



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE TECNOLOGIA



MATHEUS SALES OLIVEIRA

**FERRAMENTA HEATMAP MATRIX: AVALIAÇÃO
HEURÍSTICA DE VERSÃO BASEADA EM JAVA E
IMPLEMENTAÇÃO DE VERSÃO WEB**

Limeira
2022



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE TECNOLOGIA



MATHEUS SALES OLIVEIRA

FERRAMENTA HEATMAP MATRIX: AVALIAÇÃO HEURÍSTICA DE VERSÃO BASEADA EM JAVA E IMPLEMENTAÇÃO DE VERSÃO WEB

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Sistemas de Informação à Faculdade de Tecnologia da Universidade Estadual de Campinas.

Orientador: Prof. Dr. Celmar Guimarães da Silva

Limeira
2022

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Faculdade de Tecnologia
Luiz Felipe Galeffi - CRB 8/10385

OL4f Oliveira, Matheus Sales, 1999-
Ferramenta Heatmap Matrix : avaliação heurística de versão baseada em Java e implementação de versão web / Matheus Sales Oliveira. – Limeira, SP : [s.n.], 2022.

Orientador: Celmar Guimarães da Silva.
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Tecnologia.

1. Visualização da informação. 2. Heurística (Computação). 3. Design centrado no usuário. I. Silva, Celmar Guimarães da, 1978-. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Tecnologia. III. Título.

Informações adicionais, complementares

Título em outro idioma: Heatmap Matrix tool : evaluation Java-based version heuristics and web version implementation

Palavras-chave em inglês:

Information visualization

Heuristic (Computer science)

User-centered system design

Titulação: Bacharel

Banca examinadora:

Celmar Guimarães da Silva [Orientador]

Gisele Busichia Baioco

Luiz Camolesi Júnior

Data de entrega do trabalho definitivo: 09-12-2022

Autor: Matheus Sales Oliveira

Título: Ferramenta HeatMap Matrix: Avaliação Heurística de Versão Baseada em Java e Implementação de Versão Web

Natureza: Trabalho de Conclusão de Curso em Sistemas de Informação

Instituição: Faculdade de Tecnologia, Universidade Estadual de Campinas

Aprovado em: 09/12/2022.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Celmar Guimarães da Silva(Orientador) – Presidente
Faculdade de Tecnologia (FT/UNICAMP)

Profa. Dra. Gisele Busichia Baioco – Avaliador
Faculdade de Tecnologia (FT/UNICAMP)

Prof. Dr. Luiz Camolesi Júnior – Avaliador
Faculdade de Tecnologia (FT/UNICAMP)

Este exemplar corresponde à versão final da monografia aprovada
A ata de aprovação consta no Sistema de Gestão Acadêmica

RESUMO

A área de visualização de informação(InfoVis) tem como objetivo auxiliar a compreensão de dados através da geração de visualizações gráficas. Compartilhando deste objetivo, Rocha(2017) desenvolveu a ferramenta Heatmap Matrix que utiliza a técnica de InfoVis conhecida como matriz de mapas de calor para gerar visualizações a partir da leitura de conjuntos de dados multidimensionais. Rocha(2021) aprimorou esta ferramenta ao adicionar funcionalidades que aumentaram a interatividade; no entanto, surgiu a necessidade de se avaliar a ferramenta considerando critérios relacionados a usabilidade e InfoVis para comprovar sua relevância e também identificar problemas. Por isso, a ferramenta foi avaliada através da técnica clássica conhecida como avaliação heurística, usando as heurísticas clássicas de Nielsen e Molich para avaliar critérios de usabilidade; e usando heurísticas específicas propostas por Morrioni(2021) para avaliar critérios de InfoVis. Diante dos resultados dessas avaliações, foi desenvolvida uma versão web (em Javascript usando React) da ferramenta Heatmap Matrix, contendo a maioria dos recursos de sua versão em Java.

Palavras-Chave: Matriz de Mapas de Calor; Avaliação Heurística; Visualização da Informação.

ABSTRACT

The information visualization area (InfoVis) aims to help the understanding of data through the generation of graphic visualizations. Sharing this objective, Rocha(2017) developed the Heatmap Matrix tool that uses the InfoVis technique known as heatmap matrix to generate visualizations from the reading of multidimensional datasets. Rocha(2021) improved this tool by adding features that increased interactivity; however, the need arose to evaluate the tool considering criteria related to usability and InfoVis to prove its relevance and also identify problems. Therefore, the tool was evaluated through the classic technique known as heuristic evaluation, using the classic heuristics of Nielsen and Molich to evaluate usability criteria; and using specific heuristics proposed by Morrioni(2021) to evaluate InfoVis criteria. Given the results of these evaluations, a web version (in Javascript using React) of the Heatmap Matrix tool was developed, containing most of the features of its Java version.

Keywords: Heatmap Matrix; Heuristic Evaluation; Information Visualization.

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO..... | 12 |
| 2 REFERENCIAL TEÓRICO..... | 14 |
| 2.1. Interação Humano-Computador..... | 14 |
| 2.1.1 Avaliação Heurística..... | 15 |
| 2.2 Visualização da Informação..... | 17 |
| 3 HEATMAP MATRIX..... | 20 |
| 4 ANÁLISE DO RESULTADO DA AVALIAÇÃO..... | 25 |
| 4.1 Perfil dos Avaliadores..... | 26 |
| 4.2 Análise das Avaliações Heurísticas Individuais..... | 26 |
| 4.3 Análise da Consolidação das Avaliações Heurísticas..... | 30 |
| 4.3.1 Avaliação Heurística de Usabilidade..... | 30 |
| 4.3.2 Avaliação Heurística de Visualização da Informação..... | 36 |
| 4.3.3 Avaliação Heurística: Usabilidade x Visualização da Informação..... | 42 |
| 5 IMPLEMENTAÇÃO DE VERSÃO WEB..... | 42 |
| 5.2 Documentação..... | 43 |
| 5.2.1 Diagrama de Caso de Uso..... | 43 |
| 5.2.2 Diagrama de Robustez..... | 45 |
| 5.2.2.1 Exibir Heatmap Matrix..... | 46 |
| 5.2.2.2 Ler Arquivo..... | 46 |
| 5.2.2.3 Visualizar Dados Brutos..... | 46 |
| 5.2.2.4 Filtrar Variáveis..... | 47 |
| 5.2.2.5 Reordenar Matrizes..... | 48 |
| 5.2.2.6 Salvar Imagem..... | 48 |
| 5.2.3. Diagrama de Classes..... | 49 |
| 5.3 Implementação..... | 49 |
| 5.3.1 Layout..... | 50 |
| 5.3.1.1 Página Inicial..... | 50 |
| 5.3.1.2 Leitura de Dados..... | 52 |
| 5.3.1.3 Tela Principal - Matriz de Mapas de Calor..... | 52 |
| 5.3.2 Dependências..... | 54 |
| 5.3.3 Melhorias Futuras..... | 56 |
| 6 HEATMAP MATRIX WEB..... | 58 |
| 6.1 Export..... | 60 |
| 6.1.1 Export as JPEG..... | 61 |

| | |
|---|-----------|
| 6.2 Legends..... | 61 |
| 6.2.1 Visibilidade da Legenda..... | 63 |
| 6.2.2 Método de Mapeamento de Cores..... | 65 |
| 6.2.2.1 Mapeamento de Cores Global..... | 66 |
| 6.2.2.2 Mapeamento de Cores por Linha..... | 68 |
| 6.2.2.3 Mapeamento de Cores por Coluna..... | 70 |
| 6.2.2.4 Impacto do Método de Mapeamento de Cores na Análise de Dados | 72 |
| 6.3. Labels..... | 78 |
| 6.3.1 Horizontal Labels..... | 79 |
| 6.3.2 Vertical Labels..... | 82 |
| 6.4 Sort..... | 85 |
| 7. CONCLUSÕES..... | 88 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 01 - Exemplo de conversão de uma tabela em uma Matriz de Mapas de Calor..... | 20 |
| Figura 02 - Heatmap “Age x Class” | 22 |
| Figura 03 - HeatMap sobre o conjunto de dados completo referente ao Titanic..... | 23 |
| Figura 04 - Violações Heurísticas Detectadas..... | 27 |
| Figura 05 - Violações Heurísticas por Porcentagem..... | 28 |
| Figura 06 - Violações das Heurísticas de Usabilidade..... | 28 |
| Figura 07 - Violações das Heurísticas de Usabilidade por Porcentagem..... | 29 |
| Figura 08 - Violações Heurísticas de Visualização da Informação..... | 29 |
| Figura 09 - Violações Heurísticas de Visualização da Informação por Porcentagem | 30 |
| Figura 10 - Exemplo de Funcionalidades Ocultas - Zoom..... | 34 |
| Figura 11 - Exemplo de Funcionalidades Ocultas com Barra de Tarefas Lateral..... | 34 |
| Figura 12 - Exemplo de Mensagem Confusa..... | 35 |
| Figura 13 - Violações x Heurística..... | 35 |
| Figura 14 - Problema x Severidade..... | 36 |
| Figura 15 - Violações distribuídas..... | 41 |
| Figura 16 - Problemas..... | 42 |
| Figura 17 - Diagrama de Caso de Uso..... | 44 |
| Figura 18 - Diagrama de Robustez da Funcionalidade Gerar Heatmap Matrix..... | 46 |
| Figura 19 - Diagrama de Robustez da Funcionalidade Ler Arquivo..... | 46 |
| Figura 20 - Diagrama de Robustez da Funcionalidade Gerar Dados Brutos..... | 47 |
| Figura 21 - Diagrama de Robustez da Funcionalidade Filtrar Dados..... | 47 |
| Figura 22 - Diagrama de Robustez da Funcionalidade Reordenar Matrizes..... | 48 |
| Figura 23 - Diagrama de Robustez da Funcionalidade Salvar Imagem..... | 48 |
| Figura 24 - Diagrama de Classes..... | 49 |
| Figura 25 - Design da Página Inicial da Ferramenta Heatmap Matrix Web..... | 50 |

| | |
|--|----|
| Figura 26 - Design da Página Inicial da Ferramenta Heatmap Matrix em Java..... | 51 |
| Figura 27 - Comparação entre o design da página de leitura de arquivo das ferramentas..... | 51 |
| Figura 28 - Design da Página de Leitura de Dados com Loading..... | 52 |
| Figura 29 - Design da Página da Principal..... | 53 |
| Figura 30 - Design da Página de Dados Brutos..... | 54 |
| Figura 31 - Processo de Conversão de um Arquivo csv em Heatmap Matrix..... | 58 |
| Figura 32 - Painel de Controle..... | 59 |
| Figura 33 - Design do Componente de Exportação de Imagem..... | 61 |
| Figura 34 - Design do Componente de Exportação de Mapa de Calor Individual..... | 61 |
| Figura 35 - Matriz de Mapas de Calor da Versão Simplificada do Conjunto de Dados Titanic com as variáveis Class e Survived..... | 62 |
| Figura 36 - Mapa de Calor Survived x Class..... | 63 |
| Figura 37 - Design da Legenda do Mapeamento de Cores do Mapa de Calor Survived x Class..... | 64 |
| Figura 38 - Matriz de Mapas de Calor da Versão Simplificada do Conjunto de Dados Titanic com as variáveis Class e Survived com Legendas Ocultas..... | 64 |
| Figura 39 - Estado Inicial de uma Matriz de Mapas de Calor..... | 65 |
| Figura 40 - Mapa de Calor “Class x Survived”..... | 66 |
| Figura 41 - Como o Mapeamento de Cores Global Funciona..... | 67 |
| Figura 42 - Exemplo de Mapeamento de Cores Global..... | 67 |
| Figura 43 - Como o Mapeamento de Cores por Linha Funciona..... | 68 |
| Figura 44 - Exemplo de Mapeamento de Cores por Linha..... | 69 |
| Figura 45 - Comparação entre Mapeamento de Cores Local e por Linha..... | 70 |
| Figura 46 - Como o Mapeamento de Cores Global por Coluna..... | 71 |
| Figura 47 - Exemplo de Mapeamento de Cores por Coluna..... | 71 |
| Figura 48 - Exemplo de Mapeamento de Cores..... | 73 |
| Figura 49 - Mapa de Calor “Class x Survived” focado..... | 74 |
| Figura 50 - Mapa de Calor “Class x Survived” coluna 1..... | 74 |

| | |
|--|----|
| Figura 51 - Mapa de Calor “Class x Survived” focado em Survived..... | 75 |
| Figura 52 - Mapa de Calor “Class x Survived” focado em colunas..... | 76 |
| Figura 53 - Mapa de Calor “Class x Survived” focado em Linhas..... | 77 |
| Figura 54 - Análise do Mapeamento de Cores Global..... | 78 |
| Figura 55 - Exemplo de Rótulos..... | 79 |
| Figura 56 - Exemplo de Exibição Parcial de Rótulos Horizontais..... | 80 |
| Figura 57 - Exemplo de Exibição Total de Rótulos Horizontais..... | 81 |
| Figura 58 - Exemplo de Não Exibição de Rótulos Horizontais..... | 82 |
| Figura 59 - Exemplo de Exibição Parcial de Rótulos Verticais..... | 83 |
| Figura 60 - Exemplo de Exibição Total de Rótulos Verticais..... | 84 |
| Figura 61 - Exemplo de Não Exibição de Rótulos Verticais..... | 85 |
| Figura 62 - Exemplo de Seleção de Variáveis..... | 86 |
| Figura 63 - Exemplo de Tipo de Reordenação..... | 86 |
| Figura 64 - Exemplo de Algoritmo de Reordenação de Matrizes..... | 87 |
| Figura 65 - Reordenação de Matrizes..... | 87 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 01 - Heurísticas de Nielsen e Molich | 16 |
| Tabela 02 - Heurísticas de Visualização da Informação..... | 18 |
| Tabela 03 - Lista de Conjuntos de Dados Sugeridos..... | 26 |
| Tabela 04 - Graus de Severidade para Problemas de Usabilidade..... | 31 |
| Tabela 05 - Lista de Violações de Heurísticas de Usabilidade..... | 32 |
| Tabela 06 - Graus de Severidade para Problemas de Visualização da Informação.. | 37 |
| Tabela 07 - Lista de Violações Heurísticas de Visualização da Informação..... | 37 |
| Tabela 08 - Lista de Funcionalidades..... | 45 |
| Tabela 09 - Lista de Dependências..... | 55 |
| Tabela 10 - Lista de Melhorias..... | 56 |
| Tabela 11 - Painel de Controle..... | 59 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IHC Interação Humano-Computador

InfoVis Visualização da Informação

1 INTRODUÇÃO

A Visualização da Informação (também conhecida pela sigla “InfoVis”) nasce a partir da necessidade de interpretar vastos conjuntos de dados gerados cotidianamente. Ela utiliza visualizações gráficas para representar dados com o objetivo de tornar a compreensão destes mesmos dados mais simples, assim permitindo também a extração de novas informações. Uma das técnicas de InfoVis conhecida como Matriz de Mapas de Calor(ou HeatMap Matrix) é capaz de gerar visualizações que auxiliam na extração e interpretação de informações a partir de um conjunto de dados. Por este motivo, Rocha(2017) desenvolveu uma ferramenta chamada Heatmap Matrix com a capacidade de ler um conjunto de dados armazenados em arquivos com formato csv e então gerar matrizes de mapas de calor que possibilitam a análise destes conjuntos de dados.

Contudo, por se tratar de uma nova ferramenta, é necessário que a sua interface e funcionalidades sejam avaliadas com o objetivo de verificar se o software cumpre os requisitos mínimos de funcionalidade, de tal forma que o usuário possa se beneficiar dos recursos oferecidos por esta ferramenta. Em vista disso, uma forma consistente de avaliar a ferramenta Heatmap Matrix é através do uso de uma técnica de interação Humano-Computador conhecida como avaliação heurística, que de acordo com Rocha e Baranauskas(2003), consiste no uso de princípios denominados heurísticas para avaliar interfaces. Esta técnica de inspeção foi proposta inicialmente por Nielsen e Molich com o objetivo de avaliar critérios de usabilidade. Contudo, também é possível utilizar a técnica para avaliar critérios de visualização da informação, desde que se utilize heurísticas específicas de InfoVis como as heurísticas validadas pelo trabalho de conclusão de curso “Conjunto de heurísticas para Visualização da Informação com base em avaliações feitas por profissionais e alunos” proposto por Morrioni(2021).

Com base nisso, este trabalho tem dois objetivos. O primeiro deles consiste em inspecionar o software HeatMap Matrix desenvolvido por Rocha(2017) utilizando justamente o método conhecido como avaliação heurística; e a partir desta inspeção

propor melhorias para a ferramenta. Para isso serão considerados dois conjuntos diferentes de heurísticas: o conjunto de heurísticas de usabilidade tradicional proposto por Nielsen e Molich e o conjunto de heurísticas específicas para Visualização da Informação apresentado por Morroni(2021).

Com o segundo objetivo, pretende-se construir uma nova versão da ferramenta HeatMap Matrix, que será implementada considerando um ambiente Web, visando facilitar o acesso à técnica. Essa implementação levará em conta o conhecimento herdado da etapa anterior sobre os problemas encontrados na versão em Java da ferramenta.

Os demais capítulos deste texto estão organizados como segue: No Capítulo 2, são apresentados os conceitos básicos sobre avaliação heurística e a área Infovis; o Capítulo 3 aborda a ferramenta Heatmap Matrix proposta por Rocha(2017) e aprimorada por Rocha(2021), apresentando suas principais funcionalidades; já o Capítulo 4 analisa os resultados das avaliações heurísticas realizadas para avaliar a ferramenta. enquanto o Capítulo 5 explica como a nova versão da Ferramenta Heatmap Matrix foi implementada considerando o ambiente Web e os resultados das avaliações heurísticas. Por sua vez, o Capítulo 6 detalha o funcionamento da nova versão da ferramenta com exemplos práticos e por fim; o Capítulo 7 resume os resultados obtidos por este trabalho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este trabalho utiliza o método conhecido como avaliação heurística, que é um método de avaliação comum da área de Interação Humano-Computador, com o objetivo de avaliar a ferramenta HeatMap Matrix, que por sua vez é um software de visualização da informação. Por isso, é necessário avaliar a ferramenta considerando critérios de usabilidade e visualização da informação, o que pode ser feito através do uso das heurísticas de Nielsen e do conjunto de heurísticas próprias de InfoVis. Portanto, surge a necessidade de compreender estes conceitos relacionados a usabilidade e visualização da informação. Por este motivo, este capítulo tem como objetivo apresentar brevemente conceitos essenciais para a realização deste trabalho de conclusão de curso.

2.1. Interação Humano-Computador

É comum associar o termo “interface” a telas (como telas de dispositivos móveis e de computadores de mesa) ou interfaces gráficas em geral. No entanto, segundo a definição apresentada por Rocha e Baranauskas(2003), o termo “interface” se refere a um ambiente de contato entre duas entidades. Deste modo, é possível compreender a ideia de interface de forma ampla, por exemplo, uma tampa de uma garrafa ou o leme de um barco podem ser vistos como exemplos de interfaces.

Como mencionado anteriormente, o conceito de interface é abrangente, porém atualmente este termo é muitas vezes associado a interfaces gráficas como interfaces de aplicativos e sistemas. Essa associação foi fortemente influenciada pelo surgimento e popularização de computadores de uso pessoal que inseriram interfaces gráficas no cotidiano da população, assim aumentando o interesse pelo o estudo da área conhecida como IHC (Interação Humano-Computador).

Segundo Rocha e Baranauskas(2003), IHC é uma disciplina preocupada com o design, avaliação e implementação de sistemas computacionais interativos para uso humano e com o estudo dos principais fenômenos ao redor deles. Deste modo, é possível interpretar que IHC busca produzir sistemas computacionais que

possuam interfaces adequadas para uso, ou seja, interfaces que permitam que o usuário compreenda o funcionamento do sistema e seja capaz de interagir com ele de forma eficiente. Visando atingir esse objetivo surgem os métodos de avaliação de interfaces.

2.1.1 Avaliação Heurística

Os métodos de Avaliação de Interface têm como objetivo inspecionar interfaces de sistemas com o propósito de descobrir problemas que os usuários enfrentam e desejos que eles possuem para assim construir interfaces adequadas. Há vários métodos de avaliação de interfaces (como inspeção de usabilidade) e entre estes métodos vale a pena destacar o método de avaliação conhecido como Avaliação Heurística.

A Avaliação Heurística é um método de avaliação de interface simples e barato proposto por Nielsen(1994) que considera uma lista de heurísticas de usabilidade para avaliar um sistema. Neste método, um pequeno conjunto de avaliadores (geralmente entre 3 e 5 avaliadores) inspecionam a interface de um sistema individualmente em busca de problemas que violam uma ou mais heurísticas de usabilidade. Por fim, os avaliadores, dessa vez em grupo, analisam os problemas encontrados (durante as análises individuais) e consolidam estas análises descartando o que não são realmente problemas e atribuindo um grau de severidade a cada problema consolidado(esta nota varia entre 0 e 4 ou 1 e 5). A avaliação heurística é normalmente utilizada para avaliação de usabilidade; no entanto, é possível adaptar o método para outros tipos de avaliação ao se considerar um outro grupo de heurísticas. A Tabela 1 elenca as heurísticas clássicas de usabilidade propostas por Nielsen e Molich:

Tabela 1 - Heurísticas de Nielsen e Molich

| Heurísticas de Nielsen | | |
|------------------------|--|--|
| Nº | Heurística | Descrição |
| 01 | Visibilidade do Status do Sistema | O sistema precisa manter os usuários informados sobre o que está acontecendo, fornecendo um feedback adequado dentro de um tempo razoável. |
| 02 | Compatibilidade do Sistema com o Mundo Real | O sistema precisa falar a linguagem do usuário, com palavras, frases e conceitos familiares ao usuário, ao invés de termos orientados ao sistema. Seguir convenções do mundo real, fazendo com que a informação apareça numa ordem natural e lógica. |
| 03 | Controle do Usuário e Liberdade | Usuários frequentemente escolhem por engano funções do sistema e precisam ter claras saídas de emergência para sair do estado indesejado sem ter que percorrer um extenso diálogo. Prover funções undo e redo. |
| 04 | Consistência e Padrões | Usuários não precisam adivinhar que diferentes palavras, situações ou ações significam a mesma coisa. Seguir convenções de plataforma computacional. |
| 05 | Prevenção de Erros | Melhor que uma boa mensagem de erro é um design cuidadoso o qual previne o erro antes de ele acontecer. |
| 06 | Reconhecimento ao Invés de Relembração | Tornar objetos, ações e opções visíveis. O usuário não deve ter que lembrar informação de uma para outra parte do diálogo. Instruções para uso do sistema devem estar visíveis e facilmente recuperáveis quando necessário. |
| 07 | Flexibilidade e Eficiência de Uso | Usuários novatos se tornam peritos com o uso. Prover aceleradores de forma a aumentar a velocidade da interação. Permitir a usuários experientes "cortar caminho" em ações frequentes. |
| 08 | Estética e Design Minimalista | Diálogos não devem conter informação irrelevante ou raramente necessária. Qualquer unidade de informação extra no diálogo irá competir com unidades relevantes de informação e diminuir sua visibilidade relativa. |
| 09 | Ajudar os Usuários a Reconhecer, Diagnosticar e Corrigir Erros | Mensagens de erro devem ser expressas em linguagem clara (sem códigos) indicando |

| | | |
|----|----------------------|---|
| | | precisamente o problema e construtivamente sugerindo uma solução. |
| 10 | Ajuda e Documentação | Embora seja melhor um sistema que possa ser usado sem documentação, é necessário prover ajuda e documentação. Essas informações devem ser fáceis de encontrar, focalizadas na tarefa do usuário e não muito extensas. |

Fonte: elaborada pelo autor(2022)

2.2 Visualização da Informação

A Visualização da Informação é um campo de estudo que se preocupa com o uso de representações visuais com o objetivo de gerar representações do mundo, em outras palavras, a visualização da informação utiliza representações visuais ou gráficas (como diagramas, gráficos e tabelas) para representar dados com o objetivo de facilitar a compreensão destes mesmos dados.

Dentre diversas técnicas existentes na área de Visualização de Informação, é relevante destacar neste trabalho a técnica conhecida como Matriz de Mapas de Calor, que será explorada no próximo capítulo deste trabalho. No que diz respeito à avaliação de interfaces de sistemas de visualização, além dos métodos usualmente utilizados na área de Interação Humano-Computador (como avaliação heurística de usabilidade e testes com usuários), há a possibilidade de se fazer avaliação heurística utilizando critérios da área de visualização, gerado pelos trabalhos recente de Praça (2019) e Morroni (2021).

O conjunto de heurísticas foi gerado pelo agrupamento e refinamento de 84 heurísticas obtidas na literatura de InfoVis. O agrupamento dessas heurísticas foi feito colaborativamente por profissionais da área de InfoVis utilizando a técnica de Card Sorting (Praça, 2019). A partir disso, a autora estudou essas heurísticas agrupadas, assim gerando uma descrição para cada grupo de

heurísticas e passando a considerar cada grupo como uma nova heurística. Após isso, buscou validar esse conjunto de heurísticas através da realização de uma

avaliação heurística com alunos e profissionais da área de visualização da informação. O conjunto de heurísticas apresentado por ela é resumido a seguir:

Deste modo, foi listado um conjunto de heurísticas com potencial de ser utilizado durante avaliações heurísticas de ferramentas e técnicas de visualização da informação como a ferramenta HeatMap Matrix. Essas heurísticas estão listadas na Tabela 2:

Tabela 2 - Heurísticas de Visualização da informação

| Heurísticas de Visualização | | |
|------------------------------------|------------------------------------|--|
| Nº | Heurística | Descrição |
| 01 | Ajuda e Gerenciamento de Erros | <ul style="list-style-type: none"> ● Prevenir erros do usuário; ● Ajudar o usuário a desfazer ou refazer uma ou mais ações (seja para corrigir erros ou como parte do processo exploratório); ● Ajudar o usuário a compreender mensagens de erro usando linguagem simples e sem código; ● Fornecer ajuda ao usuário, que seja fácil de ser encontrada. |
| 02 | Interação e Transformação de Visão | <ul style="list-style-type: none"> ● Possibilitar ao usuário ter uma visão geral do conjunto de dados, ajustar o foco de visualização (recursos de zoom) e selecionar dados dinamicamente (consultas dinâmicas); ● Permitir obter detalhes de uma seleção de dados e navegar nesses detalhes, bem como fazer a extração de itens selecionados e parâmetros de seleção. |
| 03 | Controle de Ações e Feedback | <ul style="list-style-type: none"> ● O usuário deve receber feedback das ações feitas no sistema, de forma adequada e em tempo razoável. |
| 04 | Redução do Esforço Visual | <ul style="list-style-type: none"> ● Evitar sobrecarga visual; usar agrupamentos e distinção de itens por formato e por localização, de forma apropriada; usar recursos gráficos apropriados para chamar a atenção imediata do usuário quando necessário. |
| 05 | Redução do Esforço Cognitivo | <ul style="list-style-type: none"> ● Evitar que o usuário tenha que lembrar informações de uma para outra parte do diálogo; ● Usar visualizações que sejam consistentes com o conhecimento e experiência dos usuários-alvo (idioma, linguajar, entendimento de símbolos, ordem esperada de apresentação de informações do sistema, ordem esperada de execução de ações, pouca ou muita experiência |

| | | |
|----|---|---|
| | | em computação ou no domínio da aplicação). |
| 06 | Redução do Esforço Motor | <ul style="list-style-type: none"> ● Disponibilizar aceleradores de forma a aumentar a velocidade da interação (como atalhos e teclas de controle). |
| 07 | Facilidade para Obter e Derivar Informações | <ul style="list-style-type: none"> ● Disponibilizar recursos para facilitar a criação, aquisição e transferência de conhecimento e/ou metadados sobre parâmetros do domínio; ● Expor as incertezas dos dados e suas consequências; ● Apoiar a formulação e confirmação de hipóteses, bem como a descoberta (manual ou automática) de modelos de correlação e restrições; ● Permitir visualizar e compreender os relacionamentos entre os dados; ● Adicionar texto à visualização, de forma integrada, quando necessário; ● Usar codificação adicional para auxiliar a percepção de elementos de informação (como agrupamentos); ● Tornar fácil encontrar elementos de informação na visualização, bem como compreender a disposição geral de elementos de informação na visualização. |
| 08 | Mapeamento Visual | <ul style="list-style-type: none"> ● Seguir recomendações para mapeamento visual coerentes com os tipos de cada variável envolvida no conjunto de dados a ser visualizado (categóricas, ordinais ou quantitativas), que permitam um nível adequado de precisão para a tarefa de análise do usuário; ● Considerar limitações do mapeamento proposto, como restrições de espaço de exibição da visualização, de quantidade de marcas e de variáveis sendo representadas, e de restrições de cada propriedade gráfica quanto à quantidade de elementos passíveis de serem representados por ela; ● Permitir alterações de escala; ● Considerar a semântica das cores no domínio de origem dos dados, quando pertinente; ● Considerar restrições visuais relacionadas a acessibilidade (daltonismo em especial); ● Promover excelência gráfica; não usar mapeamentos visuais inadequados que promovam falsas interpretações dos dados; e apresentar o maior número de ideias possível, no menor tempo possível, utilizando a menor quantidade de tinta, no menor espaço possível. |

Fonte: elaborada pelo autor(2022)

3 HEATMAP MATRIX

A ferramenta HeatMap Matrix foi proposta por Rocha(2017) com o objetivo de auxiliar na análise de dados multidimensionais e nominais. Para isso, Rocha(2017) desenvolveu uma ferramenta usando a linguagem de programação Java, que realiza a leitura de um conjunto de dados armazenado em um arquivo com formato csv e então gera um mapa de calor para cada par de variáveis presente no conjunto de dados. Dessa forma, a ferramenta cria uma matriz de mapas de calor a partir da junção de todos os mapas de calor gerados.

Para compreender melhor a técnica, considere que seja necessário representar dados sobre uma tabela contendo vários campos e várias tuplas. Uma Matriz de Mapas de Calor (ou HeatMap Matrix) é um gráfico interativo que representa essa tabela. Esse gráfico é composto por uma matriz de $N \times N$ células, sendo que cada uma de suas colunas e de suas linhas representa uma dessas variáveis. Cada célula dessa matriz contém um mapa de calor (ou heatmap). Cada mapa, por sua vez, também é uma matriz, que possui como colunas os valores distintos de uma das N variáveis, e como linhas os valores distintos de outra das N variáveis.

Conforme Rocha (2021), cada célula de um mapa de calor representa a frequência de ocorrência simultânea (ou seja, em uma mesma tupla) de um dado valor de uma variável V_i e de um dado valor de uma variável V_j na tabela de dados, seja de forma numérica, por cores, ou ambos, como exemplificado na Figura 1:



Fonte: elaborada pelo autor(2022)

É possível exemplificar a técnica de matriz de mapas de calor utilizando a ferramenta Heatmap Matrix e o conjunto de dados “titanic.csv” (disponível em <https://www.jasondavies.com/parallel-sets/titanic.csv> (Acessado em 07/05/2022))

. Este conjunto de dados possui mais de 2000 linhas (ou tuplas) com informações sobre os tripulantes do naufrágio da embarcação Titanic. Estas informações podem ser representadas pelas seguintes variáveis:

- **Class:** classe do navio à qual o tripulante pertencia, entre primeira classe, segunda classe, terceira classe e tripulação;
- **Age:** exibe se o tripulante era adulto ou criança;
- **Sex:** o sexo do tripulante;
- **Survived:** exibe se o tripulante sobreviveu ou não ao naufrágio.

Ao acessar os dados do Titanic, a ferramenta realiza as seguintes ações:

1. Identifica todos os valores distintos de cada variável (coluna da tabela);
2. Para cada par de variáveis, calcula a frequência de ocorrência de todos os possíveis pares de valores distintos, sendo um de cada variável;
3. Esses valores armazenados têm sua estrutura similar a uma matriz. Na Figura 2, é apresentado um dos 16 heatmaps gerados pela ferramenta para visualizar dados desse conjunto:

Figura 2 - Heatmap "Age x Class"



Fonte: elaborada pelo autor(2022) através do uso da ferramenta Heatmap Matrix de Rocha(2017)

Este heatmap apresenta no eixo Y a variável Age (com os valores "Child" e "Adult"), e no eixo X a variável Class (com os valores "First Class", "Second Class", "Third Class" e "Crew"). O valor e a cor de cada célula dizem respeito à quantidade de tuplas que apresentam características relacionadas à linha e à coluna em que a célula está. Para exemplificar a interpretação dos valores das células, são apresentados dois exemplos a seguir:

- A célula com o valor 24 indica que há no conjunto de dados 24 tuplas em que Age="Child" e Class="Second Class"; ou seja, de acordo com este conjunto de dados, havia 24 crianças na segunda classe do navio Titanic;
- A célula com o valor 319 indica que há no conjunto de dados 319 tuplas em que Age="Adult" e Class="First Class"; ou seja, de acordo com este conjunto de dados, havia 319 tripulantes adultos na primeira classe do navio Titanic;

Este mapa de calor (ou heatmap) compara apenas 2 variáveis. Porém o gráfico gerado pela ferramenta apresenta 16 heatmaps, que são as combinações entre todos os pares possíveis de variáveis do conjunto de dados, conforme mostra a figura 3:

Figura 3 - HeatMap sobre o conjunto de dados completo referente ao Titanic



Fonte: elaborada pelo autor(2022) através do uso da ferramenta Heatmap Matrix de Rocha(2017)

Esta matriz de mapas de calor exibe todas as variáveis do conjunto de dados como linhas e colunas, e posiciona cada uma delas de acordo com as suas respectivas coordenadas nos heatmaps “Class x Age”, “Class x Sex”, “Class x Survived”, “Age x Sex”, “Age x Survived” e “Sex x Survived”.

