

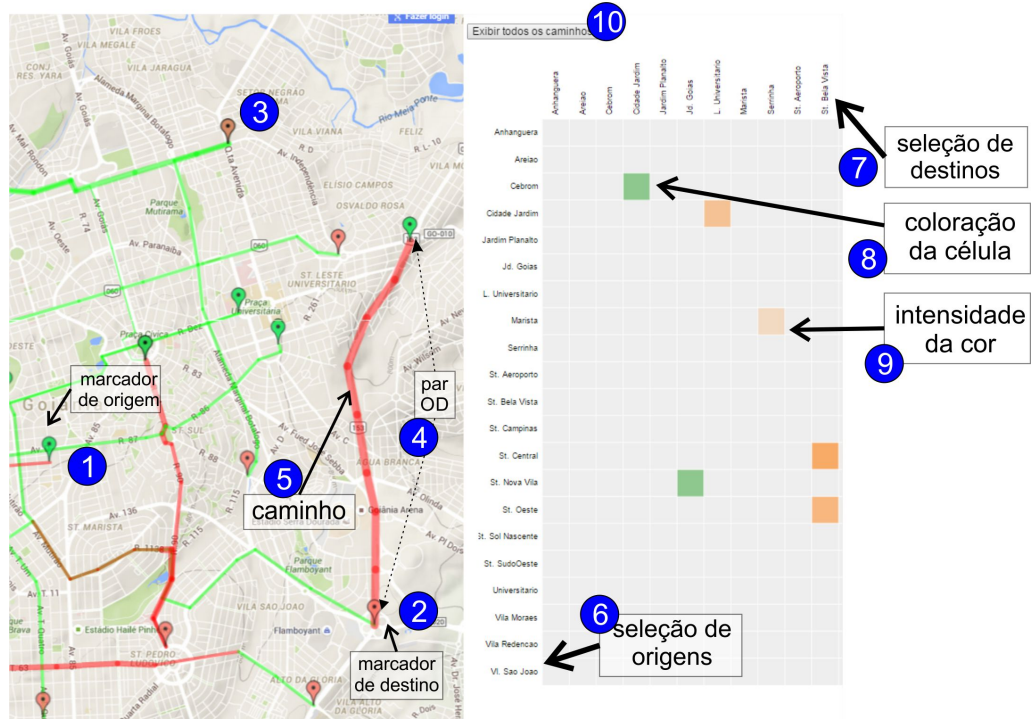
Outros recursos de interações possíveis são:

- **Filtrar pares Origem-Destino** – os círculos grandes coloridos (verde e vermelho) (itens 6 e 7 – Figura 5.11 (a)) representam, respectivamente, seleção de origem e seleção de destino, de forma que, ao selecionar estes círculos, o usuário pode arrastá-los sobre o mapa e, caso os círculos de seleção tenham contato com seus respectivos pares OD (item 4), isto é, os círculos menores, o caminho será destacado (item 5). Por exemplo, na seleção da Figura 5.11 (b), o usuário posicionou o círculo de seleção de origem (item 1) e seu destino (item 2) em locais específicos do mapa que permitiram o destaque de dois caminhos (item 3);
- **Alternar da visão de caminhos para a de arcos** – através de um menu deslizante (Figura 5.11 (a)) (item 9), o usuário pode transitar suavemente entre as rotas posicionadas ao solo até as demandas expressas por arcos, em 2.5D, conforme as Figuras 5.11 (b e d). Essa transição permite observar o caminho traçado entre os pares. Caso exista a necessidade de somente observar a conexão direta entre os pontos OD, pode-se elevar os caminhos até atingirem o formato de arco. Quanto maior for a altura do arco, mais veículos estão transitando na via no dado momento;
- **Manipular a câmera** – através de um recurso de interação direcional ⁴ pode-se rotacionar a câmera e obter uma visão panorâmica do mapa, bem como utilizar-se dos recursos de *zoom-in* e *zoom-out*;
- **Aumentar diâmetro dos círculos de seleção** – pode-se aumentar o diâmetro dos círculos de seleção (itens 6 e 7 – Figura 5.11 (a)) pressionando a tecla *shift* do teclado mais o recurso de interação direcional no sentido vertical para cima. Caso contrário, pressionando a tecla *shift* do teclado mais o recurso de interação direcional no sentido vertical para baixo;
- **Desabilitar ou habilitar o círculo de seleção de origem ou destino** – o usuário pode remover ou inserir o círculo de seleção de origens/destinos na visualização. Entretanto, caso sejam desabilitados todas as rotas de demandas de deslocamento, conforme ilustra a Figura 5.11 (d).
- **Habilitar fluxos** – ao habilitar esse recurso uma animação em formato de pontos é exibida nas linhas de fluxo ou de demandas ODs, conforme a Figura 5.11 (b)(item 3). Tal animação tem como objetivo apresentar o sentido dos fluxos nos arcos envolvidos.

