

# Visualização Interativa para Análise de Custos na Educação Superior Global

Gustavo Bianchi  
Fundação Getúlio Vargas  
Escola de Matemática Aplicada  
Rio de Janeiro, Brasil  
gu.bianchi.s@gmail.com

João Machado  
Fundação Getúlio Vargas  
Escola de Matemática Aplicada  
Rio de Janeiro, Brasil  
jogabriel433@gmail.com

Vinícius Nascimento  
Fundação Getúlio Vargas  
Escola de Matemática Aplicada  
Rio de Janeiro, Brasil  
vinicius.nascimento05@hotmail.com

**Abstract**—A busca por educação superior em nível internacional é uma realidade para um número crescente de estudantes, mas as barreiras financeiras representam um dos maiores desafios. Este artigo apresenta um sistema de visualização de dados interativo, desenvolvido para analisar e explorar o impacto dos custos na educação global. Utilizando uma abordagem de narrativa guiada (através de slides) implementada com Svelte.js, a plataforma permite que os usuários comparem os custos de vida e de mensalidades em 622 instituições de ensino de alto nível em 71 países. O sistema integra múltiplas visualizações, como mapas, gráficos de barras, diagramas de dispersão e boxplots, que são interligadas para oferecer uma análise aprofundada da relação entre custo, localização geográfica e ranking acadêmico. As conclusões iniciais apontam para uma disparidade significativa de custos, notavelmente com universidades nos Estados Unidos apresentando valores substancialmente mais altos, mas que frequentemente se correlacionam com posições de maior prestígio em rankings globais. A ferramenta serve como um recurso exploratório para futuros estudantes, pesquisadores e formuladores de políticas educacionais.

**Index Terms**—visualização de dados, educação superior, análise de custos, interatividade, svelte.js

## I. INTRODUÇÃO

A globalização transformou o cenário da educação superior, incentivando estudantes a buscar oportunidades de formação em outros países. No entanto, a decisão de estudar no exterior é complexa e fortemente influenciada por fatores financeiros. A variação nos custos de mensalidades, acomodação e taxas de visto pode criar barreiras significativas, moldando as oportunidades disponíveis para estudantes de diferentes origens socioeconômicas. Compreender a distribuição e o impacto desses custos é fundamental para analisar as desigualdades e as tendências na educação global.

Este projeto visa enfrentar esse desafio através do desenvolvimento de uma plataforma de visualização de dados interativa. O objetivo principal é permitir que os usuários explorem a relação entre os custos educacionais, a localização geográfica das universidades e sua qualidade, representada por rankings mundiais. Para alcançar isso, propomos um sistema que combina uma narrativa analítica guiada, no formato de um *slideshow*, com ferramentas de exploração livre, permitindo que os usuários descubram seus próprios insights.

Neste artigo, detalhamos o design e a implementação desta ferramenta. Descrevemos os métodos utilizados para o trata-

mento dos dados e a arquitetura do sistema, apresentamos as visualizações resultantes através de um estudo de caso, discutimos os insights gerados e as limitações da nossa abordagem, e, por fim, sugerimos direções para trabalhos futuros.

## II. TRABALHO RELACIONADO

A visualização de dados educacionais tem sido um campo de estudo ativo. Trabalhos anteriores exploraram desde a análise de desempenho de estudantes até a visualização de redes de colaboração acadêmica. Por exemplo, Munzner [1] discute princípios gerais de design de visualização que foram fundamentais para a nossa abordagem, garantindo que as representações gráficas fossem claras e eficazes.

No contexto específico de custos educacionais, muitas plataformas oferecem ferramentas de comparação, mas geralmente na forma de tabelas estáticas ou calculadoras simples. Projetos como o "QS World University Rankings" [2] integram dados de custo, mas raramente oferecem a exploração geográfica e multifacetada que propomos.

A técnica de *slideshow*, inspirada por *scrolltelling*, foi popularizada por publicações como o The New York Times para jornalismo de dados [3]. Esta abordagem narrativa é particularmente eficaz para guiar o público através de argumentações complexas baseadas em dados. Nossa contribuição reside na aplicação desta técnica para a análise de custos educacionais, combinando uma narrativa guiada com ferramentas de exploração livre, um modelo híbrido que visa tanto educar quanto capacitar o usuário a fazer suas próprias descobertas. O uso de Svelte.js para esta finalidade representa uma abordagem moderna e eficiente para o desenvolvimento de tais sistemas interativos [4].

## III. MÉTODOS

Nesta seção, descrevemos a origem e o tratamento dos dados, bem como a arquitetura e as tecnologias utilizadas para construir nosso sistema de visualização.

### A. Fonte e Tratamento de Dados

A base de dados primária é um arquivo JSON ('education.json'), que está disponibilizado através de um arquivo CSV chamado 'Cost of International Education' [5], no Kaggle, que consolida informações de 622 instituições de ensino

superior em 71 países e 556 cidades. O dataset inclui variáveis como nome da universidade, programa, nível (Bacharelado, Mestrado, PhD), coordenadas geográficas (latitude e longitude), custo da mensalidade, taxa de visto e custo médio de aluguel no país. Adicionalmente, integramos dados de um segundo dataset do Kaggle, 'World University Rankings' [6], para associar cada instituição à sua posição em um ranking global de qualidade acadêmica.