A ferramenta proposta por Rocha(2017) foi aprimorada por Rocha(2021), que adicionou novas funcionalidades com o objetivo de tornar o software mais interativo.

Os principais recursos adicionados foram a reordenação de matrizes com abordagens automatizadas, a filtragem de dados baseado no algoritmo Apriori, o filtro baseado no coeficiente de correlação de Spearman, métodos de discretização de variáveis quantitativas e também foram adicionados recursos de usabilidade como zoom e edição no tipo de coloração dos heatmaps.

4 ANÁLISE DO RESULTADO DA AVALIAÇÃO

Como mencionado no Referencial Teórico, a técnica conhecida como Avaliação Heurística foi proposta por Jakob Nielsen e Rolf Molich. Este método de avaliação normalmente é realizado por no mínimo 3 participantes e no máximo 5 e permite uma avaliação rápida e barata de uma interface a partir do uso de um conjunto de heurísticas onde cada violação detectada e validada recebe um grau de severidade.

Devido a isso, optou-se por utilizar a técnica de avaliação heurística para avaliar a interface da ferramenta HeatMap Matrix proposta por Rocha(2017). Para isso, foram realizadas duas avaliações heurísticas simultaneamente, sendo uma avaliação focada em usabilidade e a outra avaliação focada em critérios de visualização de informação, sendo que cada avaliação considerou um conjunto de heurísticas diferentes. Com o objetivo de auxiliar durante a avaliação heurística, os dois grupos de avaliadores receberam uma lista de conjuntos de dados que poderiam ser utilizados durante a avaliação, como mostra a tabela a seguir:

Tabela 3 - Lista de Conjuntos de Dados Sugeridos

| Dataset | Descrição | Variáveis | Fonte |
|-------------|--|--|--|
| Titanic | Apresenta informações sobre os tripulantes do navio Titanic. | <ul style="list-style-type: none"> • Class(ordinal): Classe em que o tripulante ficou hospedado; • Age(nominal): Exibe se o tripulante era adulto ou criança; • Sex(nominal): Sexo do tripulante; • Survived(nominal): Mostra se o tripulante sobreviveu. | Jasondavies : clique aqui para realizar o download direto! |
| Sleep Study | Estudo com informações sobre um estudo de hábitos de sono de pessoas dos Estados Unidos. | <ul style="list-style-type: none"> • Enough(nominal): Você acha que dorme o suficiente? • Hours(quantitativa): Em média, quantas horas de sono você dorme durante a semana? • PhoneReach(nominal): Você dorme com o telefone ao alcance dos braços? • PhoneTime(nominal): Você usa seu telefone dentro de 30 minutos depois de adormecer? • Tired(ordinal): Em uma escala de 1 a 5, quão cansado você está ao longo do | Kaggle : clique aqui para realizar o download direto! |

| | | | |
|-------------------------------|--|--|--|
| | | dia? (1 não estar cansado, 5 estar muito cansado) <ul style="list-style-type: none"> • Breakfast(nominal): Você normalmente toma café da manhã? | |
| Students Performance in Exams | O conjunto de dados retrata o desempenho de mil alunos em três disciplinas diferentes. | <ul style="list-style-type: none"> • Race/Ethnicity(nominal): Etnia do aluno; • Parental Level of Education(nominal): Nível de educação dos pais do aluno; • Lunch(nominal): Tipo de almoço do aluno; • Test Preparation Course(nominal): Realização do teste preparatório; • Math Score(quantitativa): Nota do aluno em Matemática; • Reading Score(quantitativa): Nota do aluno em leitura; • Writing Score(quantitativa): Nota do aluno em escrita. | Kaggle: clique aqui para realizar o download direto! |

Fonte: elaborada pelo autor(2022)

Os resultados dessas avaliações podem ser vistos neste mesmo capítulo.

4.1 Perfil dos Avaliadores

Entre os avaliadores é possível identificar que todos possuíam experiência anterior com avaliações heurísticas.

4.2 Análise das Avaliações Heurísticas Individuais

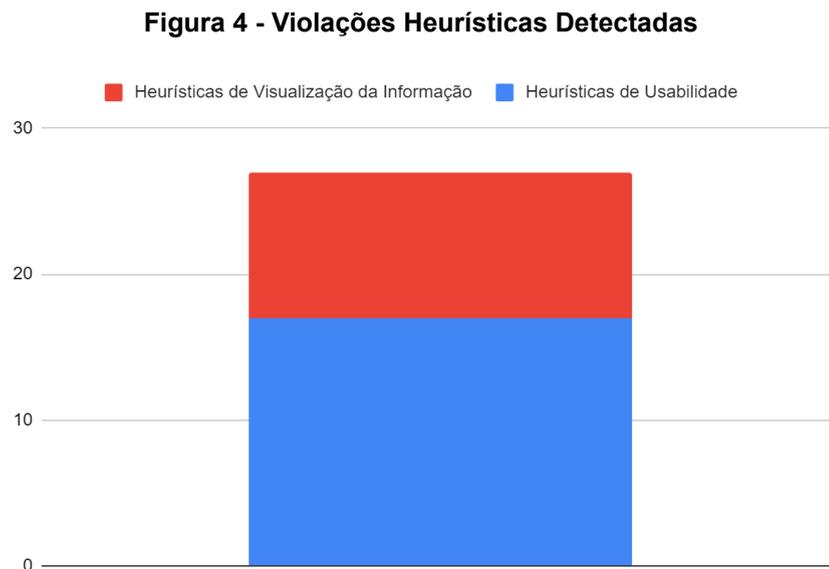
É interessante notar que durante a etapa de avaliação individual, o grupo de participantes que utilizou as heurísticas de usabilidade identificou um mesmo problema relacionado à falta de informações enquanto o arquivo de dados está sendo lido. No entanto, dois participantes associaram este problema a uma violação da heurística 1 que tem como descrição “visibilidade do status do sistema”, enquanto um participante associou esta violação à heurística 9, que tem como descrição “ajudar os usuários a reconhecer, diagnosticar e corrigir erros”, o que é compreensível, pois este último participante tentou abrir um arquivo com uma extensão não suportada e não recebeu nenhum aviso de erro. Aliás vale ressaltar que esta mesma violação foi identificada durante a etapa de avaliação individual do

grupo que utilizou a lista de heurísticas de visualização da informação e foi associada também a uma heurística relacionada ao gerenciamento de erros.

Uma outra violação de heurística que foi identificada por mais de um participante durante a etapa de avaliação individual foi referente aos termos utilizados no painel de controle, que de acordo com os avaliadores, não se enquadra nos termos cotidianos. Assim, isso representa uma violação à heurística 2 que indica compatibilidade com o mundo real.

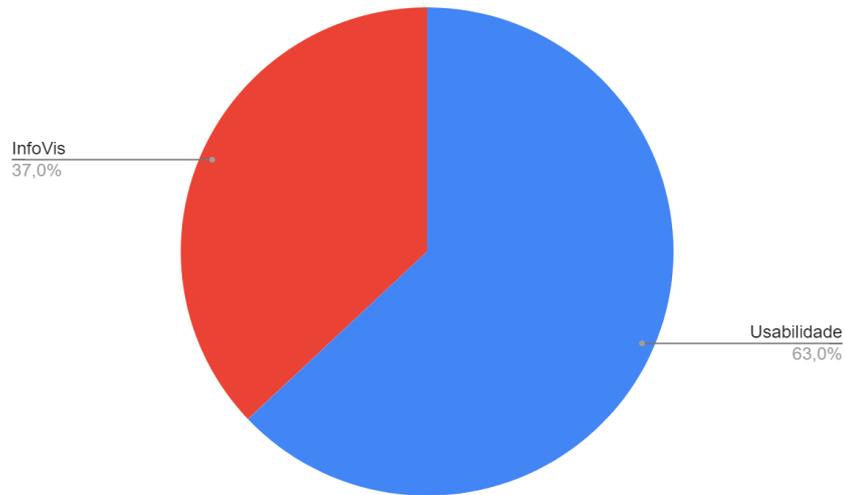
As Figuras 4 a 9 resumizam alguns dados referentes a esta avaliação:

Violações Heurísticas Detectadas:



Fonte: elaborado pelo autor(2022)

Figura 5 - Violações Heurísticas Detectadas por Porcentagem

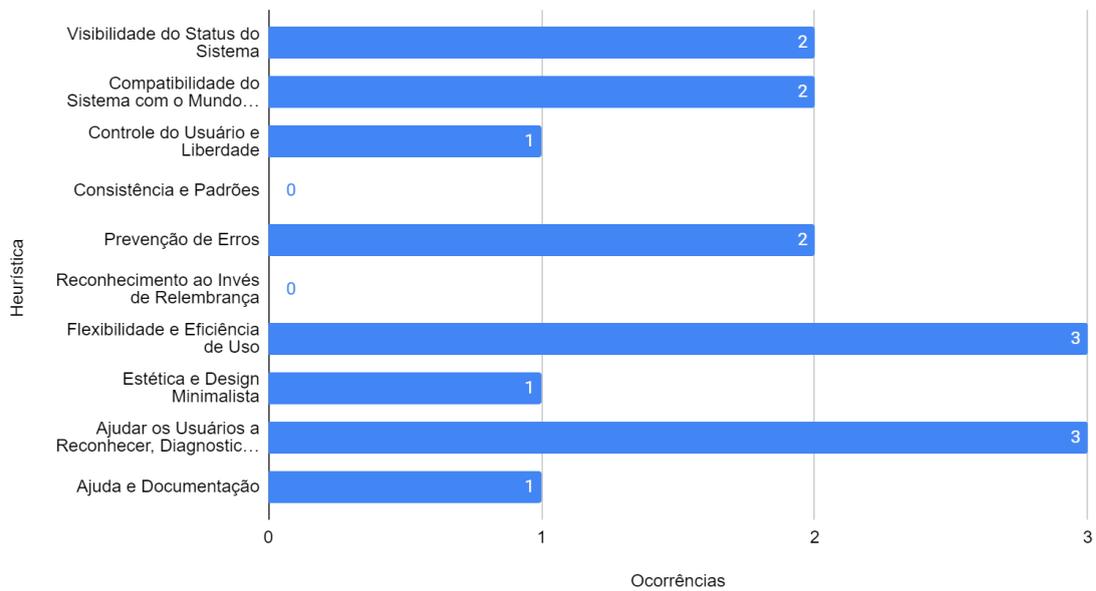


Fonte: elaborado pelo autor(2022)

Violações Heurísticas - Heurísticas de Usabilidade

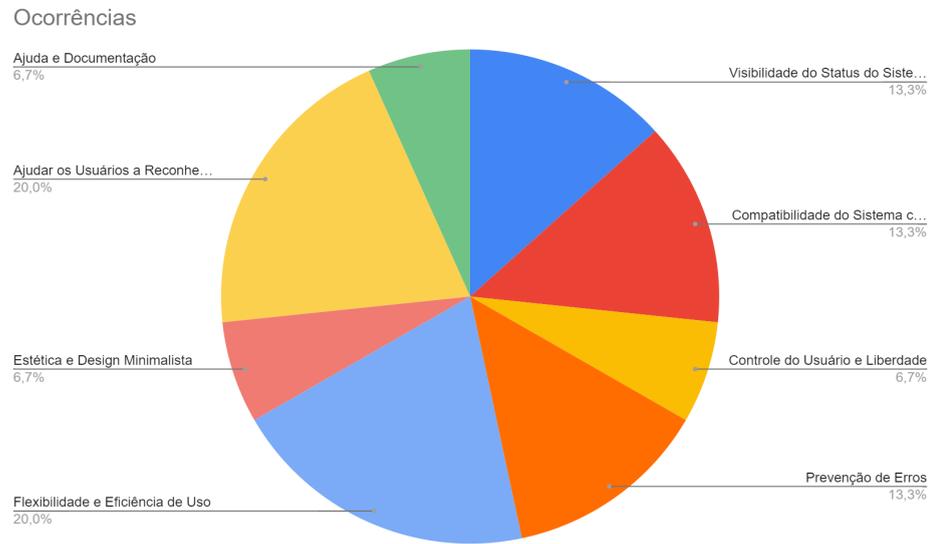
Figura 6 - Violações das Heurísticas de Usabilidade

Ocorrências - Heurísticas de Usabilidade



Fonte: elaborado pelo autor(2022)

Figura 7 - Violações das Heurísticas de Usabilidade por Porcentagem

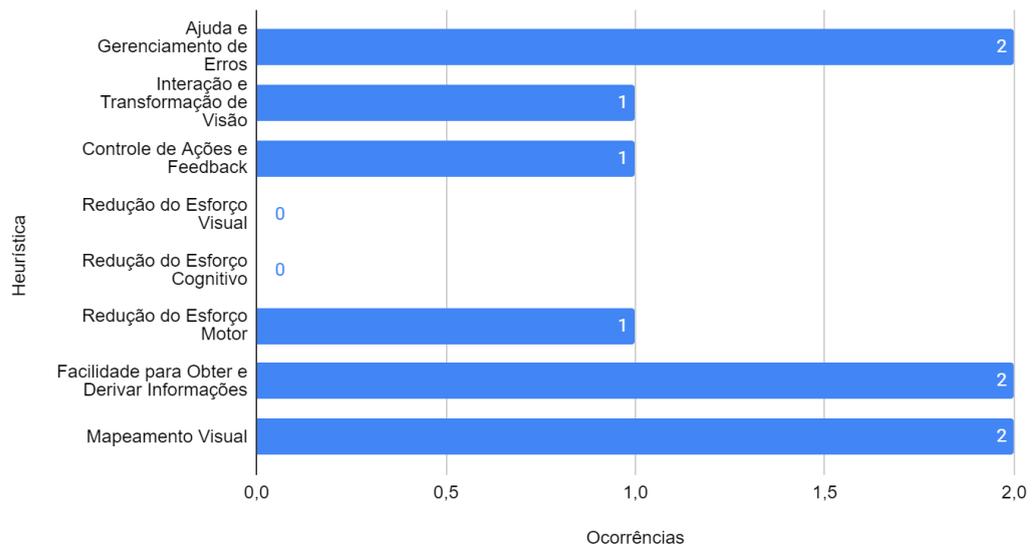


Fonte: elaborado pelo autor(2022)

Violações Heurísticas - Heurísticas de Visualização da Informação

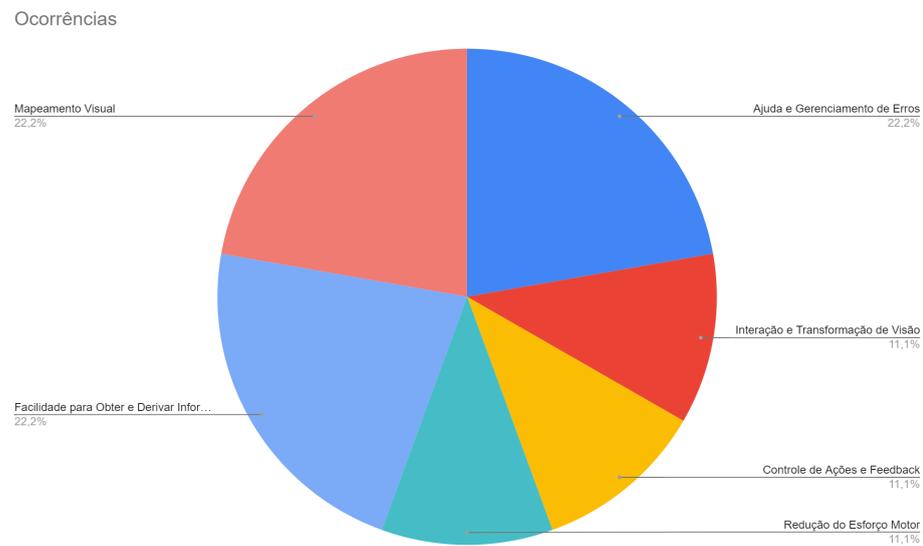
Figura 8 - Violações Heurísticas de Visualização da Informação

Ocorrências - Heurística de Visualização da Informação



Fonte: elaborado pelo autor(2022)

Figura 9 - Violações Heurísticas de Visualização da Informação por Porcentagem



Fonte: elaborado pelo autor(2022)

4.3 Análise da Consolidação das Avaliações Heurísticas

4.3.1 Avaliação Heurística de Usabilidade

A primeira avaliação heurística proposta teve por objetivo identificar problemas de usabilidade na ferramenta HeatMap Matrix proposta por Rocha(2017); por isso foi considerado o conjunto de heurísticas proposto por Nielsen e Molich conhecido popularmente como heurísticas de Nielsen ou heurísticas de usabilidade.

Para a etapa de consolidação das avaliações individuais foi considerada a uma tabela de graus de severidade, onde os graus variam de 0 a 4 sendo que o grau mais baixo(neste caso 0) indica que o problema detectado não está relacionado a usabilidade enquanto que o grau mais alto(neste caso 4) indica que o problema é grave e deve ser corrigido imediatamente. A tabela completa pode ser vista a seguir:

Tabela 4 - Graus de Severidade para Problemas de Usabilidade

| Grau de Severidade | Descrição | Ação |
|--------------------|----------------------------------|---|
| 0 | Não é um problema de usabilidade | - |
| 1 | É um problema cosmético | Corrigir apenas se sobrar tempo |
| 2 | Problema de usabilidade menor | Corrigi-lo deve ter prioridade baixa |
| 3 | Problema de usabilidade grave | Importante corrigi-lo |
| 4 | Catástrofe de usabilidade | Correção é imperativa antes do produto ser liberado |

Fonte: elaborada pelo autor(2022) com base nos graus de severidade propostos por Nielsen e Molich

Com base nessa consolidação, foi possível elencar as violações de heurísticas apresentadas na tabela 5:

Tabela 5 - Lista de Violações de Heurísticas de Usabilidade

| Nº | Descrição | Heurística Violada | Grau de Severidade |
|----|--|---|--------------------|
| 01 | Ao selecionar um arquivo inválido, o qual a extensão não é csv, aparece uma mensagem de erro que não ajuda o usuário final a saber o porquê aquilo ocorreu. A mensagem seria mais para o desenvolvedor do sistema, do que para o usuário final, já que indica um problema encontrado em uma linha (provavelmente de código). | 9. Ajudar os usuários a reconhecer, diagnosticar e corrigir erros | 4 |
| 02 | É difícil utilizar a seção “Apriori” do “Control Panel” por causa dos termos, parâmetros e mesmo objetivo da funcionalidade. Há falta de documentação sobre essa funcionalidade. | 10. Ajuda e documentação | 4 |
| 03 | Ao clicar em “Generate Heatmap Matrix”, a aplicação pode não exibir informação nenhuma na tela obrigando o usuário a abrir o terminal para verificar que ocorreu uma exceção na execução do software. | 1. Visibilidade do status do sistema | 4 |
| 04 | Seria interessante colocar um scroll de movimentação no eixo X e Y. | 6.Reconhecimento ao invés de relembração | 4 |
| 05 | A tela do aplicativo não aparece por | 6.Reconhecimento ao | 4 |

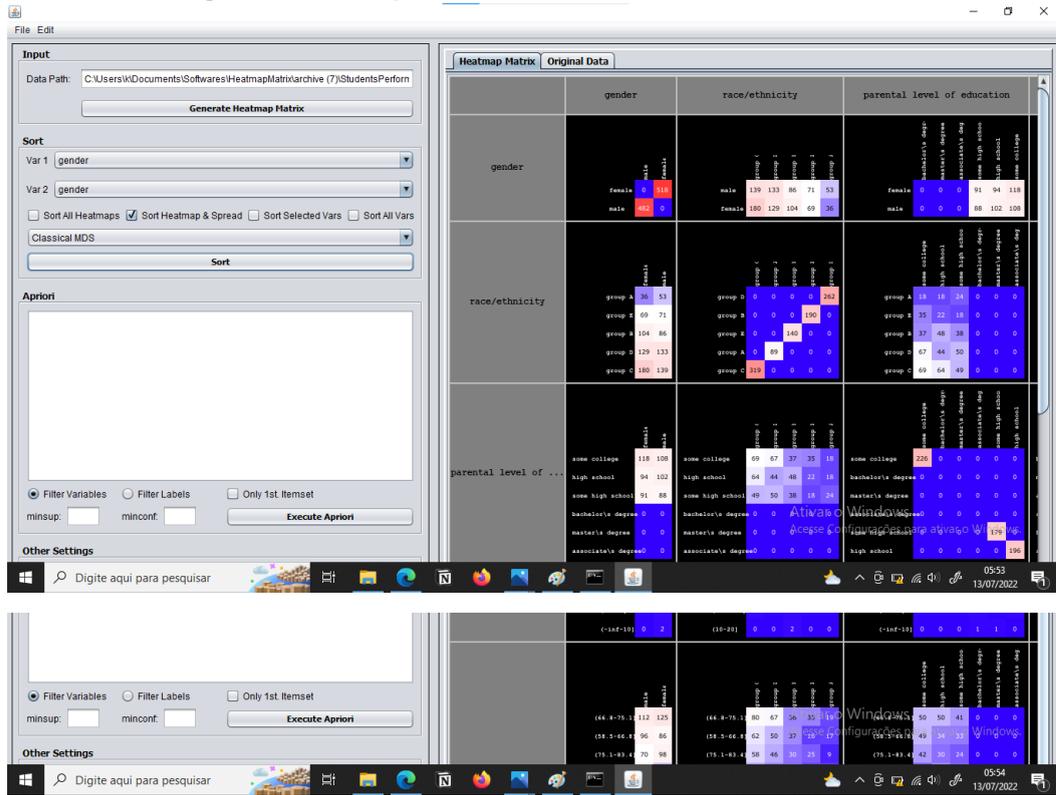
| | | | |
|----|--|--------------------------------------|---|
| | inteiro em alguns computadores, e a opção de scroll não aparece, logo, não é possível visualizar uma parte das funcionalidades. O erro persiste mesmo alterando a posição do menu do windows, maximizando a janela, personalizando o tamanho da janela, etc. | invés de relembança | |
| 06 | É difícil perceber que ao clicar em determinadas partes do gráfico há outras funcionalidades, talvez ao passar em cima dessas partes o mouse poderia mudar para a forma "clicável" ou um texto poderia aparecer avisando da funcionalidade. | 7. Flexibilidade e Eficiência de Uso | 4 |
| 07 | Não existe um botão para desfazer as alterações no gráfico, por exemplo, ao realizar um "Sort", para voltar à imagem inicial é necessário rodar o programa novamente. | 3. Controle do Usuário e Liberdade | 3 |
| 08 | Ao fechar o terminal e re-executar todo o processo de abrir o software e recarregar as informações, a Heatmap Matrix é gerada. Todavia, é necessário fazer o processo de finalizar tudo e reiniciar do zero. Seria interessante colocar um loading enquanto o software está processando as informações e caso acontece algum erro apresentar feedback. | 3. Controle do usuário e liberdade | 3 |
| 09 | No "Control Panel" é possível apertar os botões sem de fato ter selecionado um arquivo, o que vai acabar gerando um erro para o usuário. Esses botões só deveriam ser clicáveis caso um arquivo válido tenha sido selecionado e sua "Heatmap Matrix" gerada. | 5. Prevenção de erros | 3 |
| 10 | Ao clicar em "Generate Heatmap Matrix" depois de ter inserido um caminho válido, não há nenhuma mensagem sobre o que está acontecendo, ou se a ação já foi completada. No caso, ao escolher um conjunto de dados relativamente pequeno, então carrega rápido. No entanto, imagino como seria para um arquivo grande. Além disso, independentemente do tamanho do arquivo, não há nenhuma mensagem de que a ação foi completada com sucesso. Apesar de ser possível inferir | 1. Visibilidade do status do sistema | 2 |

| | | | |
|----|--|--|---|
| | isso com a imagem gerada, ainda não se sabe se o sistema está rodando alguma outra coisa ou não. | | |
| 11 | A opção “Open CSV File” deixa o usuário escolher qualquer tipo de arquivo, o que dá brecha para escolher arquivos com extensões não suportadas, resultando em um erro. | 5. Prevenção de Erros | 2 |
| 12 | Ao clicar em “Edit” na “Topbar”, aparece a opção a de mostrar ou não o “Control Panel”. No entanto, isso chega a ser meio confuso, pois eu esperaria que uma função assim estivesse em um botão chamado “View”, já que está relacionado a visualização de algo do sistema. | 2. Compatibilidade do sistema com o mundo real | 1 |
| 13 | Para salvar uma imagem é preciso buscar a opção no menu superior, seria interessante um botão com opção de salvar logo na tela da imagem | 7. Flexibilidade e Eficiência de Uso | 1 |

Fonte: elaborada pelo autor(2022)

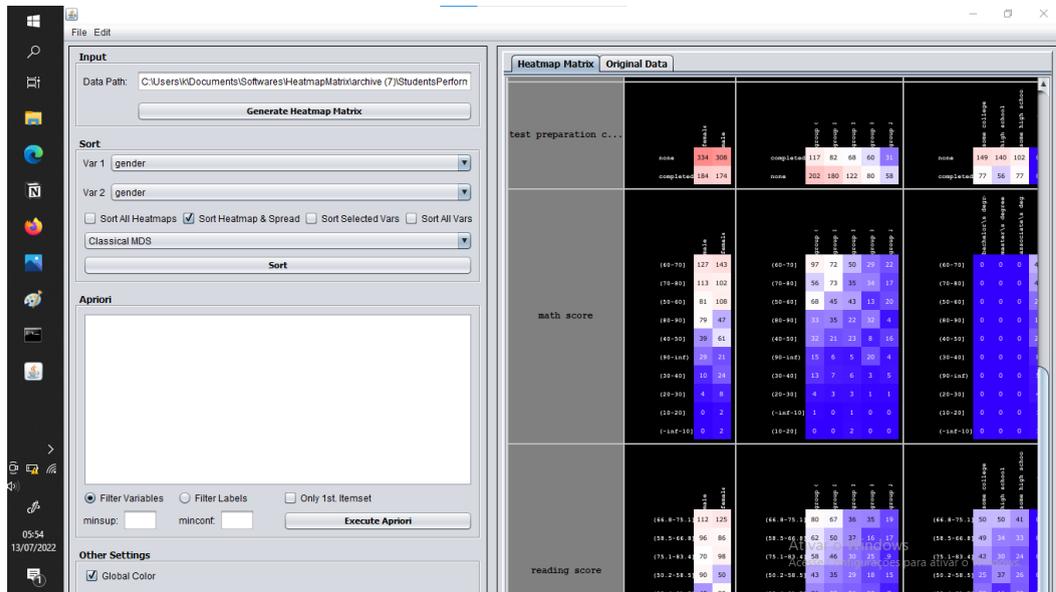
É importante notar que inicialmente foram detectadas 18 heurísticas violações de heurísticas, mas após a consolidação das avaliações heurísticas o número final de violações caiu para 13, porque alguns participantes identificaram os mesmos problemas. Isso pode reforçar que estes problemas são de fato reais e também podem indicar que os problemas são graves violações de usabilidade, tanto que 2 dos 3 problemas que foram identificados por múltiplos participantes receberam grau de severidade máximo, ou seja, grau 4. Estes problemas foram o N° 5, no qual os participantes notaram que certas funcionalidades não eram exibidas dependendo do tamanho da tela do computador, como mostram as Figuras 10 e 11:

Figura 10 - Exemplo de Funcionalidades Ocultas - Zoom



Fonte: elaborada pelo autor(2022) usando a ferramenta Heatmap Matrix proposta por Rocha(2021)

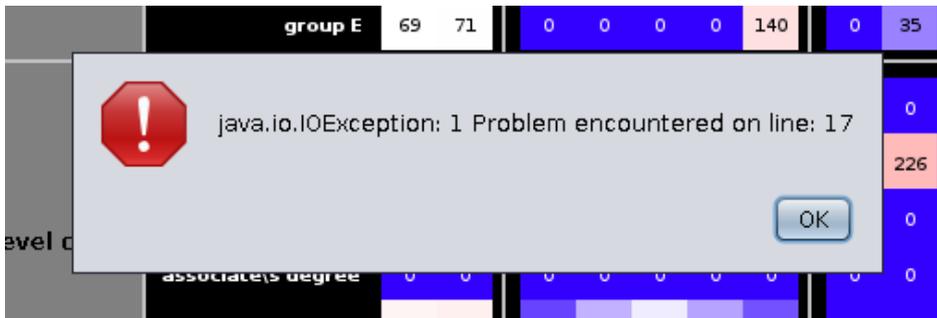
Figura 11 - Exemplo de Funcionalidades Ocultas com Barra de Tarefas Lateral



Fonte: elaborada pelo autor(2022) usando a ferramenta Heatmap Matrix proposta por Rocha(2021)

Outra violação que foi identificada por mais de um avaliador e recebeu grau de severidade máximo foi a de *Nº1*, na qual o sistema exibe uma mensagem de erro confusa quando o usuário seleciona um arquivo com formato incompatível, como mostra a Figura 12:

Figura 12 - Exemplo de Mensagem Confusa

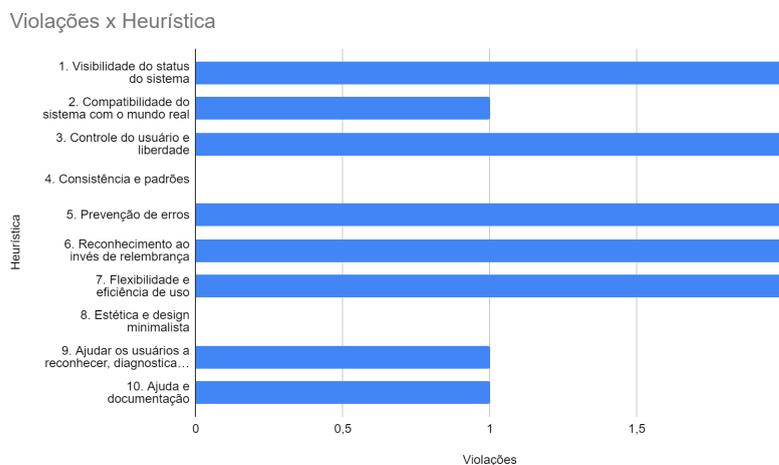


Fonte: elaborada pelo autor(2022) usando a ferramenta Heatmap Matrix proposta por Rocha(2021)

Por fim, a violação de *Nº5* também foi detectada por múltiplos avaliadores e recebeu grau de severidade máximo, sendo que este problema está relacionado ao desconhecimento dos avaliadores de como uma funcionalidade funciona, o que a torna inútil ou confusa sem a documentação (ou conhecimento) adequado.

Além disso, é importante também representar graficamente quais heurísticas sofreram mais violações e quais graus de severidade foram detectados como mostram as Figuras 13 e 14:

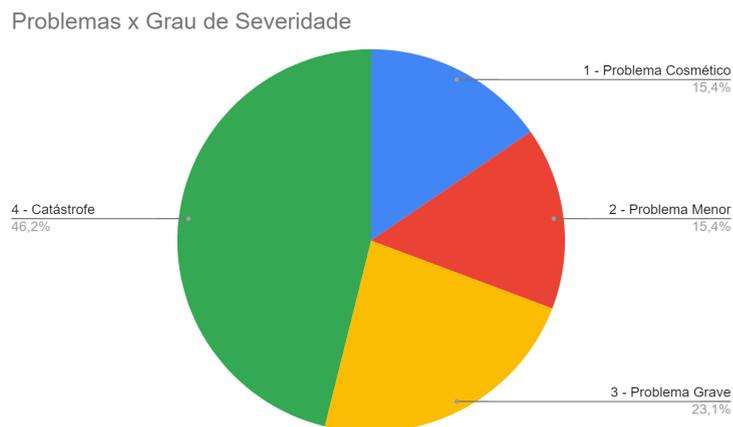
Figura 13 - Violações x Heurística



Fonte: elaborada pelo autor(2022)

É possível notar que os 13 problemas detectados estão bem distribuídos, ou seja, não há uma heurística que tenha se destacado em termos de número de violações; porém é interessante notar que não foi detectado nenhum problema relacionado à heurística 4 (consistência e padrões) e à heurística 8 (estética e design minimalista). Por outro lado, os graus de severidade identificados não foram uniformes, pois a grande maioria dos problemas detectados receberam grau de severidade 4, ou seja, são verdadeiras catástrofes de usabilidade e portanto devem ser corrigidas o mais breve possível conforme Figura 14:

Figura 14 - Problema x Severidade



Fonte: elaborada pelo autor(2022)

4.3.2 Avaliação Heurística de Visualização da Informação

Esta avaliação foi proposta com o objetivo de identificar problemas relacionados a Visualização da Informação na ferramenta HeatMap Matrix, por isso a avaliação heurística precisou sofrer uma pequena alteração que consistiu em substituir o conjunto de heurísticas de usabilidade clássico proposto por Nielsen e Molich por um conjunto de heurística específico para visualização da informação. Devido a isso, considerou-se as heurísticas que foram listadas no trabalho “Conjunto de heurísticas para Visualização da Informação com base em avaliações feitas por profissionais e alunos” apresentado por Morrioni (2021).

