

MIP-Vis – Ferramenta de Análise Visual da Matriz de Insumo-Produto

Yuri César Lima Silva

Departamento Acadêmico de Computação
Instituto Federal da Bahia
Salvador, Brasil
Email: ycesar4273@gmail.com

Renato Novais

Departamento Acadêmico de Computação
Instituto Federal da Bahia
Salvador, Brasil
Email: renato@ifba.edu.br

Resumo—Compreender a matriz de insumo produto (MIP) é uma tarefa complexa que requer muita atenção dos especialistas. Normalmente, isso é feito através de interpretação de planilhas – o que torna a atividade de compreensão mais difícil e propensa a erros. Até então, muito pouco foi feito na tentativa de amenizar essa situação. Isso evidencia a necessidade do desenvolvimento de novas formas de compreensão da MIP. Nesse contexto, este trabalho apresenta a MIP-Vis uma ferramenta de análise visual para suporte à compreensão da matriz de insumo-produto. Diferentes visualizações foram criadas para ajudar os especialistas em tarefas específicas dessa área. Para validar a solução, foi realizado um estudo experimental preliminar que buscou avaliar o potencial da solução desenvolvida. Os resultados iniciais destacam reforçaram os benefícios da MIP-Vis.

Keywords—Matriz insumo-produto, Compreensão, Visualização, Software.

I. INTRODUÇÃO

A Matriz de Insumo-Produto (MIP) é um instrumento que permite conhecer o fluxo de bens e serviços produzidos por diferentes setores da economia. Ela mostra como esses bens e serviços podem ser transformados em insumos para outros setores até atenderem à demanda final [1].

A MIP permite uma análise estrutural e a avaliação de efeitos de choques na economia, como mudanças de preços nos produtos, taxas, aumentos de salários e outras alterações [1]. Devido a esses benefícios, governos e instituições a utilizam para estudo dos impactos de políticas públicas econômicas e de projeções sobre o comportamento dos setores econômicos.

Seu uso enquanto ferramenta é evidenciado a partir de pesquisas que utilizam da MIP em sua metodologia. Um exemplo é o estudo da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) [2], que aborda uma metodologia para construção de uma matriz insumo-produto com detalhamento dos setores energéticos.

Outro exemplo é o trabalho de Bertussi *et al* [3], no qual, a partir da matriz de insumo-produto, são analisados os efeitos multiplicadores decorrentes de investimentos em infraestrutura no país.

Um desafio da MIP é a dificuldade de interpretação das tabelas estáticas que são geradas, sendo um entrave para realizar todas as análises que a matriz possibilita. Ferramentas que proporcionam uma maior compreensão e entendimento da MIP viabilizam que gestores e outros agentes interessados, além de

especialistas na área, contribuam nas análises econômicas com base nos seus resultados.

Atualmente, não se encontra aplicações para visualizações de dados que sejam focadas na exploração de dados da MIP. Uma solução que se aproxima é a IMPLAN [4], que fornece análises e visualizações de dados de impactos econômicos que leis e eventos teriam nos setores econômicos. Todavia, essa solução é muito mais abrangente, não focando apenas na visualização dos dados, utilizando uma vasta base de dados e outras ferramentas para realizar as suas análises.

Diante disso, este trabalho apresenta uma solução, denominada de MIP-Vis: uma aplicação *web* de visualização interativa que permite explorar dados de uma MIP, a partir do uso de técnicas de análise visual.

A MIP-Vis ajuda a compreender sobre as relações entre os setores econômicos. Por exemplo, é possível identificar se um setor possui uma diversidade de fornecedores de insumos, quais setores são seus principais fornecedores e compradores, como ocorre o fluxo de insumos, se está isolado na economia local, etc.

Ela conta com as seguintes visualizações: diagrama sankey, gráfico de barras horizontal, mapa de calor, gráfico de dispersão e grafo. Adicionalmente, existe a presença de tabelas e filtros que ajudam na exploração dos dados. A MIP-Vis é uma ferramenta que reúne esse conjunto de recursos para facilitar o processo de tomada de decisão e extração de informação dos dados da MIP.

Para avaliar o estágio atual da MIP-Vis, foi conduzido um estudo experimental preliminar. A avaliação da MIP-Vis contou com a realização de um experimento controlado que comparou o uso da MIP-Vis (tratamento) em relação ao uso das planilhas (controle). O estudo contou com dois grupos de usuários, que após treinamento ministrado para cada grupo, responderam perguntas referentes à MIP. Os resultados, apesar de não serem muito expressivos, destacam o potencial de uso da MIP-Vis.

Além desta Introdução, este documento está organizado como se segue. A Seção II apresenta os assuntos relacionados a este trabalho, bem como os trabalhos relacionados. A Seção III apresenta a solução desenvolvida neste trabalho. A Seção IV apresenta o estudo conduzido para validar a solução. Por fim, a Seção V conclui este trabalho, destacando as suas limitações e trabalhos futuros.

II. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

Esta seção apresenta os principais assuntos relacionados a este trabalho. A subseção II-A apresenta conceitos relacionados à matriz de insumo-produto. A subseção II-B discute o tópico de índices de encadeamento. Na subseção II-C é abordado o assunto de visualização de dados. Por fim, a subseção II-D apresenta o único trabalho relacionado encontrado.

A. Matriz de Insumo-Produto

A Matriz de Insumo-Produto foi criada pelo economista Wassily Leontief em 1936 [5], exibindo o relacionamento entre os setores econômicos. Ele conseguiu uma “fotografia econômica” que permitiu ver o funcionamento da economia de forma única e compreensível [6].

Através dela é possível conhecer como se dá as interconexões entre os setores e o fluxo de insumos entre eles. Ou seja, observar como os produtos e serviços de um setor servem de matéria-prima para outros.

A MIP pode ser aplicada em diversos setores da sociedade. Análises estruturais e de impacto, problemas relacionados ao meio ambiente e à poluição e estudos sobre a distribuição de renda são alguns exemplos [6].

O Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) produziu a primeira matriz de insumo-produto do Brasil em 1967. A partir da década de 70, ficou a cargo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) a confecção da matriz [1].

Para a sua confecção, a MIP exige um volume alto de dados sobre os setores e seus resultados são representados em tabelas.

Ela significou um avanço nas ciências econômicas e através dela foi possível desenvolver outros métodos conhecidos para a área, como o Índice de Rasmussen-Hirschman. Atualmente, o IBGE ainda está a frente da divulgação da MIP a nível nacional. Ela é feita a cada cinco anos [7], sendo que a última divulgada foi referente ao ano de 2015.

Em relação às MIPs estaduais, observa-se um cenário mais diverso e discrepante entre os diferentes estados. É possível identificar iniciativas conduzidas por distintas instituições e pesquisadores, que, em geral, estabelecem parcerias com outras organizações para a elaboração e divulgação da MIP.

Nesse contexto, podem ser citadas iniciativas como a da Fundação João Pinheiro (FJP), responsável pela divulgação da MIP do estado de Minas Gerais referente ao ano de 2021. No estado do Espírito Santo, encontra-se uma MIP disponibilizada por meio do portal de dados abertos do estado, cuja manutenção é realizada pelo Instituto Jones dos Santos Neves (IJSN).

