

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
CAMPUS CAJAZEIRAS
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE
SISTEMAS**

**APRIMORANDO USABILIDADE E NOVOS MODELOS
MULTIPLICATIVOS DE A NO FRANCISCO: UMA FERRAMENTA DE
ANÁLISE DE REDES DE COMPUTADORES**

FRANKS PATRÍCIO MACIEL FILHO

**Cajazeiras
2024**

FRANKS PATRICIO MACIEL FILHO

**APRIMORANDO USABILIDADE E NOVOS MODELOS MULTIPLICATIVOS DE A NO
FRANCISCO: UMA FERRAMENTA DE ANÁLISE DE REDES DE COMPUTADORES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado junto ao Curso Superior de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba - Campus Cajazeiras, como requisito à obtenção do título de Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas.

Orientador

Prof. D.Sc. Francisco Daladier Marques Júnior.

**Cajazeiras
2024**

IFPB / Campus Cajazeiras
Coordenação de Biblioteca
Biblioteca Prof. Ribamar da Silva
Catalogação na fonte: Cícero Luciano Félix CRB-15/750

M152a	<p>Maciel Filho, Franks Patricio. Aprimorando usabilidade e novos modelos multiplicativos DEA no Francisco : uma ferramenta de análise de redes de computadores / Franks Patricio Maciel Filho. – 2024.</p> <p>25f. : il.</p> <p>Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Cajazeiras, 2024.</p> <p>Orientador(a): Prof. Dr. Francisco Daladier Marques Júnior.</p> <p>1. Desenvolvimento de sistemas. 2. Software Francisco. 3. Análise por envoltória de dados. 4. Modelos multiplicativos. I. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba. II. Título.</p>
IFPB/CZ	CDU: 004.4(043.2)



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA

FRANKS PATRICIO MACIEL FILHO

**APRIMORANDO USABILIDADE E NOVOS MODELOS MULTIPLICATIVOS DE A NO
FRANCISCO: UMA FERRAMENTA DE ANÁLISE DE REDES DE COMPUTADORES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado junto ao
Curso Superior de Tecnologia em Análise e
Desenvolvimento de Sistemas do Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba - Campus
Cajazeiras, como requisito à obtenção do título de
Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas.

Orientador

Prof. Dr. Francisco Daladier Marques Júnior

Aprovada em: **21 de Outubro de 2024.**

Prof. Dr. Francisco Daladier Marques Júnior - Orientador

Prof. Me. João Paulo Freitas de Oliveira - Avaliador

IFPB - Campus Cajazeiras

Prof. Me. Diogo Dantas Moreira

IFPB - Campus Cajazeiras

Documento assinado eletronicamente por:

- **Francisco Daladier Marques Junior, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 21/10/2024 22:50:15.
- **Joao Paulo Freitas de Oliveira, PROF ENS BAS TEC TECNOLOGICO-SUBSTITUTO**, em 22/10/2024 08:37:20.
- **Diogo Dantas Moreira, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 23/10/2024 12:10:06.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 21/10/2024. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código 623086

Verificador: 549f4b9592

Código de Autenticação:



Rua José Antônio da Silva, 300, Jardim Oásis, CAJAZEIRAS / PB, CEP 58.900-000
<http://ifpb.edu.br> - (83) 3532-4100

Dedico este trabalho aos meus pais, cujo apoio foi fundamental em todo o meu percurso acadêmico, especialmente nos momentos mais desafiadores.

AGRADECIMENTOS

Expresso minha gratidão a minha família que me deu total apoio durante toda essa jornada e que foi de fundamental importância para alcançar meus objetivos e que me ajudaram durante todo esse processo.

Agradeço ao meu orientador Francisco Daladier que me deu toda ajuda e suporte necessário para a realização deste trabalho, sua paciência e comprometimento foram fundamentais e compuseram uma parte essencial desse trabalho.

Aos professores que participaram dessa jornada deixo minha gratidão e agradeço por todo apoio fornecido durante todo esse período.

Também agradeço a todos meus amigos e colegas que compartilhei várias experiências e que me ajudaram a passar por vários momentos desafiadores durante todo o processo de formação.

Agradeço a instituição IFPB por todo o aprendizado e oportunidade que me trouxeram uma base sólida de conhecimento que serão muito importantes em desafios futuros.

"Existem muitas hipóteses em ciência que estão erradas. Isso é perfeitamente aceitável, eles são a abertura para achar as que estão certas"

Carl Sagan

RESUMO

Com o crescente uso da Internet ao longo dos anos surgiu a necessidade de avaliar todas as ferramentas que servem para prestar os melhores serviços aos clientes. Dessa forma, o software intitulado “FRANCISCO: FRactal Network Cloud Infrastructure Service Comparison and Optimization” introduziu uma forma de avaliar um conjunto de ferramentas, além de prever qual das alternativas em análise é a mais eficiente. Entretanto, o desenvolvimento inicial do FRANCISCO deixou algumas lacunas, por isso as contribuições deste trabalho são: a) desenvolver novas funcionalidades, que buscam aprimorar: a) usabilidade do FRANCISCO, criando opções de ajuda; b) seleção de datasets para facilitar o uso e o entendimento na operacionalização da ferramenta; c) implementação de modelos estáticos e dinâmicos multiplicativos da Data Envelopment Analysis (DEA), e; d) comparar os resultados de vários modelos DEA selecionados, para avaliar qual o que apresenta os melhores resultados para o tomador de decisão. Enfim, pretende-se criar um sistema especialista, a fim de selecionar de forma acurada, a melhor das alternativas para prestar serviços de rede ao cliente ao longo do tempo.