Assim como na avaliação heurística usando as heurísticas de Nielsen, durante a etapa de consolidação das avaliações individuais foi considerada a uma tabela de graus de severidade. Contudo, a tabela foi adaptada para atender os critérios de visualização da informação, dessa forma, foi definido graus de severidade que variam de 0 a 4 sendo que o grau mais baixo(neste caso 0) indica que o problema detectado não está relacionado a visualização da informação enquanto que o grau mais alto(neste caso 4) indica que o problema é grave e deve ser corrigido imediatamente. A tabela completa pode ser vista a seguir:

Tabela 6 - Graus de Severidade para Problemas de Visualização da Informação

| Grau de Severidade | Descrição | Ação |
|--------------------|-----------------------------------|---|
| 0 | Não é um problema de visualização | - |
| 1 | É um problema cosmético | Corrigir apenas se sobrar tempo |
| 2 | Problema de gravidade menor | Corrigi-lo deve ter prioridade baixa |
| 3 | Problema de gravidade maior | Importante corrigi-lo |
| 4 | Problema catastrófico | Correção é imperativa antes do produto ser liberado |

Fonte: elaborada pelo autor(2022) baseada nos graus de severidade propostos por Nielsen e Molich para avaliação heurística de usabilidade

Devido a conflitos de agenda, não foi possível realizar uma reunião de consolidação com todos os avaliadores que participaram da 1ª etapa da Avaliação Heurística de Visualização da Informação, por isso os problemas detectados precisaram ser consolidados pelo próprio autor deste trabalho ao elaborar este texto. Deste modo, foi possível elencar os seguintes problemas:

Tabela 7 - Lista de Violações Heurísticas de Visualização da Informação

| Nº | Descrição | Heurística Violada | Grau de Severidade |
|----|---|----------------------|--------------------|
| 01 | Trabalhar com restrições de visualização como espaço de exibição da visualização. A barra de rolagem horizontal não estava disponível para a área de visualização, A barra de rolagem vertical não estava | 8. Mapeamento Visual | 4 |

| | | | |
|----|---|--|---|
| | <p>disponível para a área de ajustes não sendo possível por exemplo visualizar “Other Settings” – mesmo o programando estando no modo maximizado.</p> <p>No meu caso, que não tenho controle sobre a resolução do monitor, não pude explorar estas opções</p> | | |
| 02 | <p>Usuário pode ser induzido a erro digitando o caminho para o dataset;</p> <p>Não fica claro para o usuário que ele tem que acessar o menu – opção “abrir CSV”</p> <p>Talvez inserir uma mensagem com na linha de “Data path” dizendo “selecione File-Open CSV file” possa evitar potenciais erros do usuário.</p> | 1. Ajuda e Gerenciamento de Erros | 3 |
| 03 | <p>Tecnicamente precisa ser avaliado mas não é possível fazer zoom de uma determinada área mas sempre tendo com canto superior esquerdo como “âncora” para o zoom. Quer dizer que se rolar a tela para determinada área inferior e tentar fazer o zoom com o scroll o foco volta para o canto superior esquerdo.</p> | 2. Interação e Transformação de Visão | 3 |
| 04 | <p>Sobre o APRIORI, no início fui induzido a criar as regras de associação até mesmo porque a área apriori permite edição (não sei se realmente permite que eu escreva a expressão para filtrar, se esta é uma funcionalidade) se não tiver esta finalidade sugiro deixar a área não editável.</p> <p>Se for possível talvez deixe um exemplo do filtro apriori.</p> <p>A título de visualização das regras de associação elas poderiam ser destacadas em negrito se tecnicamente possível.</p> | 7. Facilidade para Obter e Derivar Informações | 3 |
| 05 | <p>Problemas para obter informações devido a restrição de espaço após executar por exemplo apriori com suporte mínimo de 20% e confiança mínima de 60% (para este caso o ZOOM poderia ajudar, mas ainda assim fica difícil), mesmo estando no modo maximizado.</p> <p>Mas se utilizar suporte mínimo de 10 e confiança mínima 80 o Zoom já não será suficiente, talvez reposicionar a matriz.</p> | 8. Mapeamento Visual | 3 |

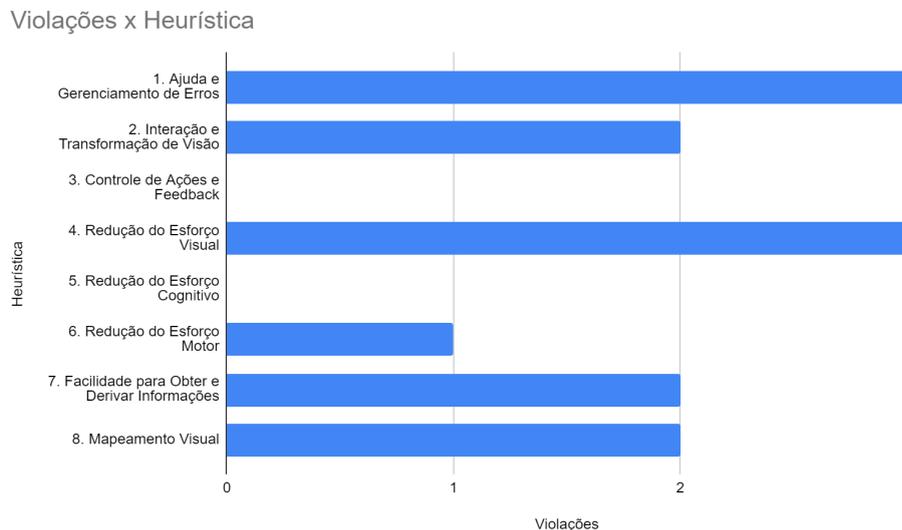
| | | | |
|----|---|--|---|
| 06 | A Opção " <i>Modular Spearman Correlation Coefficient</i> $- \rho $ ", não dá indicação de como pode ser preenchida e qual a consequência de não o fazer. | 1. Ajuda e Gerenciamento de Erros | 3 |
| 07 | Não ficou claro que ao passar com o mouse sobre o heatmap e acionar o scroll do mouse o ZOOM poderia ser ajustado. O recurso foi descoberto por intuição e exploração. Talvez inserir um menu de contexto ao passar com o mouse sobre a área do heatmap. | 2. Interação e Transformação de Visão | 2 |
| 08 | A mensagem de erro precisa ser mais clara caso o usuário seja induzido a criar a expressão apriori | 1. Ajuda e Gerenciamento de Erros | 2 |
| 09 | O uso das opções no grupo sort não permite voltar ao estado inicial, pois o botão " <i>Sort</i> " para aplicar permanece desabilitado se nenhuma opção for selecionada. | 7. Facilidade para Obter e Derivar Informações | 2 |
| 10 | Um atalho poderia ser inserido na linha Data path para reduzir o número de movimentação do usuário. As reticências (...) é uma simbologia usual para selecionar arquivos ou caminhos de pastas. | 6. Redução do Esforço Motor | 1 |
| 11 | Input: A opção para preenchimento da caixa de texto " <i>Data Path</i> ", não está localizada próximo a ela, mas em um menu. O botão " <i>Generate Heatmap Matrix</i> ", poderia estar na parte final desta seção, para aproveitar todas as configurações que existem abaixo, obrigando o usuário a considerá-las antes de executar o processamento inicial. | 4. Redução do Esforço Visual | 1 |
| 12 | Area – Heatmap Matrix <ul style="list-style-type: none"> • Poderia ter o recurso de Touch and Drag que agiria diretamente no gráfico, tornando obsoleto a barra de rolagem; • Poderia ter uma opção de centralizar o gráfico; • Poderia ter uma Escala de Cores (indicador de temperatura) do gráfico apresentado, a escala poderia ter cores customizáveis; • Poderia ter ferramentas de manipulação do gráfico heatmap | 4. Redução do Esforço Visual | 1 |

| | | | |
|----|--|------------------------------|---|
| | <p>na própria aba de exibição do gráfico "<i>HeatMapMatrix</i>";</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Poderia ser reavaliado o fundo PRETO característico do fundo do gráfico, o problema é que ele se sobressai bastante; ● Quando clicamos em uma célula do gráfico, aparece uma nova janela que apresenta um pequeno <i>heatmap</i>, este tende a ficar oculto se o usuário inadvertidamente clicar em outra área do "App HeatMapMatrix"; ● Poderia ter uma ferramenta para dar ZOOM em áreas específicas do gráfico, seria como uma lente. (remover da área de configurações) útil especialmente para DataSets com grande número de variáveis. Ampliando uma área específica sem ocultar a visão geral. ● O Scrool do Mouse funciona, mas não faz o zoom diretamente na região onde o mouse se encontra. | | |
| 13 | <p>Area – Original Data</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Poderia apresentar de forma tabular; ● Poderia apresentar uma barra de ferramentas com opções de busca para inspecionar os dados; ● Poderia apresentar uma seção com as <i>Estatísticas Descritivas</i> dos dados; ● Poderia apresentar uma barra de ferramentas para dar pequenos tratamentos no conjunto de dados (Normalizar, Discretizar etc.) ● Poderia apresentar um Descritivo do DataSet: <ul style="list-style-type: none"> ○ Nome do Conjunto de Dados ○ Tipos de Variáveis: ordinal, nominal, quantitativa | 4. Redução do Esforço Visual | 1 |

Fonte: elaborada pelo autor(2022)

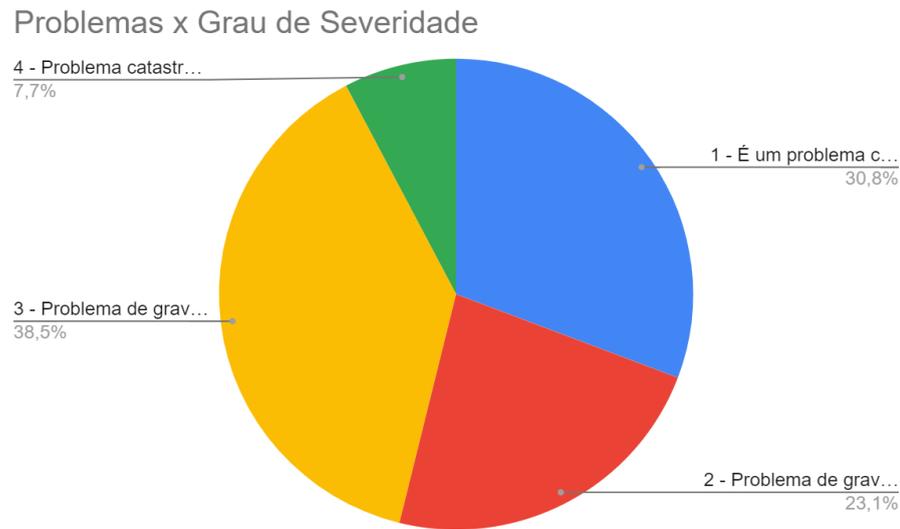
Durante a 1ª etapa da avaliação heurística foram detectadas 9 violações heurísticas; no entanto, após a consolidação das avaliações, foram consolidadas 13 violações, isso porque alguns problemas adotados foram divididos em múltiplas violações. Além disso, múltiplos participantes indicaram o problema de N° 4, isto é, múltiplos participantes tiveram problema para usar a filtragem de dados usando o algoritmo Apriori da ferramenta. Além disso, é importante também representar graficamente quais heurísticas sofreram mais violações e quais graus de severidade foram detectados, como mostram os gráficos a seguir:

Figura 15 - Violações Heurísticas



Fonte: elaborada pelo autor(2022)

É interessante notar que não há violações focadas em uma heurística apenas, isto é, as violações abrangem diversas heurísticas, exceto pelas heurísticas 3 e 5, que não apresentaram violações. Contudo, é nítido que a heurística 1 e a heurística 4 tiveram mais violações. Já quando se avalia os graus de severidade, é possível notar que a maioria dos problemas receberam nota entre 1 e 3, ou seja, há graves problemas, porém poucas catástrofes em termos de visualização da informação:

Figura 16 - Problemas

Fonte: elaborada pelo autor(2022)

4.3.3 Avaliação Heurística: Usabilidade x Visualização da Informação

Ao comparar os resultados de ambas as avaliações heurísticas é possível encontrar algumas semelhanças. Em ambas as situações, os avaliadores identificaram a falta de documentação da funcionalidade de filtragem de dados usando algoritmo Apriori como um problema. Os avaliadores também notaram problemas de layout relacionado ao zoom e também na possibilidade de o usuário inserir um arquivo com formato incompatível. No entanto, é interessante ressaltar que também há diferenças notáveis nas avaliações: os problemas de usabilidade foram bem distribuídos, enquanto os problemas de visualização da informação estiveram focados especialmente em duas heurísticas; além disso, foram detectados vários problemas graves de usabilidade, enquanto os problemas de visualização da informação são menos graves.

5 IMPLEMENTAÇÃO DE VERSÃO WEB

A versão inicial do software HeatMap Matrix foi implementada utilizando a linguagem de programação Java, por isso o acesso a ferramenta é limitado, visto

que é necessário que o usuário da ferramenta possua o JDK instalado para só então poder utilizar as funcionalidades propostas pela HeatMap Matrix. Deste modo, surge a necessidade de desenvolver uma versão da ferramenta que seja mais acessível, por isso foi implementada uma versão web da ferramenta HeatMap Matrix, proposta por Rocha(2017), com foco na correção dos problemas de usabilidade e visualização da informação detectados durante a etapa de avaliação da ferramenta.

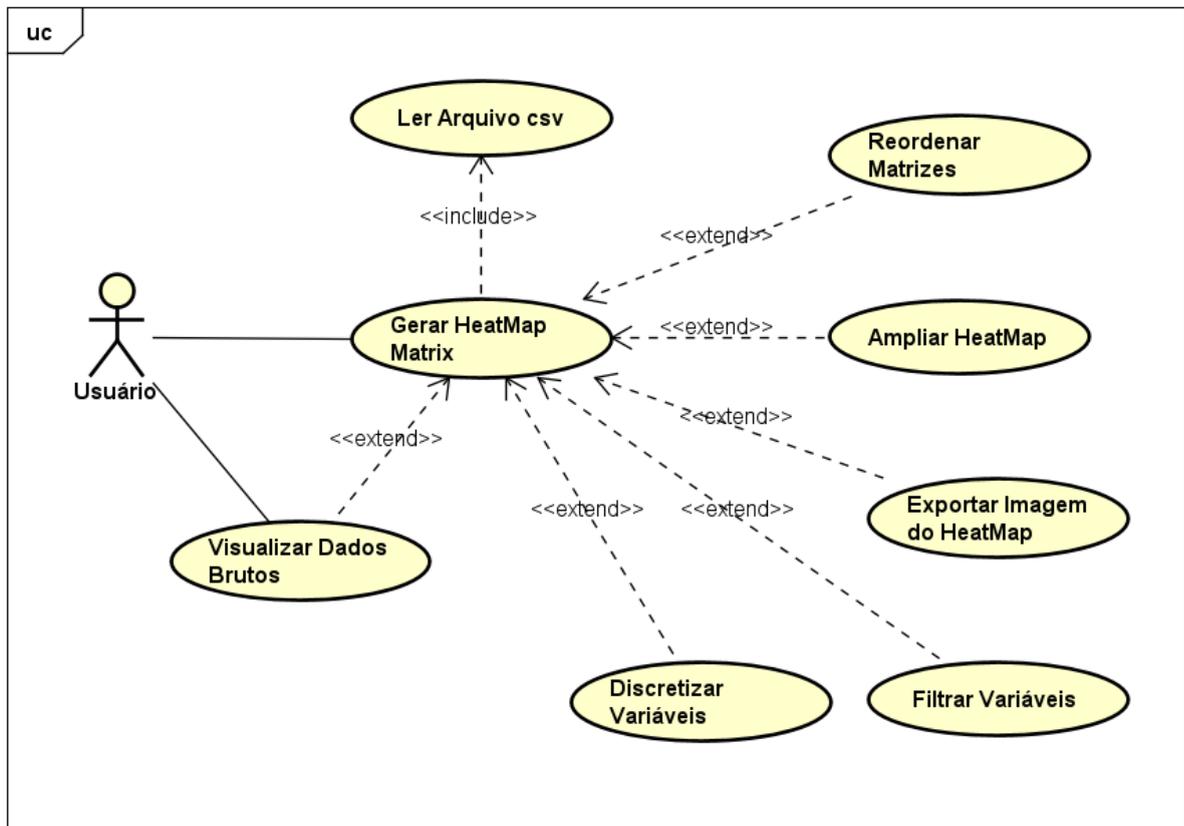
5.2 Documentação

A documentação ajuda a compreender o funcionamento da ferramenta Heatmap Matrix Web, o que é útil durante o processo de codificação e posteriormente para explicar a ferramenta para os usuários. Devido a isso, foram desenvolvidos os seguintes diagramas:

5.2.1 Diagrama de Caso de Uso

O diagrama de caso de uso da Figura 17 mostra as funcionalidades do sistema e quais atores executam essas funcionalidades:

Figura 17 - Diagrama de Caso de Uso



Fonte: elaborado pelo autor(2022)

Com base neste diagrama de casos de uso é possível detalhar as funcionalidades do software e atribuir um grau de prioridade as funcionalidades como mostra a tabela 8 a seguir:

Tabela 8 - Lista de Funcionalidades

| Lista de Funcionalidades | | | |
|--------------------------|-----------------------|--|------------|
| Nº | Funcionalidade | Descrição | Prioridade |
| 01 | Ler arquivo CSV | - | Alta |
| 02 | Exibir HeatMap Matrix | - | |
| 03 | Reordenar Matrizes | Reordenar os heatmaps individualmente e globalmente usando as seguintes técnicas de reordenação de matrizes: Classical MDS, Feature Vector Based Sort e Hybrid Sort. | Média |
| 04 | Filtrar Variáveis | Executar algoritmo de mineração de dados Apriori e usar as regras de associação geradas para filtrar a matriz de mapas de calor. | |
| 05 | Exportar Imagem | Exportar imagem da heatmap matrix e de heatmaps individualmente. | |
| 06 | Exibir Legendas | Permitir que o usuário escolha se deseja usar legendas locais ou globais. | |
| 07 | Ampliar HeatMap | Permitir que usuário dê zoom na heatmap matrix. | Baixa |
| 08 | Exibir dados brutos | Exibir tabela com dados originais do arquivo csv. | |
| 09 | Ajustar Rótulos | Alterar posição de rótulos e permitir que o usuário os oculte. | |

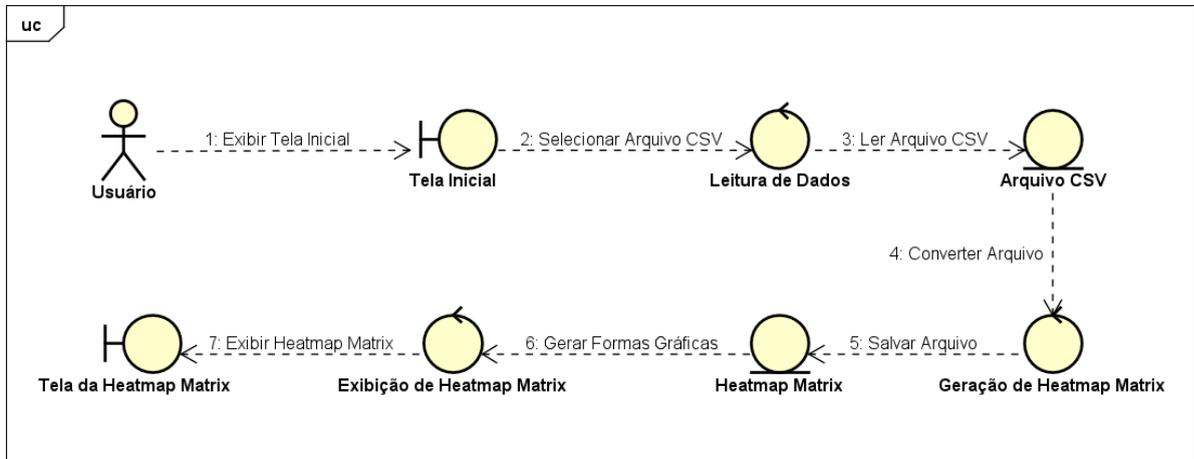
Fonte: elaborada pelo autor(2022)

5.2.2 Diagrama de Robustez

Um diagrama de robustez pode ser considerado como uma exploração do diagrama de caso de uso, e portanto é necessário criar um diagrama de robustez para cada caso de uso:

5.2.2.1 Exibir Heatmap Matrix:

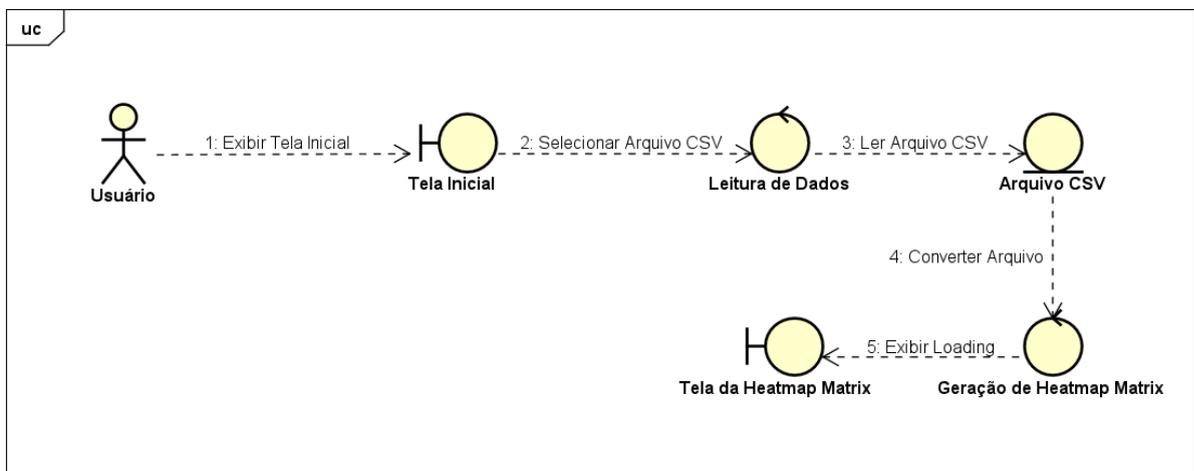
Figura 18 - Diagrama de Robustez da Funcionalidade Gerar Heatmap Matrix



Fonte: elaborada pelo autor(2022)

5.2.2.2 Ler Arquivo:

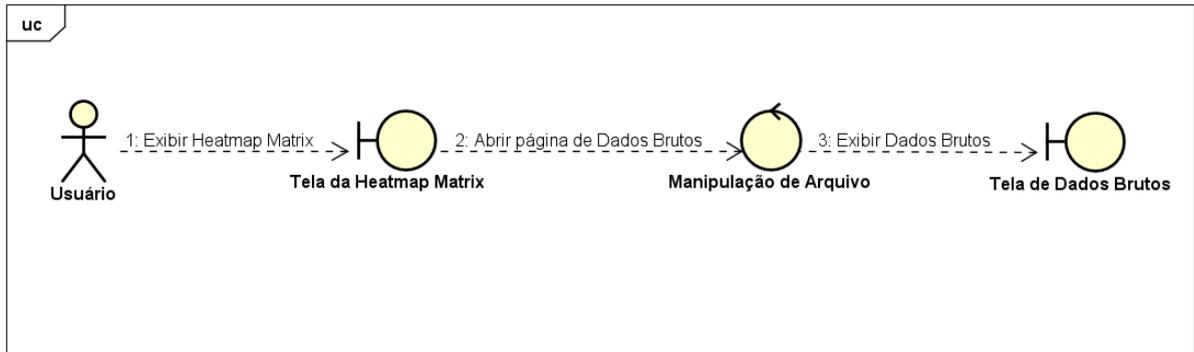
Figura 19 - Diagrama de Robustez da Funcionalidade Ler Arquivo



Fonte: elaborada pelo autor(2022)

5.2.2.3 Visualizar Dados Brutos:

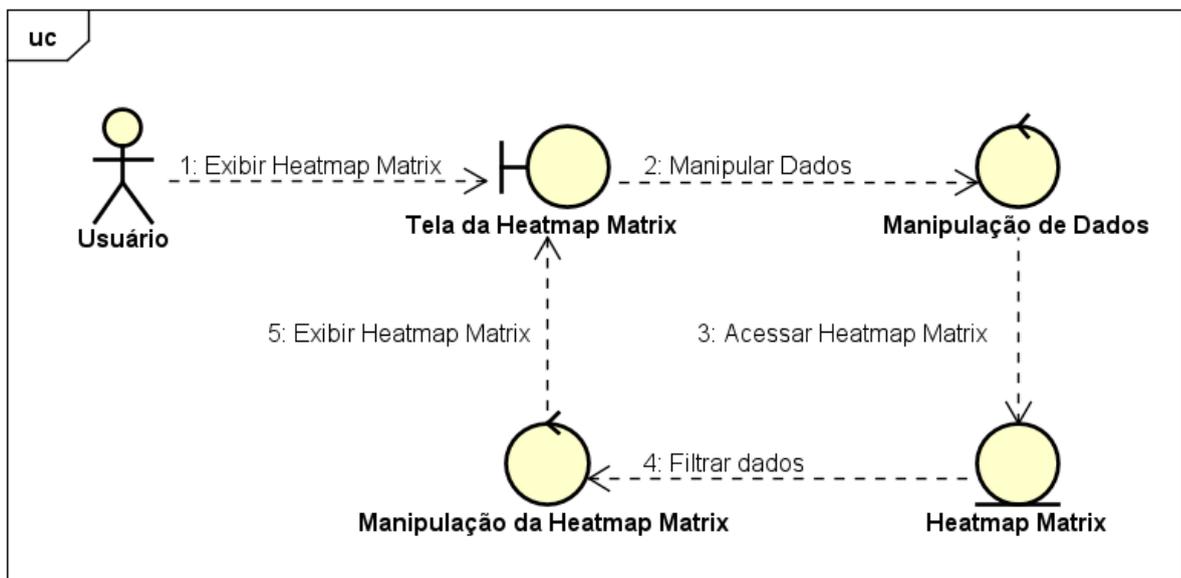
Figura 20 - Diagrama de Robustez da Funcionalidade Gerar Dados Brutos



Fonte: elaborada pelo autor(2022)

5.2.2.4 Filtrar Variáveis

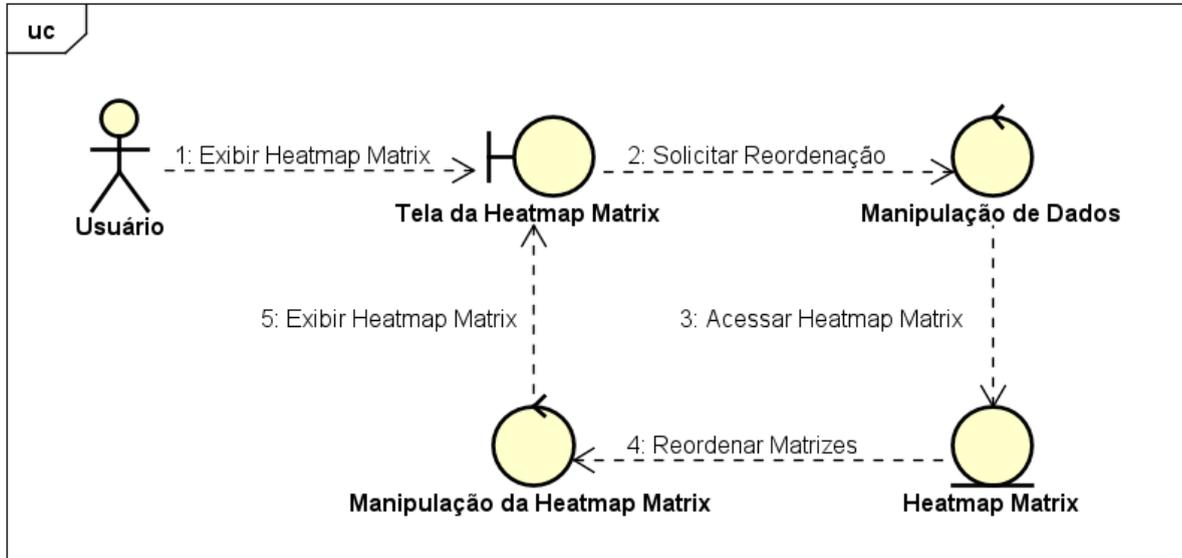
Figura 21 - Diagrama de Robustez da Funcionalidade Filtrar Dados



Fonte: elaborada pelo autor(2022)

5.2.2.5 Reordenar Matrizes

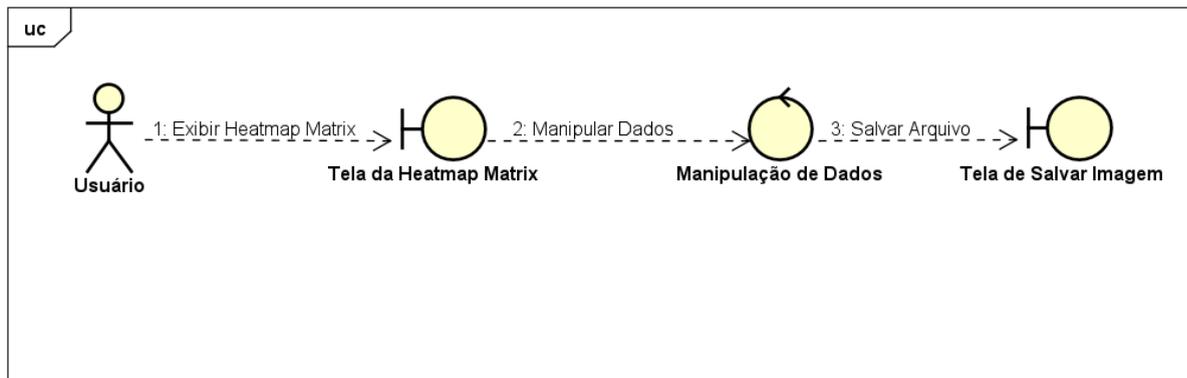
Figura 22 - Diagrama de Robustez da Funcionalidade Reordenar Matrizes



Fonte: elaborada pelo autor(2022)

5.2.2.6 Salvar Imagem

Figura 23 - Diagrama de Robustez da Funcionalidade Salvar Imagem

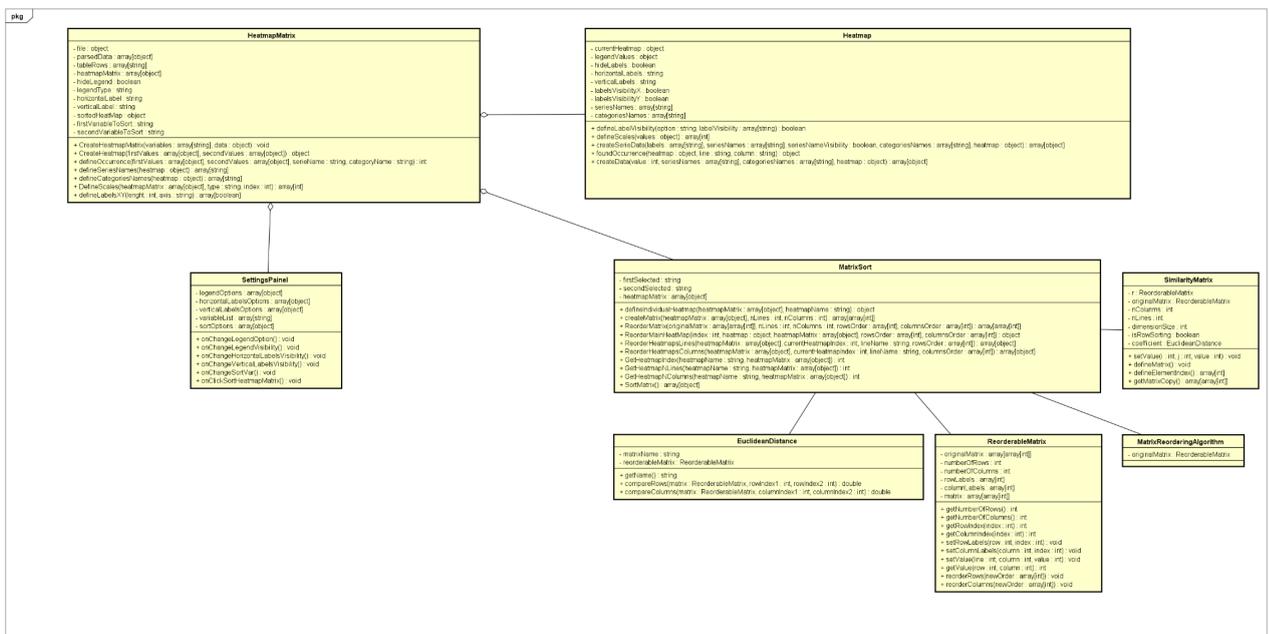


Fonte: elaborada pelo autor(2022)

5.2.3. Diagrama de Classes

O diagrama de classes exibe as principais classes do software e suas relações onde a classe Heatmap Matrix é a principal, pois é responsável pelas funções que manipulam os dados e por chamar a classe Heatmap que cria cada mapa de calor individual que constitui a matriz de mapas de calor; já a classe Settings Panel e Matriz Sort são responsáveis pela manipulação das visualizações.

Figura 24 - Diagrama de Classes



Fonte: elaborada pelo autor(2022)

5.3 Implementação

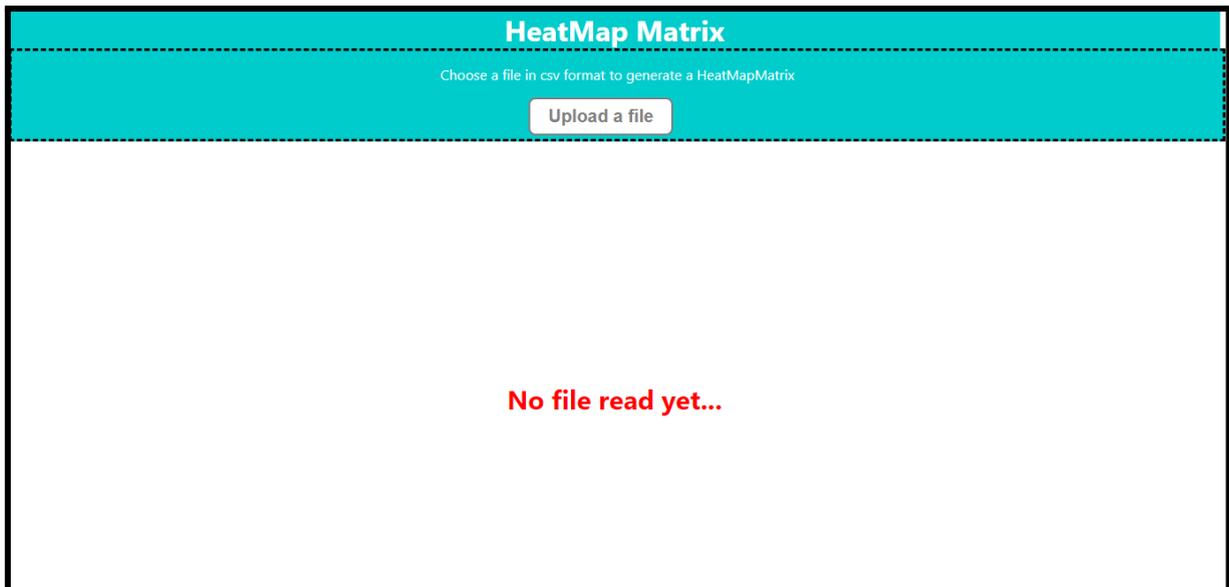
A implementação do software Heatmap Matrix Web usando React foi realizada com o objetivo de tornar a ferramenta mais acessível e evitar os principais problemas detectados durante a etapa de avaliação heurística da ferramenta Heatmap Matrix original, desenvolvida originalmente em linguagem de programação Java. Desta forma, foi possível desenvolver o seguinte layout:

5.3.1 Layout

5.3.1.1 Página Inicial

As Figuras 25 a 30, a seguir, apresentam as várias páginas projetadas e implementadas para a ferramenta Heatmap Matrix.