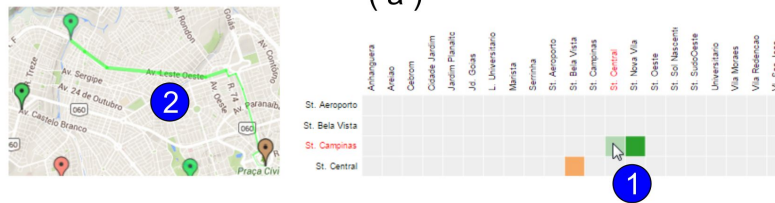
⁴Este termo está relacionado a qualquer meio de interação direcional, por exemplo: *mouse*, telas sensíveis a toque, *joystick*, etc.

5.1.2 ODFlow

A segunda visualização é chamada de *ODFlow* e emprega a utilização de duas técnicas conforme ilustra a Figura 5.12. No lado esquerdo, há um mapa 2D contendo os pares ODs e suas respectivas rotas, enquanto que, do outro lado, ver-se a representação clássica de uma matriz OD, mas com cores nas células ao invés de números.



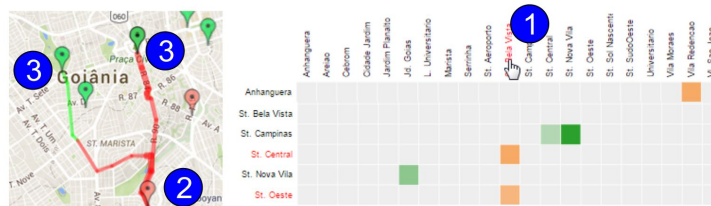
(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 5.12: Visualização ODFlow
Principais características.

A Figura 5.12 (a) apresenta no mapa as seguintes colorações para os marcadores: verde (item 1), vermelho (item 2) e marrom (item 3). Estes representam, respectivamente, origem, destino e origem e destino. Caso os marcadores de origem e de destino formem um par (item 4), há o desenho de uma rota conectando-os. Essa rota representa o fluxo

de veículos (item 5). A coloração do caminho está diretamente relacionada à velocidade da via. O verde indica que a velocidade de uso do tráfego é maior ou igual à metade da velocidade permitida. Já a cor vermelha indica o contrário. Por outro lado, a espessura das linhas indica a proporção entre a quantidade de deslocamento de veículos que trafegam em um dado instante. Quanto mais espessa for a linha, maior será o número de veículos. A representação da matriz na Figura 5.12 (a), lado direito, mostra as origens dispostas em linhas (item 6), enquanto que os destinos estão dispostos em colunas (item 7). O nome da zona é expressa por meio de um rótulo no início de cada linha e coluna. A coloração (item 8) das células está diretamente relacionada à velocidade predominante entre os pares OD, conforme a regra de coloração dos caminhos registrada anteriormente. Por fim, a intensidade da célula (item 9) representa a quantidade de veículos que trafegam no dado momento.