Palavras-chave: DEA. FRANCISCO. FRACTAIS. MODELOS MULTIPLICATIVOS. DATASETS.

ABSTRACT

With the rapid growth of internet usage, there has been an increasing need to assess and optimize tools that deliver the best services to customers. The software "FRANCISCO: Fractal Network Cloud Infrastructure Service Comparison and Optimization" was developed as a solution to evaluate a range of tools and predict which of the analyzed alternatives is the most efficient. However, the initial version of FRANCISCO left certain gaps. This work contributes by: a) enhancing the usability of FRANCISCO through the creation of comprehensive help options; b) allowing the selection of multiple datasets, improving user experience and facilitating a better understanding of tool operations; c) implementing static and dynamic multiplicative models of Data Envelopment Analysis (DEA) to provide a more flexible and accurate assessment framework; and d) comparing the results of different DEA models to determine the best approach for decision-makers. The ultimate objective is to evolve FRANCISCO into an expert system capable of accurately selecting the most efficient network service alternative, ensuring optimized decision-making over time.

Keywords: DEA. FRANCISCO. FRACTALS. MULTIPLICATIVE MODELS. DATASETS.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Exemplo da tela do FRANCISCO na página de ajuda	22
Figura 2 – Exemplo da tela do FRANCISCO na página de análise DEA	22
Figura 3 – Exemplo da tela do FRANCISCO na página inicial	24

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CRAN	Comprehensive R Archive Network
DEA	Data Envelopment Analysis
DMU	Decision Making Unit
FAQ	Frequently Asked Questions
MCDM	Multicriteria Decision Making
CPU	Central Processing Unit
RAM	Random Access Memory
WDEA	Windows DEA
5G	Quinta geração de comunicações móveis

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	Justificativa	16
1.2	Objetivos	17
1.2.1	Geral	17
1.2.2	Específicos	18
2	REFERENCIAL TEÓRICO	19
3	DESENVOLVIMENTO	21
4	USABILIDADE	24
5	CONCLUSÃO	26
5.1	Trabalhos futuros	26
	REFERÊNCIAS	27

1 INTRODUÇÃO

Com o grande aumento dos dispositivos conectados, a Internet tornou-se uma ferramenta fundamental no cotidiano das pessoas, e é esperado que sua demanda aumente, principalmente com a chegada dos dispositivos moveis de quinta geração (5G) FOUKAS *et al.*, (2017), Por esse motivo, vários serviços e técnicas de prestação de serviço foram surgindo nas últimas décadas, sendo as ferramentas de virtualização como Xen e OpenFlow amplamente utilizadas para a criação e gerenciamento de redes. Essas soluções permitem conectar máquinas físicas e virtuais, emulando estruturas de uma rede física como switches e roteadores, elas possuem protocolos que definem como será feito o processamento de dados e configurações de recursos tipo a quantidade de RAM e CPU como é mostrado no trabalho de MAURICIO (2013), todos esses parâmetros podem afetar o desempenho do serviço que está sendo fornecido como é mostrado no trabalho de Marques Júnior (2019). Por isso, para acompanhar a uma maior demanda de conectividade se faz necessário ter boas técnicas de análise de desempenho de redes, ao mudarmos o conjunto de ferramentas para prestação dos serviços, permitindo realizar a prestação de serviço de maneira mais eficiente.

A DEA é uma técnica de tomada de decisão multicritério criada por Charnes, Cooper; Rhodes (1978), i.e., um modelo de tomada de decisão matemática não paramétrica, em que as variáveis podem ser usadas per si sem conversão empregando variáveis de entrada e saída, para calcular a eficiência técnica de cada DMU. Dessa forma, o DEA tem como objetivo medir e comparar a eficiência das unidades analisadas para identificar quais alcançam um melhor desempenho com os recursos disponíveis.

No trabalho de Marques Júnior (2019) foi introduzido um framework de avaliação fractal de redes virtuais que atua como um hipervisor matemático, o qual observou que ao variar as ferramentas e/ou softwares a performance variava ao longo do tempo e, por isso, era necessário empregar uma técnica de tomada de decisão multicritério (do inglês multicriteria decision making (MCDM)), para predizer quais destas redes seria a mais interessante para realizar a prestação dos serviços, sendo DEA uma técnica que traz essa proposta e também é utilizado em diferentes industrias [Whaiduzzaman et al. 2014].