Figura 25 - Design da Página Inicial da Ferramenta Heatmap Matrix Web



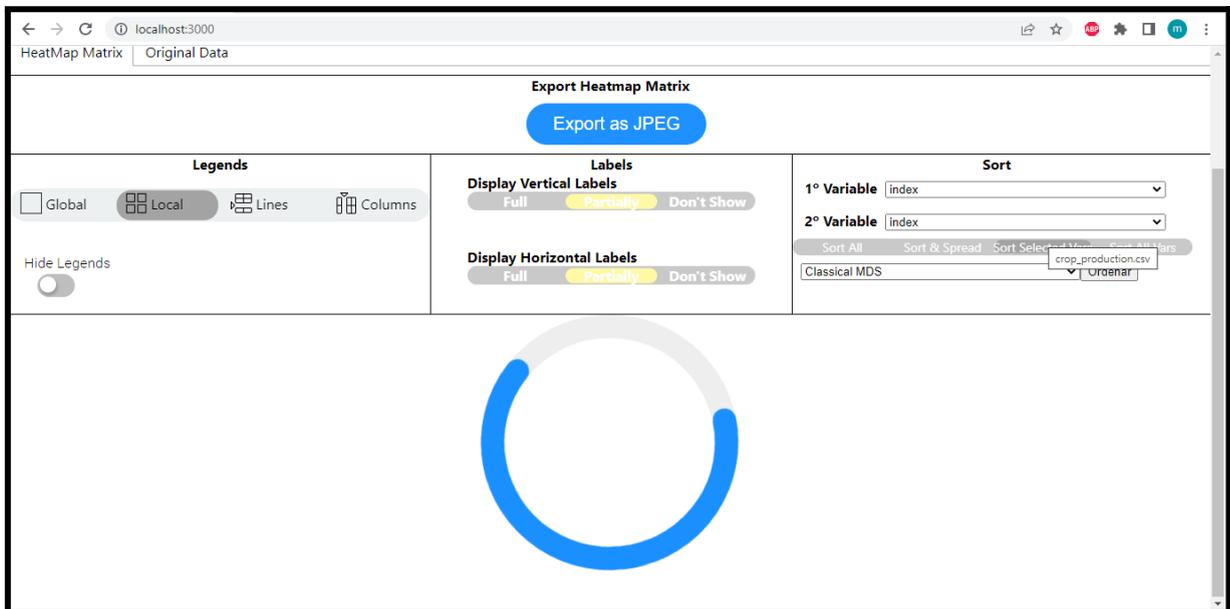
Fonte: elaborada pelo autor(2022)

A Figura 25 mostra a página inicial do site (ou ferramenta) que contém apenas o título do site, um componente que permite ao usuário selecionar o conjunto de dados que deseja analisar e uma mensagem que informa que nenhum arquivo foi lido ainda. Esse design minimalista foi escolhido com base nos problemas identificados durante a avaliação heurística, na qual os avaliadores consideraram que a ferramenta original desenvolvida em Java apresentava, em sua tela inicial, opções que não tinham efeito antes da leitura do conjunto de dados (algoritmo apriori, por exemplo) como destacado na Figura 26:

5.3.1.2 Leitura de Dados

Após selecionar o arquivo csv, o usuário tem acesso à matriz de mapas de calor (ou heatmap matrix) gerada a partir dos dados selecionados e também ao painel de controle (ou settings panel) com as opções que permitem que o usuário manipule a visualização. Contudo, antes de visualizar a matriz de mapas de calor, o usuário se depara com um componente que indica que o conjunto de arquivos está sendo lido e que a matriz de mapas de calor está sendo gerada conforme mostra a Figura 28:

Figura 28 - Design da Página de Leitura de Dados com símbolo circular de carregamento



Fonte: elaborada pelo autor(2022)

Este estado entre a leitura do conjunto de dados em formato CSV e a exibição da matriz de mapas de calor foi criado com base nos resultados da avaliação heurística, que constataram que, em alguns casos, a leitura do conjunto de dados não era instantânea e a falta de informação gerava confusão ao usuário.

5.3.1.3 Tela Principal - Matriz de Mapas de Calor

Após a leitura do conjunto de dados é exibida a matriz de mapas de calor para o usuário assim como o painel de controle que permite ao usuário manipular a visualização da matriz de mapas de calor da Figura 29:

Figura 29 - Design da Página da Principal



Fonte: elaborada pelo autor(2022)

de rótulos verticais e horizontais, já que é possível definir quais rótulos serão exibidos e em quais posições do mapa de calor; além disso, esta biblioteca também permite destacar dados específicos através de clique. Apesar da biblioteca Apex Charts atualmente ser essencial para o funcionamento da ferramenta Heatmap Matrix, é importante destacar que ela pode ser facilmente substituída por outra biblioteca com as mesmas funcionalidades, inclusive por uma biblioteca ou componente próprio, visto que todo o tratamento de dados da ferramenta é realizado de forma independente da biblioteca.

As informações sobre essa biblioteca e as demais bibliotecas e pacotes utilizados no desenvolvimento da ferramenta Heatmap Matrix Web podem ser vistas na tabela 9 a seguir o nível de dependência foi definido de acordo com a percepção de quão importante a biblioteca é para o funcionamento da ferramenta e também do quão fácil seria substituir a biblioteca por outra biblioteca similar ou componente próprio:

Tabela 9 - Lista de Dependências

| Nº | Biblioteca | Versão | Descrição | Documentação | Nível de Dependência |
|----|-------------------|--------|--|---|----------------------|
| 01 | Apex Charts | 3.35.5 | Biblioteca de criação de gráficos e é usada para gerar mapas de calor individuais. | https://apexcharts.com/ | Alta |
| 02 | React Apex Charts | 1.4.0 | Biblioteca para criação de gráficos que fornece suporte em React à biblioteca Apex Charts. | https://apexcharts.com/docs/react-charts/ | |
| 03 | HTML 2 Canvas | 1.4.1 | Biblioteca usada para exportar a matriz de mapas de calor como imagem. | https://html2canvas.hertzen.com/getting-started | |
| 04 | Papaparse | 5.3.2 | Biblioteca usada para leitura de arquivos no formato csv. | https://react-papaparse.js.org/docs | Média |
| 05 | React Tabs | 5.1.0 | Pacote usado para criar abas. | https://www.npmjs.com/package/react-tabs | Baixa |
| 06 | React Switch | 2.2.1 | Pacote usado para criar | https://www.npm | |

| | | | | | |
|----|---------------------------|-------|---|---|--|
| | Selector | | botões de seleção. | mjs.com/package/react-switch-selector | |
| 07 | React Circle Progress Bar | 0.1.4 | Pacote usado para gerar a animação de leitura (ou loading). | https://www.npmjs.com/package/react-circular-progressbar | |

Fonte: elaborada pelo autor(2022)

5.3.3 Melhorias Futuras

A Heatmap Matrix Web é uma ferramenta que oferece várias funcionalidades ao usuário para a visualização de mapas de calor. Contudo essa ferramenta pode ser aperfeiçoada futuramente com o objetivo de aprimorar o seu layout e de fornecer ainda mais ferramentas para manipulação de dados. Algumas dessas melhorias foram identificadas durante o desenvolvimento do software e estão listadas a seguir:

Tabela 10 - Lista de Melhorias

| Nº | Melhoria | Descrição | Prioridade |
|----|--|---|--------------|
| 01 | Adicionar funções para Mineração de Dados | A ferramenta original escrita em Java possui funcionalidades que permitem ao usuário realizar mineração de dados usando o algoritmo apriori. Por uma questão de tempo, essa funcionalidade não foi implementada na versão web. | Alta |
| 02 | Aprimorar a Reordenação de Matrizes | Atualmente a ferramenta web possui apenas o algoritmo de reordenação Classical MDS, no entanto, é necessário implementar outros algoritmos de reordenação de matrizes como Feature Vector Based Sort e Hybrid Sort. Além disso, é necessário também adicionar mais opções de foco de reordenação de matrizes. | |
| 03 | Aprimorar o Layout com base em uma nova Avaliação Heurística | O desenvolvimento da versão web da ferramenta Heatmap Matrix foi realizada com base em uma avaliação heurística que foi realizada na versão java da ferramenta. Contudo, é necessário submeter também a ferramenta web a uma avaliação heurística para detectar pontos que devem ser aprimorados. | |
| 04 | Criar páginas de erros genéricos e de erros específicos | É necessário criar páginas de erro que sejam exibidas em situações específicas para manter o usuário informado sobre o status do sistema. | Média |
| 05 | Adicionar tutoriais dentro da ferramenta | É necessário adicionar páginas com tutoriais dentro do site com o objetivo de explicar e | |

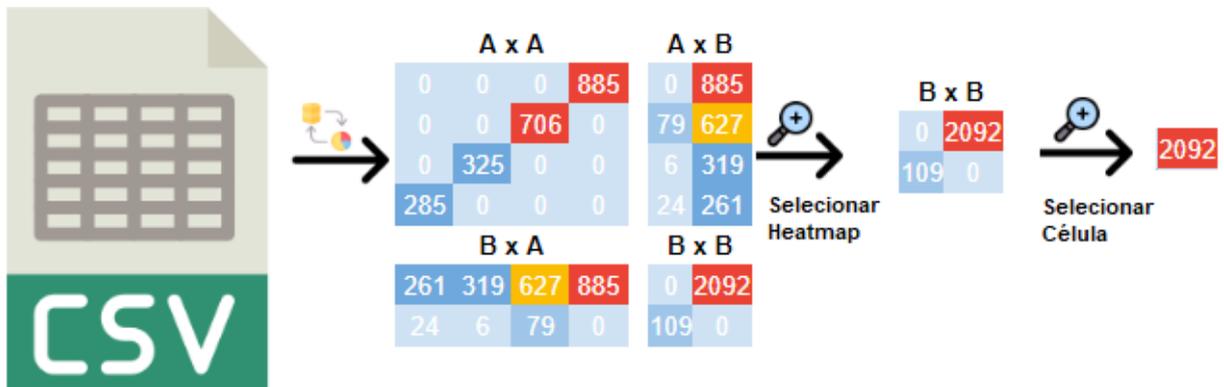
| | | | |
|----|---|--|--------------|
| | | exemplificar o uso de funcionalidades, especialmente de funcionalidades específicas como reordenação de matrizes e mineração de dados. | |
| 06 | Integrar a ferramenta Heatmap Matrix Web com as demais ferramentas do Laboratório | Há outras ferramentas e trabalhos realizados pelo laboratório que podem ser integradas com a Heatmap Matrix | |
| 07 | Permitir que o usuário edite as legenda de cores dos mapas de calor | Atualmente há quatro legendas de cores sendo elas baixa, média, alta e extrema onde cada legenda representa um intervalo de cores. É preciso permitir que o usuário edite o nome dessas legendas e suas respectivas cores e permitir até mesmo que o usuário aumente ou diminua o número de legendas | Baixa |
| 08 | Adicionar novas opções de exportação | Atualmente é possível salvar apenas a heatmap matrix inteira ou então salvar os mapas de calor individualmente, por isso é preciso adicionar opções que permitam ao usuário salvar intervalos personalizados da matriz de mapas de calor como uma determinada linha/coluna. | |
| 09 | Adicionar histórico de modificações | A ferramenta Heatmap Matrix Web oferece diversas opções que permitem ao usuário modificar a matriz de mapas de calor, por isso é necessário que o usuário da ferramenta consiga visualizar um histórico de modificações realizadas nesta matriz e possa navegar livremente entre estes estados. | |
| 10 | Permitir a leitura de dados online | A ferramenta deve permitir que o usuário leia dados de websites além de ler dados de arquivos salvos localmente | |
| 11 | Permitir a leitura de outros formatos de arquivo | Atualmente a ferramenta oferece suporte apenas para a leitura de arquivos no formato CSV, no entanto, é interessante permitir que o usuário possa ler outros formatos de arquivo. | |
| 12 | Criação de contas | Em uma versão futura a ferramenta seria interessante permitir que o usuário crie uma conta e consiga armazenar nela arquivos e dados já analisados e até mesmo compartilhar essas informações com outros usuários | |

Fonte: elaborada pelo autor(2022)

6 HEATMAP MATRIX WEB

Antes de exemplificar como as opções presentes no painel de controle (ou settings panel) influenciam na visualização, é importante destacar conceitos básicos (que foram apresentados detalhadamente no Capítulo 3 deste mesmo documento) sobre a técnica de visualização da informação conhecida como matriz de mapas de calor ou simplesmente como heatmap matrix. A matriz de mapas de calor (ou heatmap matrix) é constituída por um conjunto de mapas de calor na qual cada mapa de calor (ou heatmap) ocupa uma célula (ou posição) da matriz de mapas de calor. Em uma matriz de mapas de calor, cada mapa de calor representa a relação entre duas variáveis do conjunto de dados que está sendo analisado e cada posição ou célula de um mapa de calor, isto é, cada intersecção entre uma linha e coluna contém a frequência com que uma ocorrência se repete, como exemplificado na Figura 31:

Figura 31 - Processo de Conversão de um Arquivo csv em Heatmap Matrix

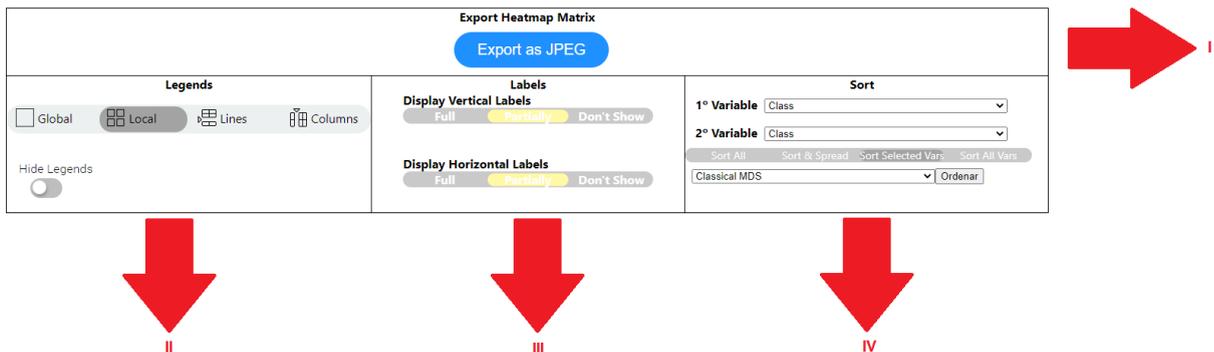


Fonte: elaborada pelo autor(2022)

Dito isso, o painel de controle (ou settings panel) fornece ao usuário diversas opções que permitem a manipulação da visualização assim permitindo novas análises. Estes painel de controle pode ser dividido em 4 áreas: (I) *Export Heatmap Matrix* que é responsável por exportar (ou salvar) o mapa de calor gerado; (II) *Legends* que é responsável pelo mapeamento de cores dos mapas de calor e suas

respectivas legendas; (III) *Labels*, que é responsável pelos rótulos horizontais e verticais, e por último (IV) *Sort*, que é responsável pela reordenação de matrizes conforme mostra a Figura 32:

Figura 32 - Painel de Controle



Fonte: elaborada pelo autor(2022)

Considerando essas quatro áreas, é possível exemplificar o funcionamento de cada uma das opções presentes no painel de controle e seus respectivos efeitos na visualização da matriz de mapas de calor (Tabela 11).

Tabela 11 - Painel de controle

| Área | Funcionalidade/Opção | Descrição |
|--------|--|---|
| Export | Exportar Matriz de Mapas de Calor como JPEG | Permite ao usuário salvar o mapa de calor no formato de imagem JPEG. |
| | Exportar Mapa de Calor Individualmente | Permite ao usuário salvar mapas de calor individualmente nos seguintes formatos: CSV, PNG e SVG. |
| Legend | Alterar tipo de mapeamento de cores | Permite ao usuário escolher o conjunto de dados que será considerado durante a coloração dos mapas de calor. Há quatro opções disponíveis, sendo elas: global, local, por colunas e por linhas. |
| | Ocultar legendas | Permite ao usuário ocultar ou exibir as legendas de cores. |
| Labels | Exibir rótulos horizontais | Permite ao usuário escolher |

| | | |
|-------------|------------------------------------|--|
| | | como deseja exibir os rótulos horizontais da matriz de mapas de calor. O estado padrão dessa funcionalidade é "Partially", mas também é possível exibir ou ocultar todos os rótulos horizontais. |
| | Exibir rótulos verticais | Permite ao usuário escolher como deseja exibir os rótulos verticais da matriz de mapas de calor. O estado padrão dessa funcionalidade é "Partially", mas também é possível exibir ou ocultar todos os rótulos verticais. |
| Sort | Reordenar via Classical MDS | Permite ao usuário reordenar a matriz de mapas de calor usando o algoritmo Classical MDS |

Fonte: elaborada pelo autor(2022)

Deste modo, é possível usar uma versão simplificada do conjunto de dados *Titanic* (que mostra dados dos tripulantes do famoso navio Titanic que naufragou em 1912) para exemplificar como as opções presentes no painel de controle (ou settings panel) afetam a visualização da informação. Neste conjunto de dados, cada linha do arquivo, ou seja, cada ocorrência representa os dados de um tripulante, apresentando a classe deste tripulante dentro do navio e informando se ele sobreviveu ao naufrágio. Usando esse conjunto de dados, as opções da ferramenta, essas opções são detalhadas e exemplificadas a seguir:

6.1 Export

Essa área do painel contém funcionalidades relacionadas à exportação da matriz de mapas de calor; em outras palavras, essa área fornece opções que permitem ao usuário salvar a matriz de mapas de calor, sejam todos os mapas de forma conjunta ou cada mapa individualmente.

6.1.1 Export as JPEG

Ao clicar em um botão presente no painel de controle, a ferramenta permite ao usuário salvar a matriz de mapas de calor inteira no formato de imagem JPEG:

Figura 33 - Design do Componente de Exportação de Imagem



Fonte: elaborada pelo autor(2022)

7.1.2 Export Heatmap Individual

Cada mapa de calor (ou heatmap) possui uma barra de configurações individual que permite ao usuário salvar (ou exportar) cada mapa de calor individualmente nos formatos SVG, PNG ou CSV(Figura 34):

Figura 34 - Design do Componente de Exportação de Mapa de Calor Individual

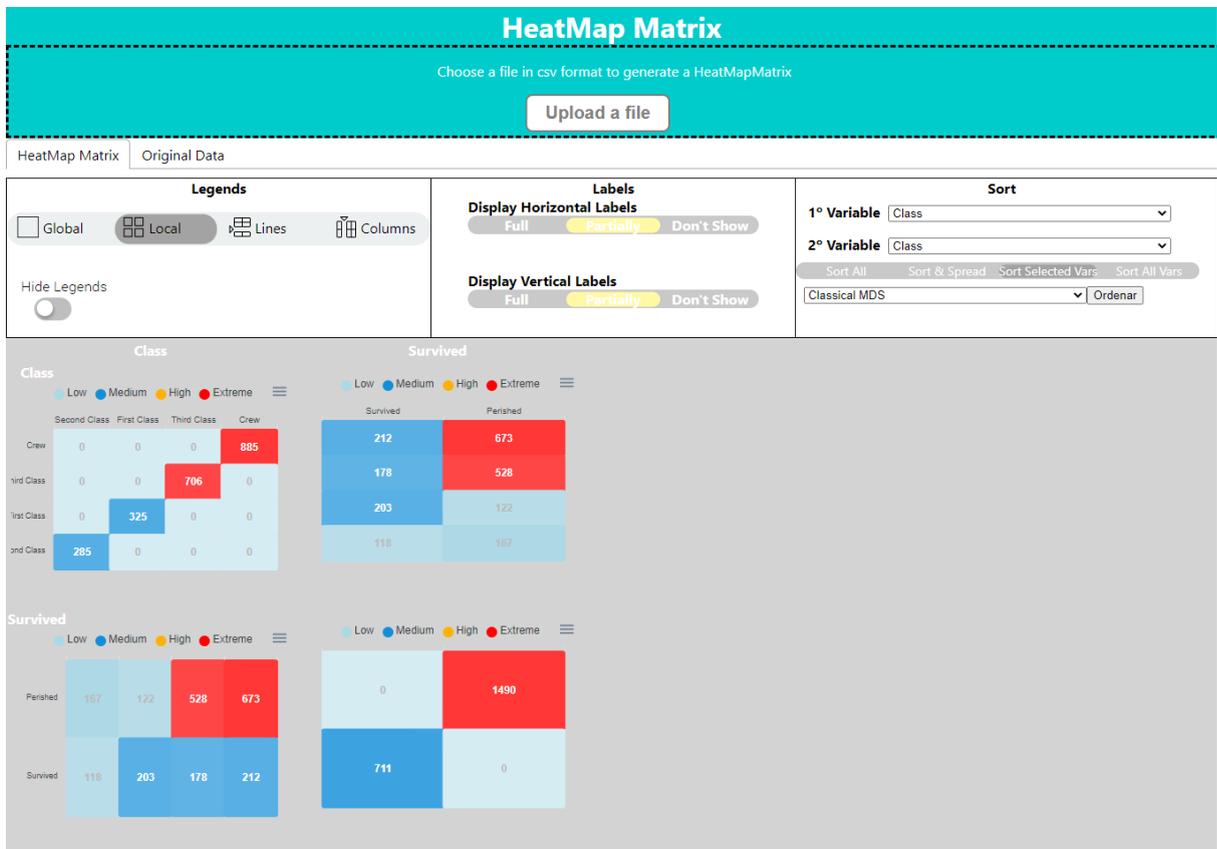


Fonte: elaborada pelo autor(2022)

6.2 Legends

Como citado anteriormente, essa área contém as opções responsáveis por gerenciar o mapeamento de cores da matriz de mapas de calor e por exibir suas respectivas legendas de cores:

Figura 35 - Matriz de Mapas de Calor da Versão Simplificada do Conjunto de Dados Titanic com as variáveis Class e Survived



Fonte: elaborada pelo autor(2022)

A heatmap matrix é formada por um conjunto de mapas de calor, no qual cada mapa de calor individual é formado por linhas e colunas. Cada célula do mapa de calor (intersecção entre linha e coluna) apresenta a ocorrência da intersecção entre a variável presente na linha e a variável presente na coluna. É possível exemplificar isto usando a heatmap matrix exibida anteriormente, ao selecionarmos o heatmap *survived x class* (Figura 36):

Figura 36 - Mapa de Calor Survived x Class



Fonte: elaborada pelo autor(2022)

Este mapa de calor mostra a relação entre a classe dos tripulantes e se eles sobreviveram ou não, respectivamente através dos valores armazenados nas variáveis *class*(na horizontal) e *survived*(na vertical).

6.2.1 Visibilidade da Legenda

Como é possível observar, as células do mapa de calor foram coloridas de acordo com seus valores, sendo que as células com valores mais baixos e médios foram coloridas com cores frias (azul claro e azul escuro, respectivamente, para baixo e médio) enquanto as células com ocorrências mais altas e extremas foram coloridas com cores quentes (amarelo e vermelho respectivamente para valores altos e extremos). A presença da legenda no mapa de calor reforça o significado das cores das células e também permite ao usuário destacar os valores de acordo com a escala(Figura 37):

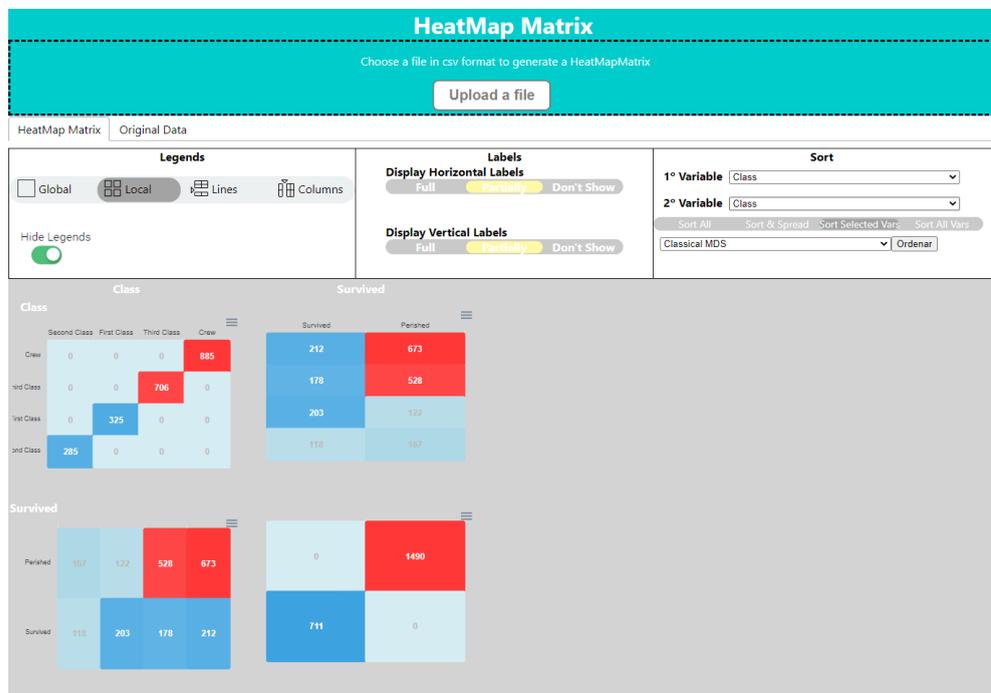
Figura 37 - Design da Legenda do Mapeamento de Cores do Mapa de Calor Survived x Class



Fonte: elaborada pelo autor(2022)

Contudo, a presença da legenda pode incomodar e mesmo atrapalhar o usuário, por isso o painel de controle fornece a opção de ocultar essa legenda (Hide Legends) conforme mostra a Figura 38:

Figura 38 - Matriz de Mapas de Calor da Versão Simplificada do Conjunto de Dados Titanic com as variáveis Class e Survived com Legendas Ocultas

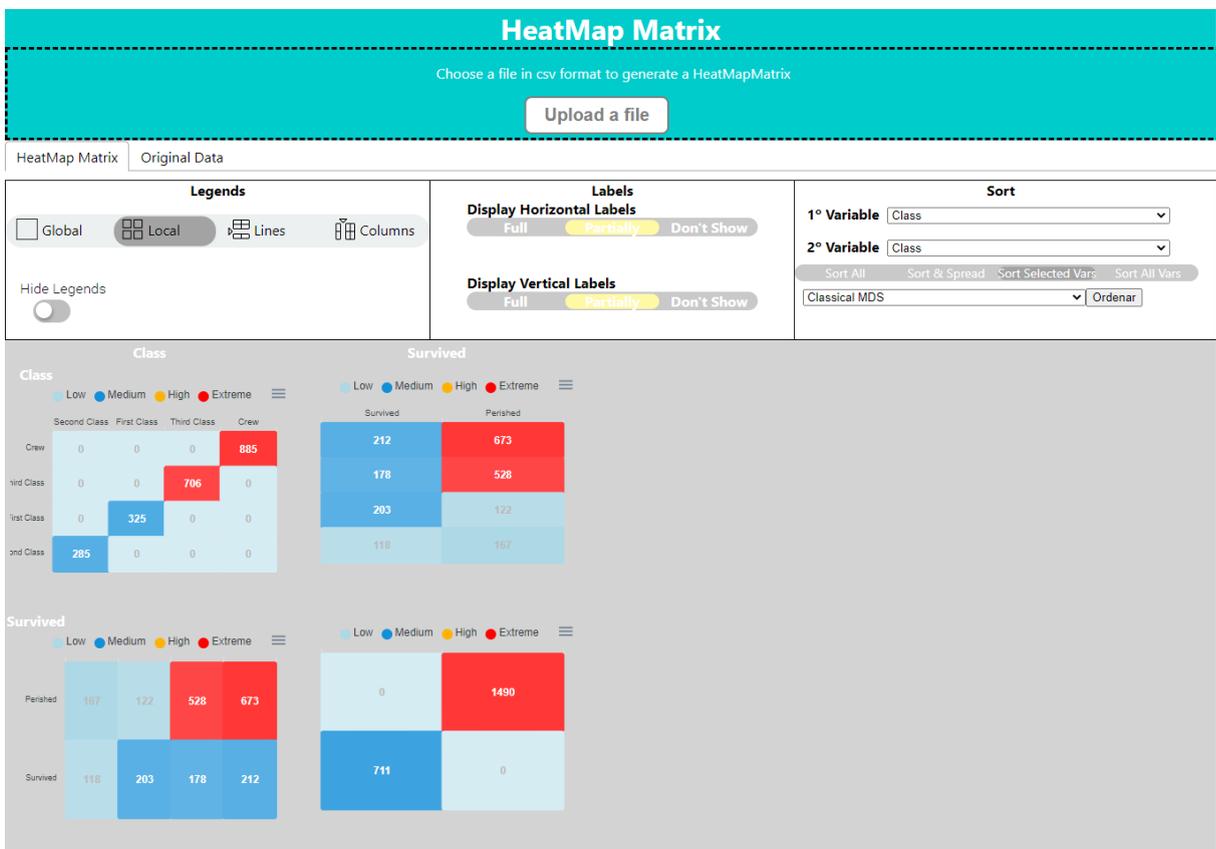


Fonte: elaborada pelo autor(2022)

6.2.2 Método de Mapeamento de Cores

Por padrão, o mapeamento de cores da Heatmap Matrix é realizado de forma individual. Isso significa que cada mapa de calor dentro da matriz de mapas de calor é colorido de acordo com os valores presentes no próprio mapa de calor, ou seja, as células com valores mais baixos dentro do mapa de calor são coloridas com cores mais frias enquanto as células com valores mais altos são coloridas com cores mais quentes:

Figura 39 - Estado Inicial de uma Matriz de Mapas de Calor



Fonte: elaborada pelo autor(2022)

Para exemplificar como cada tipo de mapeamento de cores, será utilizado novamente o mapa de calor *class X survived*:

Figura 40 - Mapa de Calor “Class x Survived”



Fonte: elaborada pelo autor(2022)

Neste mapa de calor, na intersecção entre a linha 1 e a coluna 1 deste mapa de calor, por exemplo, é exibido o valor 167, o que significa que há 167 ocorrências onde a variável *class* (ou coluna) possui o valor “second class” e a variável *survived* (ou linha) possui valor “perished”; em outras palavras, 167 pessoas da segunda classe morreram durante o naufrágio do Titanic.

Além do mapeamento de cores padrão, ou seja, o mapeamento de cores local/individual, há três outras opções de mapeamento (totalizando 4 opções) sendo elas *global*, *lines* e *columns*, que são descritas a seguir.

