantes implicações na concepção do nosso acervo arquitetônico e a maneira como o hierarquizamos, segundo as narrativas dos autores dos livros panorâmicos que constituem o corpus de estudo. Até a presente etapa de desenvolvimento, temos representado quase exclusivamente arquitetos, obras, anos e número de menções. Para futuros trabalhos, estamos

considerando a inclusão de outros tipos de dados, como por exemplo geográficos, e outras classes de recursos de representação, como texturas.

Encontra-se grande potencial de interpretação neste tipo de diagramas, aplicáveis aos estudos de diferentes discursos historiográficos. Neste sentido, compartilhamos a opinião de pesquisadores de outras áreas, como Stephen Ramsay (2011) e David Staley (2014), que também fazem da visualização de dados mais do que um instrumento de trabalho, um documento próprio. Assim, para se obter a melhor leitura deste grande espaço de dados, devemos confiar nos diagramas e tomar a beleza destes, não como uma exploração estética somente, mas também como uma fonte de percepção interpretativa. No contexto de pesquisas desenvolvidas no projeto, cada nova leitura de dados historiográficos leva a revisões críticas dos algoritmos, e prometem conduzir às etapas seguintes de desenvolvimento metodológico.

**Agradecimentos.** Os autores agradecem a Maria Beatriz A. Makamura, Renata B. Sancovschi e Thomas Y. Takeuchi, pelas suas contribuições como parte da equipe de desenvolvimento de diagramas e gráficos e aos demais integrantes do grupo de pesquisa do projeto AMBAL, que realizaram o levantamento historiográfico e a elaboração das planilhas. A presente pesquisa foi desenvolvida dentro do projeto Arquitetura moderna no Brasil e América Latina: Revisões historiográficas, com apoio financeiro do Fundo Mackpesquisa (2020/1).

## Referências

- Bastos, M. A. J., & Zein, R. V. (2010). *Arquiteturas no Brasil após 1950*. Perspectiva.
- Bergdoll, B., Comas, C.E.D., Liernur, J.F., & Del Real, P. (2015). *Latin America In Construction: Architecture 1955-1980*. MoMA.
- Bibliometrix. (2021). Massimo Aria, Corrado Cuccurullo (version 3.0). [open-source tool]. <https://bibliometrix.org/>
- Bruand, Y. (1981). *Arquitetura Contemporânea no Brasil*. Perspectiva.
- Catmull, E., & Clark, J. (1978). Recursively generated B-spline surfaces on arbitrary topological meshes. *Computer-aided design*, 10(6), 350-355. [https://doi.org/10.1016/0010-4485\(78\)90110-0](https://doi.org/10.1016/0010-4485(78)90110-0)
- Chen, C. (2006). CiteSpace II: Detecting and visualizing emerging trends and transient patterns in scientific literature. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 57(3), 359-377.
- CiteSpace: Visualizing Patterns and Trends in Scientific Literature (2021). Chaomei Chen [Java application]. <http://cluster.cis.drexel.edu/~cchen/citespace/>
- Goodwin, P. L. (1943). *Brazil Builds: architecture new and old 1652-1942*. The Museum of Modern Art.

- Guedes, Vânia L. S., & Borschiver, Suzana. (2005). Bibliometria: uma ferramenta estatística para a gestão da informação e do conhecimento, em sistemas de informação, de comunicação e de avaliação científica e tecnológica. In *Anais do VI Cinform: Informação, Conhecimento e Sociedade Digital*. ICI/UFBA. [www.cinform-antiores.ufba.br/vi\\_anais/docs/VaniaLSGuedes.pdf](http://www.cinform-antiores.ufba.br/vi_anais/docs/VaniaLSGuedes.pdf).
- Hitchcock, H. R. (1955). *Latin America Architecture since 1945*. MoMa.
- Issa, Rajaa. (2020). *Essential Algorithms and Data Structures for Computational Design*. Robert McNeel & Associates, 2020.
- Jencks, C. Canons in Crossfire. (2001, Summer). *Harvard Design Magazine*, 14, 43-49.
- Mindlin, H. E. (1956). *Modern Architecture in Brazil*. Colibris.
- Piacentino, G. (2013) Weaverbird: Topological Mesh Editing for Architects. *Architectural Design*, 83(2), 140-141. <https://doi.org/10.1002/ad.1571>
- Pimentel, B. G. S., Bueno, E., & Silva, R. P. (2013). Simulação do processo de compostagem utilizando desenho paramétrico. In M. Menezes & M. Moura (Org.) *Rumos da pesquisa no design contemporâneo: Materialidade, gestão e serviços* (pp. 288-310). Estação das Letras e Cores.
- Ramsay, S. (2011). *Reading Machines: Toward an Algorithmic Criticism*. University of Illinois Press.
- Segawa, H. (1997). *Arquiteturas no Brasil 1900-1990*. EDUSP.
- Serapião, F., & Wisnik, G. (Org). (2019). *Infinito Vão: 90 anos de arquitetura brasileira*. Monolito.
- Staley, D. J., French, S., & Ferster, B. (2014). Visual Historiography: Visualizing "The Literature of a Field". *Journal of Digital Humanities*, 3(1). p. 533. <http://journalofdigitalhumanities.org/3-1/visual-historiography-visualizing-the-literature-of-a-field/>
- VOSviewer: visualizing scientific landscapes. (2021). CWTS (version 1.6.16) [software tool]. [www.vosviewer.com/](http://www.vosviewer.com/)
- Zein, R. V. (2020). O vazio significativo do canon. *VIRUS*, 20. [www.nomads.usp.br/virus/virus20/?sec=4&item=1&lang=pt](http://www.nomads.usp.br/virus/virus20/?sec=4&item=1&lang=pt)