O trabalho de Andrade e Marques Junior (2023) intitulado “FRANCISCO: FRactal Network Cloud Infrastructure Service Comparison and Optimization” é um sistema especialista que consegue avaliar redes virtuais utilizando variáveis de decisão, que avalia a estrutura fractal e usa a análise envoltória de dados (em inglês Data Envelop-

ment Analysis (DEA)), para avaliar e ranquear unidades sob comparação. Cada unidade é tratada pelo DEA como uma Decision Making Unit (DMU), onde serão comparadas, com as mesmas variáveis de decisão, com o objetivo de dizer quais DMUs em análise é a mais eficiente para a prestação de serviço ao longo do tempo.

Entretanto, o FRANCISCO possui algumas limitações. Dentre elas, destaca-se a impossibilidade de selecionar conjuntos de dados (datasets), a falta de recurso para analisar diferentes janelas de tempo de uma mesma série temporal e a ausência de uma interface que oriente os usuários na navegação do software. Além disso, o FRANCISCO não possui modelos multiplicativos DEA, o que pode restringir a versatilidade e a profundidade das análises realizadas.

Além das limitações mencionadas, a usabilidade do FRANCISCO pode ser aprimorada com base nas heurísticas de Nielsen (NIELSEN, 2005). Princípios como consistência, feedback do sistema e prevenção de erros são fundamentais para uma interface mais intuitiva. A falta de navegação clara pode gerar confusão, tornando essencial oferecer feedback sobre as ações do usuário. Ao alinhar o design do FRANCISCO com essas heurísticas, a interface se tornaria mais amigável a novos usuários, aumentando a satisfação e otimizando a eficácia das análises realizadas.

Este trabalho propõe como contribuições: a) melhorar a usabilidade do FRANCISCO, criando uma nova tela de ajuda com frequently asked questions (FAQ); b) seleção de datasets para facilitar o uso e o entendimento na operacionalização da ferramenta, além da capacidade de adicionar novos; c) implementação de modelos estáticos e dinâmicos multiplicativos da Data Envelopment Analysis (DEA); d) comparar os resultados de vários modelos DEA selecionados, para avaliar qual o que apresenta os melhores resultados para o tomador de decisão; e) implementar um modelo windows DEA ao dividir as séries temporais em várias janelas de tempo com o objetivo de melhor entender o comportamento das DMUs ao longo de um série temporal.

Na seção 1.1 é mostrado o referencial teórico que explica alguns conceitos básicos introduzindo neste documento, já na seção 1.2 fala as motivações que levaram a realização do projeto, a seção 1.3 vai descrever os objetivos descritos de forma mais geral, como também suas especificações, a seção 1.4 explica a organização do documento e na seção 1.5 segue o cronograma para a implementação dos objetivos.

1.1 JUSTIFICATIVA

O projeto de Andrade e Marques Junior (2023) chamado FRANCISCO busca propor uma ferramenta para auxiliar a análise de redes virtuais com o DEA, para

analisar variáveis importantes na prestação de um serviço de rede. Entretanto, ainda é possível melhorar a usabilidade do usuário e até mesmo trazer modelos multiplicativos da DEA, que permitirão uma análise mais acurada dos resultados.

O software está sendo desenvolvido tanto para pessoas que já pesquisam na área mas também para estudantes que estão se familiarizando com análise de redes utilizando DEA. Dessa forma, os principais *stakeholders* do projeto incluem acadêmicos e pesquisadores que buscam usar a ferramenta para fins de estudo e aprimoramento de suas análises, que irão se beneficiar de uma boa ferramenta de avaliação de redes.

Por isso, é interessante pro usuário ter alguma forma de guia, como uma página de ajuda que teria informações sobre o funcionamento do software e como utilizá-lo. Além disso, trazer para o FRANCISCO *datasets* prontos, permitiria um novo usuário testar e aprender sobre a ferramenta bem mais rapidamente, além de servir como exemplo de como os dados têm que ser estruturados para que possam ser avaliados corretamente.

Ademais, dividir as séries temporais em janelas de tempo permitiria ao usuário analisar o comportamento fractal das medições de rede ao longo do tempo, e utilizando o método proposto por Charnes; Clark; Cooper *et al.*, (1984) de Windows DEA (WDEA). Assim, seria possível fazer uma melhor comparação do comportamento a longo prazo de várias DMUs.

Da mesma forma, o DEA multiplicativo permitiria utilizar variáveis em escalas diferentes para estimar a eficiência das DMUs, principalmente quando essas escalas são valores reais, como é mostrado no artigo Seiford *et al.* (1982). Dessa forma, melhorando a precisão dos resultados obtidos.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Geral

Este trabalho propõe uma extensão ao FRANCISCO, com o intuito de prover ao software maior usabilidade, experiência, novos modelos DEA, além da comparação entre os modelos implementados, a fim de predizer de forma mais acurada, quais das opções em análise é a ótima para prestação de serviços de rede ao longo do tempo.

Então, para facilitar o uso do software para o usuário, é sugerido uma página de ajuda que separa as funcionalidades do software em tópicos permitindo buscar informações e servindo de guia para o usuário, além de *datasets* prontos para servirem de exemplos e testes dentro do FRANCISCO, também será incrementado a possibili-

dade de separar as séries temporais em janelas de tempo que poderão ser analisadas individualmente. Por fim, trazer o modelo DEA multiplicativo como uma opção para os usuários.