6.2.2.1 Mapeamento de Cores Global

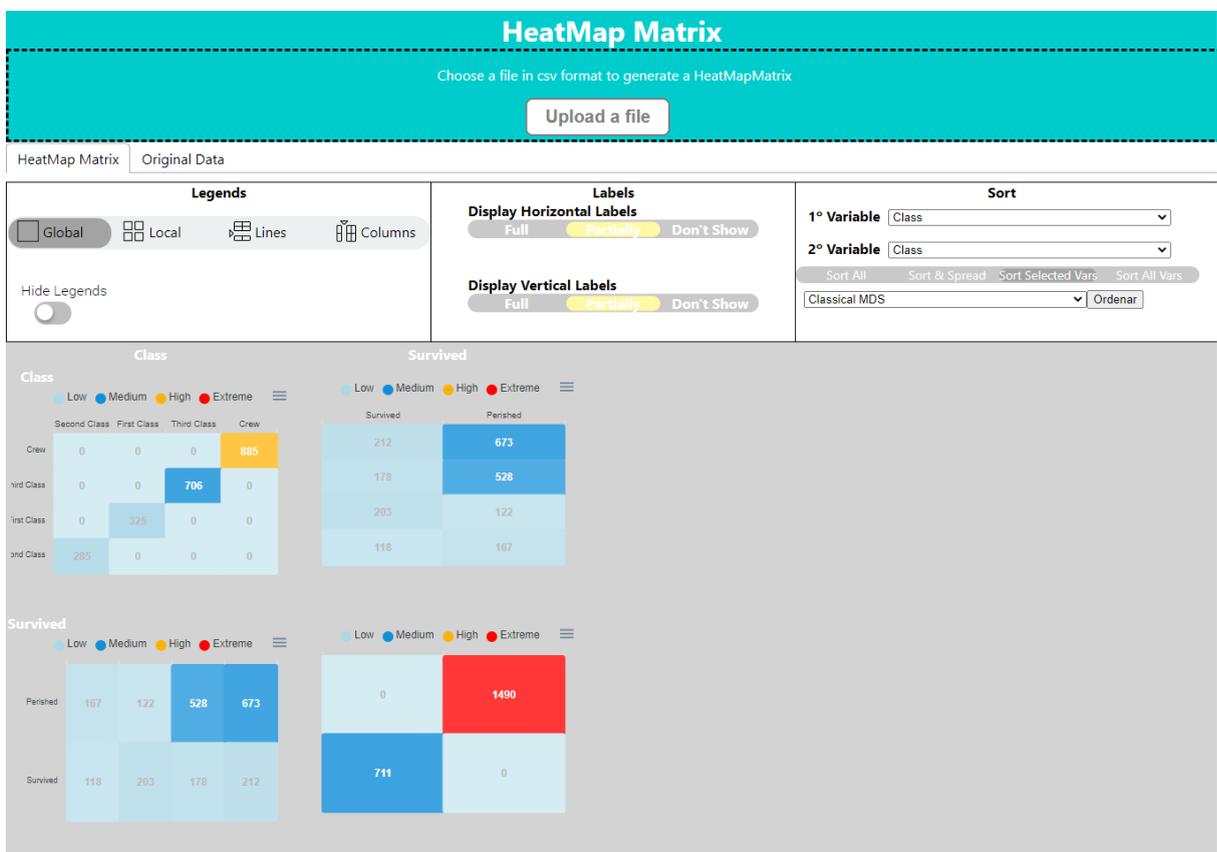
Ao selecionar a opção “Global”, os mapas de calor são coloridos de acordo com os valores presentes em toda a matriz de mapas de calor. Ou seja, as células coloridas com cores mais quentes serão as células com os maiores valores dentre todos os mapas de calor que formam a matriz de mapas de calor, enquanto as células coloridas com cores mais frias serão as células com os menores valores dentre todos os mapas de calor como, mostram os exemplos das Figuras 41 e 42:

Figura 41 - Como o Mapeamento de Cores Global Funciona

| A x A | | | | A x B | |
|-------|-----|-----|-----|-------|------|
| 0 | 0 | 0 | 885 | 0 | 885 |
| 0 | 0 | 706 | 0 | 79 | 627 |
| 0 | 325 | 0 | 0 | 6 | 319 |
| 285 | 0 | 0 | 0 | 24 | 261 |
| B x A | | | | B x B | |
| 261 | 319 | 627 | 885 | 0 | 2092 |
| 24 | 6 | 79 | 0 | 109 | 0 |

Fonte: elaborada pelo autor(2022)

Figura 42 - Exemplo de Mapeamento de Cores Global



Fonte: elaborada pelo autor(2022)

Na Figura 42, ao observar o mapa de calor presente na linha 2 e coluna 1, ou seja, o mapa de calor “*class x survived*”, nota-se que a grande maioria dos valores teve seu tom de cor alterado, o valor 528, por exemplo, deixou de ser considerado

um valor extremo e passou a ser considerado um valor médio e por isso foi colorido com uma cor fria. Isso ocorreu porque há valores muito mais altos do que 528 em outros mapas de calor, como o valor 1490 que está presente no mapa de calor “*survived x survived*” e é quase 3 vezes maior do que o valor 528.

6.2.2.2 Mapeamento de Cores por Linha

Já ao selecionar a opção *Lines* ocorre algo semelhante ao que ocorre ao selecionar a opção *Global*; no entanto, os mapas de calor são coloridos individualmente de acordo com os valores presentes apenas na linha em que se encontra o mapa de calor, e não de acordo com os valores de toda a matriz de mapas de calor. Por exemplo, uma matriz de mapas de calor constituída por 2 linhas e 2 colunas possui 4 mapas de calor. No exemplo da Figura 43, o mapeamento de cores de cada mapa de calor da linha 1 consideraria todos os valores presentes em todos os mapas de calor presentes na linha 1, enquanto o mapeamento de cores de cada mapa de calor da linha 2 consideraria apenas os valores presentes em todos os mapas de calor da linha 2:

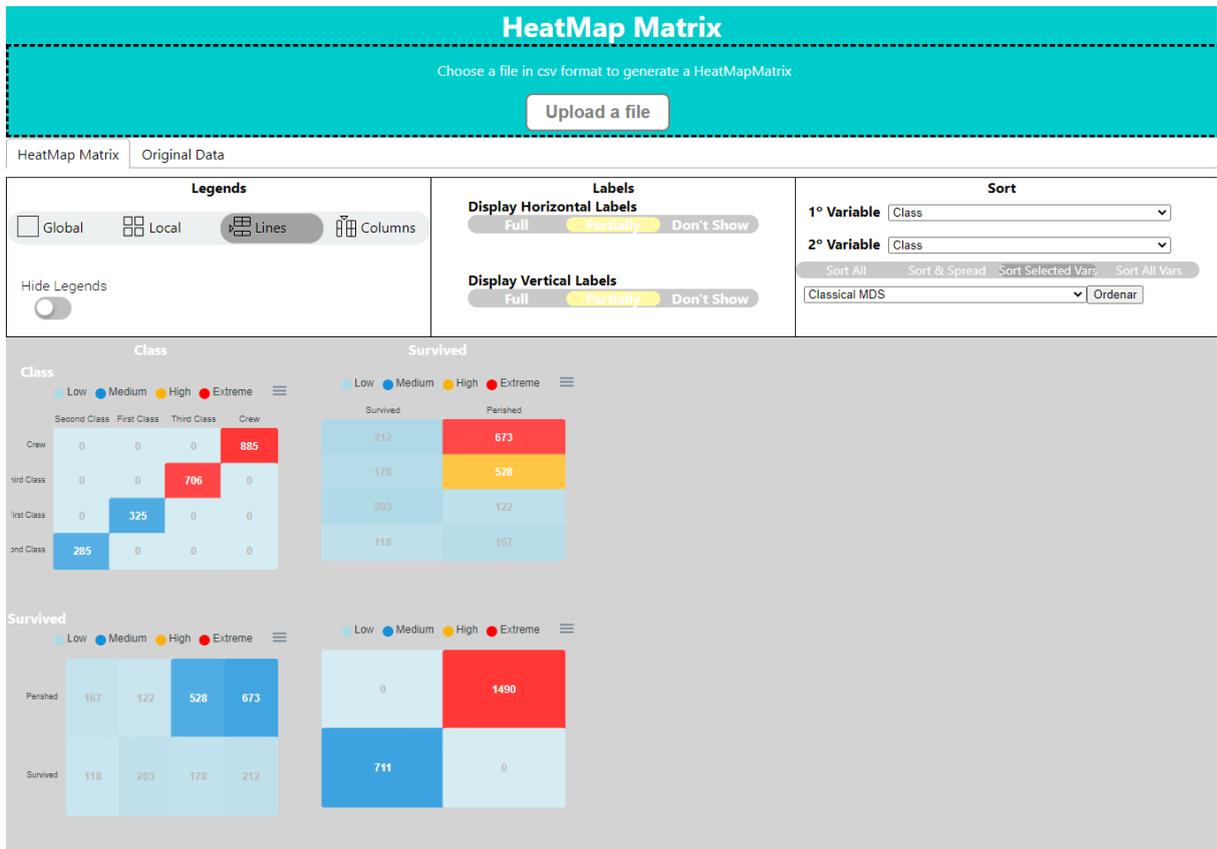
Figura 43 - Como o Mapeamento de Cores por Linha Funciona

| A x A | | | | A x B | |
|-------|-----|-----|-----|-------|------|
| 0 | 0 | 0 | 885 | 0 | 885 |
| 0 | 0 | 706 | 0 | 79 | 627 |
| 0 | 325 | 0 | 0 | 6 | 319 |
| 285 | 0 | 0 | 0 | 24 | 261 |
| B x A | | | | B x B | |
| 261 | 319 | 627 | 885 | 0 | 2092 |
| 24 | 6 | 79 | 0 | 109 | 0 |

Fonte: elaborada pelo autor(2022)

Isso pode ser visto no exemplo a seguir na Figura 44:

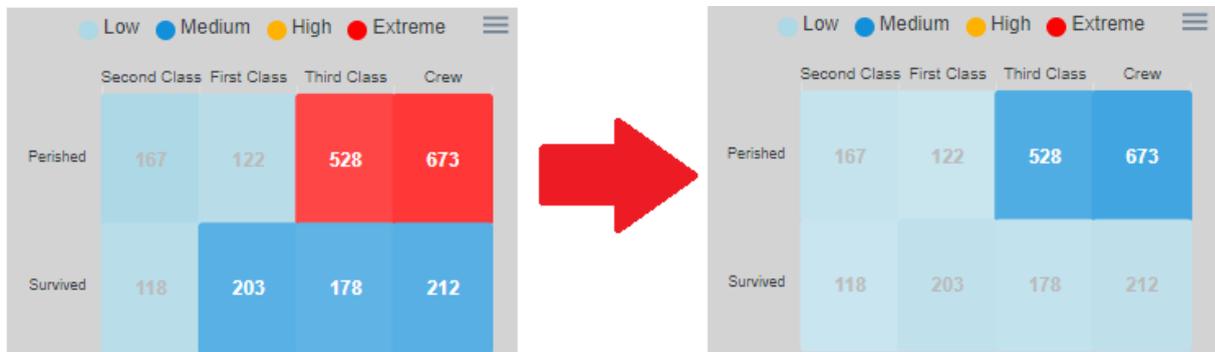
Figura 44 - Exemplo de Mapeamento de Cores por Linha



Fonte: elaborada pelo autor(2022)

Neste caso, não é possível notar grandes alterações no mapa de calor “*Class x Survived*” quando o mapa de calor é comparado com o mapeamento de cores global; isso ocorre porque os maiores valores da matriz de mapas de calor estão presentes na mesma linha que está o mapa de calor, ou seja, na linha 2. No entanto, é possível constatar que houve uma grande mudança na coloração do mapa de calor “*Class x Survived*” quando o método de mapeamento de cores local/individual é comparado com o método de mapeamento de cores por linha(Figura 45):

Figura 45 - Comparação entre Mapeamento de Cores Local e por Linha



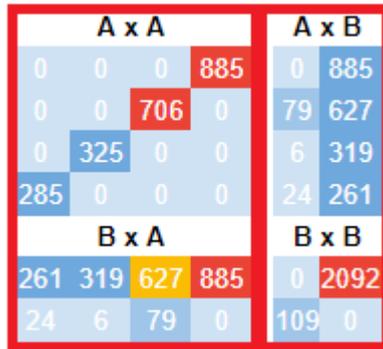
Fonte: elaborada pelo autor(2022)

Nesse exemplo, ocorre exatamente o mesmo que ocorreu ao comparar os métodos de mapeamento de cores local e global; ou seja, os valores do mapa de calor considerado extremos passaram a ser considerados altos enquanto os valores considerados médios passaram a ser considerados baixos porque há valores muito maiores no conjunto de dados analisado.

6.2.2.3 Mapeamento de Cores por Coluna

Por último, há a opção de mapeamento de cores *Columns* que possui o mesmo efeito que a opção *Lines*, porém, os mapas de calor são coloridos individualmente de acordo com os valores presentes apenas na coluna em que se encontra o mapa de calor, e não de acordo com os valores de toda a matriz de mapas de calor ou com os valores da linha. Por exemplo, uma matriz de mapas de calor constituída por 2 linhas e 2 colunas possui 4 mapas de calor. Neste exemplo, o mapeamento de cores de cada mapa de calor da coluna 1 consideraria todos os valores presentes em todos os mapas de calor presente na coluna 1, enquanto o mapeamento de cores de cada mapa de calor da coluna 2 consideraria apenas os valores presentes em todos os mapas de calor da coluna 2(Figura 46):

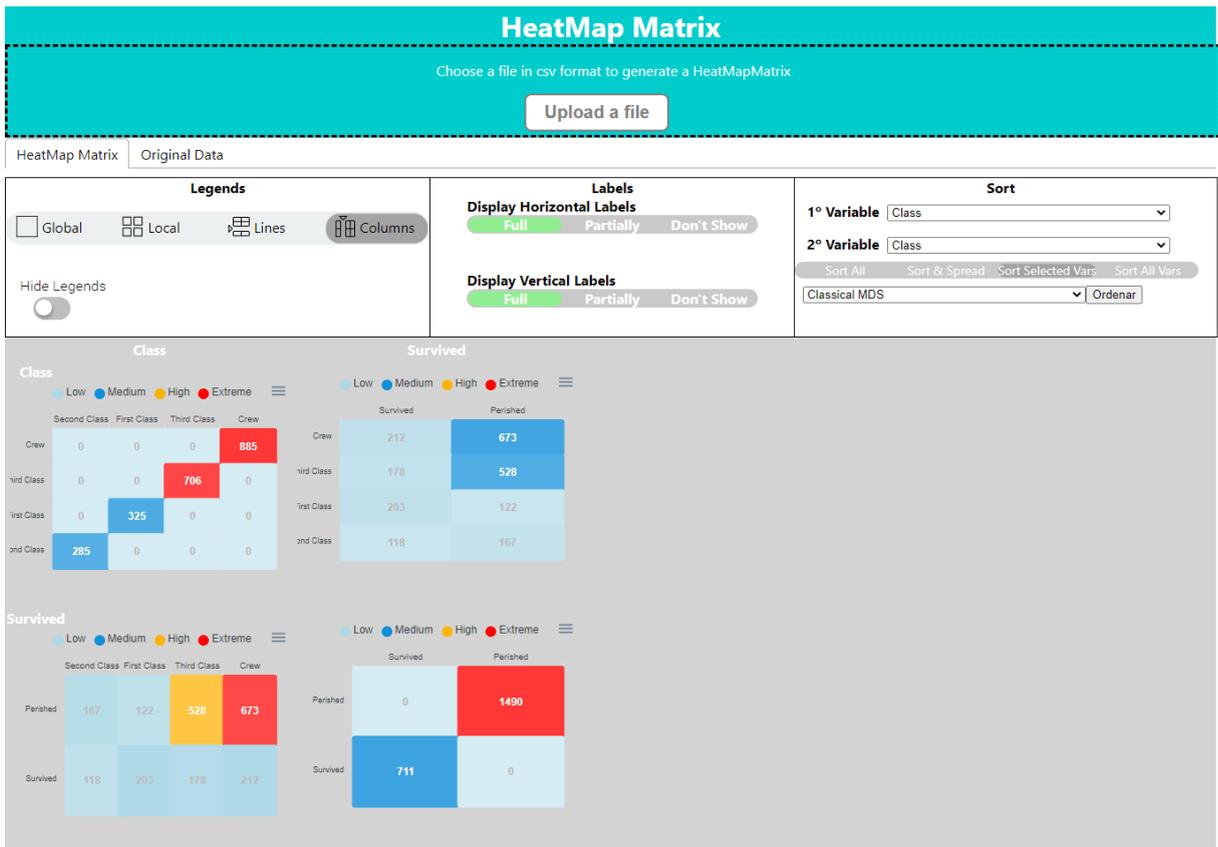
Figura 46 - Como o Mapeamento de Cores Global por Coluna



Fonte: elaborada pelo autor(2022)

Este método de mapeamento de cores pode ser visto no exemplo a seguir:

Figura 47 - Exemplo de Mapeamento de Cores por Coluna



Fonte: elaborada pelo autor(2022)

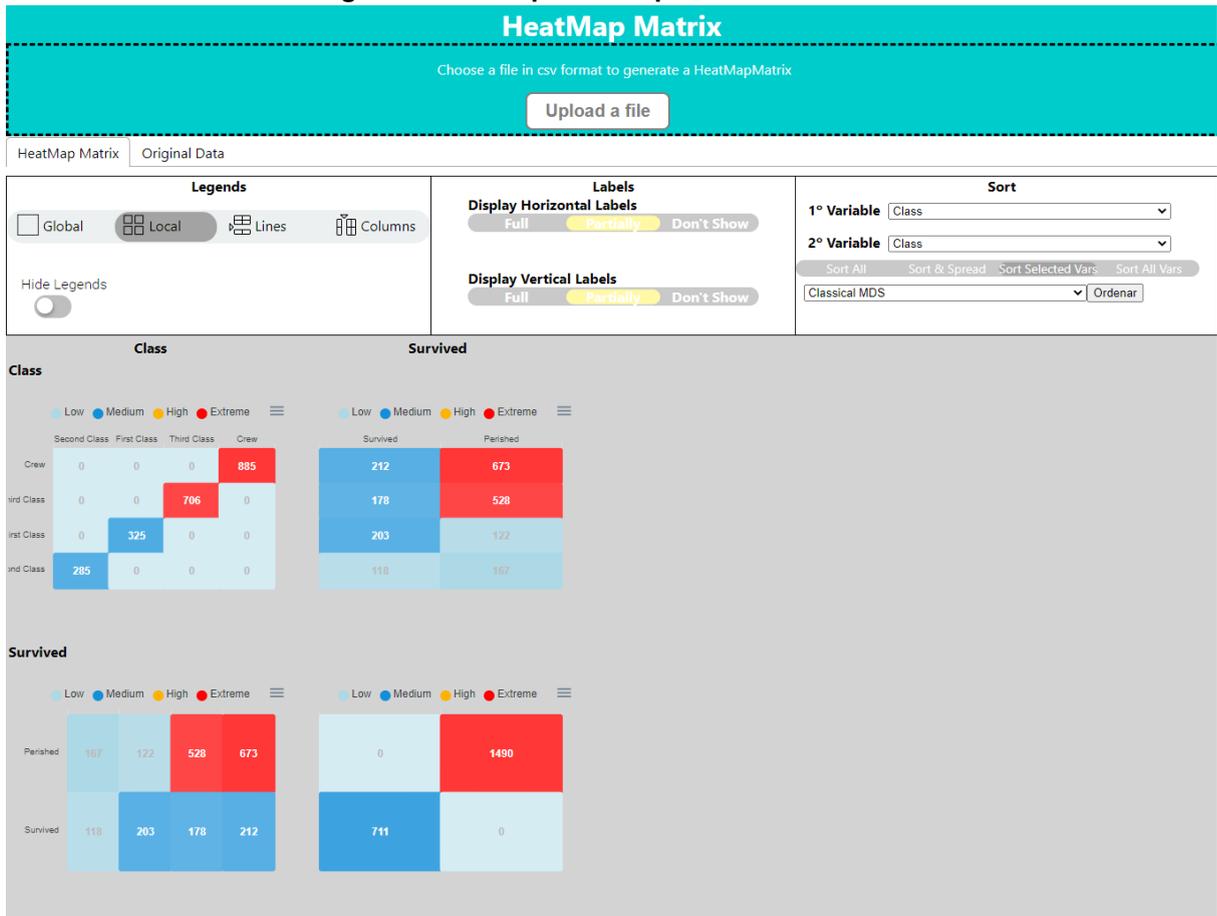
Ao observar o mapa de calor “*Class x Survived*”, é possível notar uma certa semelhança entre o mapeamento de cores por coluna e o mapeamento de cores local/individual, visto que não há uma grande discrepância entre os valores contidos na primeira coluna da matriz de mapas de calor; no entanto, o valor 525, que representa a intersecção entre “third class” e “perished”, é considerado um valor extremo no método de mapeamento de cores local e um valor alto quando é considerado o método de mapeamento por coluna, isso, porque o mapa de calor que relaciona as variáveis “*Class x Class*” possui ocorrências maiores do que 525.

6.2.2.4 Impacto do Método de Mapeamento de Cores na Análise de Dados

Tendo sido explicado e exemplificado como os métodos de mapeamento de cores funcionam, é preciso compreender como isso impacta a análise de dados. Para auxiliar nesse processo, será utilizado o mesmo conjunto de dados (derivado do conjunto de dados *Titanic*) que estava sendo utilizado anteriormente.

Ao usar o mapeamento de cores padrão, ou seja, o mapeamento de cores local/individual, o foco da coloração está no próprio mapa de calor que está sendo colorido, e deste modo é possível analisar cada mapa de calor individualmente dentro da matriz de mapas de calor(Figura 48):

Figura 48 - Exemplo de Mapeamento de Cores



Fonte: elaborada pelo autor(2022)

Ao analisar o mapa de calor “*Class x Survived*” presente na linha 2, coluna 1, por exemplo, destaca-se a relação entre a variável *Class* e a variável *Survived*; em outras palavras, destaca-se a relação entre a classe dos tripulantes e se eles sobreviveram ao naufrágio ou não. Ao destacar esta relação, fica nítido que a esmagadora maioria das pessoas que morreram durante o acidente pertencia à terceira classe ou à tripulação geral, ou seja, as classes mais baixas da embarcação(Figura 49):

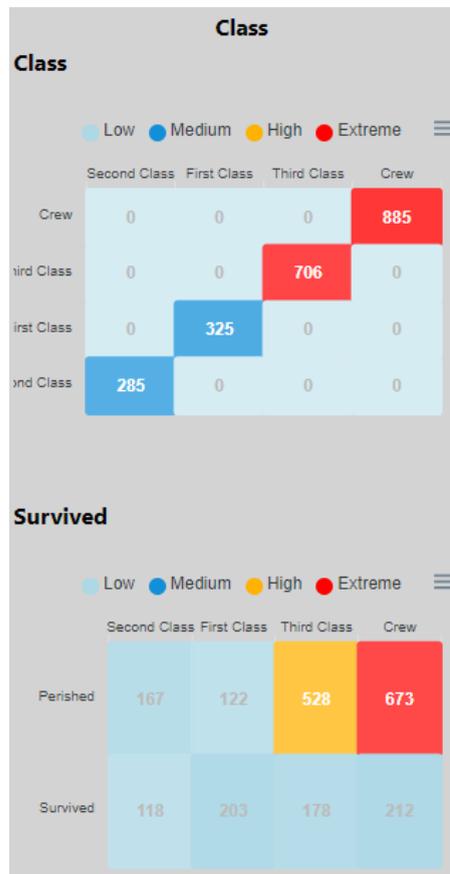
Figura 49 - Mapa de Calor “Class x Survived” focado



Fonte: elaborada pelo autor(2022)

Ao alterar o estilo de mapeamento de cores de local para o mapeamento de cores por coluna, o foco da análise deixa de estar em um único mapa de calor e passa a estar nos dois mapas de calor que estão presentes na coluna 1 da matriz de mapas de calor(Figura 50):

Figura 50 - Mapa de Calor “Class x Survived” coluna 1



Fonte: elaborada pelo autor(2022)

Nessa situação específica, a variável *Class* passa a ter um peso maior em relação à variável *Survived* por ela estar presente no mapa de calor “*Class x Survived*” ela está presente também duas vezes na variável “*Class x Class*”, uma vez que, este mapa de calor mostra a relação entre essas duas variáveis, ou seja, mostra quantos tripulantes de cada classe o Titanic possuía. Logo nesta análise o foco na classe dos tripulantes se torna mais relevante do que a taxa de sobrevivência, o que faz com que o mapeamento de cores do mapa de calor “*Class x Survived*” seja alterado(Figura 51):

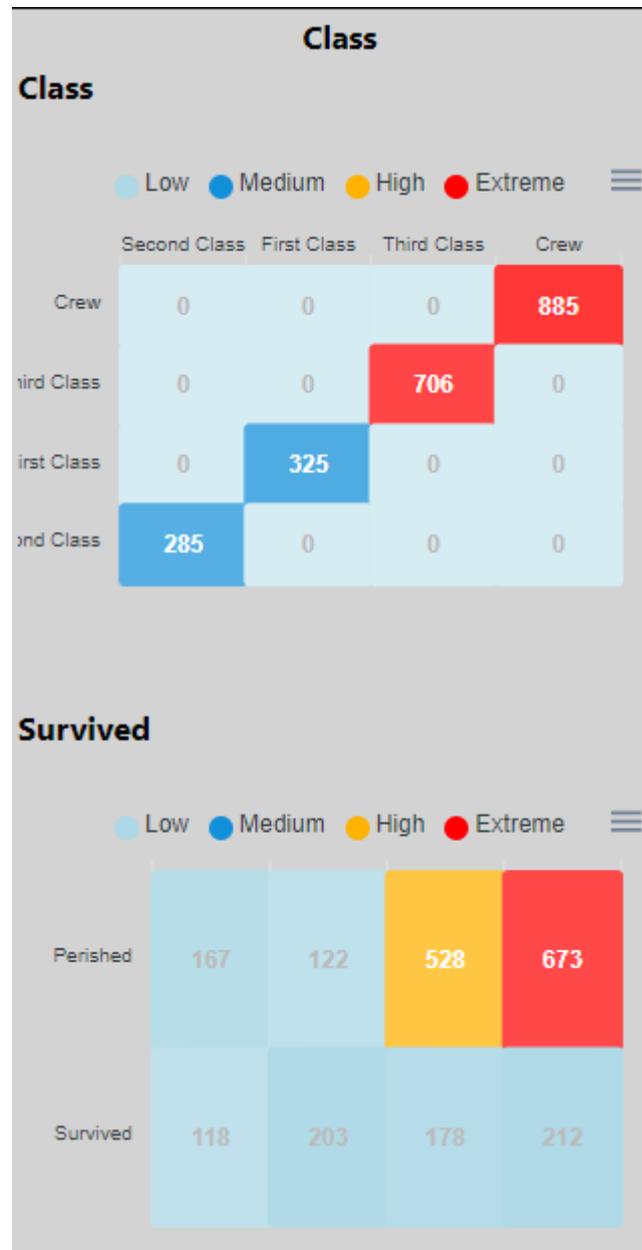
Figura 51 - Mapa de Calor “Class x Survived” focado em Survived



Fonte: elaborada pelo autor(2022)

Deste modo fica nítido que, apesar de a terceira classe ter tido um grande número de mortes, a tripulação (ou “*crew*”) foi mais impactada pelo naufrágio; adicionalmente a mudança na coloração revela também que o número de tripulantes que morreram das demais classes foi pequeno quando comparado ao todo. Ao analisar os dois mapas de calor presentes na coluna simultaneamente usando porcentagem e não valores totais, é possível observar justamente isso(Figura 52):

Figura 52 - Mapa de Calor “Class x Survived” focado em colunas



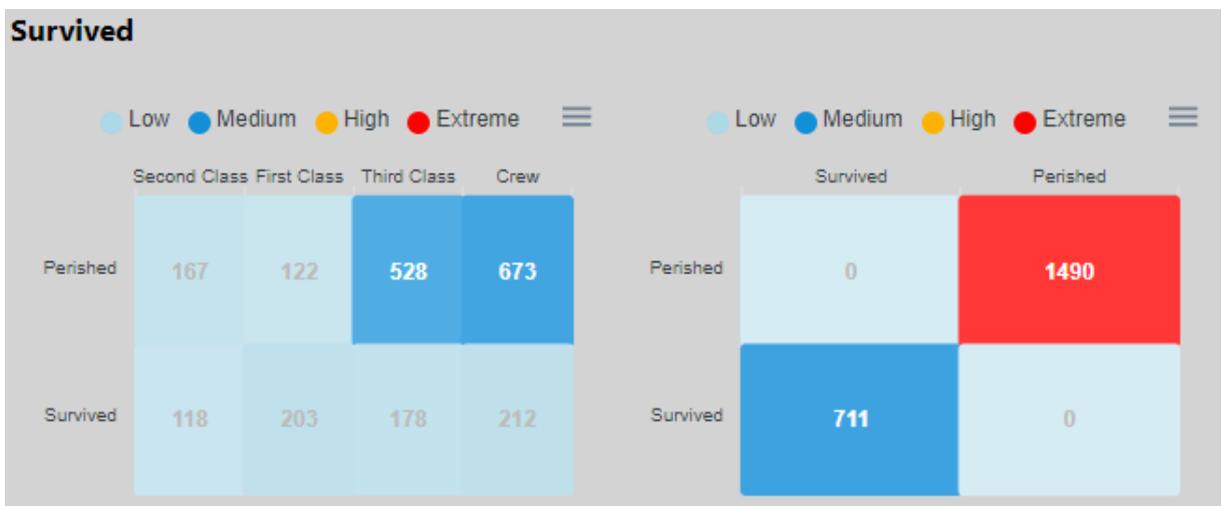
Fonte: elaborada pelo autor(2022)

A segunda coluna mostra que a 1ª classe contava com 325 tripulantes e, destes tripulantes, 122 morreram, o que significa que aproximadamente 37,54% dos tripulantes morreram durante o naufrágio; já na segunda classe esse percentual foi de aproximadamente 58,60%. Na 3ª classe o percentual de mortos foi de

aproximadamente 74,79% e a tripulação geral teve o maior percentual de mortos de aproximadamente 76,05%.

Quando o método de mapeamento de cores é alterado para o método de mapeamento por colunas, acontece algo parecido com o que ocorreu anteriormente; no entanto, o foco passa a ser as colunas e por isso, no mapa de calor observado anteriormente (*Class x Survived*), o foco passa a estar na 2ª coluna e por isso a variável que passa a ter mais peso é a variável *survived*:

Figura 53 - Mapa de Calor “Class x Survived” focado em Linhas

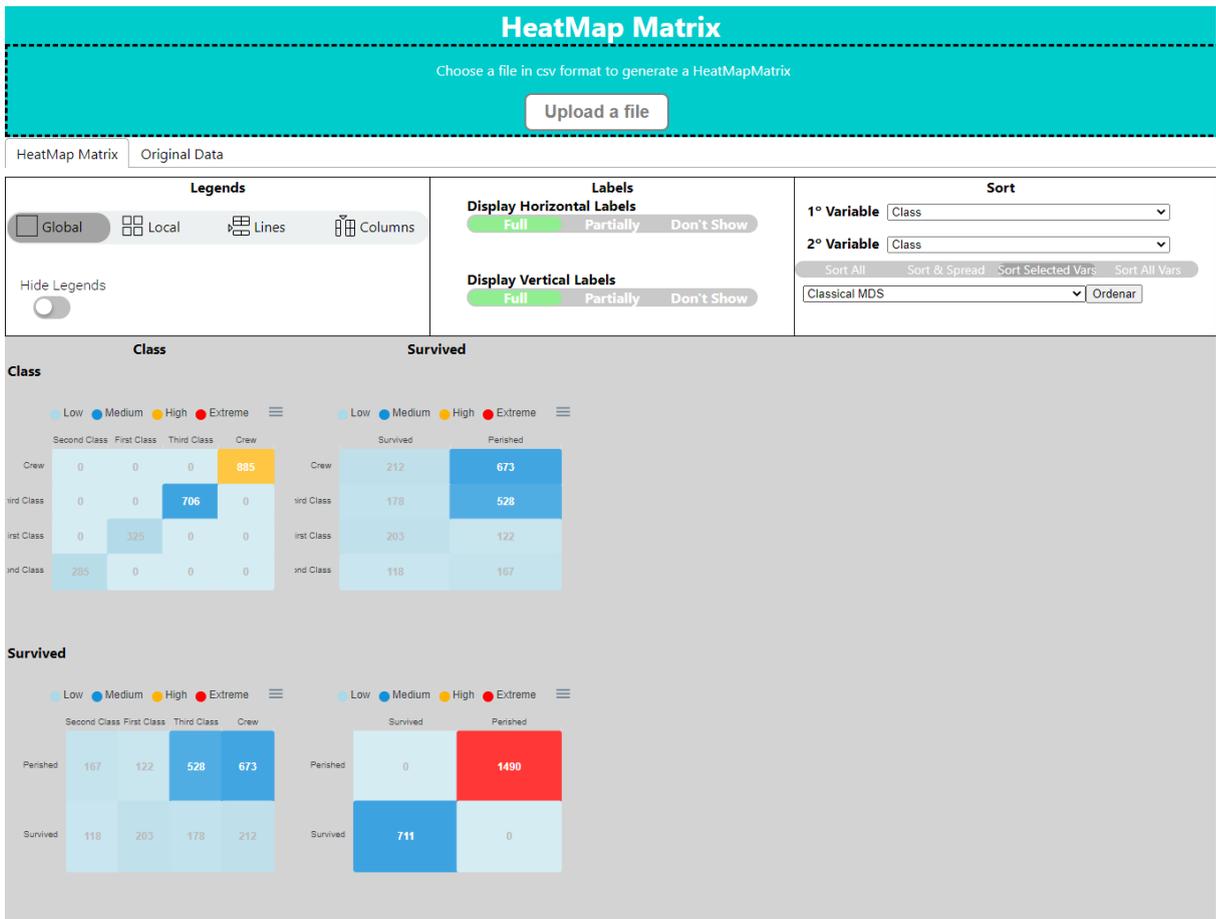


Fonte: elaborada pelo autor(2022)

A variável *survived* é uma variável binária, isto é, ela pode assumir apenas dois valores, que neste, caso indicam se o tripulante sobreviveu ou não ao naufrágio da embarcação. Devido a isso, os mapas de calor *Class x Survived* e *Survived x Class* assumem cores binárias, onde as cores mais fortes estão presentes na 1ª linha, pois é a linha que indica o número de mortos que infelizmente foi maior do que o número de pessoas que sobreviveram.