Adicionalmente, destaca-se a existência de uma MIP referente à região da Amazônia Legal, resultante de uma parceria entre diversas instituições, como a Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia (Sudam) e a Universidade de São Paulo (USP).

Nota-se que, enquanto a MIP nacional é de responsabilidade do IBGE, no caso dos estados e regiões essa responsabilidade é muito mais diversa, variando de lugar para lugar.

B. Índices de Encadeamento

Os conceitos de encadeamento para frente (*forward linkage*) e encadeamento para trás (*backward linkage*) foram formulados pelo economista Albert Hirschman.

Segundo Hirschman [8], o encadeamento para trás diz respeito a “que qualquer atividade econômica não primária induzirá esforços para suprir, por meio de produção doméstica aquela atividade”. Ou seja, um setor, na procura de atender suas necessidades de insumos, acaba se tornando uma força de desenvolvimento para os setores que atendem a essa necessidade.

Em relação ao encadeamento para frente, Hirschman [8] diz que “toda atividade que não atende exclusivamente a demanda final induzirá tentativas de utilizar seus produtos como insumos em algumas novas atividades”. Ou seja, ele se refere a setores que são fornecedores de insumos para outros setores.

Com base nesses conceitos, foram desenvolvidos índices que representam o valor dessas relações entre os setores, conhecidos como Índices de Rasmussen-Hirschman (RH) — sendo Rasmussen outro economista que contribuiu com Hirschman.

Em relação ao índice de encadeamento para trás, ele “determina o quanto um setor compra dos demais setores”, enquanto o índice de encadeamento para frente “determina o quanto um setor vende para o restante da economia” [9].

C. Visualização de dados

A visualização de dados busca comunicar informações de maneira clara e concisa [10]. A exibição de dados torna mais fácil o entendimento de conceitos complexos, além de ser melhor para realizar análises, encontrar padrões e realizar decisões baseadas nos dados [11].

A partir do avanço computacional ao longo dos anos, o uso de gráficos e outras representações visuais para elaboração e representação da informação se tornou predominante em diversas áreas [10].

A visualização de dados é utilizada por diversos setores na sociedade, como na ciência, saúde, finanças, etc. Seu uso é adotado tanto na gestão pública como na iniciativa privada.

Theophilo et al. [12] ressaltam que o uso de visualizações de dados, por meio de *dashboards*, está cada vez mais popular e relevante no contexto empresarial. É destacado como a organização e escolha dos gráficos possuem um impacto no processo de tomada de decisões.

Por isso, técnicas, princípios de visualização de dados e ferramentas são estudadas, aperfeiçoadas e utilizadas para melhorar a construção e exibição de dados. Um exemplo disso são os Princípios da Gestalt, geralmente aplicados em elementos visuais estáticos, indicando a melhor forma de apresentá-los, alcançando o melhor resultado visual [13].

Com o fenômeno do *Big Data*, que envolve o aumento na velocidade, volume, variedade, veracidade e valor (os 5 Vs do *Big Data*) dos dados que são produzidos a área de visualização enfrenta novos desafios [14].

Esses desafios envolvem a manutenção de um bom resultado visual diante de um elevado volume de dados a ser

apresentado em telas com tamanho e resolução limitados. Adicionalmente, destaca-se a necessidade de aprimorar o processamento de dados em tempo real, que se torna mais custoso à medida que o volume de dados cresce [15].

Por fim, há o desafio de ampliar a escalabilidade da interatividade com esses dados, uma vez que ela permite explorar os dados e obter *insights*. No entanto, a renderização dessas visualizações demanda tempo para sua exibição e pode até mesmo acarretar em uma longa demora para a visualização [15].

D. Trabalhos Relacionados

Nos nossos levantamentos, encontramos apenas uma ferramenta que tem o propósito similar a deste trabalho: IMPLAN.

A IMPLAN é uma plataforma para análises econômicas, modelando os impactos diretos e indiretos que leis e outros eventos ocasionam em setores econômicos, negócios, meio ambiente, etc. [4]. Conta com uma grande base de dados para realizar as análises e também exibição de *dashboards* com os resultados. É um *software* abrangente, com funcionalidades de gerenciamento de projetos. Permite simular impactos de diversos eventos através dos recursos da plataforma. Apesar de oferecer visualizações intuitivas, não é o seu principal foco.

III. MIP-VIS

A MIP-Vis é uma aplicação que, a partir dos dados da matriz de insumo-produto, apresenta um conjunto de visualizações que visa facilitar e agilizar a interpretação dos dados e a tomada de decisão.

A Figura 1 apresenta a visão geral de funcionamento da MIP-Vis. Inicialmente, ela recebe como entrada diferentes arquivos de dados incluindo um conjunto de notas fiscais eletrônicas, tabelas que representam as relações setor-setor e setor-produto, e um arquivo com dados sobre índices de encadeamento. A partir desses arquivos, ela produz um conjunto de visualizações construídas com o intuito de prover uma melhor compreensão dos dados analisados. O usuário pode interagir com a ferramenta para responder questões de pesquisa associadas a tarefas que são realizadas ao analisar uma MIP.

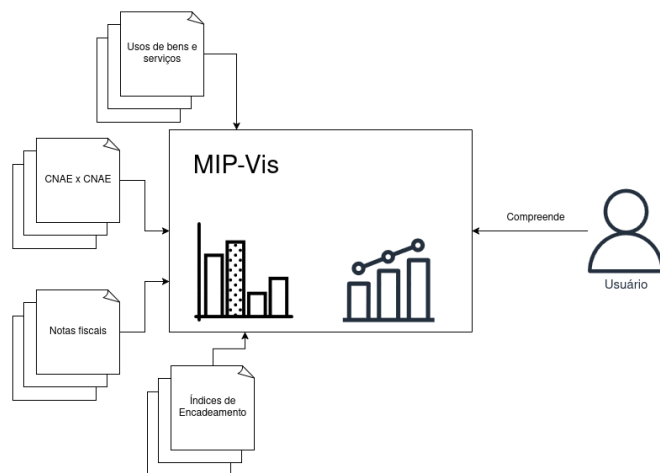


Figura 1. Visão geral da solução desenvolvida.

As seções a seguir apresentam a base de dados utilizada; as questões de pesquisa que a MIP-VIS ajuda a responder; as visualizações existentes associadas às questões de pesquisa; os requisitos funcionais e não funcionais, além de detalhes de implementação.

A. Base de Dados Utilizada

Neste trabalho, foram utilizados diversos arquivos gerados durante a construção da MIP para organizar e apresentar os dados analisados. A seguir, são descritas as principais base de dados que foram utilizadas para embasar a análise.

- **Usos de bens e serviços:** Esse arquivo, organizado no formato de tabela, foi gerado a partir de uma série de dados de transações econômicas e organiza os dados com os produtos nas linhas e os setores nas colunas.
- **CNAE x CNAE:** Esse arquivo, organizado no formato de tabela, mostra a relação entre cada setor, onde cada linha indica o setor de origem e cada coluna um setor de destino. Ele exibe as relações de interdependência entre os setores, exibindo o fluxo de insumos entre as atividades.
- **Notas fiscais eletrônicas:** Esse arquivo apresenta uma série de registros de notas fiscais eletrônicas emitidas por empresas.
- **Índices de Encadeamento:** Esse arquivo apresenta uma série de informações referentes aos índices de encadeamento dos setores.