1.2.2 Específicos

São objetivos específicos deste trabalho:

1. Nova página de ajuda

Criar uma página de ajuda onde o usuário poderá buscar por tópicos que descrevem funcionalidades, definições, entradas e saídas esperadas, permitindo a busca por título e descrição. Também, vai conter um frequently asked questions (FAQ), com o objetivo de melhor guiar o usuário. Além disso, a página será escrita em *markdown* e renderizada pelo próprio pacote Shiny ¹ do R para facilitar sua implementação.

2. Criação de um menu para seleção de *datasets* preparados para o Francisco.

Próximo ao botão de importar arquivos haverá um segundo botão que abrirá um menu de seleção onde será possível escolher um de vários *datasets* prontos que serão adicionados ao FRANCISCO, para que novos usuários possam testar a ferramenta rapidamente e também permitir que novos *datasets* customizados sejam adicionados à ferramenta.

3. Avaliação de *datasets* em janelas de tempo.

Trazer um seletor onde o usuário escolha quantas janelas de tempo ele quer dividir as séries temporais que foram enviadas e permitir a visualização dos resultados em cada janela de tempo possibilitando fazer a análise DEA individualmente em cada janela além de exibir gráficos e uma tabela de resultados com a média de todos os resultados ao longo do tempo.

4. DEA Multiplicativo

Adicionar mais uma opção multiplicativa de análise DEA trazendo uma nova forma de medir a eficiência das DMUs e melhor se adaptar aos dados que o usuário está a utilizar, esse novo modelo, proposto por Seiford; Charnes; Cooper; Stutz (1982), auxilia na presença de números reais que podem atrapalhar os modelos tradicionais da DEA. Assim, dando a possibilidade de comparar os resultados obtidos nos diferentes modelos.

¹ <https://shiny.posit.co/>

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Várias técnicas são utilizadas para análise de dados em diferentes áreas, como as redes neurais, conforme destacado por SILVEIRA-MARTINS *et al.* (2016), que analisou sua aplicação em campos como saúde, engenharia e finanças. Outra técnica bastante utilizada para esse fim é a Análise Envolvória de Dados (DEA), que foi adotada neste trabalho. Proposta por Charnes, Cooper e Rhodes (1978), DEA é uma técnica que utiliza de vários valores de entrada e saída para predizer a eficiência de alguma unidade que é denominada de Decision-making unit (DMU), onde as variáveis de entrada representam um custo, e as de saída representam a produção.

No contexto da DEA, é possível melhorar o desempenho de uma DMU fazendo ela imitar o comportamento de uma outra DMU mais eficiente que é denominada de benchmarking ou parceira de referência, esse deslocamento é chamado de movimento radial e ele é realizado a partir do cálculo dos slacks, que representam o excesso de entrada, e os surplus, que são o excesso do output.

Fractal é uma estrutura geométrica autossimilar, caracterizado por padrões que se repetem em escalas diferentes. Dessa forma, ao ampliar ou reduzir a imagem de um fractal, a mesma forma ou padrão pode ser observado, como apontado por Mandelbrot apud (CAMPBELL; ABHYANKAR, 1978), uma definição formal de fractal é um objeto cuja dimensão (D) é maior que sua dimensão (D_{topo}) sendo a dimensão topológica uma forma de representar a complexidade de um objeto em diferentes níveis.

Como discutido no trabalho de Leland *et al.*, as redes de computadores possuem uma natureza autossimilar, assim, ao observar o comportamento de uma rede de computador por um período de tempo, é possível notar um comportamento fractal. Assim, a dimensão fractal é uma variável que mede a suavidade da auto-similaridade de um objeto, essa característica permite saber quão suave é sua forma autossimilar ao longo do espaço ou tempo. Por isso, esse parâmetro pode ser bastante útil na hora de avaliar a estabilidade de uma rede, como foi falado no trabalho de Marques Júnior (2019).

No trabalho de Andrade e Marques Júnior (2023), é apresentado o FRANCISCO uma ferramenta que utiliza da técnica DEA, para calcular a eficiência de redes virtuais. Para isso, é utilizado diversas variáveis de entrada e saída, permitindo a comparação e o ranqueamento entre elas. Antes disso, outro software que tinha a proposta de

analisar redes utilizando fractais e auto-similaridade era o SELFIS¹ que foi apresentado por Karagiannis e Faloutsos (2002) que possibilitava analisar uma série temporal por vez. Entretanto, essa ferramenta não permitia fazer comparações entre redes ou séries temporais analisadas, sendo esse um diferencial do FRANCISCO em relação ao SELFIS.

Charnes; Clark; Cooper *et al.*, (1984) mostram uma técnica que tem como objetivo separar os dados de uma medição em várias janelas do mesmo tamanho. Assim, a técnica de análise windows DEA (WDEA) permite fazer a análise de eficiência em cada janela, trazendo um melhor entendimento do comportamento ao longo do tempo de várias séries temporal por DMU.