Para viabilizar uma comparação direta, todos os valores monetários foram convertidos para dólares americanos (USD). Uma métrica central no nosso sistema é o custo total estimado do curso, calculado dinamicamente para cada programa. A fórmula utilizada é:

$$C_{total} = C_{mensalidade} + C_{visto} + (C_{aluguel} \times 12 \times N_{anos}) \quad (1)$$

onde  $C_{total}$  é o custo total,  $C_{mensalidade}$  é o valor total das mensalidades,  $C_{visto}$  é a taxa do visto de estudante,  $C_{aluguel}$  é o custo mensal do aluguel e  $N_{anos}$  é a duração do curso em anos.

## B. Arquitetura do Sistema e Tecnologias

O sistema é uma aplicação web de página única (SPA) que apresenta uma série de "slides" ou etapas. Cada etapa foca em um aspecto da análise de dados, combinando texto explicativo com visualizações interativas.

A aplicação foi desenvolvida inteiramente com o framework Svelte.js. A reatividade inerente ao Svelte foi crucial para a implementação das interações, onde a manipulação de um filtro ou a seleção de um ponto em um mapa atualiza automaticamente todas as visualizações dependentes em tempo real. As transições e animações do Svelte ('fly', 'fade', 'scale') foram utilizadas para melhorar a experiência do usuário durante a navegação entre os slides.

Para as visualizações de dados, foram desenvolvidos componentes Svelte customizados ('BarChart', 'ScatterPlot', 'WorldMap', etc.), que internamente encapsulam a lógica de renderização. Embora não seja uma dependência direta, a abordagem segue padrões popularizados por bibliotecas como D3.js para a manipulação complexa de escalas e eixos.

## IV. RESULTADOS

O resultado principal deste trabalho é uma plataforma web interativa que permite a exploração de custos da educação superior. A plataforma é estruturada como uma narrativa de 12 slides. A seguir, descrevemos as principais visualizações e suas funcionalidades.

### A. Componentes de Visualização e Interatividade

O sistema integra múltiplos tipos de visualizações, que são interligadas para facilitar a descoberta de padrões.

- 1) **Custo vs. Distância:** Uma visualização combinada mostra um mapa-múndi e um gráfico de dispersão (Fig. 1). O usuário pode clicar em qualquer ponto do mapa para definir uma localização de origem. O gráfico de dispersão é então atualizado para exibir o custo total de

cada universidade em função de sua distância euclidiana do ponto selecionado.

- 2) **Comparação de Custos com Filtros:** Um gráfico de barras dinâmico permite a comparação de custos entre diferentes programas e universidades. Menus suspensos (dropdowns) permitem ao usuário filtrar os dados por nível do curso (Bacharelado, Mestrado, PhD), país e área de estudo.
- 3) **Ranking vs. Custo:** Um gráfico de dispersão em formato de pirâmide ('PyramidScatter') visualiza a relação entre o ranking mundial de uma universidade (eixo X) e seu custo total (representado pelo diâmetro dos círculos). O eixo Y é usado apenas para distribuir os pontos verticalmente e evitar sobreposição.
- 4) **Exploração Geográfica de Universidades:** Um mapa interativo permite a exploração por país. Ao clicar ou pesquisar um país, o mapa destaca suas universidades e exibe a bandeira nacional. Passar o mouse sobre um ponto revela informações detalhadas daquela instituição.
- 5) **Análise Geográfica Coordenada:** Uma tela com duas visualizações interligadas (Fig. 2) apresenta um gráfico de barras com o custo médio por continente. Ao clicar em uma barra de continente, um boxplot à direita é atualizado, mostrando a distribuição dos custos totais entre os países daquele continente, permitindo uma análise em múltiplos níveis de granularidade.

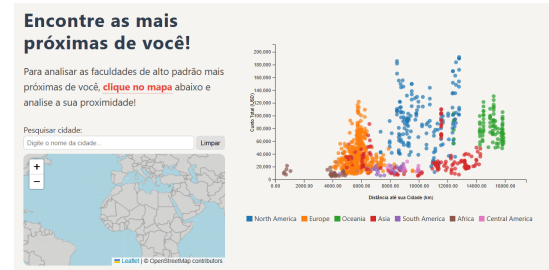


Fig. 1. O usuário clica no mapa (esquerda) para definir uma origem. O gráfico de dispersão (direita) é atualizado, mostrando a relação custo-distância.

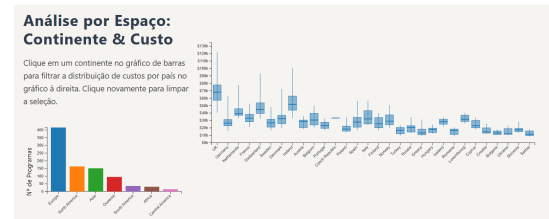


Fig. 2. Técnica de *linked views*. Ao selecionar um continente no gráfico de barras (esquerda), o boxplot (direita) exibe a distribuição de custos para os países daquele continente.