B. Questões de pesquisa

A MIP permite a análise das interações entre os setores econômicos, possibilitando questionamentos aprofundados sobre essas relações.

Algumas dessas perguntas podem incluir: Quais setores são mais adequados para investimento? Quais são os impactos desses investimentos na cadeia produtiva local? Quais são as relações comerciais mais fortes ou mais fracas entre os setores? Como ocorre o fluxo de insumos entre eles? Dado um setor ou produto de origem, quais são os seus principais setores de destino de insumos? E dado um setor ou produto de destino, quais são os seus principais fornecedores de insumos? Quais são os setores com maior diversidade de fornecedores?

A partir de uma investigação da MIP e com as respostas a essas perguntas, é possível identificar gargalos, oportunidades e relações inesperadas entre os setores, o que ajuda a entender quais são mais adequados para investimento, os impactos desses investimentos e como eles afetam a cadeia local à qual cada setor pertence.

Também é possível realizar uma análise estrutural dos setores, o que permite identificar o papel e a importância de cada um na economia.

Isso permitiria responder a perguntas como: Quais setores estão mais isolados na economia local? Quais setores tem maior potencial para impulsionar novos fornecedores de insumo locais na região?

Compreendendo as características de cada setor, torna-se mais fácil formular políticas públicas econômicas e avaliar seus efeitos.

C. Visualizações

A MIP-VIS tem atualmente 7 visualizações, as quais são discutidas a seguir.

1) *Sankey*: A Figura 2 apresenta o diagrama de Sankey presente na MIP-Vis. Ele permite a visualização dos fluxos intersetoriais. Cada ponto no diagrama representa um setor econômico e a largura de cada seta indica o valor da relação de um ponto para o outro.

Por meio dele, identifica-se quais setores recebem os insumos provenientes de cada origem. A análise desses fluxos permite identificar possíveis gargalos e oportunidades para melhorar as relações entre os setores.

É possível, com o diagrama de Sankey, responder perguntas como:

- Quais setores têm mais diversificação de fontes de insumos?
- Quais setores têm dependência concentrada de fornecedores?
- Qual é o caminho completo dos insumos de um setor até o produto final?

A primeira e segunda perguntas podem ser respondidas através do diagrama de Sankey analisando a quantidade de fluxos que um ponto apresenta. A partir da contagem dos fluxos, é possível identificar quantos fornecedores, ou mesmo compradores, um setor possui.

Em relação a última pergunta, é possível responder observando os pontos e fluxos que são apresentados no diagrama. Eles representam os setores e qual o caminho que os insumos adotam diante dos setores escolhidos.

2) *Mapa de calor*: O mapa de calor permite a visualização dos dados provenientes das tabelas de CNAE e de usos de bens e serviços.

A Figura 3 apresenta o mapa de calor, exibindo dados da tabela de setores (CNAEs). Ela facilita a identificação das interações e a intensidade da relação comercial entre setores. O valor dessa relação é demonstrado por meio da cor em cada célula no mapa.

Por meio do mapa é possível identificar quais são os setores que são fornecedores estratégicos para outros setores, descobrir relações inesperadas, além de níveis de dependência entre os setores.

Para a tabela de usos de bens e serviços, é possível identificar os setores que adquirem produtos específicos.

A partir dessa visualização, é possível responder a perguntas como:

- Quais são os setores que possuem maior relação comercial entre si?
- Quais os setores são os principais compradores de determinado produto?

As perguntas podem ser respondidas por meio da análise da escala de cores apresentada no mapa de calor, considerando o significado associado a cada tonalidade. Para ambas as

perguntas, a resposta é obtida a partir da identificação das células com colorações mais próximas do vermelho, as quais indicam maior intensidade no relacionamento analisado

3) *Gráficos de barras horizontal para índice de encadeamento para trás*: A visualização apresentada na Figura 4 exhibe os setores ordenados de acordo com os maiores índices de encadeamento para trás. A partir dela, é possível responder perguntas como:

- Quais são os setores mais dependentes dos insumos de outros setores?
- Quais setores investir para aumentar/aquecer a cadeia de fornecedores locais?

Para responder às perguntas propostas, é necessário identificar, na visualização, as colunas que apresentam os maiores valores representados.

4) *Gráfico de barras horizontal para índice de encadeamento para frente*: A visualização apresentada na Figura 5 exhibe os setores ordenados de acordo com os maiores índices de encadeamento para frente. A partir dele, é possível responder perguntas como:

- Qual o setor que mais produz serviços ou produtos que acabam sendo insumos de outros setores?

Para responder à pergunta proposta, é necessário identificar, na visualização, as colunas que apresentam os maiores valores representados.

5) *Classificação de setores (Rasmussen-Hirschman)*: A visualização apresentada na Figura 6 junta os índices de encadeamento para frente e para trás, de forma que é possível categorizar os diferentes setores da economia a partir de qual quadrante eles se localizam no gráfico.

Os setores podem ser classificados como: Setores-Chave, Puxadores de Demanda, Base da Economia ou Setores isolados.

A partir dessa visualização, as perguntas que podem ser respondidas são:

- Quais setores poderiam ser monitorados para que gargalos possam ser evitados em toda a indústria?
- Quais setores têm mais potencial em aumentar a demanda por insumos locais (alto índice de encadeamento para trás)?
- Quais setores são os maiores fornecedores para a indústria local (aqueles com alto índice para frente)?
- Quais setores são relativamente isolados da economia local e poderiam ser alvo de políticas para maior integração?

Para cada uma dessas perguntas, é possível responder identificando em qual quadrante da visualização os setores estão localizados.