Na busca de achar melhores métodos DEA além do aditivo, é mostrada em Seiford et al. (1982) um modelo multiplicativo que seria mais simples em alguns aspectos, além de permitir contornar problemas de proporcionalidade, raio ilimitado e convexidade quando as variáveis são números reais Marques Júnior (2019).

A experiência do usuário é um aspecto fundamental no desenvolvimento de interfaces, pois impacta diretamente na satisfação e na eficácia das interações. Nesse sentido, as Heurísticas de Nielsen (NIELSEN, 2005) consistem em um conjunto de princípios que visam aprimorar a usabilidade. Essas heurísticas são: 1) visibilidade do status do sistema, 2) correspondência entre o sistema e o mundo real, 3) controle e liberdade do usuário, 4) consistência e padrões, 5) prevenção de erros, 6) reconhecimento em vez de memória, 7) flexibilidade e eficiência de uso, 8) Estética e design minimalista, 9) Ajude os usuários a reconhecerem, diagnosticarem e recuperarem-se de erros, e 10) ajuda e documentação. Ao aplicar essas heurísticas, é possível otimizar a interação do usuário e minimizar sua carga cognitiva, resultando em uma experiência mais intuitiva e eficiente.

¹ <http://alumni.cs.ucr.edu/~tkarag/Selfis/Selfis.html>

3 DESENVOLVIMENTO

R¹ é uma linguagem de programação com seu uso voltado para a estatística, amplamente utilizada na visualização de dados. Seu ecossistema de pacotes, disponibilizado através do Comprehensive R Archive Network (CRAN)², permite aos usuários importarem diversas funcionalidades para seus projetos com facilidade. Além disso, a linguagem também possui uma boa integração com outras linguagens de programação como C e C++ para tarefas que exigem uma capacidade de computação mais intensa.

Inicialmente o projeto foi desenvolvido na linguagem R e utilizava da biblioteca shiny³ para integrar uma página web por onde o usuário pode interagir com o sistema, além de outras dependências para gerar os parâmetros tipo dimensão fractal (fractal-dim)⁴ e parâmetro de hurst (pracma)⁵, e utilizando a biblioteca benchmarking⁶ para realizar os cálculos relacionados com DEA. Dessa forma, esse trabalho continuará trabalhando em cima do mesmo framework, apenas adicionando novas funcionalidades e melhorando a usabilidade.

Para facilitar a execução do projeto foi criado um script de instalação com o objetivo de baixar a partir do CRAN todas as dependências necessárias para o R, permitindo executar o programa sem problemas, essas dependências são: lintr, shiny, shinycssloaders, pracma, fractaldim, openxlsx, shinyjs, Benchmarking, shinydashboard, shinyalert, DT, TSA, longmemo, plyr, shinyFiles, tools, htmltools, markdown e ptsuite.

Várias funcionalidades foram adicionadas ao projeto, uma delas é a tela de ajuda que foi desenvolvida em R e utilizou da biblioteca markdown para carregar o conteúdo da página que foi escrito em um arquivo markdown separado. Ademais, outra funcionalidade é a capacidade de selecionar um *dataset*, o botão e a interface de seleção foram feitas usando os componentes do shiny e a lógica foi desenvolvida em R apenas. Também, foi incrementado a capacidade de dividir as séries temporais dos arquivos em várias janelas de tempo para que seja feito a comparação posteriormente. Além disso, foi adicionado a capacidade de fazer análise DEA usando os modelos multiplicativos, que ajudam a resolver as limitações da DEA com números reais ou razões no(a)s parâmetros/variáveis que serão analisado(a)s. Assim, com essas novas funcionalidades, o FRANCISCO pode funcionar de forma mais prática para o usuário e

¹ <https://www.r-project.org/>

² <https://cloud.r-project.org/>

³ <https://www.rdocumentation.org/packages/shiny/versions/1.7.5>

⁴ <https://www.rdocumentation.org/packages/fractaldim/versions/0.8-5>

⁵ <https://www.rdocumentation.org/packages/pracma/versions/1.9.9>

⁶ <https://www.rdocumentation.org/packages/Benchmarking/versions/0.31>

também melhorar os resultados obtidos.

Figura 1 – Exemplo da tela do FRANCISCO na página de ajuda



FRANCISCO Início Ajuda

buscar...

Bem-vindo ao **FRANCISCO**, uma ferramenta desenvolvida para auxiliar na análise de dados temporais e cálculo de dimensões fractais. Este guia fornecerá uma visão geral das principais funcionalidades do projeto.

FAQ (Perguntas Frequentes)

Como carregar meus dados?
Use o Botão Browse para selecionar um arquivo ou Selecionar a pasta do seu dataset para carregar uma pasta inteira.

Quais formatos de arquivo são suportados?
A ferramenta suporta vários formatos de dados, como "DMU do APACHE BENCH", "DMU do IPERF", "DMU Numérica" e "Tabela".