### B. Estudo de Caso: Análise da Disparidade de Custos EUA vs. Europa

Para ilustrar a utilidade do sistema, descrevemos um breve estudo de caso. Um usuário interessado em entender as

diferenças de custo entre continentes pode começar pela visualização de Análise Geográfica Coordenada (5).

Ao observar o gráfico de barras, o usuário nota imediatamente que a América do Norte (predominantemente os EUA nos dados) tem o custo médio mais elevado. Clicando na barra da América do Norte, o boxplot revela que o custo total para um curso em universidades de elite nos EUA é de aproximadamente \$120k USD. Em seguida, ao clicar na barra da Europa, o boxplot mostra um custo médio de aproximadamente \$65k USD, e na Ásia, de \$26k USD.

Para investigar se esse custo elevado se traduz em maior qualidade, o usuário avança para a visualização de Ranking vs. Custo (3). Nela, observa-se uma forte concentração de círculos grandes (alto custo) na extremidade esquerda do eixo X (alto ranking), com muitos desses pontos correspondendo a universidades nos EUA. Isso sugere uma forte correlação entre custo e ranking, justificando parcialmente os valores mais altos.

## V. DISCUSSÃO

A abordagem narrativa guiada provou ser eficaz para comunicar insights complexos. Ao apresentar a análise passo a passo, o sistema evita sobrecarregar o usuário com informações, construindo o argumento de forma gradual. A jornada começa com conceitos simples (distância e custo) e avança para análises mais sofisticadas que correlacionam custo, qualidade (ranking) e geografia.

Como demonstrado no estudo de caso, a plataforma permite que um usuário identifique e explore rapidamente padrões significativos nos dados, como a notável disparidade de custos entre os continentes e a correlação entre custo e prestígio acadêmico. A transição final da narrativa para mapas e gráficos totalmente exploratórios capacita o usuário a investigar os dados por conta própria, transcendendo a narrativa inicial e apoiando a geração de novas hipóteses.

### A. Limitações

O design da plataforma também reconhece as limitações do modelo. A fórmula de custo (Eq. 1) é uma simplificação e não inclui despesas importantes como alimentação, transporte local ou material didático, que podem variar significativamente. Da mesma forma, o uso de um ranking agregado como única métrica de "qualidade" é uma simplificação de um conceito multifacetado que envolve cultura do campus, oportunidades de pesquisa e qualidade de vida. O objetivo do projeto, no entanto, não é fornecer uma resposta financeira definitiva, mas sim uma ferramenta para exploração e análise de tendências.

## VI. TRABALHOS FUTUROS E CONCLUSÃO

Este trabalho demonstrou a viabilidade e a eficácia de usar uma plataforma de visualização interativa e narrativa para analisar o complexo domínio dos custos da educação superior global. O sistema, construído com Svelte.js, oferece uma experiência de usuário rica e performática, permitindo a exploração de um dataset abrangente através de múltiplas visualizações coordenadas.

As análises revelaram padrões importantes, como a discrepância de custos entre os Estados Unidos e outras regiões, e a forte correlação entre alto custo e alto ranking acadêmico. Ao combinar uma narrativa guiada com ferramentas de exploração livre, a plataforma serve tanto para apresentar descobertas específicas quanto para funcionar como um ambiente de "sandbox" para as investigações dos próprios usuários.

### A. Trabalhos Futuros

Como próximos passos, planejamos estender o sistema de várias maneiras. Primeiramente, pretendemos expandir o dataset para incluir mais universidades, especialmente de regiões sub-representadas, e detalhar melhor os componentes de custo (e.g., alimentação, seguro saúde, moradia específica da cidade). Em segundo lugar, pretendemos incorporar métricas de resultado, como salário médio de recém-formados por universidade e área de estudo, para oferecer uma análise mais completa sobre o retorno do investimento educacional (ROI). Finalmente, um estudo de usuário formal poderia ser conduzido para avaliar quantitativamente a eficácia da abordagem narrativa em comparação com interfaces puramente exploratórias.

## AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer ao corpo docente da Escola de Matemática Aplicada da Fundação Getúlio Vargas pelo apoio e orientação durante o desenvolvimento deste projeto.

## REFERENCES

- [1] T. Munzner, "Visualization Analysis and Design," AK Peters/CRC Press, 2014.
- [2] QS Quacquarelli Symonds, "QS World University Rankings," Disponível em: <https://www.topuniversities.com>. Acessado em: Junho de 2025.
- [3] S. G. S. C. Borges, "Scrollytelling: uma análise do formato de narrativas imersivas e interativas no webjornalismo," Anais do 14º Encontro Nacional de Pesquisadores em Jornalismo (SBPJor), 2016.
- [4] R. Harris, "Rethinking reactivity," Apresentação na conferência You Gotta Love Frontend (YGLF), 2019.
- [5] Shamim, A. (2024). Cost of International Education [Data set]. Kaggle.
- [6] O'Neill, M. (2020). World University Rankings [Data set]. Kaggle.