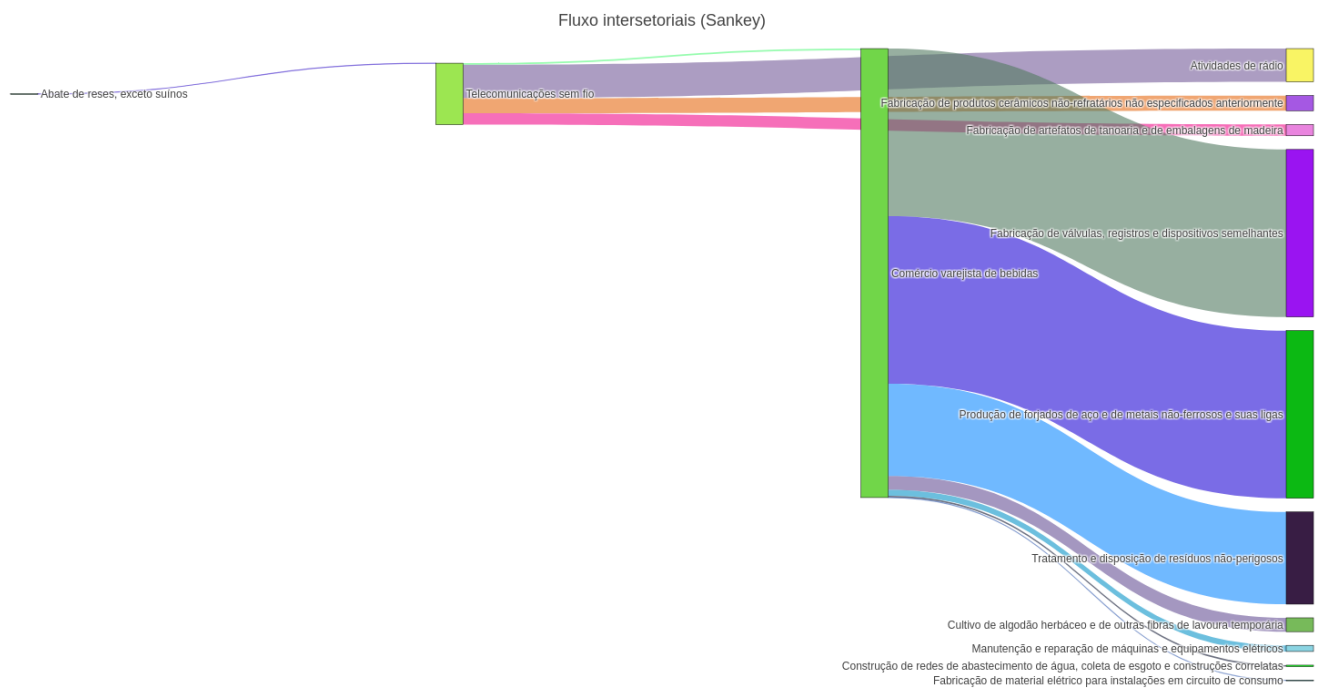


Figura 2. Diagrama Sankey

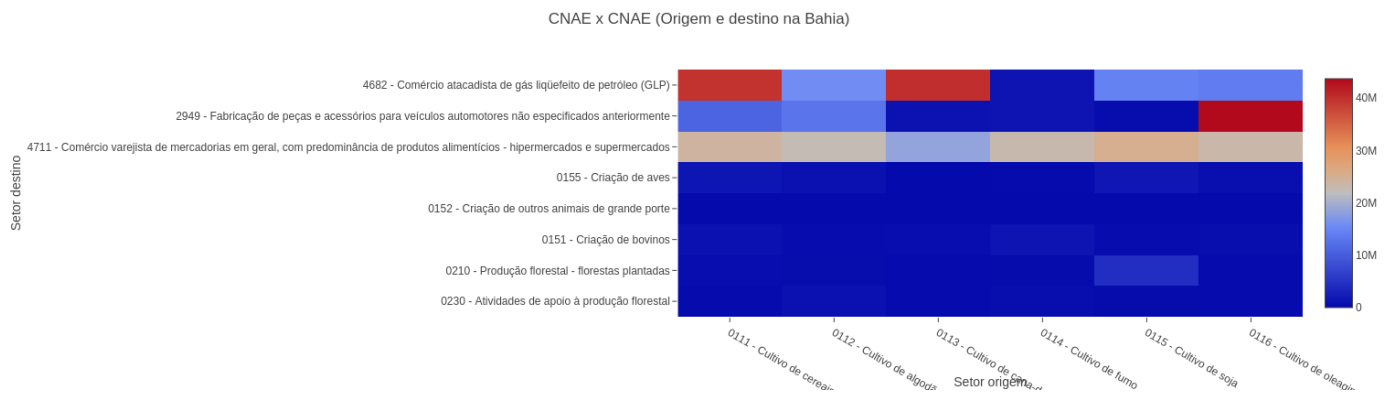


Figura 3. Mapa de calor.

6) *Grafo*: O grafo (Figura 7) exibe um conjunto de setores e suas ligações. Sua visualização permite identificar os setores que possuem uma maior relação comercial, acarretando assim numa maior dependência de um setor para o outro.

Isso é possível analisando os tamanhos das arestas que conectam os nós, o que vai indicar a intensidade da relação entre os setores.

7) *Gráfico de barras horizontal*: O gráfico de barras horizontal (Figura 8) é utilizado para a visualização dos dados das tabelas de CNAEs e usos de bens e serviços. Seu uso permite identificar *rankings* e fazer comparações entre os dados que estão sendo analisados.

Para a tabela de CNAEs, ele permite identificar quais são os principais fornecedores de insumos para outros setores e também quais são os principais setores compradores.

E para a tabela de uso de bens e serviços, é possível

identificar os principais setores compradores de um produto ou quais são os produtos que os setores adquirem.

E a partir desse gráfico, as perguntas que podem ser respondidas são:

- Quais os principais produtos e serviços de um determinado setor?
- Quais são os principais fornecedores de um setor?

A primeira pergunta é respondida observando os setores com maior predominância na composição da barra empilhada. Em relação à segunda pergunta, ela é respondida identificando a barra de maior comprimento.

D. Requisitos funcionais e não funcionais

Essa seção apresenta os requisitos funcionais e não funcionais, respectivamente, da MIP-Vis.

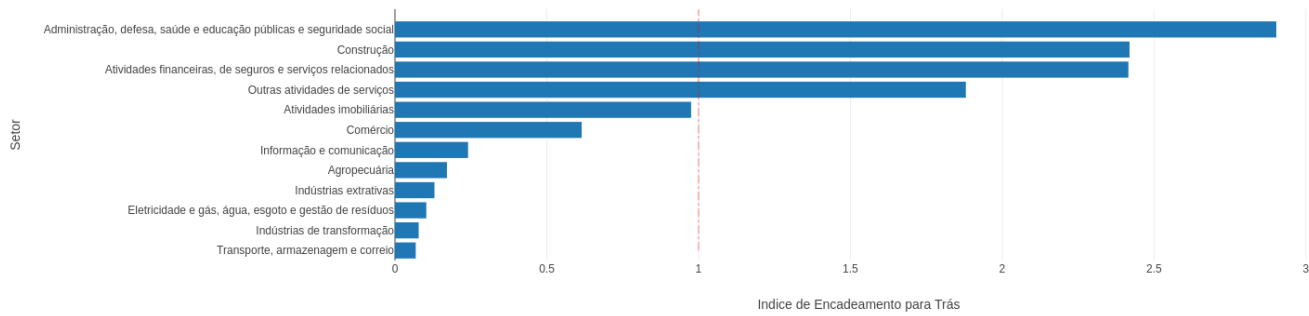


Figura 4. Índice de encadeamento para trás.

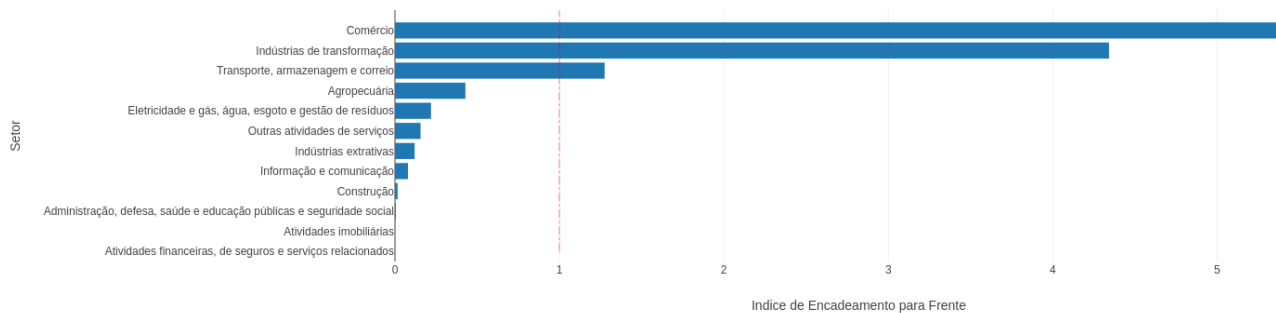


Figura 5. Índice de encadeamento para frente.