Até quantas janelas de tempo posso escolher?
A quantidade de janelas de tempo é determinada pela extensão da série temporal presente no arquivo analisado. O programa toma como referência o maior arquivo disponível para definir o tamanho das janelas, garantindo uma análise consistente e comparável entre diferentes séries temporais.

1. Carregamento de Dados

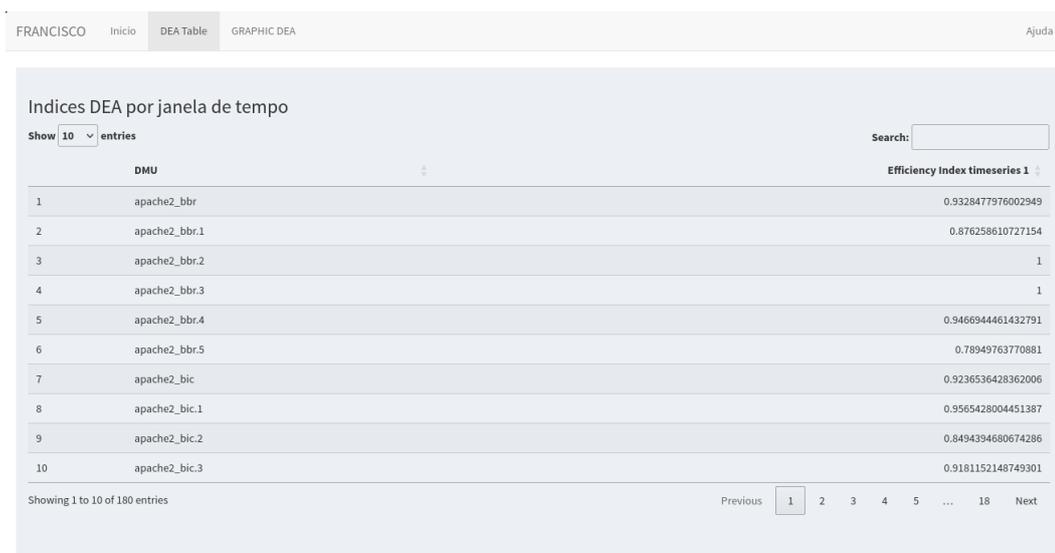
1.1 Seleção de Arquivo

- Botão Browse:** Neste botão, você pode **carregar seu arquivo de dados** para análise, é possível selecionar um ou mais arquivos do seu computador.

Fonte: Autoria própria (2024)

Na Figura 1, é possível observar a página de ajuda, onde tópicos relevantes são exibidos no topo da página. Essa estrutura facilita a navegação, permitindo que os usuários acessem rapidamente as informações necessárias, proporcionando uma experiência mais prática e intuitiva.

Figura 2 – Exemplo da tela do FRANCISCO na página de análise DEA



FRANCISCO Início **DEA Table** GRAPHIC DEA Ajuda

Índices DEA por janela de tempo

Show 10 entries Search:

	DMU	Efficiency Index timeseries 1
1	apache2_bbr	0.9328477976002949
2	apache2_bbr.1	0.876258610727154
3	apache2_bbr.2	1
4	apache2_bbr.3	1
5	apache2_bbr.4	0.9466944461432791
6	apache2_bbr.5	0.78949763770881
7	apache2_bic	0.9236536428362006
8	apache2_bic.1	0.9565428004451387
9	apache2_bic.2	0.8494394680674286
10	apache2_bic.3	0.9181152148749301

Showing 1 to 10 of 180 entries Previous **1** 2 3 4 5 ... 18 Next

Fonte: Autoria própria (2024)

Na Figura 2, é apresentada a tela de análise DEA, que exibe o ranking de todas

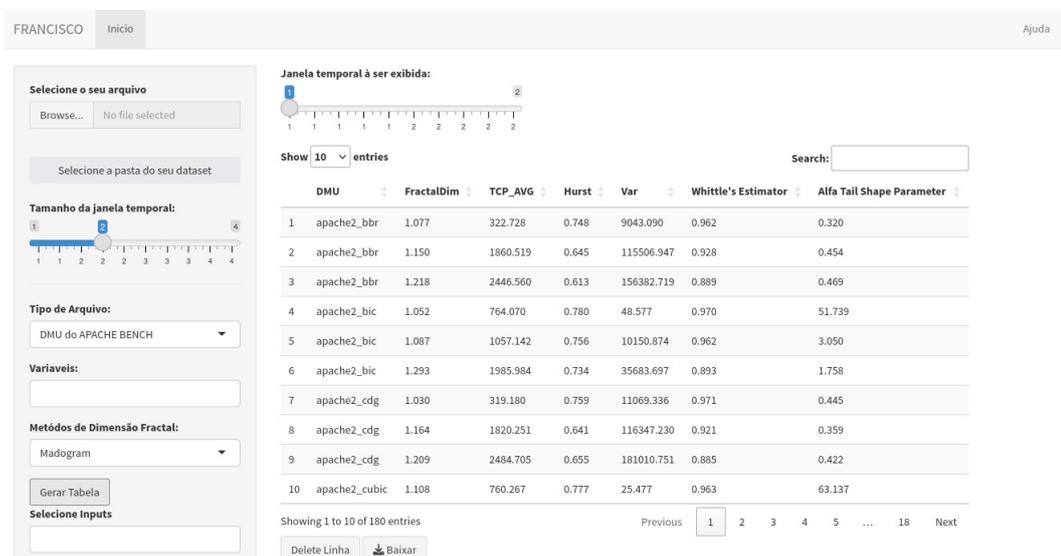
as DMUs. As informações estão organizadas em uma tabela clara, onde é possível visualizar o nome de cada DMU junto com seus respectivos resultados, facilitando a interpretação e comparação dos dados.