Por último, ao aplicar o estilo de mapeamento de cores global, todas as variáveis passam a ter pesos igualitários e com isso nota-se claramente a relação entre a classe dos tripulantes e o número de tripulantes que sobreviveram ao naufrágio:

Figura 54 - Análise do Mapeamento de Cores Global

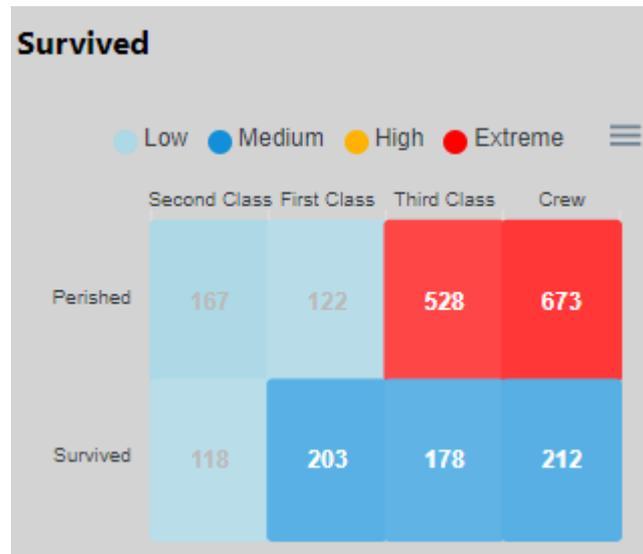


Fonte: elaborada pelo autor(2022)

6.3. Labels

A área de rótulos (labels) do painel de controle (ou settings painel) conforme a Figura 55 apresenta as opções que permitem gerenciar os rótulos horizontais e os rótulos verticais presentes na matriz de mapas de calor sendo que estes rótulos representam todos os valores que cada variável do mapa de calor pode assumir:

Figura 55 - Exemplo de Rótulos



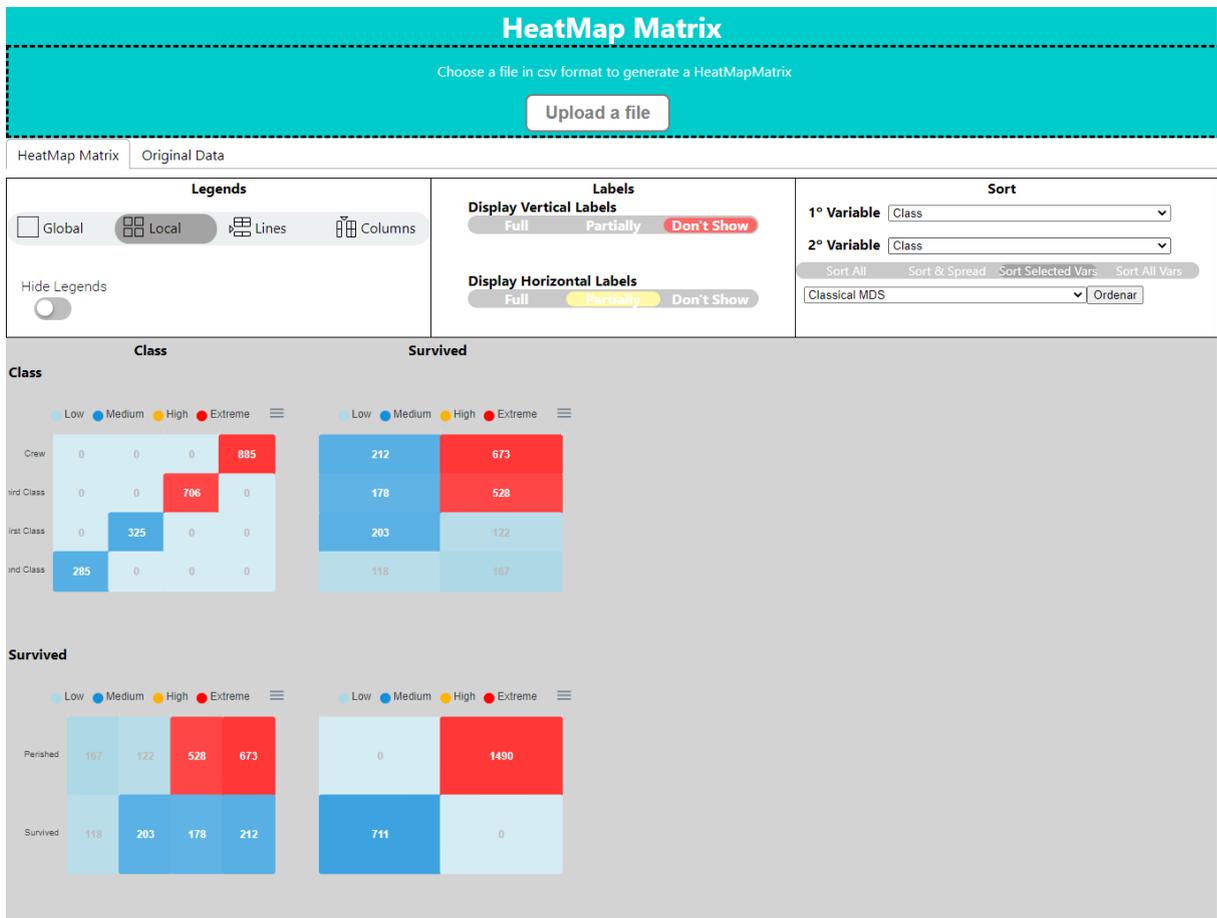
Fonte: elaborada pelo autor(2022)

O mapa de calor exibido na Figura 55, por exemplo, relaciona os valores das variáveis *survived* com os valores da variável *class*. A variável *survived* tem seus valores representados pelos rótulos presentes nas linhas do mapa de calor, e esta é uma variável binária e que portanto só pode possuir dois estados possíveis sendo estes estados: *Perished* (que indica que o tripulante morreu durante o naufrágio do Titanic) e *Survived* (que indica que o tripulante sobreviveu durante o naufrágio do Titanic). Já a variável *class* tem os seus valores representados pelos rótulos presentes nas colunas e indica a classe dos tripulantes dentro do Titanic. Com base nisso, são explicados a seguir as possíveis configurações referentes à exibição de rótulos.

6.3.1 Horizontal Labels

Essa funcionalidade é responsável por administrar como os rótulos horizontais da matriz de mapas de calor (ou heatmap matrix) são exibidos, ou seja, essa funcionalidade gerencia a exibição dos rótulos das linhas da matriz de mapas de calor e portanto os rótulos das linhas de cada mapa de calor (ou heatmap) de forma individual. Por padrão, essa funcionalidade é configurada com a opção *Partially* e por isso exibe os rótulos horizontais parcialmente (conforme Figura 56):

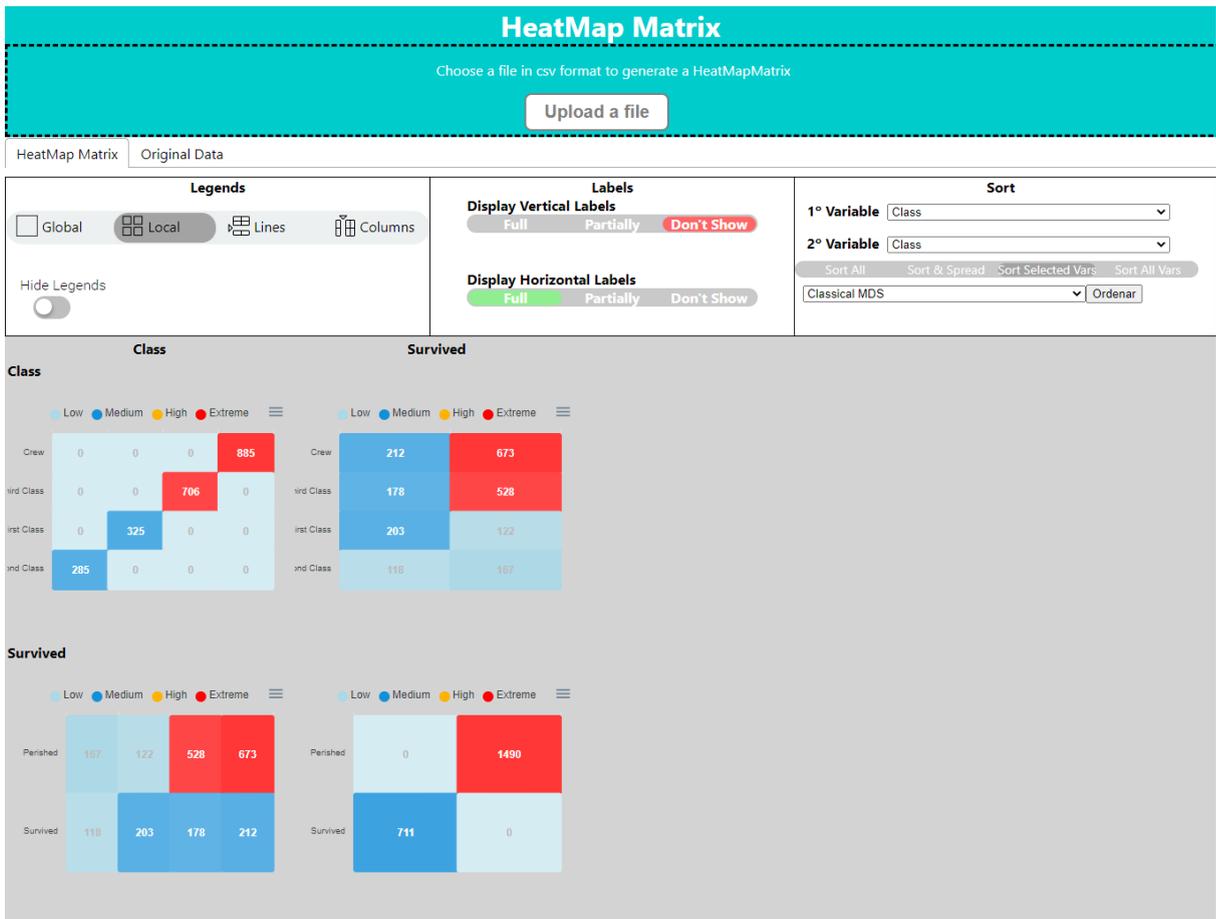
Figura 56 - Exemplo de Exibição Parcial de Rótulos Horizontais



Fonte: elaborada pelo autor(2022)

Essa opção foi considerada a mais adequada para o estado inicial da matriz da mapas de calor porque toda linha representa o mesmo valor; por exemplo, a primeira linha apresentada na heatmap matrix da Figura 56 contém o valor “Crew” e este rótulo é o mesmo tanto no mapa de calor “Class x Class” quanto no mapa de calor “Survived x Class”. Essa informação fica nítida quando o usuário altera o método de exibição para “Full”, que exibe todos os rótulos horizontais de todos os mapas de calor individuais, ou seja, exibe os rótulos de todas as linhas de todos os mapas de calor (Figura 57):

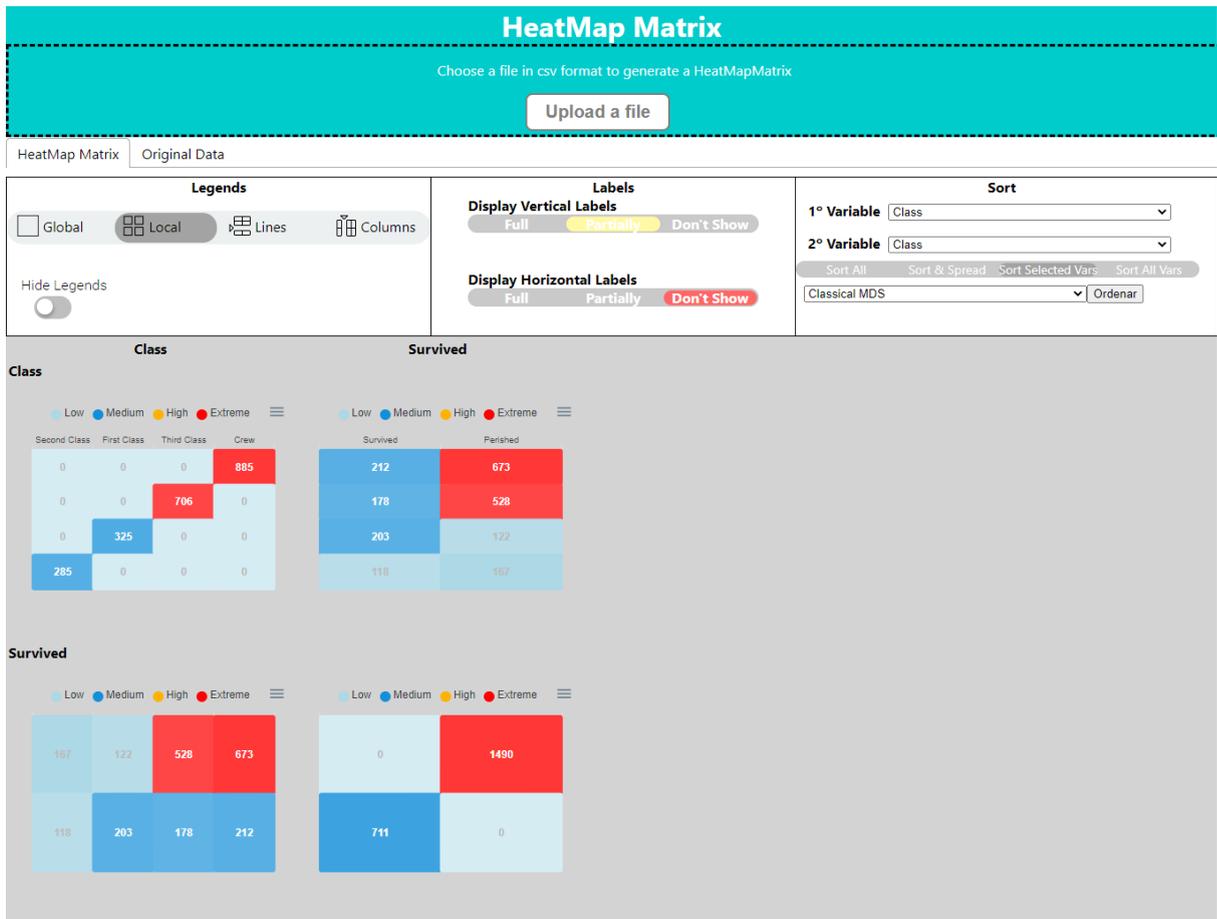
Figura 57 - Exemplo de Exibição Total de Rótulos Horizontais



Fonte: elaborada pelo autor(2022)

Essa opção é mais adequada justamente para quando o usuário deseja analisar os mapas de calor individualmente. Por último há a possibilidade de ocultar todos os rótulos horizontais ao selecionar a opção "Don't show" conforme mostra a Figura 58:

Figura 58 - Exemplo de Não Exibição de Rótulos Horizontais



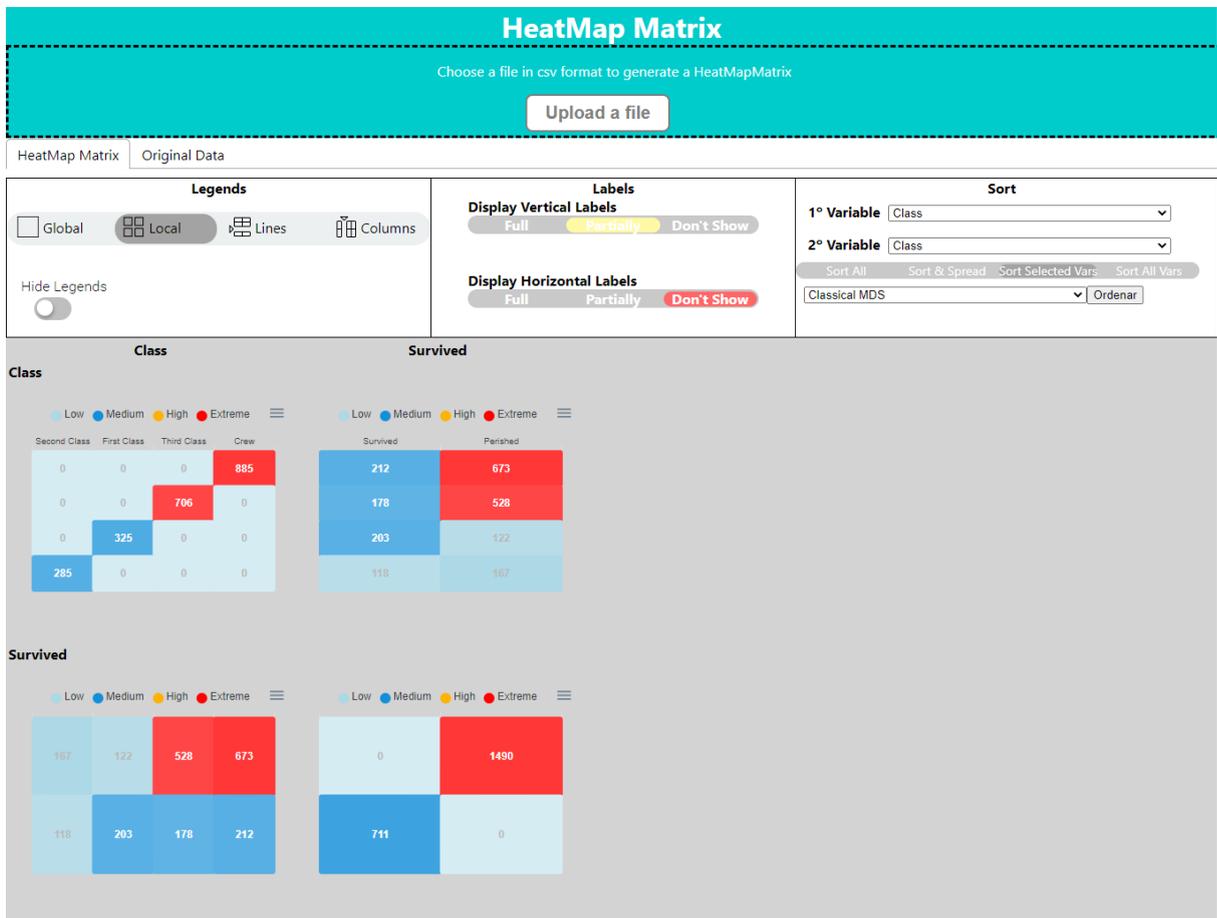
Fonte: elaborada pelo autor(2022)

Essa opção pode ser útil quando o usuário desejar exportar a Heatmap Matrix como imagem e usar mapas de calor específicos ou intervalos de linhas e colunas específicos.

6.3.2 Vertical Labels

Essa funcionalidade é responsável por administrar como os rótulos verticais da matriz de mapas de calor (ou heatmap matrix) são exibidos, ou seja, essa funcionalidade gerencia a exibição dos rótulos das colunas da matriz de mapas de calor e portanto os rótulos das colunas de cada mapa de calor (ou heatmap) de forma individual. Por padrão, essa funcionalidade é configurada com a opção "Partially" e por isso exhibe os rótulos verticais parcialmente:

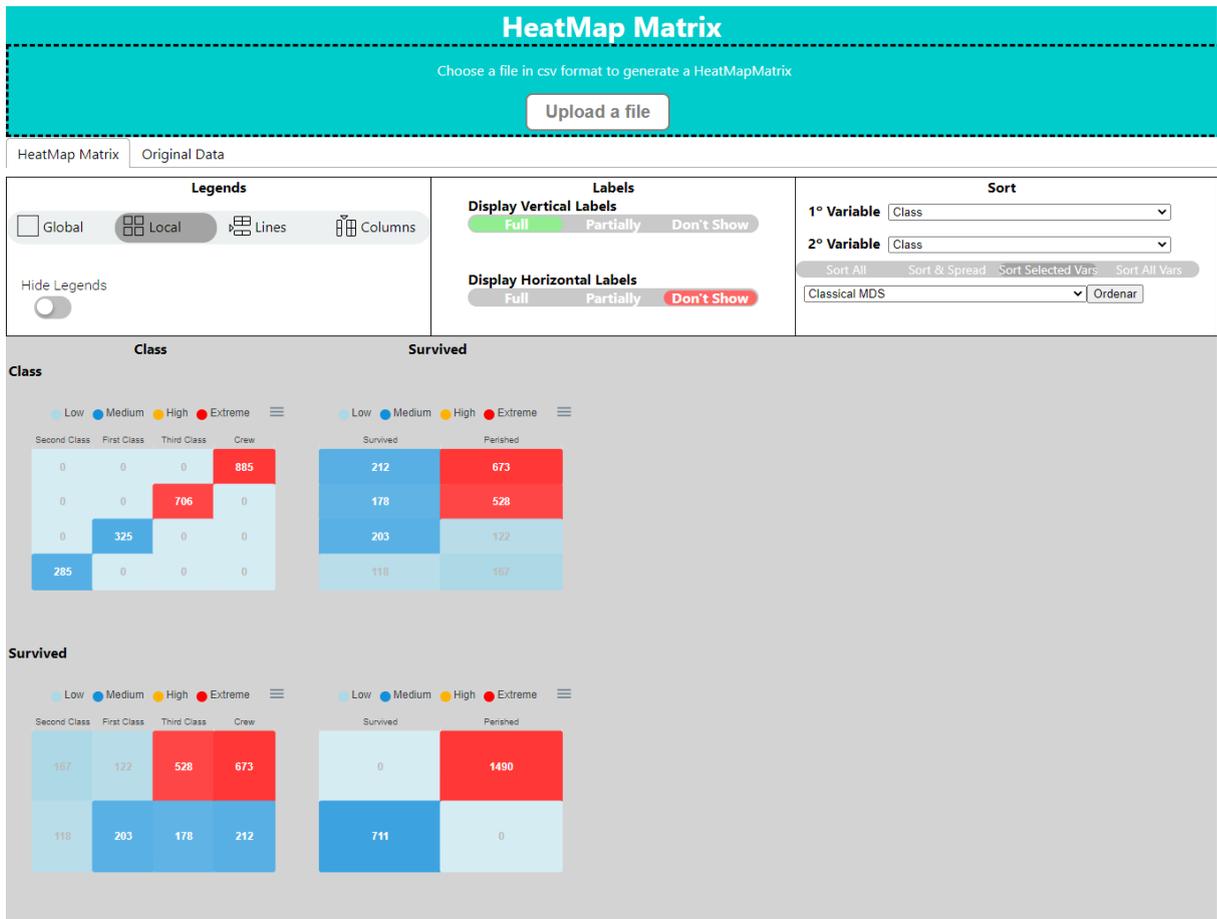
Figura 59 - Exemplo de Exibição Parcial de Rótulos Verticais



Fonte: elaborada pelo autor(2022)

Essa opção foi considerada a mais adequada para o estado inicial da matriz da mapas de calor porque toda coluna representa o mesmo valor, por exemplo, a primeira linha apresentada na heatmap matrix acima contém o valor "Second Class" e este rótulo é o mesmo tanto no mapa de calor "Class x Survived" quanto no mapa de calor "Survived x Class". Essa informação fica nítida quando o usuário altera o método de exibição para "Full" que exhibe todos os rótulos verticais de todos os mapas de calor individuais, ou seja, exhibe os rótulos de todas as colunas de todos os mapas de calor:

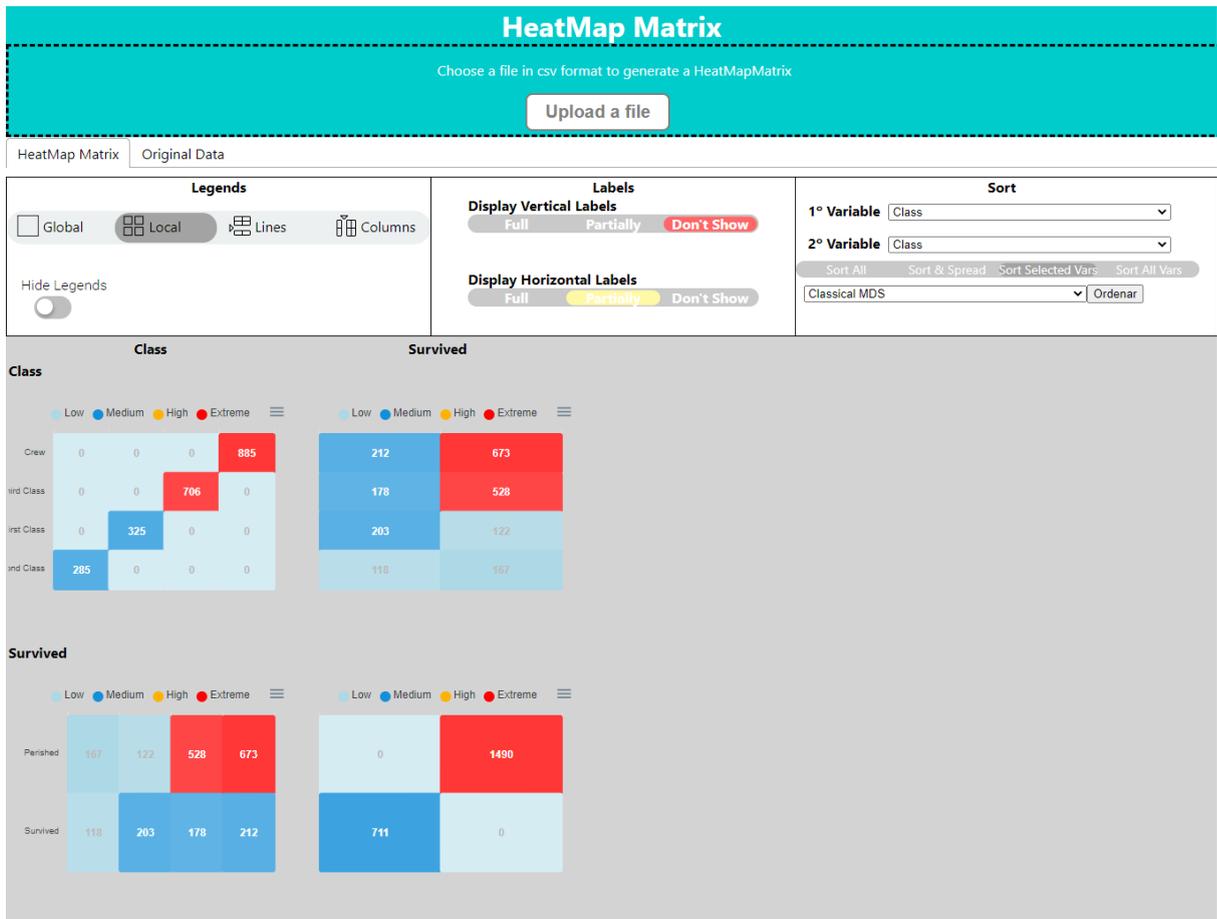
Figura 60 - Exemplo de Exibição Total de Rótulos Verticais



Fonte: elaborada pelo autor(2022)

Essa opção é mais adequada justamente para quando o usuário deseja analisar os mapas de calor individualmente e por último há a possibilidade de ocultar todos os rótulos verticais ao selecionar a opção “Don’t show”:

Figura 61 - Exemplo de Não Exibição de Rótulos Verticais



Fonte: elaborada pelo autor(2022)

Essa opção pode ser útil quando o usuário deseja recortar o mapa de calor.

6.4 Sort

Essa área do painel de controle é responsável por gerenciar as opções relacionadas à reordenação de matrizes, o que significa que nesta área o usuário pode escolher como a heatmap matrix pode ser ordenada. Devido a isso esta área possui três divisões, mostradas nas Figuras 62, 63, 64 e 65 :

Figura 62 - Exemplo de Seleção de Variáveis

1° Variable

2° Variable

Fonte: elaborada pelo autor(2022)

Os controles exibidos na Figura 62 permitem ao usuário selecionar quais variáveis deseja que sejam consideradas para definir como reordenação de matrizes ocorrerá. Além disso é possível escolher o método que os mapas de calor devem ser reordenados:

Figura 63 - Exemplo de Tipo de Reordenação

Sort All Sort & Spread Sort Selected Vars Sort All Vars

Fonte: elaborada pelo autor(2022)

A ferramenta deveria oferecer quatro formas de ordenação de matrizes diferentes(chamadas de "focos de ordenação" (Rocha, 2021)) sendo eles:

- “Sort All Heatmaps”: Reordenação individual de cada um dos heatmaps da estrutura visual;
- “Sort Heatmap & Spread”: Reordenação de um dado heatmap $V_i X V_j$, com consequente reordenação de todos os heatmaps a ele alinhados. V_i e V_j são variáveis de entrada e devem ser indicadas pelo usuário;
- “Sort Selected Variables”: Reordenação de cada variável selecionada V_i considerando todos os heatmaps que contenham V_i . Cada variável selecionada deve ser fornecida pelo usuário;
- “Sort All Variables”: Versão de “Sort Selected Variables” para todas as variáveis da Heatmap Matrix.

Durante o tempo de duração deste trabalho, foi possível implementar apenas o foco *Sort All Heatmaps*, ficando a implementação dos demais focos como sugestão para continuidade deste trabalho.

Tendo definido o foco de ordenação e as variáveis referentes a esse foco, o usuário pode escolher o algoritmo que será utilizado durante a reordenação de matrizes, conforme controle apresentado na Figura 64:

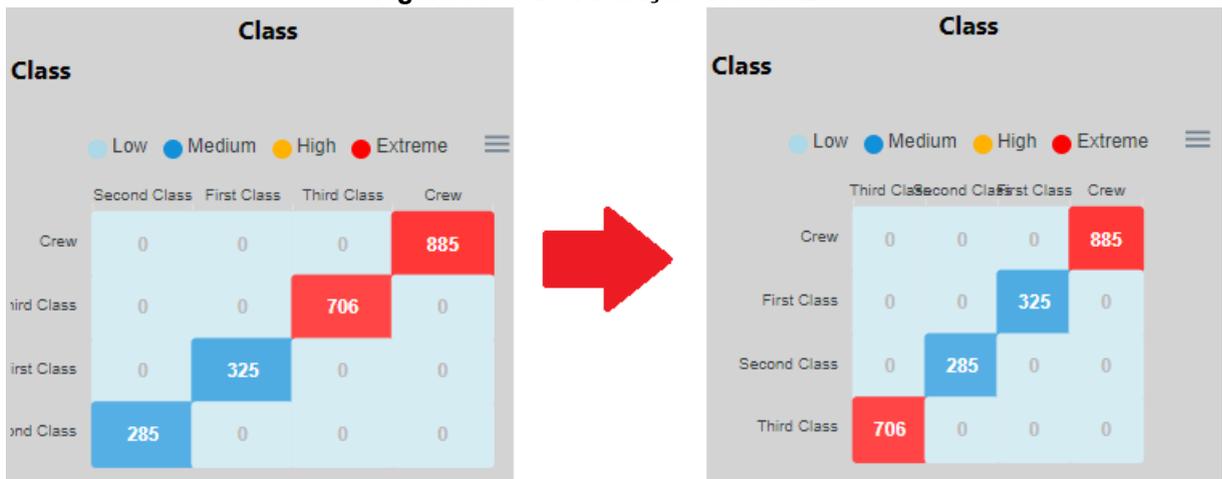
Figura 64 - Exemplo de Algoritmo de Reordenação de Matrizes



Fonte: elaborada pelo autor(2022)

Em teoria, o usuário deveria ser capaz de utilizar três algoritmos diferentes de reordenação de matrizes: Classical MDS, Feature Vector Based Sort e por último Hybrid Sort. No entanto, por limitação de tempo foi implementado apenas o método Classical MDS e por isso o usuário é incapaz de selecionar outro algoritmo de reordenação de matrizes. A seguir é possível ver como a reordenação de matrizes atua em uma matriz de mapas de calor:

Figura 65 - Reordenação de Matrizes



Fonte: elaborada pelo autor(2022)

7. CONCLUSÕES

Este trabalho cumpriu os seus objetivos ao avaliar a ferramenta Heatmap Matrix de Rocha(2017) e implementar mudanças em uma nova versão da ferramenta. A etapa de avaliação foi conduzida seguindo o método clássico conhecido como avaliação heurística o que permitiu que a avaliação fosse conduzida de forma simples e sem custos. No entanto, a avaliação heurística enfrentou problemas devido à incompatibilidade de agendas dos participantes das avaliações heurísticas, problema que foi agravado pela pandemia de Covid-19. Contudo, ainda assim foi possível conduzir a avaliação heurística de forma satisfatória, de tal modo que foram detectados problemas consistentes e graves. Inclusive, vale a pena ressaltar que diversos problemas foram detectados por múltiplos participantes e que alguns problemas foram identificados nas duas avaliações heurísticas realizadas, apesar de ambas as avaliações (a de usabilidade e a de visualização da informação) terem sido realizadas por participantes diferentes e usando conjunto de heurísticas diferentes. Isso indica que pode existir um certo grau de similaridade entre as heurísticas de usabilidade e as de visualização da informação.

Utilizando como apoio as informações levantadas durante a etapa de avaliação, foi implementada uma versão web da ferramenta Heatmap Matrix. Os problemas detectados durante as avaliações heurísticas tiveram grande impacto durante a elaboração do leiaute da ferramenta, porém isso não descarta a possibilidade de se realizar uma nova avaliação da ferramenta dessa vez utilizando o software que foi desenvolvido neste trabalho (escrito em Javascript usando o framework React), pois desta forma será possível comprovar se os problemas detectados durante as avaliações heurísticas foram eliminados ou apenas mitigados, e também será possível identificar novos problemas e assim realizar melhorias na ferramenta Heatmap Matrix Web.

Além de corrigir os problemas detectados em uma eventual avaliação heurística, é importante ressaltar que há outras funcionalidades que podem ser implementadas quando a ferramenta Heatmap Matrix Web for aperfeiçoada. Entre

eles os principais estão relacionados a desempenho, pois assim como a versão em Java, todo o processamento de dados é responsabilidade do computador do usuário e por isso seria interessante tornar o algoritmo da ferramenta mais eficiente, o que tornaria a leitura de dados rápida mesmo ao trabalhar com grandes conjuntos de dados. Uma outra melhoria fundamental seria implementar mais algoritmos de reordenação de matrizes assim como implementar as funções de filtragem de dados baseadas no algoritmo Apriori que nem mesmo entraram no escopo deste trabalho. É importante ressaltar que há também muitas melhorias e novas funcionalidades que estão intrinsecamente relacionadas ao fato de ser um software para web e que podem ser implementadas; uma forma de pensar em implementações futuras seria enxergar a ferramenta não mais como uma ferramenta individual, mas como um website de análise de dados com múltiplos usuários capazes de salvar as matrizes de mapas de calor geradas a partir de análises individuais realizadas permitindo, que outros usuários acessem as análises geradas e façam comentários. Neste contexto, também seria conveniente salvar um histórico de modificações realizadas em cada matriz de mapas de calor, o que ajudaria os usuários a compreender a transformação da informação.

Portanto, fica evidente que o trabalho desenvolvido atingiu os objetivos propostos, mas que há uma série de melhorias que podem ser realizadas a partir do software Heatmap Matrix Web desenvolvido.

REFERÊNCIAS

MAZZA, R. Introduction to Information Visualization. 2009

NIELSEN, J., & MOLICH, R. (1990). Heuristic evaluation of user interfaces, Proc. ACM CHI'90 Conf.