1) *Requisitos funcionais*: A MIP-Vis apresenta os seguintes requisitos funcionais:

- O sistema deve exibir o Gráfico de Rasmussen-Hirschman;
- O sistema deve permitir selecionar os registros dos setores para análise;
- O sistema deve exibir o fluxo de insumos entre os setores;
- O sistema deve exibir os setores com maiores índices de encadeamento para frente;
- O sistema deve exibir os setores com maiores índices de encadeamento para trás;
- O sistema deve exibir a intensidade das relações comerciais entre os setores.

2) *Requisitos não funcionais*: A MIP-Vis apresenta os seguintes requisitos não funcionais:

- O sistema deve ser intuitivo para que um especialista em Economia possa operá-lo com facilidade;
- O sistema deve ser acessível via navegador *web* em dispositivos *desktop*.

Por se tratar de um protótipo, não foram avaliados outros requisitos funcionais importantes. Pretende-se tratar isso quando formos utilizar a MIP-Vis em um contexto real.

E. Detalhes de Implementação

Os dados utilizados foram provenientes de um processo de confecção de uma matriz de insumo-produto a partir de notas fiscais eletrônicas. Esses dados gerados foram fornecidos em arquivos de formatações diferentes: em CSV e Parquet.

O primeiro formato, mais conhecido e amplamente usado, é organizado de maneira tabular e cada linha do arquivo é um registro, que é separado por vírgulas. O segundo formato é de código aberto e recomendado ao utilizar grandes volumes de dados por ser mais eficiente e compactado.

Todos os arquivos recebidos foram transformados em JavaScript Object Notation (JSON), formato frequentemente utilizado em aplicações *web*. Os arquivos no formato CSV foram convertidos a partir de um *script* feito com a linguagem Python. Os arquivos Parquet foram convertidos a partir do uso do banco de dados DuckDB, que possui recursos para importação de arquivos no formato Parquet e também a exportação dos dados em diferentes formatos, sendo o JSON uma das opções.

A MIP-Vis foi implementada utilizando o *framework* Angular, versão 19, para a construção da interface. Aliado a isso,

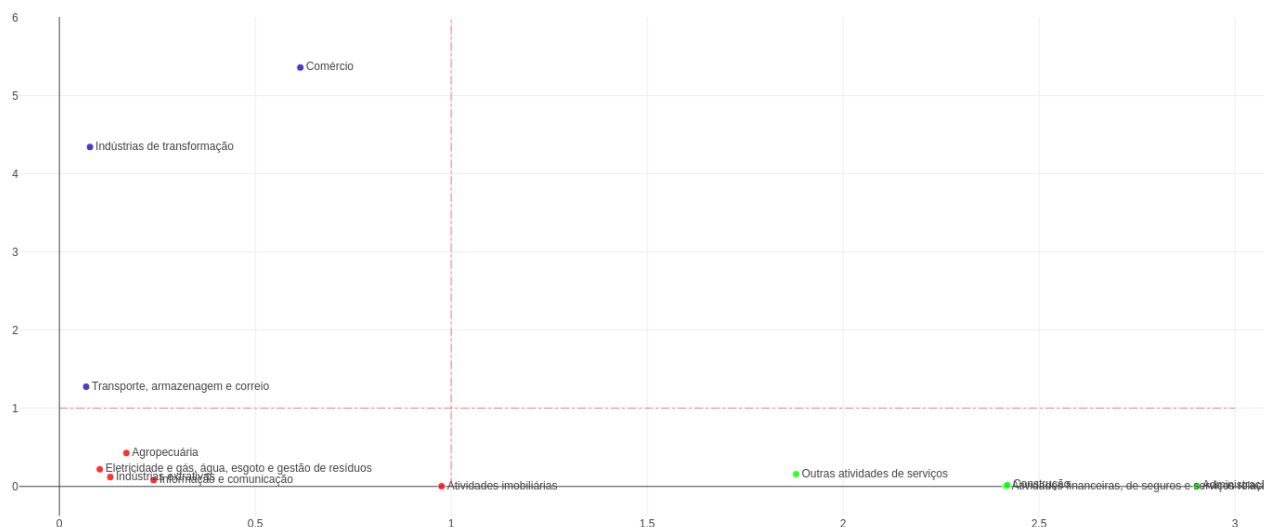


Figura 6. Classificação de setores (Rasmussen-Hirschman).

foram utilizadas bibliotecas e outros *frameworks* para criação dos componentes, gráficos e estilização da aplicação.

A primeira biblioteca utilizada foi o PrimeNG, que fornece componentes para a construção dos elementos presentes na aplicação, como as tabelas, *cards*, menu, dentre outros.

Para a construção dos gráficos foi utilizada a biblioteca Plotly.js, de código aberto, que permite a construção de diversos tipos de gráficos. Os gráficos de barra, mapa de calor, sankey e de dispersão foram construídos utilizando essa biblioteca.

Outra biblioteca utilizada foi a Vis.js, que fornece visualizações dinâmicas baseadas no navegador. Ela foi utilizada para construção do grafo, uma vez que o Plotly.js não fornecia a opção de construção de grafos.

Por fim, foi utilizado o TailwindCSS, que é um *framework* que fornece classes utilitárias para estilização de elementos no HTML das páginas, agilizando o desenvolvimento e facilitando a responsividade da aplicação.

A arquitetura da MIP-Vis é baseada em componentes, abordagem que se alinha diretamente ao *framework* Angular, que também adota esse mesmo paradigma arquitetural.

Na aplicação, distinguem-se dois tipos de componentes: aqueles que representam páginas e aqueles que atuam como componentes reutilizáveis. Essa separação foi adotada com o objetivo de seguir o princípio de separação de responsabilidades, garantindo que cada elemento da página seja responsável por executar uma única função específica.

As páginas, que também são componentes sob a perspectiva do Angular, são responsáveis por controlar todo o estado dos dados dos componentes que utilizam. Esse controle abrange eventos de filtragem, seleção e carregamento de dados.

O fluxo de dados adotado é unidirecional, no qual as páginas enviam os dados para os componentes, enquanto estes

apenas emitem eventos decorrentes de suas interações. Para isso, são utilizados os mecanismos nativos do Angular para comunicação entre componentes, por meio dos decoradores `@Input` e `@Output`.

Dessa forma, ao receber os eventos emitidos pelos componentes, cada página realiza as manipulações necessárias nos dados e envia aos componentes as informações atualizadas, de acordo com o evento ocorrido.

IV. AVALIAÇÃO EXPERIMENTAL

Inicialmente, foi realizada uma etapa de validação das perguntas propostas que a MIP-Vis auxiliaria a responder. Ela contou com a participação de pesquisadores na área envolvidos no trabalho. As perguntas iniciais foram disponibilizadas em um formulário eletrônico via Google Forms, onde os pesquisadores puderam julgar a relevância de cada item e contribuir com sugestões para a melhoria do questionário final.