4 USABILIDADE

Uma das partes fundamentais de um software é a sua usabilidade, pois é graças a ela que novos usuários conseguem de forma rápida e prática aprender a utilizar uma ferramenta nova. Por conta disso, esse trabalho busca seguir algumas regras e *guidelines* já estabelecidas na área de desenvolvimento de softwares, como por exemplo as Heurísticas de Nielsen (NIELSEN, 2005) que trazem dez princípios sobre desenvolvimento de interface de usuário.

Para melhorar a usabilidade foi utilizado as heurísticas de Nielsen da seguinte forma: 1) Visibilidade do Status do sistema - Foi adicionado ao FRANCISCO uma animação de carregamento no lugar da tabela principal durante o processo de criação dos parâmetros utilizados na análise DEA. 2) Compatibilidade entre o sistema e o mundo real - Já o segundo princípio é encontrado nos textos e elementos da interface, que fazem referência a conceitos já existentes em outras ferramentas de análise de dados, como pode ser visto na imagem a abaixo:

Figura 3 – Exemplo da tela do FRANCISCO na página inicial



Fonte: Autoria própria (2024)

Na Figura 3, observa-se a tela principal do FRANCISCO. Nela, as variáveis de decisão são apresentadas em formato de tabela, juntamente com outros elementos essenciais da interface. A organização das variáveis facilita a visualização e manipulação dos dados, contribuindo para uma interação eficiente com o sistema.

3) Controle e liberdade para o usuário - O terceiro princípio aparece na forma

que o sistema permite ao usuário visualizar e processar os dados múltiplas vezes sem alterar os arquivos originais trazendo uma facilidade maior para o usuário, já que não é necessário se preocupar com alterações irreversíveis. 4) Consistência e Padronização - Além disso, por ter sido desenvolvido utilizando componentes da biblioteca shiny, todos os elementos são padronizados, assim cumprindo o quarto princípio de Nielsen. 5) Prevenção de erros - A quinta heurística é alcançada pré-processando os dados e verificando as entradas para garantir que nenhum erro acontecerá antes mesmo dos parâmetros serem gerados.

8) Estética e design minimalista - A biblioteca shiny que foi utilizada para o desenvolvimento da interface do projeto já traz uma proposta minimalista, fazendo o projeto seguir o oitavo princípio de Nielsen. 9) Ajude os usuários a reconhecerem, diagnosticarem e recuperarem-se de erros - Ademais, quando algo inesperado acontece no sistema, um erro é mostrado ao usuário em uma caixa de aviso, permitindo resolver com mais facilidade o problema encontrado, indo de acordo com a nona heurística. 10) Ajuda e documentação - E por fim, a décima heurística pode ser facilmente encontrada no FRANCISCO com a nova página de ajuda, que além de dividir o funcionamento de todo o software em tópicos, também possui uma parte de perguntas frequentes, com o objetivo de ajudar o usuário a entender melhor o funcionamento da ferramenta.

5 CONCLUSÃO

O FRANCISCO é uma ferramenta de análise de redes de computadores que utiliza-se de DEA para calcular a eficiência de uma rede, que é denominada de DMU, e assim compará-la com outras DMUs, permitindo escolher qual é a mais eficiente para a prestação do serviço. Dessa forma, esse trabalho tem como objetivo trazer melhorias para a ferramenta para que possa ser utilizada de forma mais precisa e prática, para alcançar esse objetivo foi implementado uma nova página de ajuda que explica detalhadamente o software, também foi feito um seletor de *datasets* para analisar grandes quantidades de arquivos mais facilmente, além disso agora é possível separar as séries temporais dos arquivos em várias janelas de tempo para poder compará-las, e por fim, foram adicionados novos modelos multiplicativos DEA para resolver problemas com números reais.

Com essas adições, a ferramenta se torna mais intuitiva, podendo ser utilizada para manipular quantidades maiores de dados e permitindo observar mais séries temporais ao mesmo tempo. Além disso, o FRANCISCO agora vem com *datasets* que ajudam o usuário a testar a ferramenta pela primeira vez, além de servir como base para que sejam criados novos *datasets*. Ademais, foi incluída uma nova aba de ajuda, para tornar a experiência do software mais intuitiva e prática, trazendo um melhor entendimento do comportamento das redes analisadas ao longo do tempo.