PRAÇA, O. P. (2019). Novo conjunto de heurísticas para Visualização da Informação com base na experiência de profissionais da área. Relatório Final de Iniciação Científica. Faculdade de Tecnologia, Universidade Estadual de Campinas

MORRONI, Juliana Almeida. (2021) “Conjunto de Heurísticas para Visualização da Informação com Base em Avaliações feitas por Profissionais e Alunos”. Monografia de Trabalho de Conclusão de Curso. Faculdade de Tecnologia, Universidade Estadual de Campinas, Limeira.

ROCHA, M. M. N.(2021) “Heatmap Matrix Interativa: Uso de Recursos de Interação para Melhorar uma Técnica de Visualização de Dados Multidimensionais”. Dissertação(Mestrado em Tecnologia).Faculdade de Tecnologia, Universidade Estadual de Campinas, Limeira.

ROCHA, M. M. N. (2017). “Visualização de Dados Multidimensionais utilizando Matriz de Mapas de Calor”. Monografia de Trabalho de Conclusão de Curso. Faculdade de Tecnologia, Universidade Estadual de Campinas.

ROCHA, H. V; BARANAUSKAS, M. C. C (2003). “Design e avaliação de interfaces humano-computador”. Campinas, SP: NIED/UNICAMP.

APÊNDICE A – ANÁLISE INDIVIDUAIS - AVALIAÇÃO HEURÍSTICA USANDO O CONJUNTO DE HEURÍSTICAS DE NIELSEN E MOLICH

A seguir estão dispostos os resultados das avaliações individuais referentes a avaliação heurística da ferramenta HeatMap Matrix. A avaliação foi conduzida utilizando o conjunto de heurísticas de usabilidade proposto por Nielsen e Molich:

Participante A

Questionário Simplificado de Perfil:

1. Qual é a sua experiência com Avaliação Heurística?

R: a. Já fiz alguns testes de usabilidade de softwares para algumas empresas, mas os testes tinham duração de aproximadamente 10-15 minutos. Em relação a Avaliação Heurística, tive apenas contato na disciplina de IHC na faculdade.

2. Você cursou alguma disciplina referente a Interfaces Humano-Computador?

R: a. Sim. Cursei SI404 no primeiro semestre de 2021.

3. Você cursou alguma disciplina referente a Visualização de Informação?

R: a. Não.

Avaliação Individual da Ferramenta HeatMap Matrix:

| CONJUNTO DE DADOS |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Students Performance in Exams |
| HEURÍSTICA VIOLADA |
| 1. Visibilidade do status do sistema |
| DESCRIÇÃO |
| <p>Ao clicar em “Generate Heatmap Matrix” depois de ter inserido um caminho válido, não há nenhuma mensagem sobre o que está acontecendo, ou se a ação já foi completada. No caso, escolhi um conjunto de dados relativamente pequeno, então carrega rápido. No</p> |

entanto, imagino como seria para um arquivo grande. Além disso, independentemente do tamanho do arquivo, não há nenhuma mensagem de que a ação foi completada com sucesso. Apesar de ser possível inferir isso com a imagem gerada, eu ainda não sei se o sistema está rodando alguma outra coisa ou não.

IMAGEM

-

CONJUNTO DE DADOS

- Students Performance in Exams

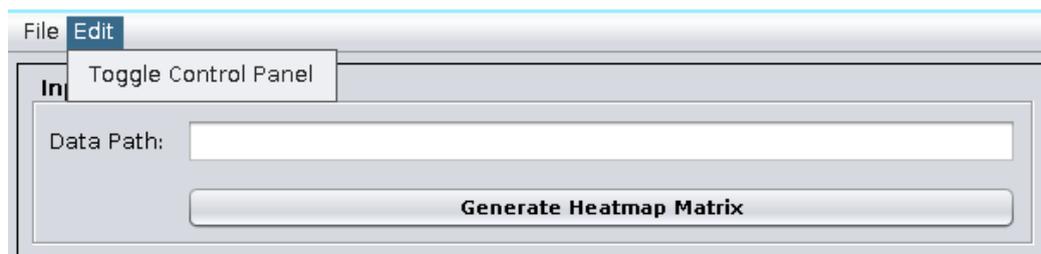
HEURÍSTICA VIOLADA

2. Compatibilidade do sistema com o mundo real

DESCRIÇÃO

Ao clicar em “Edit” na “Topbar”, aparece a opção de mostrar ou não o “Control Panel”. No entanto, isso chega a ser meio confuso, pois eu esperaria que uma função assim estivesse em um botão chamado “View”, já que está relacionado a visualização de algo do sistema.

IMAGEM



CONJUNTO DE DADOS

- Titanic
- Sleep Study
- ~~Students Performance in Exams~~
- Outro. Qual?

| |
|--|
| HEURÍSTICA VIOLADA |
| 5. Prevenção de erros |
| DESCRIÇÃO |
| No “Control Panel” eu consigo apertar os botões sem de fato ter selecionado um arquivo, o que vai acabar gerando um erro para o usuário. Esses botões só deveriam ser clicáveis caso um arquivo válido tenha sido selecionado e sua “Heatmap Matrix” gerada. |
| IMAGEM |

Input

Data Path:

Generate Heatmap Matrix

Sort

Var 1

Var 2

Sort All Heatmaps Sort Heatmap & Spread Sort Selected Vars Sort All Vars

Classical MDS

Sort

Apriori

Filter Variables Filter Labels Only 1st. Itemset

minsup: minconf:

Execute Apriori

Other Settings

Global Color

All Heatmaps labeled

Hide Heatmaps' cell values

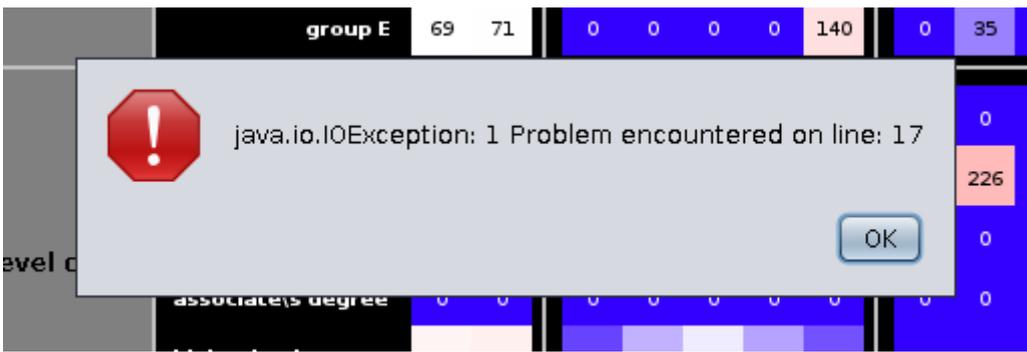
Discretize Numeric Variables

Modular Spearman Correlation Coefficient - | p |

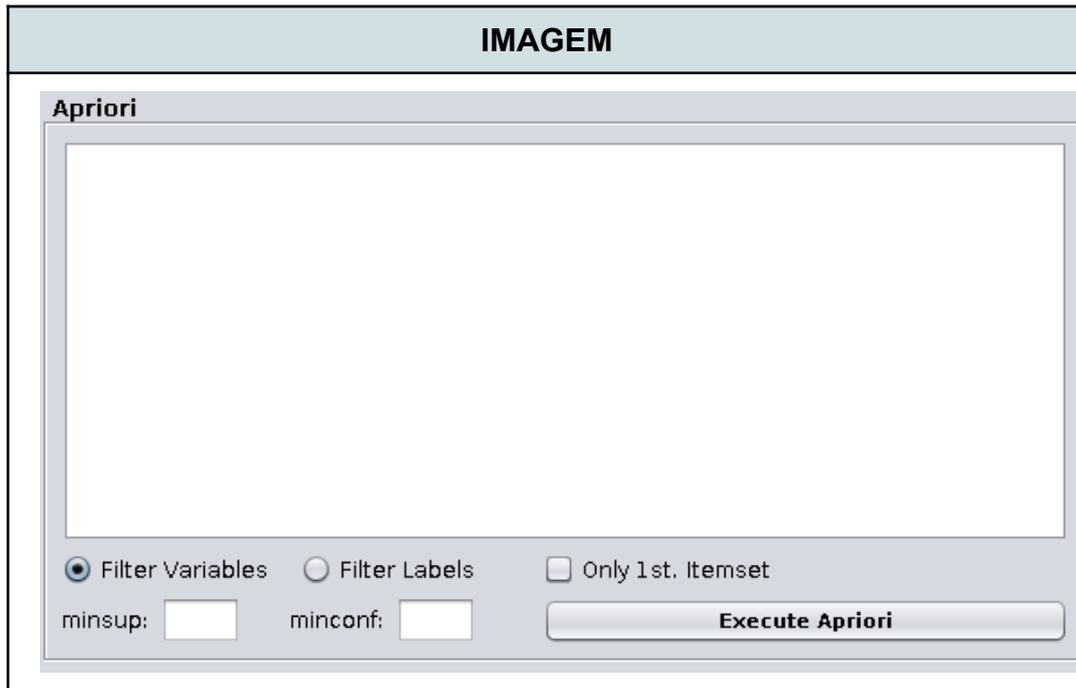
Apply Settings

Zoom

+ - **Reset to Original Size**

| CONJUNTO DE DADOS |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> Students Performance in Exams |
| HEURÍSTICA VIOLADA |
| 9. Ajudar os usuários a reconhecer, diagnosticar e corrigir erros |
| DESCRIÇÃO |
| <p>Ao selecionar um arquivo inválido, o qual a extensão não é .csv, aparece uma mensagem de erro que não ajuda o usuário final a saber o porquê aquilo ocorreu. A mensagem seria mais para o desenvolvedor do sistema, do que para o usuário final, já que indica um problema encontrado em uma linha (provavelmente de código).</p> |
| IMAGEM |
|  |

| CONJUNTO DE DADOS |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> Students Performance in Exams |
| HEURÍSTICA VIOLADA |
| 10. Ajuda e documentação |
| DESCRIÇÃO |
| <p>Não consegui usar a seção “Apriori” do “Control Panel”. Não conhecia os termos, para que usava, ou como usar, quais parâmetros passar, etc. E também não consegui encontrar nenhum lugar que me desse alguma informação a respeito.</p> |



Participante B

Questionário Simplificado de Perfil:

1. Qual é a sua experiência com Avaliação Heurística?

R: Posso conhecimento básico. Em minha dissertação trabalhei com alguns conceitos de IHC, utilizei a cartilha WCAG 2.1, heurísticas de Nielsen e avaliação de usabilidade

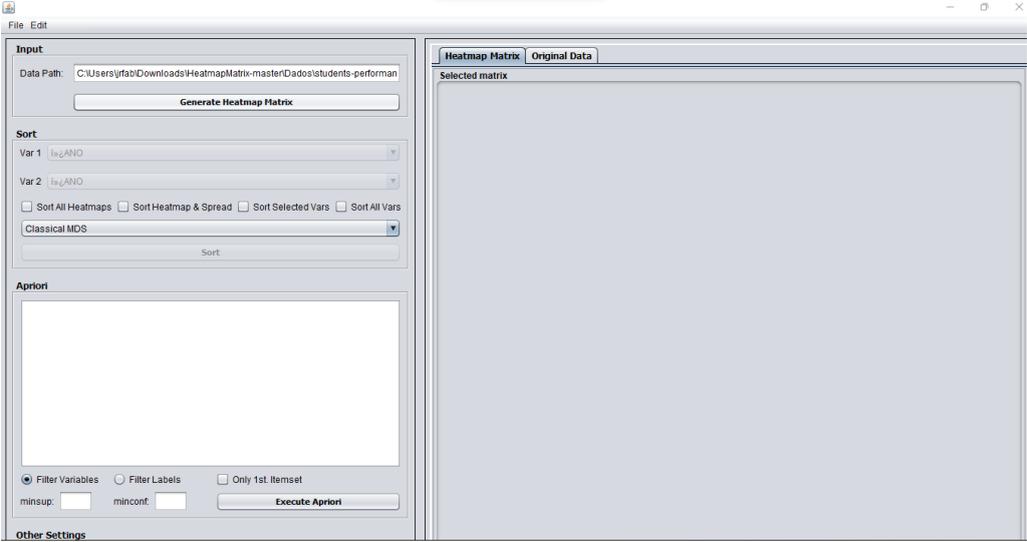
2. Você cursou alguma disciplina referente a Interfaces Humano-Computador?

R: Eu fiz uma matéria de IHC quando estava na graduação no 7 período, em 2017.

3. Você cursou alguma disciplina referente a visualização de informação?

R: Até o momento não. Vou fazer agora no segundo semestre na FT-Unicamp a disciplina oferecida pelo prof. Celmar.

Avaliação Individual da Ferramenta HeatMap Matrix:

| CONJUNTO DE DADOS |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Students Performance in Exams |
| HEURÍSTICA VIOLADA |
| 1. Visibilidade do status do sistema |
| DESCRIÇÃO |
| <p>Ao clicar em “Generate Heatmap Matrix”, a aplicação ficou mais de 5min sem exibir informação nenhuma na tela e somente após abrir o terminal foi possível verificar que aconteceu uma exceção na execução do software.</p> |
| IMAGEM |
|  |

```
Prompt de Comando - java -jar "HeatmapMatrix.jar"

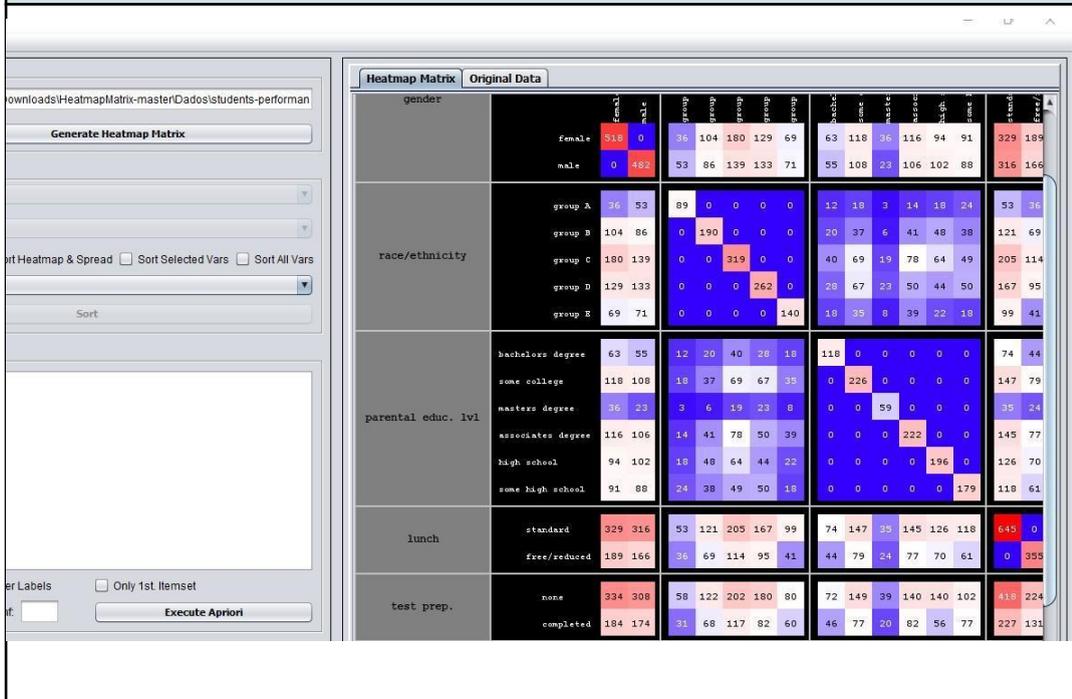
b\Downloads\HeatmapMatrix-master>cd dist

b\Downloads\HeatmapMatrix-master\dist>java -jar "HeatmapMatrix.jar"
Cols: 5
Cols: 5
Cols: 5
thread "AWT-EventQueue-0" java.lang.OutOfMemoryError: Java heap space
n.misc.FloatingDecimal$BinaryToASCIIBuffer.toJavaFormatString(Unknown Source)
va.text.DigitList.set(Unknown Source)
va.text.DecimalFormat.format(Unknown Source)
va.text.DecimalFormat.format(Unknown Source)
va.text.NumberFormat.format(Unknown Source)
ka.core.Utills.doubleToString(Utills.java:336)
ka.core.AbstractInstance.toString(AbstractInstance.java:759)
ka.core.DenseInstance.toStringNoWeight(DenseInstance.java:330)
ka.core.AbstractInstance.toStringMaxDecimalDigits(AbstractInstance.java:692)
ka.core.AbstractInstance.toString(AbstractInstance.java:712)
va.lang.String.valueOf(Unknown Source)
.unicamp.ft.heatmapmatrix.reordering.ReorderableMatrix.<init>(ReorderableMatrix.java:349)
.unicamp.ft.heatmapmatrix.view.GUI.createReorderableMatrixFromFile(GUI.java:769)
.unicamp.ft.heatmapmatrix.view.GUI.createHeatmapMatrixFromFile(GUI.java:780)
.unicamp.ft.heatmapmatrix.view.GUI.btnGenHeatmapMatrixActionPerformed(GUI.java:824)
.unicamp.ft.heatmapmatrix.view.GUI.access$200(GUI.java:74)
.unicamp.ft.heatmapmatrix.view.GUI$3.actionPerformed(GUI.java:226)
vax.swing.AbstractButton.fireActionPerformed(Unknown Source)
vax.swing.AbstractButton$Handler.actionPerformed(Unknown Source)
vax.swing.DefaultButtonModel.fireActionPerformed(Unknown Source)
vax.swing.DefaultButtonModel.setPressed(Unknown Source)
vax.swing.plaf.basic.BasicButtonListener.mouseReleased(Unknown Source)
va.awt.Component.processMouseEvent(Unknown Source)
vax.swing.JComponent.processMouseEvent(Unknown Source)
va.awt.Component.processEvent(Unknown Source)
va.awt.Container.processEvent(Unknown Source)
va.awt.Component.dispatchEventImpl(Unknown Source)
va.awt.Container.dispatchEventImpl(Unknown Source)
va.awt.Component.dispatchEvent(Unknown Source)
va.awt.LightweightDispatcher.retargetMouseEvent(Unknown Source)
va.awt.LightweightDispatcher.processMouseEvent(Unknown Source)
va.awt.LightweightDispatcher.dispatchEvent(Unknown Source)
Cols: 5
Cols: 5
```

| CONJUNTO DE DADOS |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ● Students Performance in Exams |
| HEURÍSTICA VIOLADA |
| 9. Ajudar os Usuários a Reconhecer, Diagnosticar e Corrigir Erros |
| DESCRIÇÃO |
| Ao fechar o terminal e re-executar todo o processo de abrir o software e recarregar as informações, a Heatmap Matrix foi gerada. Todavia, eu tive que fazer o processo de finalizar tudo e reiniciar do zero |

Seria interessante colocar um loading enquanto o software está processando as informações e caso aconteça algum erro apresentar feedback.

IMAGEM



CONJUNTO DE DADOS

- Students Performance in Exams

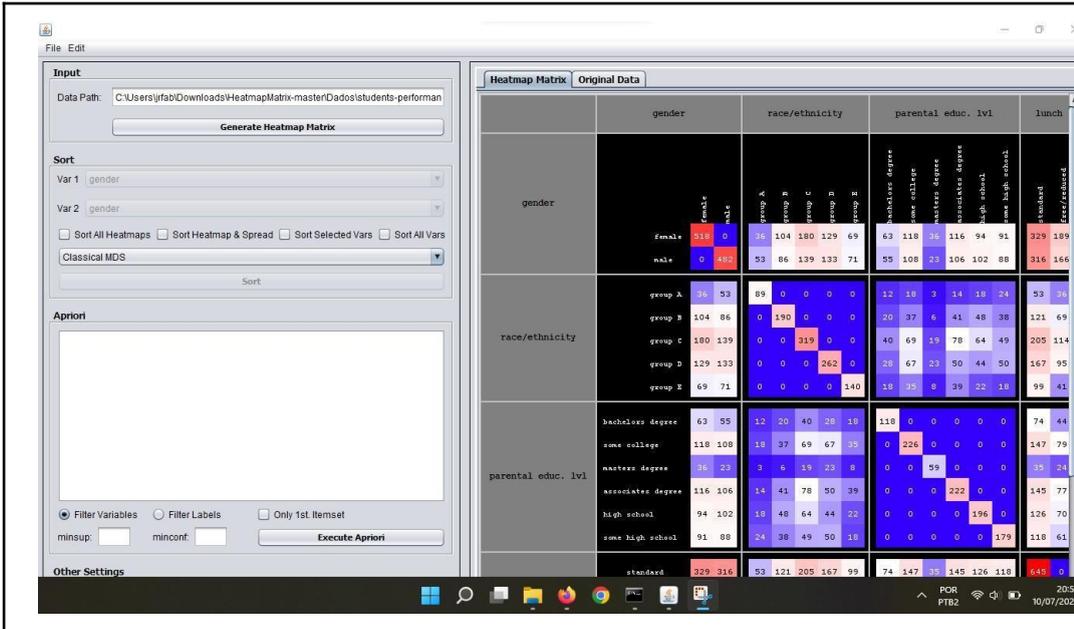
HEURÍSTICA VIOLADA

-

DESCRIÇÃO

Como você pode observar tem uma parte escrita "Other Settings", todavia eu não consigo acessar. O software não tem um scroll de tela que me mostre as informações abaixo. No Java Swing seria legal trabalhar com ancoragens de tela e que elas se ajustem de forma automática em diferentes media queries.

IMAGEM



CONJUNTO DE DADOS

- Students Performance in Exams

HEURÍSTICA VIOLADA

-

DESCRIÇÃO

Creio que seria interessante colocar um scroll de movimentação no eixo X e Y.

IMAGEM

-

Participante C

Questionário Simplificado de Perfil:

1. Qual é a sua experiência com Avaliação Heurística?

R: Tive contato com o tema na disciplina Interfaces Humano-Computador em 2021.

2. Você cursou alguma disciplina referente a Interfaces Humano-Computador?

R: Sim.

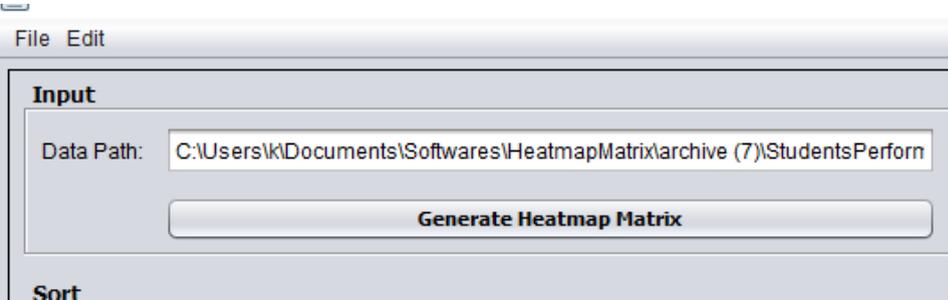
3. Você cursou alguma disciplina referente a visualização de informação?

R: Não.

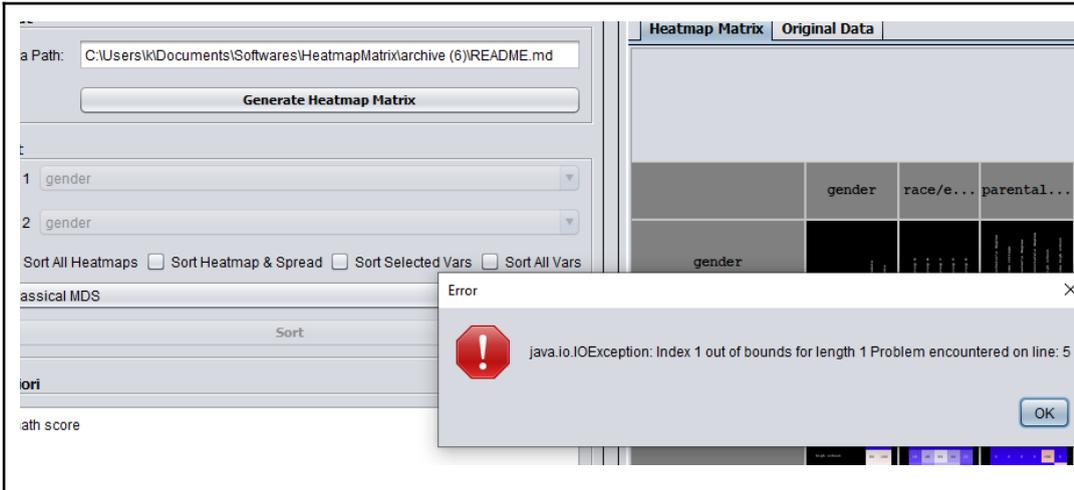
Avaliação Individual da Ferramenta HeatMap Matrix:

| CONJUNTO DE DADOS |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Students Performance in Exams |
| HEURÍSTICA VIOLADA |
| 8. Estética e Design Minimalista (não encontrei uma heurística que se adequasse melhor a esse erro) |
| DESCRIÇÃO |
| A tela do aplicativo não aparece por inteiro no meu computador, e a opção de scroll não aparece, logo, não consigo visualizar uma parte das funcionalidades. O erro persiste mesmo alterando a posição do menu do windows, maximizando a janela, personalizando o tamanho da janela, etc. |
| IMAGEM |

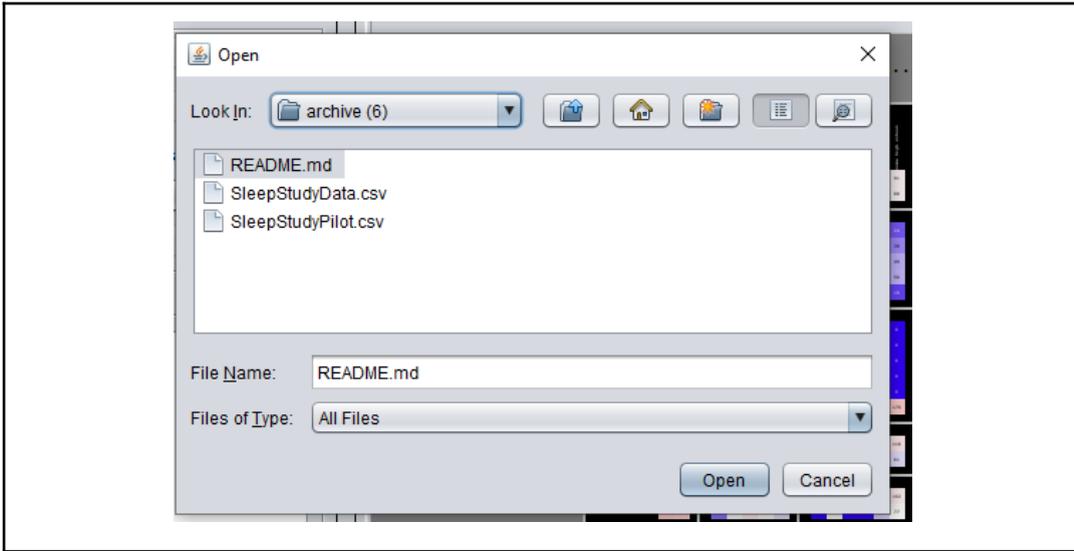
| HEURÍSTICA VIOLADA |
|--|
| 7. Flexibilidade e Eficiência de Uso |
| DESCRIÇÃO |
| Para observar áreas diferentes é possível utilizar a barra de rolagem, mas para tornar o processo mais fácil ainda, poderia ser implementada a opção de arrastar a imagem com o mouse (poupando o tempo de levar o mouse até as barras). |
| IMAGEM |
| - |

| CONJUNTO DE DADOS |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Students Performance in Exams |
| HEURÍSTICA VIOLADA |
| 2. Compatibilidade do Sistema com o Mundo Real |
| DESCRIÇÃO |
| Não foi intuitivo ter que descobrir o caminho do arquivo e colar como um texto, seria interessante colocar o botão “Open CSV” (que acaba ficando “escondido”) ao lado de “Data Path”. |
| IMAGEM |
|  |

| CONJUNTO DE DADOS |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Titanic • Sleep Study • Students Performance in Exams • Outro. Qual? <p>R: Arquivo para teste com extensão <i>.md</i></p> |
| HEURÍSTICA VIOLADA |
| 9. Ajudar os Usuários a Reconhecer, Diagnosticar e Corrigir Erros |
| DESCRIÇÃO |
| Ao selecionar um arquivo de tipo errado, o erro não foi explicativo, não foi possível entender que o erro poderia estar ocorrendo por não ser um arquivo CSV. |
| IMAGEM |



| CONJUNTO DE DADOS |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Outro. Qual? <p>R: Arquivo para teste com extensão <i>.md</i></p> |
| HEURÍSTICA VIOLADA |
| 5. Prevenção de Erros |
| DESCRIÇÃO |
| A opção “Open CSV File” deixa o usuário escolher qualquer tipo de arquivo, o que dá brecha para escolher arquivos com extensões não suportadas, resultando em um erro. |
| IMAGEM |



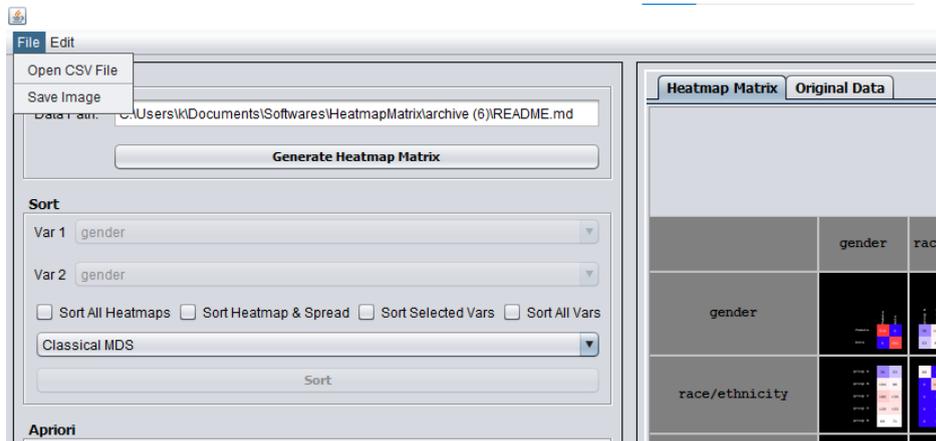
| CONJUNTO DE DADOS | | | | | | | | | |
|---|--------|--------|------|------|-----|-----|-----------|-----|-----|
| <ul style="list-style-type: none"> Students Performance in Exams | | | | | | | | | |
| HEURÍSTICA VIOLADA | | | | | | | | | |
| 7. Flexibilidade e Eficiência de Uso | | | | | | | | | |
| DESCRIÇÃO | | | | | | | | | |
| Demorei para descobrir que clicando em determinadas partes do gráfico teria outras funcionalidades, talvez ao passar em cima dessas partes o mouse poderia mudar para a forma "clicável" ou um texto poderia aparecer avisando da funcionalidade. | | | | | | | | | |
| IMAGEM | | | | | | | | | |
| <p>The image shows a software window titled 'test preparation course x gender'. It displays a data table with the following content:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>female</th> <th>male</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th>none</th> <td>334</td> <td>308</td> </tr> <tr> <th>completed</th> <td>184</td> <td>174</td> </tr> </tbody> </table> <p>Below the table, there is a dropdown menu labeled 'Algorithm:' with 'Classical MDS' selected, and a 'Sort' button. The background shows a larger interface with a 'Original Data' tab and a larger version of the same table.</p> | | female | male | none | 334 | 308 | completed | 184 | 174 |
| | female | male | | | | | | | |
| none | 334 | 308 | | | | | | | |
| completed | 184 | 174 | | | | | | | |

| CONJUNTO DE DADOS |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> Students Performance in Exams |
| HEURÍSTICA VIOLADA |
| 7. Flexibilidade e Eficiência de Uso |

DESCRIÇÃO

Para salvar uma imagem é preciso buscar a opção no menu superior, seria interessante um botão com opção de salvar logo na tela da imagem.

IMAGEM



CONJUNTO DE DADOS

- Students Performance in Exams

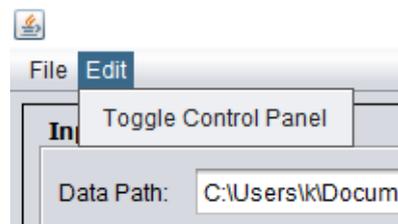
HEURÍSTICA VIOLADA

4. Consistência e Padrões

DESCRIÇÃO

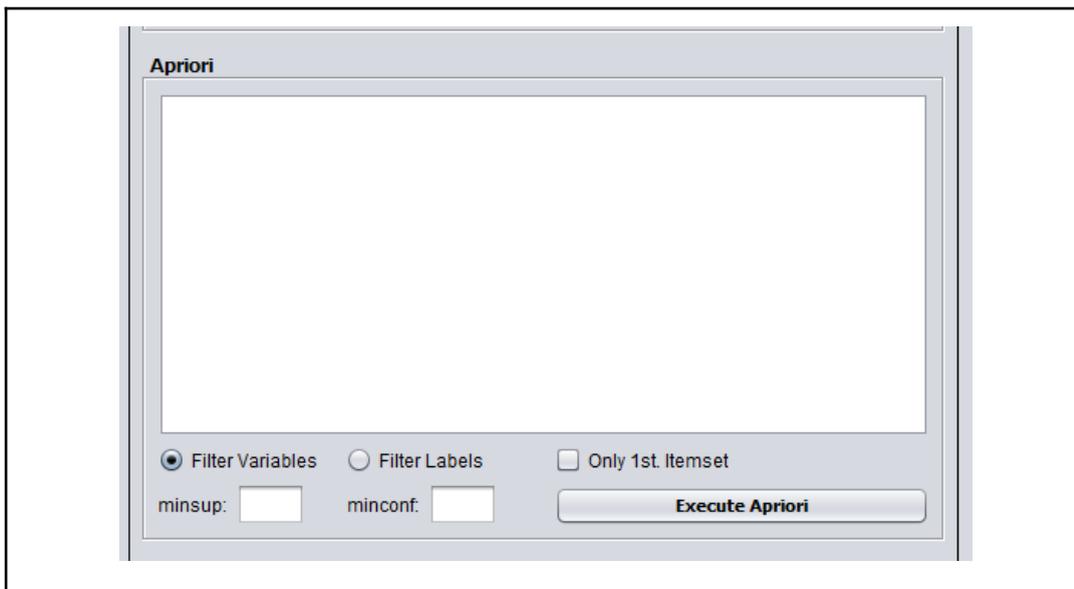
A opção “Edit” no menu superior da a intenção de ser para opções do gráfico, e não opções de visualização do aplicativo, “Toggle Control Panel” talvez se enquadraria melhor em uma possível opção “View”.