Em seguida foi conduzido um estudo experimental, em Janeiro de 2026, com o objetivo de analisar a ferramenta desenvolvida, MIP-Vis, com o propósito de avaliar em relação ao tempo de resposta e acertos do ponto de vista dos pesquisadores da MIP-Vis no contexto de atividades relacionadas à MIP e de estudantes de graduação.

A. Descrição do estudo

O objetivo do estudo é avaliar a efetividade da MIP-Vis como ferramenta de suporte à análise da matriz insumo-produto. Para isso, foram comparados dois grupos de participantes – um deles utilizando a MIP-Vis – que responderam a um formulário com questões relacionadas à MIP. O experimento é descrito com mais detalhes nas seções seguintes.

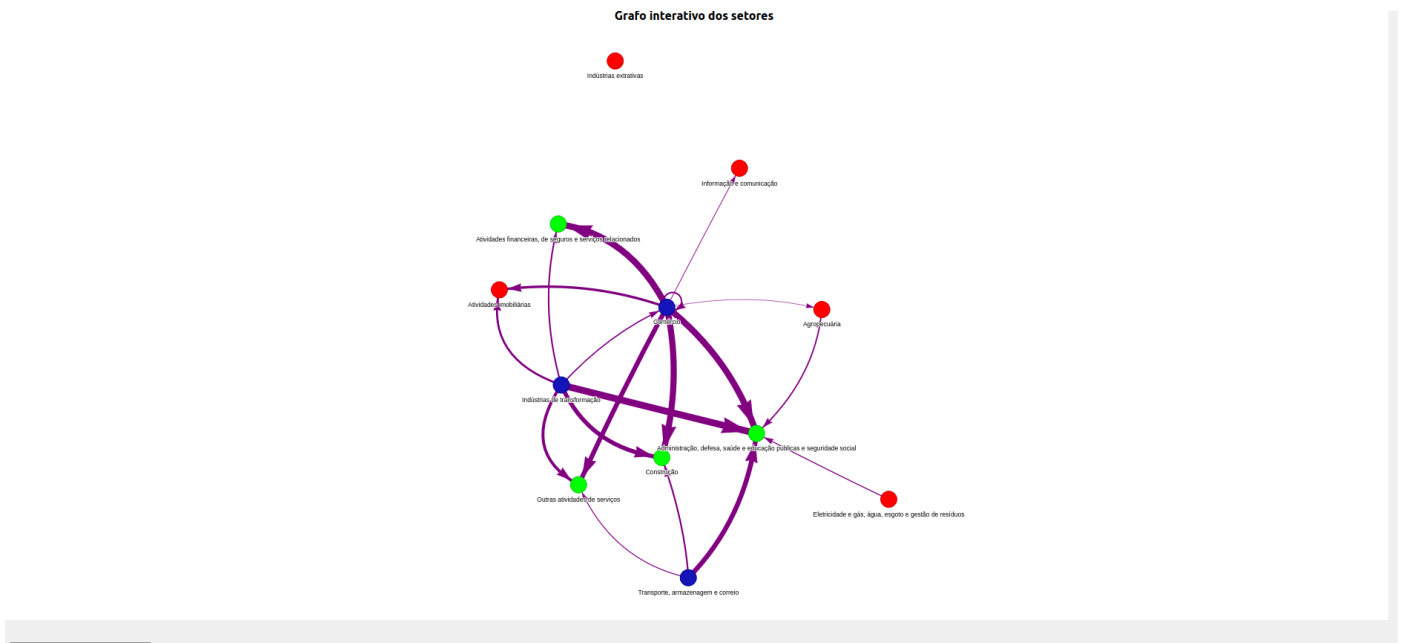


Figura 7. Grafo dos setores.

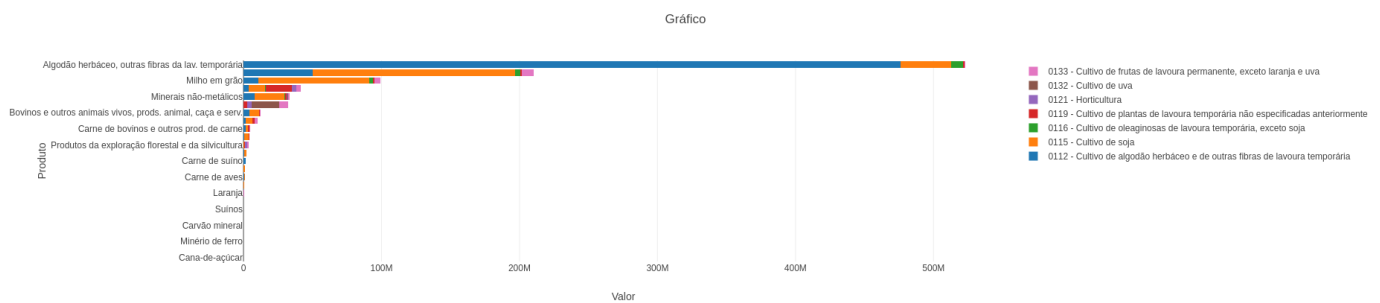


Figura 8. Gráfico de barras horizontal.

B. Hipótese do Experimento

Foram coletadas medidas de tempo e corretude relacionadas a um conjunto de questões relacionadas aos dados da MIP. Essas medidas foram coletadas para identificar se a MIP-Vis se mostra uma ferramenta mais eficaz para resolução das questões do que o uso de planilhas.

A primeira hipótese sugere que o uso da MIP-Vis reduz o tempo gasto na resolução das questões. A segunda, por sua vez, indica que seu uso aumenta a corretude na resolução das questões. As hipóteses podem ser vistas na Tabela II, assim como suas hipóteses nulas, construídas a partir das suas negações.

C. Objeto Experimental

A efetividade da ferramenta MIP-Vis para resolução de questões relacionadas a MIP, em comparação ao uso de tabelas estáticas com os dados.

D. Participantes

O experimento foi executado com 13 participantes que eram estudantes de uma mesma turma do curso de Análise

e Desenvolvimento de Sistemas. Divididos em dois grupos diferentes, a seleção dos participantes ocorreu de maneira aleatória, sem a adoção de nenhum critério nas escolhas. O primeiro grupo (grupo 1) contou com 7 participantes e o segundo (grupo 2), com 6.

E. Tarefas do experimento

Foram definidas um conjunto de questões, validadas anteriormente por pesquisadores da área, para ser utilizado. A definição da quantidade de questões utilizadas foi baseada no tempo disponível para realização do experimento. Quais questões seriam utilizadas, por sua vez, foi baseada tentando garantir a representatividade de todos o conjunto de dados, selecionando-se, no mínimo, 1 questão de cada arquivo presente na MIP-Vis.

As questões selecionadas para resolução dos participantes são exibidas na Tabela III.

F. Procedimentos experimentais

O experimento foi rodado em um laboratório, em duas sessões, uma para cada grupo. Em cada sessão foi ministrado

um treinamento para cada grupo, abordando os conceitos iniciais da matriz insumo-produto. Após isso, foi realizada uma demonstração de resolução de um conjunto de questões relacionadas a MIP, utilizando para isso um recurso que seria disponibilizado para cada grupo.