5.1 TRABALHOS FUTUROS

Essas melhorias também abrem oportunidades para novas adições no futuro. Próximas implementações poderiam focar na otimização da lógica entre *front-end* e *back-end*, além de separar de forma mais clara as tecnologias utilizadas, promovendo uma melhor organização do projeto. Uma versão API do FRANCISCO também poderia ser desenvolvida, permitindo integração com outros *frameworks* de interface, ampliando ainda mais sua versatilidade. Além disso, é fundamental comparar diferentes modelos para ter uma visão mais aprofundada dos resultados, o que facilitará uma tomada de decisão mais embasada. Nesse contexto, a implementação do modelo de janela para o *Apache Bench* contribuirá, trazendo mais uma opção de análise.

REFERÊNCIAS

Seiford, L., Charnes, A., W. Cooper, W., & A. Stutz, J. (1982). A Multiplicative Model for Efficiency Analysis. *Socio-Economic Planning Sciences*, 16, 223–224.

Marques Júnior, F. D. (2019). Otimizando redes virtuais ao longo do tempo através da integração de modelos multiplicativos da Data Envelopment Analysis (DEA) com a avaliação da estrutura fractal. 175f. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) –Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2019.

Andrade, Francisco, and Francisco Daladier Marques Junior. "FRANCISCO: FRActal Network Cloud Infrastructure Service Comparison and Optimisation." *Anais do XXII Workshop em Desempenho de Sistemas Computacionais e de Comunicação, João Pessoa/PB, 2023*. SBC, 2023, pp.109-120.

Gneiting, T., Sevcíková, H., & Percival, D. B. (2012). Estimators of Fractal Dimension: Assessing the Roughness of Time Series and Spatial Data. *Statistical Science Donald B. Percival Is Principal Mathematician Applied Physics Laboratory*, 27(2), 247–277. <https://doi.org/10.1214/11-STS370>

Charnes, A., Clark, C. T., Cooper, W. W., & Golany, B. (1984). A developmental study of data envelopment analysis in measuring the efficiency of maintenance units in the U.S. air forces. *Annals of Operations Research*, 2(1), 95–112. <https://doi.org/10.1007/BF01874734>

Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429–444.

W. E. Leland, M. S. Taqqu, W. Willinger and D. V. Wilson, "On the self-similar nature of Ethernet traffic (extended version)," in *IEEE/ACM Transactions on Networking*, vol. 2, no. 1, pp. 1-15, Feb. 1994, doi: 10.1109/90.282603.

Thomas Karagiannis, Michalis Faloutsos, and Mart Molle. 2003. A user-friendly self-similarity analysis tool. *SIGCOMM Comput. Commun. Rev.* 33, 3 (July 2003), 81–93. <https://doi.org/10.1145/956993.957004>

Nielsen, J. (2005). Ten usability heuristics.

Whaiduzzaman, Md & Gani, Abdullah & Anuar, Nor & Shiraz, Muhammad & Haque, Mohammad & Haque, Israat. (2014). Cloud Service Selection Using Multicriteria Decision Analysis. *TheScientificWorldJournal*. 2014. 459375. 10.1155/2014/459375.

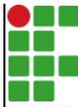
SILVEIRA-MARTINS, E. et al. Aplicação de redes neurais no Brasil: um estudo bibliométrico. *Biblionline*, v. 12, n. 2, p. 101–116, 2016. ISSN 1809-4775.

Mandelbrot, B. B. (1982). *The Fractal Geometry of Nature*. 1997. Retrieved from <https://books.google.com.br/books?id=SWcPAQAAMAAJ>

Campbell, P., & Abhyankar, S. (1978). Fractals, form, chance and dimension. *The Mathematical Intelligencer*, 1(1), 35–37. <https://doi.org/10.1007/BF03023043>

FOUKAS, X.; PATOUNAS, G.; ELMOKASHFI, A.; MARINA, M. K. Network slicing in 5g: Survey and challenges. IEEE Communications Magazine, v. 55, n. 5, p. 94±100, May 2017. ISSN 0163-6804. Disponível em: 10.1109/MCOM.2017.1600951.

MAURICIO, Leopoldo Alexandre Freitas. Avaliação de desempenho de plataformas de virtualização de redes.. 2013. 80 f. Dissertação (Mestrado em Redes de Telecomunicações; Sistemas Inteligentes e Automação) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

	INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
	Campus Cajazeiras - Código INEP: 25008978
	Rua José Antônio da Silva, 300, Jardim Oásis, CEP 58.900-000, Cajazeiras (PB)
	CNPJ: 10.783.898/0005-07 - Telefone: (83) 3532-4100

Documento Digitalizado Ostensivo (Público)

Documento TCC aprovado com ficha catalográfica

Assunto:	Documento TCC aprovado com ficha catalográfica
Assinado por:	Franks Filho
Tipo do Documento:	Anexo
Situação:	Finalizado
Nível de Acesso:	Ostensivo (Público)
Tipo do Conferência:	Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

- **Franks Patricio Maciel Filho, DISCENTE (202122010006) DE TECNOLOGIA EM ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS - CAJAZEIRAS**, em 23/10/2024 16:51:28.

Este documento foi armazenado no SUAP em 23/10/2024. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 1289303
Código de Autenticação: 5a225c65e7