IMAGEM



| CONJUNTO DE DADOS |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Students Performance in Exams |
| HEURÍSTICA VIOLADA |
| 3. Controle do Usuário e Liberdade |
| DESCRIÇÃO |
| Não existe um botão para desfazer as alterações no gráfico, por exemplo, ao realizar um “Sort”, para voltar à imagem inicial é necessário rodar o programa novamente. |
| IMAGEM |
| - |

| CONJUNTO DE DADOS |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Students Performance in Exams |
| HEURÍSTICA VIOLADA |
| 10. Ajuda e Documentação |
| DESCRIÇÃO |
| Não consegui entender como funciona a funcionalidade “Apriori” e não encontrei nenhuma documentação de apoio para isso. |
| IMAGEM |



APÊNDICE B – ANÁLISE INDIVIDUAIS - AVALIAÇÃO HEURÍSTICA USANDO O CONJUNTO DE HEURÍSTICAS DE VISUALIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO

A seguir estão dispostos os resultados das avaliações individuais referentes a avaliação heurística da ferramenta HeatMap Matrix. A avaliação foi conduzida utilizando o conjunto de heurísticas de visualização da informação listado por Morroni(2021):

Participante A

Questionário Simplificado de Perfil:

1. Qual é a sua experiência com Avaliação Heurística?

R: Na universidade muito pouco, não foi explorado na época por exemplo no TCC. Porém no trabalho utilizamos mais para avaliar User Experience, usamos algumas ferramentas sendo uma delas o add on do chrome ux check. Acredito que com o mestrado terei a oportunidade de estruturar uma avaliação heurística (planejamento, execução e revisão) de uma maneira mais acadêmica.

2. Você cursou alguma disciplina referente a Interfaces Humano-Computador?

R: Apenas agora com o mestrado estou tendo oportunidade de maior contato principalmente com a literatura e orientação do professor.

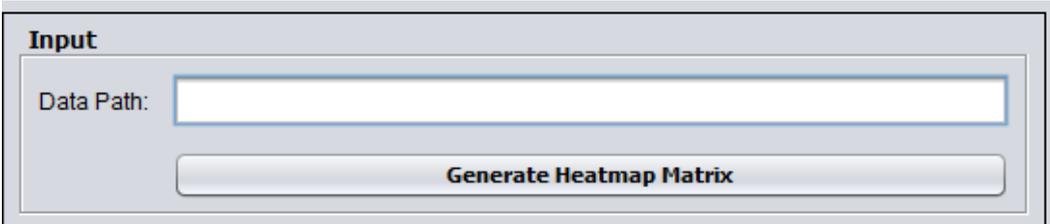
3. Você cursou alguma disciplina referente a Visualização de Informação?

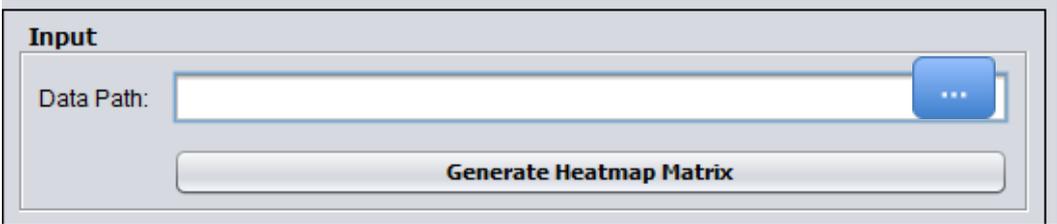
R: Sim. No mestrado.

4. Você participou do processo de validação das Heurísticas para Visualização da Informação proposto por Juliana Almeida Morroni no ano de 2021?

R: Não.

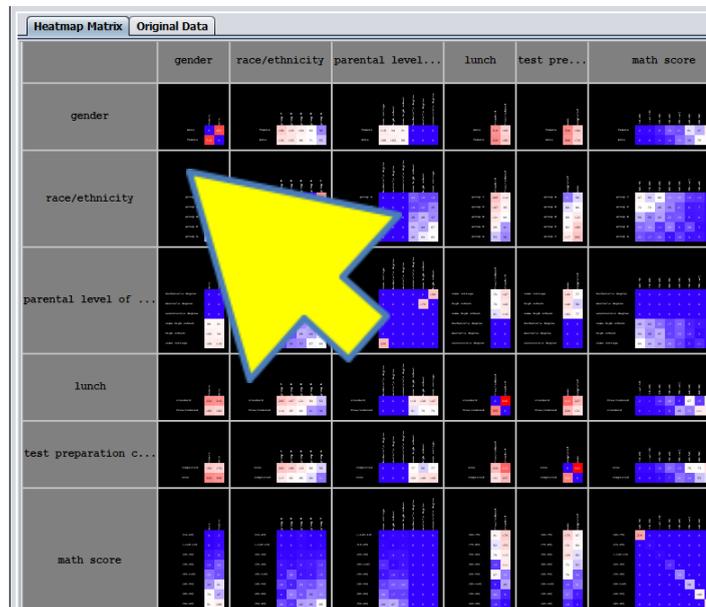
Avaliação Individual da Ferramenta HeatMap Matrix:

| CONJUNTO DE DADOS |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Students Performance in Exams |
| HEURÍSTICA VIOLADA |
| 1. Ajuda e Gerenciamento de Erros |
| DESCRIÇÃO |
| <p>Usuário pode ser induzido a erro digitando o caminho para o dataset; Não fica claro para o usuário que ele tem que acessar o menu – opção “abrir CSV” Talvez inserir uma mensagem com na linha de “Data path” dizendo “selecione File-Open CSV file” possa evitar potenciais erros do usuário</p> |
| IMAGEM |
|  <p>The image shows a software interface with a title bar 'Input'. Below the title bar, there is a label 'Data Path:' followed by a text input field. Below the input field is a button labeled 'Generate Heatmap Matrix'.</p> |

| CONJUNTO DE DADOS |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Students Performance in Exams |
| HEURÍSTICA VIOLADA |
| 6. Redução do Esforço Motor |
| DESCRIÇÃO |
| Um atalho como sugerido na imagem abaixo poderia ser inserido na linha Data path para reduzir o número de movimentação do usuário. As reticências (...) é uma simbologia usual para selecionar arquivos ou caminhos de pastas. |
| IMAGEM |
|  |

| CONJUNTO DE DADOS |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Titanic • Sleep Study • Students Performance in Exams • Outro. Qual? |
| HEURÍSTICA VIOLADA |
| 2. Interação e Transformação de Visão |
| DESCRIÇÃO |
| Não ficou claro que ao passar com o mouse sobre o heatmap e acionar o scroll do mouse o ZOOM poderia ser ajustado. O recurso foi descoberto por intuição e exploração. Talvez inserir um menu de contexto ao passar com o mouse sobre a área do heatmap. |

IMAGEM



CONJUNTO DE DADOS

- Students Performance in Exams

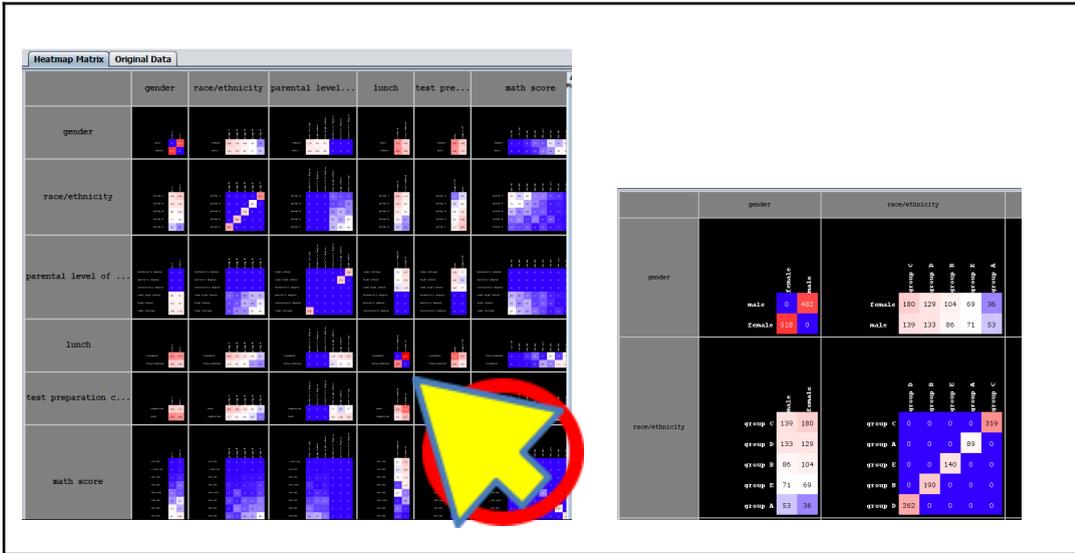
HEURÍSTICA VIOLADA

2. Interação e Transformação de Visão

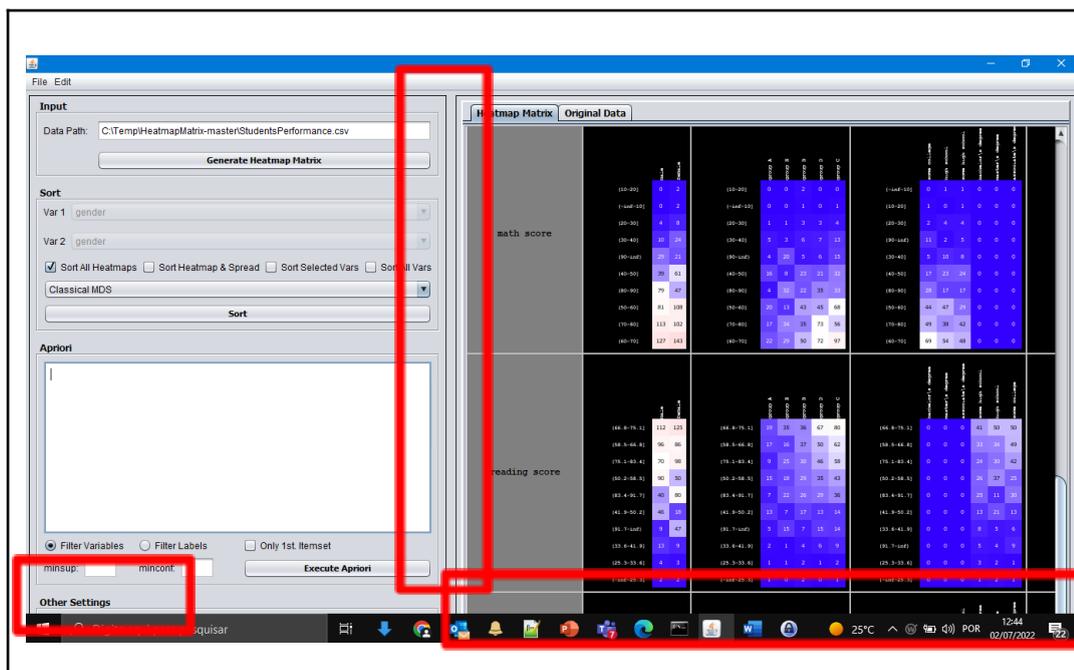
DESCRIÇÃO

Tecnicamente precisa ser avaliado mas não é possível fazer zoom de uma determinada área mas sempre tendo com canto superior esquerdo como “âncora” para o zoom. Quer dizer que se rolar a tela para determinada área inferior e tentar fazer o zoom com o scroll o foco volta para o canto superior esquerdo.

IMAGEM



| |
|--|
| CONJUNTO DE DADOS |
| <ul style="list-style-type: none"> Students Performance in Exams |
| HEURÍSTICA VIOLADA |
| 8. Mapeamento Visual |
| DESCRIÇÃO |
| <p>Trabalhar com restrições de visualização como espaço de exibição da visualização. A barra de rolagem horizontal não estava disponível para a área de visualização, A barra de rolagem vertical não estava disponível para a área de ajustes não sendo possível por exemplo visualizar “Other Settings” – mesmo o programando estando no modo maximizado. No meu caso, que não tenho controle sobre a resolução do monitor, não pude explorar estas opções</p> |
| IMAGEM |



CONJUNTO DE DADOS

- Students Performance in Exams

HEURÍSTICA VIOLADA

1. Ajuda e Gerenciamento de Erros
7. Facilidade para Obter e Derivar Informações

DESCRIÇÃO

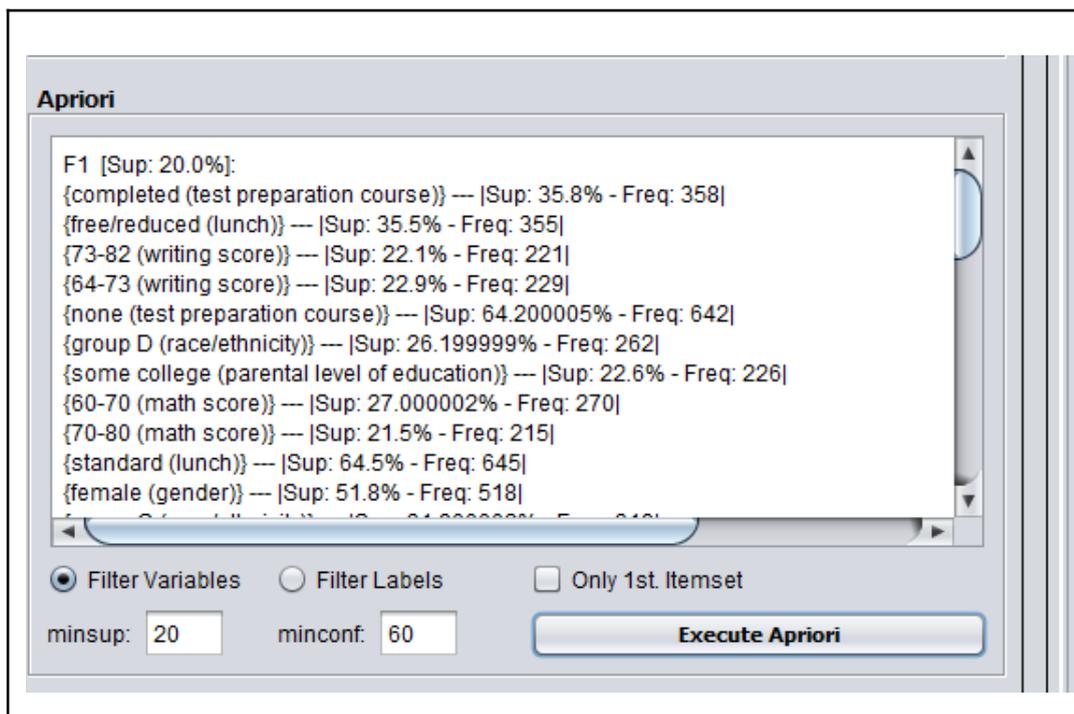
Sobre o APRIORI, no início fui induzido a criar as regras de associação até mesmo porque a área apriori permite edição (não sei se realmente permite que eu escreva a expressão para filtrar, se esta é uma funcionalidade) se não tiver esta finalidade sugiro deixar a área não editável.

Se for possível talvez deixe um exemplo do filtro apriori.

A título de visualização das regras de associação elas poderiam ser destacadas em negrito se tecnicamente possível.

A mensagem de erro precisa ser mais clara caso o usuário seja induzido a criar a expressão apriori

IMAGEM



CONJUNTO DE DADOS

- Students Performance in Exams

HEURÍSTICA VIOLADA

7. Facilidade para Obter e Derivar Informações

8. Mapeamento Visual

DESCRIÇÃO

Problemas para obter informações devido a restrição de espaço após executar por exemplo apriori com suporte mínimo de 20% e confiança mínima de 60% (para este caso o ZOOM poderia ajudar, mas ainda assim fica difícil), mesmo estando no modo maximizado.

Mas se utilizar suporte mínimo de 10 e confiança mínima 80 o Zoom já não será suficiente, talvez reposicionar a matriz.

IMAGEM

Apriori

F1 [Sup: 20.0%]:
 (completed (test preparation course)) --- [Sup: 35.8% - Freq: 358]
 (tree/reduced (lunch)) --- [Sup: 35.5% - Freq: 355]
 (73-82 (writing score)) --- [Sup: 22.1% - Freq: 221]
 (64-73 (writing score)) --- [Sup: 22.9% - Freq: 229]
 (none (test preparation course)) --- [Sup: 64.200005% - Freq: 642]
 (group D (race/ethnicity)) --- [Sup: 26.199999% - Freq: 262]
 (some college (parental level of education)) --- [Sup: 22.6% - Freq: 226]
 (60-70 (math score)) --- [Sup: 27.000002% - Freq: 270]
 (70-80 (math score)) --- [Sup: 21.5% - Freq: 215]
 (standard (lunch)) --- [Sup: 64.5% - Freq: 645]
 (female (gender)) --- [Sup: 51.8% - Freq: 518]

minsup: 20 minconf: 60 Execute Apriori

Heatmap Matrix

| | gender | lunch | test preparation... |
|-----------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| gender | female: 518 male: 482 | female: 329 male: 316 | female: 334 male: 184 |
| lunch | standard: 329 free/reduced: 189 | standard: 645 free/reduced: 355 | standard: 318 free/reduced: 224 |
| test preparation c... | completed: 358 none: 642 | completed: 358 none: 642 | completed: 358 none: 642 |

Apriori

F1 [Sup: 10.0%]:
 (completed (test preparation course)) --- [Sup: 35.8% - Freq: 358]
 (50-60 (math score)) --- [Sup: 18.9% - Freq: 189]
 (55-64 (writing score)) --- [Sup: 16.9% - Freq: 169]
 (tree/reduced (lunch)) --- [Sup: 35.5% - Freq: 355]
 (73-82 (writing score)) --- [Sup: 22.1% - Freq: 221]
 (64-73 (writing score)) --- [Sup: 22.9% - Freq: 229]
 (60-90 (math score)) --- [Sup: 19.0% - Freq: 190]
 (90-90 (math score)) --- [Sup: 12.6% - Freq: 126]
 (none (test preparation course)) --- [Sup: 64.200005% - Freq: 642]
 (group D (race/ethnicity)) --- [Sup: 26.199999% - Freq: 262]
 (75-1-83.4 (reading score)) --- [Sup: 16.8% - Freq: 168]

minsup: 10 minconf: 80 Execute Apriori

Error
 You reached the minimum size!
 OK

Heatmap Matrix

| | lunch | test p... | math score | writing score |
|---------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| lunch | standard: 645 free/reduced: 355 | standard: 318 free/reduced: 224 | standard: 318 free/reduced: 224 | standard: 318 free/reduced: 224 |
| test p... | completed: 358 none: 642 | completed: 358 none: 642 | completed: 358 none: 642 | completed: 358 none: 642 |
| math score | 50-60: 189 55-64: 169 | 50-60: 189 55-64: 169 | 50-60: 189 55-64: 169 | 50-60: 189 55-64: 169 |
| writing score | 73-82: 221 64-73: 229 | 73-82: 221 64-73: 229 | 73-82: 221 64-73: 229 | 73-82: 221 64-73: 229 |

Participante B

Questionário Simplificado de Perfil:

- Qual é a sua experiência com Avaliação Heurística?

R: Pouca!

2. Você cursou alguma disciplina referente a Interfaces Humano-Computador?

R: Não!

3. Você cursou alguma disciplina referente a Visualização de Informação?

R: Sim!

4. Você participou do processo de validação das Heurísticas para Visualização da Informação proposto por Juliana Almeida Morroni no ano de 2021?

R: Sim!

Avaliação Individual da Ferramenta HeatMap Matrix:

| CONJUNTO DE DADOS |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Titanic |
| HEURÍSTICA VIOLADA |
| 3. Controle de Ações e Feedback |
| DESCRIÇÃO |
| <p>Grupos de Configurações</p> <ul style="list-style-type: none"> • Input <ul style="list-style-type: none"> ○ A opção para preenchimento da caixa de texto “Data Path”, não está localizada próximo a ela, mas em um menu. (HV 01, 06), Fig. 01 ○ O botão “Generate Heatmap Matrix”, poderia estar na parte final desta seção, para aproveitar todas as configurações que existem abaixo, obrigando o usuário a considerá-las antes de executar o processamento inicial. (HV 06), Fig. 01 • Sort <p>O uso das opções neste grupo não permite voltar ao estado inicial, pois o botão "Sort" para aplicar permanece desabilitado se nenhuma opção for selecionada. (HV 02), Fig. 02</p> • Apriori <ul style="list-style-type: none"> ○ Esta opção carece de esclarecimentos: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Qual informação deve ser colocada no quadro maior? (HV01) Fig. 03 |

- A mensagem de erro resultante do preenchimento incorreto não orienta o que deve ser feito; **(HV 01) Fig. 04**
- O mesmo para os outros campos deste grupo; **(HV 01) Fig. 03**
- **Other Settings**
 - A Opção "*Modular Spearman Correlation Coefficient $-|p|$* ", não dá indicação de como pode ser preenchida e qual a consequência de não o fazer. **(HV 01) Fig. 05**
- **Zoom**
 - Poderia estar na Aba "*Heatmap Matrix*"; **(HV 04) Fig. 06**
 - Poderia incluir a opção "*Fit to Area*"; **(HV 04) Fig. 06**

Area – Heatmap Matrix

- Poderia ter o recurso de Touch and Drag que agiria diretamente no gráfico, tornando obsoleto a barra de rolagem; **(HV 06, 07, 04, 02)**
- Poderia ter uma opção de centralizar o gráfico; **(HV 02)**
- Poderia ter uma Escala de Cores (indicador de temperatura) do gráfico apresentado, a escala poderia ter cores customizáveis; **(HV 08)**
- Poderia ter ferramentas de manipulação do gráfico heatmap na própria aba de exibição do gráfico "*HeatMapMatrix*"; **(HV 07) Fig. 06**
- Poderia ser reavaliado o fundo PRETO característico do fundo do gráfico, o problema é que ele se sobressai bastante; **(HV 04) Fig. 08**
- Quando clicamos em uma célula do gráfico, aparece uma nova janela que apresenta um pequeno *heatmap*, este tende a ficar oculto se o usuário inadvertidamente clicar em outra área do "*App HeatMapMatrix*"; **(HV 05) Fig. 07**
- Poderia ter uma ferramenta para dar ZOOM em áreas específicas do gráfico, seria como uma lente. (remover da área de configurações) útil especialmente para DataSets com grande número de variáveis. Ampliando uma área específica sem ocultar a visão geral. **(HV 02) Fig. 06**
- O Scroll do Mouse funciona, mas não faz o zoom diretamente na região onde o mouse se encontra. **(HV 02)**

Area – Original Data

- Poderia apresentar de forma tabular; **(HV 02) Fig. 09**
- Poderia apresentar uma barra de ferramentas com opções de busca para inspecionar os dados; **(HV 02)**
- Poderia apresentar uma seção com as *Estatísticas Descritivas* dos dados; **(HV 07)**
- Poderia apresentar uma barra de ferramentas para dar pequenos tratamentos no conjunto de dados (Normalizar, Discretizar etc.) **(HV 02)**
- Poderia apresentar um Descritivo do DataSet:
 - Nome do Conjunto de Dados **(HV 07)**
 - Tipos de Variáveis: ordinal, nominal, quantitativa **(HV 07)**

IMAGEM



Figura 01

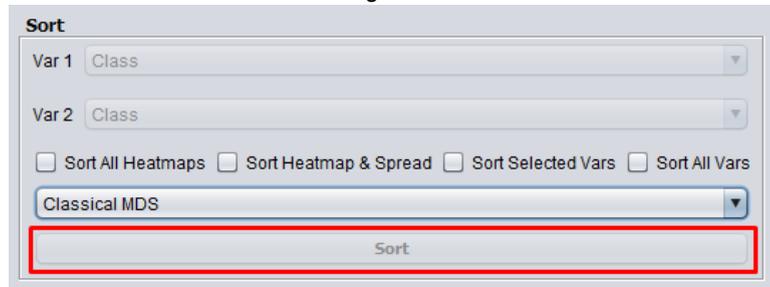


Figura 02



Figura 03

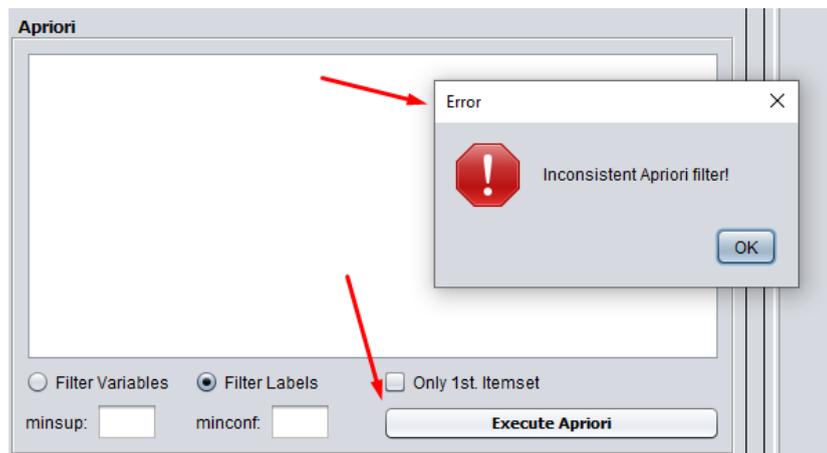


Figura 04

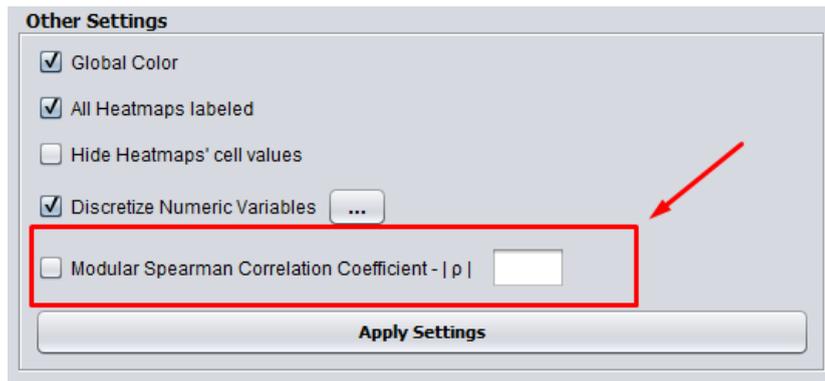


Figura 05



Figura 06

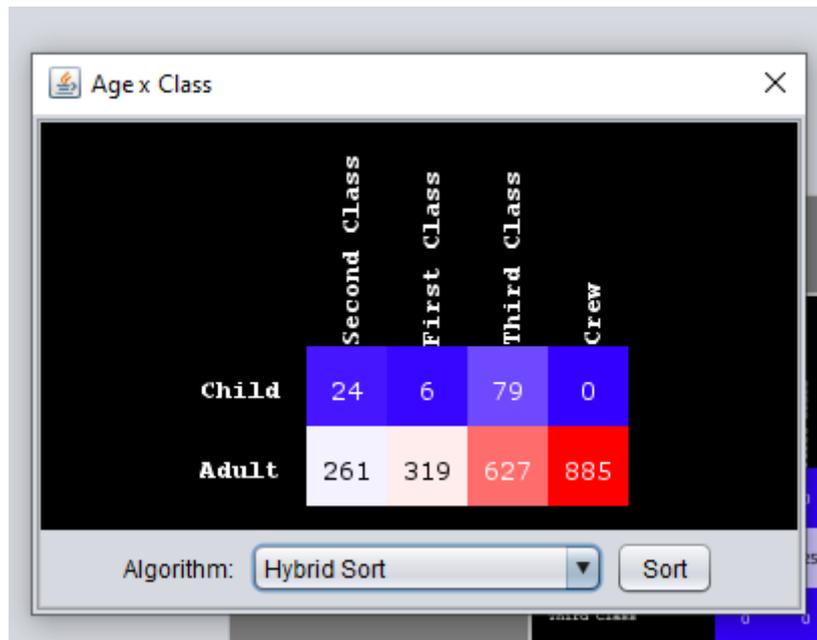


Figura 07

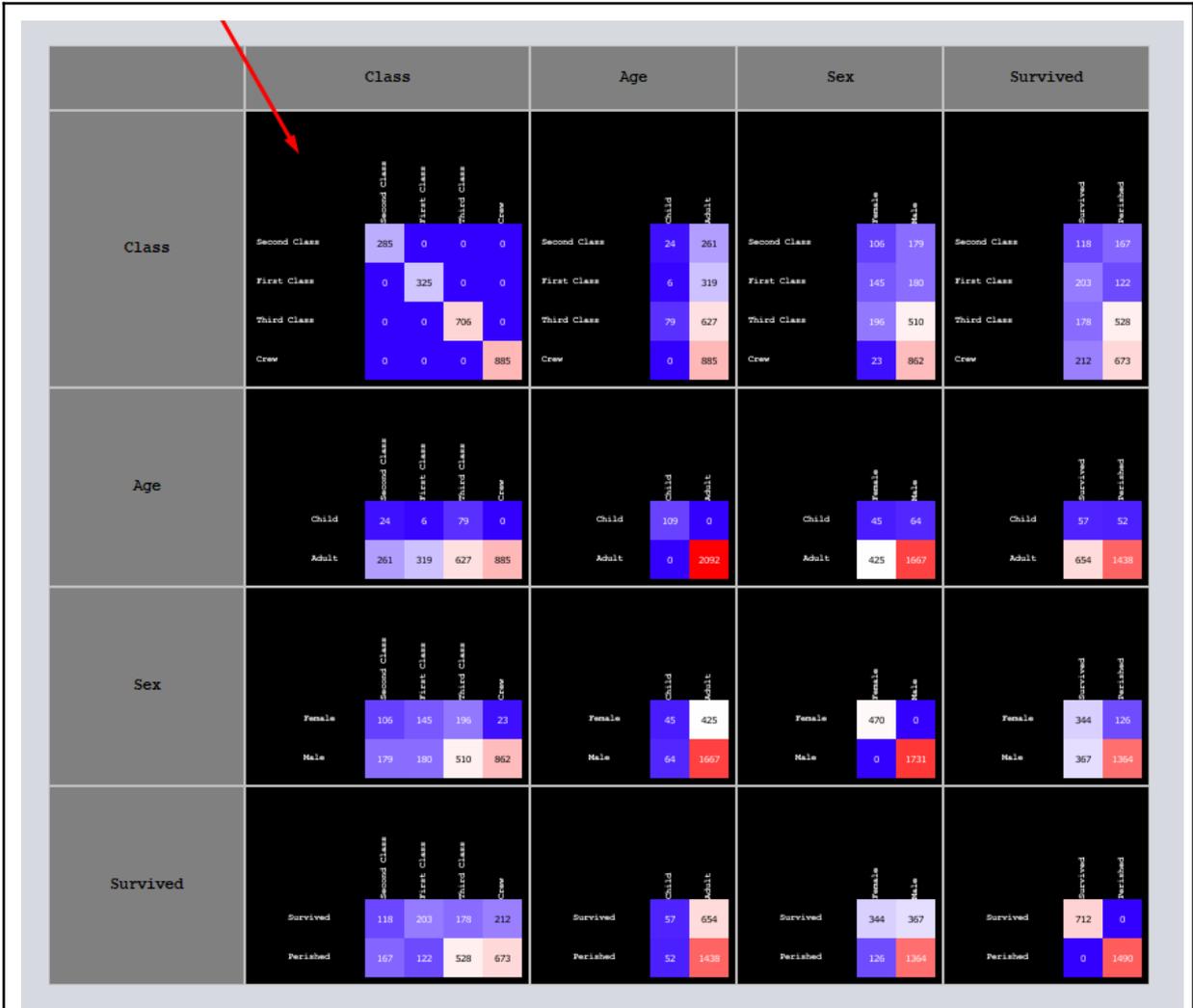


Figura 08

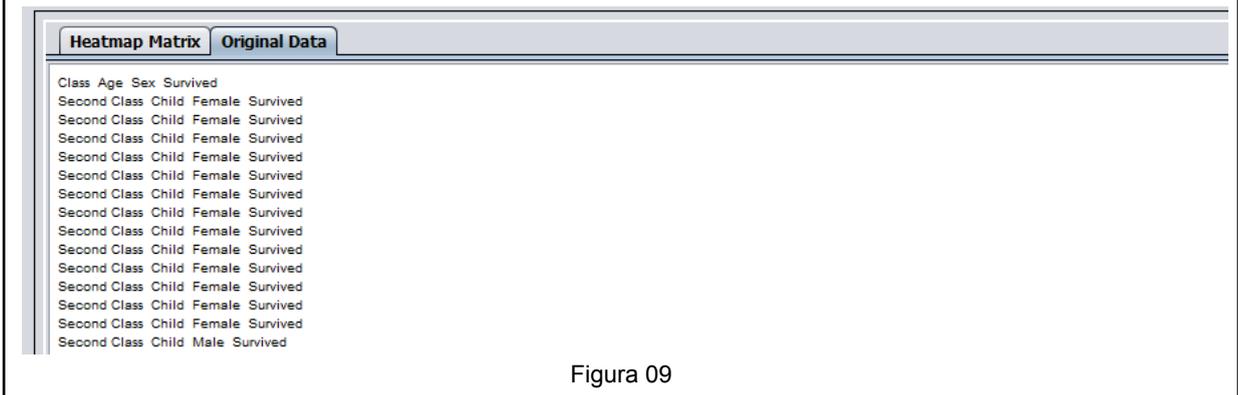


Figura 09