No primeiro grupo, essa demonstração foi conduzida utilizando exclusivamente dados, no formato de tabelas, disponíveis em planilhas eletrônicas, enquanto no segundo grupo foi utilizada a solução desenvolvida neste trabalho, denominada MIP-Vis. Para ambos os grupos, foi realizada uma explicação sobre o recurso disponibilizado, esclarecendo os dados presentes nas tabelas para o primeiro grupo e o funcionamento da MIP-Vis para o segundo.

Após a demonstração, foi liberado um formulário eletrônico para cada grupo com um conjunto de questões que os participantes deveriam responder utilizando o recurso que foi fornecido. Importante ressaltar que os dados e questões utilizados na demonstração eram distintos dos que foram munidos os participantes.

Os principais procedimentos experimentais foram:

- 1) Foi conduzido o treinamento, com o objetivo de explicar os conceitos fundamentais da MIP. Adicionalmente, foi explicado como responder a um conjunto de questões utilizando o respectivo recurso de cada grupo, elucidando tanto as questões quanto o próprio recurso;
- 2) Foi disponibilizado o formulário eletrônico e acesso ao respectivo recurso de cada grupo;
- 3) O experimento foi rodado nos laboratórios do Instituto Federal da Bahia, campus Salvador. O tempo foi medido considerando a diferença entre o tempo inicial e final para responder o formulário;
- 4) Os resultados foram analisados. A corretude foi medida comparando o modelo de respostas corretas com a resposta de cada participante. Uma questão respondida completamente correta valia de 1 ponto. Acertos parciais foram considerados, de forma que, para cada questão, um participante poderia receber entre 0 e 1 ponto.

G. Resultados do experimento

Após a realização do procedimento, foi feita a análise das respostas. Em relação ao tempo gasto, a Figura 9 resume o tempo gasto pelos participantes para resolver todo o conjunto de questões no formulário. O grupo 2 apresentou um tempo médio menor que o grupo 1, com 19,5 e 26,14 minutos, respectivamente. Neste caso, o grupo 2 teve em média um tempo 25% inferior ao grupo 1.

Em relação a corretude das questões, ambos os grupos tiveram resultados semelhantes. O grupo 1 apresentou 5,61 acertos na média, enquanto o grupo 2, 5,63. A Tabela I apresenta o aproveitamento por questão e pontuação total dos participantes. Um fator que influenciou na corretude das questões foi o limite de tempo disponível, especialmente para alguns participantes do grupo 2.

H. Consequências do estudo

As principais lições aprendidas estão listadas abaixo:

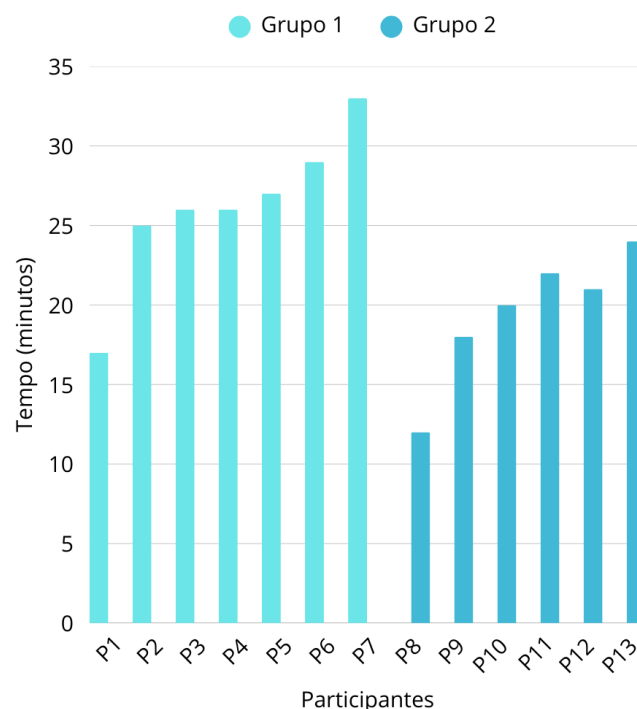


Figura 9. Tempo dos participantes para conclusão do formulário.

- 1) O tempo do experimento poderia ser maior para alguns usuários de ambos os grupos, em especial para os do grupo 2;
- 2) A ferramenta MIP-Vis pode ser utilizada por pessoas fora da área da Economia.

I. Riscos a validade

As ameaças à validade do estudo durante a experiência são descritas a seguir, assim como possíveis ações adotadas para sua mitigação.

- 1) Validade de conclusão: Identificou-se 2 ameaças nesta categoria: (i) *concepção das questões*: as questões selecionadas podem ter sido muito difíceis ou tendenciosas para a ferramenta MIP-Vis. (ii) *restrições de tempo*: o tempo alocado pode ter influenciado nas respostas dos participantes. Dois participantes não completaram a resolução do formulário (não tendo suas respostas consideradas no estudo) e alguns levaram mais tempo que o previsto para responder o formulário. Como forma de mitigação, foi selecionado um conjunto menor de questões para os participantes responderem com o intuito de diminuir o tempo de duração da resolução das questões.
- 2) Validade de construção: Foi identificado uma ameaça para essa categoria: (i) *os procedimentos operacionais do experimento*: os participantes podem não ter entendido as questões e os recursos que foram fornecidos. Como forma de minimizar esse problema, foi ministrado o treinamento no qual foram explicados todos os temas e ferramentas e como resolver um

Participante	Grupo	Questão 1	Questão 2	Questão 3	Questão 4	Questão 5	Questão 6	Questão 7	Pontuação Total
P1	1	1/2	0/3	3/3	6/6	4/4	3/4	6/6	5,25
P2	1	1/2	3/3	3/3	6/6	4/4	4/4	6/6	6,5
P3	1	2/2	3/3	3/3	6/6	4/4	4/4	0/6	6
P4	1	2/2	3/3	3/3	6/6	4/4	4/4	6/6	7
P5	1	2/2	3/3	3/3	6/6	1/4	4/4	6/6	6,25
P6	1	0/2	3/3	3/3	6/6	1/4	1/4	0/6	3,5
P7	1	1/2	3/3	3/3	3/6	3/4	3/4	2/6	4,8
P8	2	2/2	3/3	3/3	6/6	4/4	4/4	6/6	7
P9	2	2/2	3/3	3/3	0/6	4/4	4/4	6/6	6
P10	2	2/2	3/3	3/3	3/6	1/4	0/4	0/6	3,75
P11	2	2/2	3/3	3/3	6/6	3/4	4/4	6/6	6,75
P12	2	2/2	3/3	3/3	6/6	1/4	0/4	0/6	4,25
P13	2	2/2	3/3	3/3	6/6	4/4	0/4	6/6	6

Tabela I. APROVEITAMENTO DOS PARTICIPANTES NAS QUESTÕES DO FORMULÁRIO E PONTUAÇÃO TOTAL.

Hipótese	Descrição
H1	O uso da ferramenta MIP-Vis reduz o tempo gasto para resolução de questões relacionadas à MIP.
H ₀₁	O uso da ferramenta MIP-Vis não reduz o tempo gasto para resolução de questões relacionadas à MIP.
H2	O uso da ferramenta MIP-Vis aumenta a corretude da resolução de questões relacionadas à MIP.
H ₀₂	O uso da ferramenta MIP-Vis não aumenta a corretude da resolução de questões relacionadas à MIP.

Tabela II. HIPÓTESES DO ESTUDO.

Nº da Questão	Descrição
1	Para os setores de Telecomunicações sem fio e Comércio varejista especializado de móveis, colchoaria e artigos de iluminação, quantos fluxos têm origem nesses setores em direção a outros setores da economia?
2	Quais são os 3 (três) setores com mais potencial em aumentar a demanda por insumos locais (aqueles com alto índice de encadeamento para trás)?
3	Quais são os 3 (três) setores que são os maiores fornecedores para a indústria local (aqueles com alto índice de encadeamento para frente)?
4	Dado o setor de Cultivo de Café, quais são os 3 (três) principais setores de destino que mais adquirem seus produtos? Qual é o valor total de insumos adquirido por cada um desses setores?
5	Dado o setor de Cultivo de Cereais, quais são os 3 (três) principais setores fornecedores de insumos? Qual é o valor total de insumos fornecido por cada um desses setores?
6	Quais são os 3 (três) principais setores de destino do produto Laranja e qual o valor total aproximado (R\$) da soma desses setores?
7	Dado o setor de Horticultura, quais são os 3 (três) principais produtos adquiridos por esse setor? Qual é o valor (em R\$) correspondente a cada produto?

Tabela III. QUESTÕES UTILIZADAS NO FORMULÁRIO ELETRÔNICO APLICADO AOS PARTICIPANTES DO ESTUDO EXPERIMENTAL.

conjunto distinto de questões semelhantes às que os participantes responderiam.

V. CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou a proposta de uma ferramenta de análise visual, utilizando os dados provenientes de uma matriz insumo-produto. O intuito é oferecer a especialistas uma ferramenta que facilite a interpretação dos dados e a extração de informações, agilizando o processo de decisão.

Os resultados do estudo conduzido revelam que há um

ganho de tempo ao se utilizar a ferramenta, o que permite acelerar a obtenção de respostas a partir dos dados.

Este estudo tem como principais resultados:

- 1) a solução desenvolvida: MIP-Vis;
- 2) registro de software em andamento;
- 3) artigo científico em desenvolvimento.

A. Limitações deste Trabalho

O presente trabalho apresenta limitações intrínsecas ao seu escopo. A primeira delas refere-se à obtenção e manipulação dos dados, uma vez que foram utilizados arquivos estáticos (JSON) para simular as requisições de busca de dados de uma API real. Além disso, o estudo realizado não contou com a participação de especialistas da área para validação, o que impediu a avaliação da aplicação pelo perfil alvo de usuários.

B. Trabalhos Futuros

A partir dos resultados da avaliação experimental, é possível indicar os pontos de trabalho futuro na MIP-Vis. Eles focarão na inclusão de gráficos e filtros que: visualizem a localização (por UF) dos principais fornecedores de insumos dos setores; indiquem o efeito multiplicador de renda e emprego ao realizar investimentos em um determinado setor.

Além disso, um outro ponto é a busca de validação com especialistas, público-alvo da aplicação, para coleta de opiniões e sugestões da proposta desenvolvida.

REFERÊNCIAS

- [1] N. Carvalheiro, "Observações sobre a elaboração da matriz de insumo-produto," *Pesquisa & Debate Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Economia Política*, vol. 9, no. 2 (14), 1998.
- [2] Empresa de Pesquisa Energética and Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas, "Metodologia para construção de uma matriz insumo-produto com detalhamento dos setores energéticos," Empresa de Pesquisa Energética (EPE) e Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas (FIPE), Nota Técnica Conjunta, 2023.
- [3] G. L. Bertussi, M. Takasago, and J. J. M. Guilhoto, "Infraestrutura econômica no Brasil: Uma análise de sua relevância sob a Ótica de matriz insumo-produto," *Análise Econômica*, vol. 38, no. 77, set. 2020. [Online]. Available: <https://seer.ufrgs.br/index.php/AnaliseEconomica/article/view/76395>
- [4] L. IMPLAN Group, "Implan data and application," IMPLAN Group, LLC, 2025, accessed: 2025-12-20. [Online]. Available: <https://implan.com/>

- [5] W. W. Leontief, "Quantitative input and output relations in the economic systems of the united states," *The Review of Economics and Statistics*, vol. 18, no. 3, pp. 105–125, 1936. [Online]. Available: <http://www.jstor.org/stable/1927837>
- [6] J. J. M. Guilhoto, "Análise de insumo-produto: teoria e fundamentos," 2011.
- [7] A. R. d. A. Batista, "Um guia prático para inferir a matriz insumo-produto brasileira a partir do sistema de contas nacionais desde 2010 [a practical guide to inferring the brazilian input-output matrix from the national accounting system since 2010]," University Library of Munich, Germany, Tech. Rep., 2020.
- [8] A. Hirschman, *The Strategy of Economic Development*, ser. Yale paperbound. Yale University Press, 1958. [Online]. Available: <https://books.google.com.br/books?id=wls-AAAAYAAJ>
- [9] A. O. Colombo, "Estrutura produtiva e encadeamentos setoriais no brasil do século xxi: uma análise através de indicadores clássicos de insumo-produto," *Revista de Economia*, vol. 44, no. 83, p. 185–215, sep. 2023. [Online]. Available: <https://revistas.ufpr.br/economia/article/view/83592>
- [10] F. C. C. d. Silva, " visualização de dados: passado, presente e futuro," *LIINC em revista. Rio de Janeiro, RJ. Vol. 15, n. 2 (nov. 2019), p. 205-223*, 2019.
- [11] M. Islam and S. Jin, "An overview of data visualization," in *2019 International Conference on Information Science and Communications Technologies (ICISCT)*. IEEE, 2019, pp. 1–7.
- [12] R. G. Theophilo, A. A. Gonçalves, M. R. Avelino, and D. S. Morgado De Gois, Sandra Regina Freitas, "Aplicação dos princípios de percepção visual a visualização de dados para tomada de decisão," *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, pp. 556–572, 10 2021, copyright - © 2021. This work is published under <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/> (the "License"). Notwithstanding the ProQuest Terms and Conditions, you may use this content in accordance with the terms of the License; Última atualização em - 2023-05-02. [Online]. Available: <https://www.proquest.com/scholarly-journals/aplicação-dos-princípios-de-percepção-visual/docview/2647405870/se-2>
- [13] D. Chang, L. Dooley, and J. E. Tuovinen, "Gestalt theory in visual screen design-a new look at an old subject," 2002.
- [14] S. M. Ali, N. Gupta, G. K. Nayak, and R. K. Lenka, "Big data visualization: Tools and challenges," in *2016 2nd International conference on contemporary computing and informatics (IC3I)*. IEEE, 2016, pp. 656–660.
- [15] R. Agrawal, A. Kadadi, X. Dai, and F. Andres, "Challenges and opportunities with big data visualization," in *Proceedings of the 7th International Conference on Management of computational and collective intelligence in Digital EcoSystems*, 2015, pp. 169–173.