O *ODFlow* proporciona diferentes recursos de interações. Ao selecionar uma célula (item 1) na matriz (Figura 5.12 (b)), os nomes das zonas são destacadas em vermelho, enquanto que o seu respectivo par OD é destacado no mapa (item 2). Ao selecionar o rótulo de uma linha (item 1) na Figura 5.12 (c), a origem (item 2) e os seus respectivos destinos (itens 3) são destacados no mapa. Por fim, ao selecionar o rótulo de uma coluna (item 1) na Figura 5.12 (d), o destino (item 2) e suas respectivas origens (itens 3) são ressaltados no mapa. Por fim, é possível posicionar sobre os marcadores no mapa e obter o nome das zonas, da mesma forma que ao posicionar sobre a célula na matriz é exibida a quantidade de demanda em formato numérico.

Uma animação (semelhante a um pulo do marcador) é exibida a cada interação de seleção sobre as células, linhas ou colunas da matriz. Seu objetivo é facilitar a visualização dos caminhos de interesse.

A dimensão das células irá depender do tamanho da entrada. Quanto maior for a quantidade de zonas, menores serão as células. Isso ocorre com a intenção de compactar a matriz. Caso o tamanho da matriz ultrapasse o valor limite determinado na tela, as barras de rolagem e os botões de *zoom in* ou *zoom out* serão dispostos.

5.1.3 ODGraph

A terceira visualização é chamada de *ODGraph* e, como a anterior, utiliza duas técnicas em sua composição são elas: grafos e mapas. A Figura 5.13 apresenta essa visualização. Do lado esquerdo da figura, há a exibição de um mapa cartesiano com pontos OD e suas respectivas demandas. Do outro lado, há um grafo não direcionado representando, em redundância, os pontos OD e as demandas. De acordo com a Figura 5.13 (item 1), há a exibição dos pares ODs através de um marcador no mapa, sendo que a origem é representada pela coloração verde (item 1) e o destino está em vermelho (item 2). A visualização

não exige o real caminho traçado das origens até os destinos, mas conecta os pares OD através de uma reta (item 3). A coloração das retas, no mapa, representa a real velocidade do tráfego das vias no momento. Caso a velocidade atual seja menor que a metade da velocidade máxima permitida na via, a coloração será vermelha, caso contrário, será verde.

No grafo, os nós (Figura 5.13 (item 4)) representam tanto a origem como o destino e, para cada nó existente, há um rótulo associado a ele (como nome da localização do ponto OD). As arestas indicam conectividade entre pontos OD e a espessura das mesmas indica quantidade de demanda de deslocamento entre os nós. Por fim, o *ODGraph* também permite a visualização do modo de transporte por meio da coloração das arestas, sendo que as cores azul (grande), amarelo (médio) e cinza (pequeno porte) representam a predominância de certo modo de transporte em um determinado período de tempo entre os pares OD.

A visualização permite explorar diferentes interações. Os nós poderão ser diferenciados como origem ou destino. Por exemplo, ao se selecionar um nó, mostra-se os dados de produção/origem. Porém, ao selecionar o mesmo nó, pressionando a tecla *shift*, este nó apresentará o consumo/destino. A Figura 5.13 (item 5) ilustra a seleção do nó “Campinas”. Neste caso, ele é considerado uma origem, enquanto que seus respectivos destinos são apresentados (Marista, St. Nova Vila e St. Central). Caso contrário, ao se pressionar a tecla *shift* sobre o mesmo nó, ele seria destacado como um destino de algum outro nó que representasse origem. O grafo deve ser dinâmico em seu redesenho. Ou seja, ao escolher um nó e arrastá-lo, o grafo deve-se reajustar automaticamente para a nova posição, obedecendo à sua estrutura (distância teórica entre os nós).

Quando há a seleção de algum ponto OD, somente os dados relevantes são destacados. Por exemplo, na Figura 5.13 (item 5), os nós selecionados são destacados, enquanto que o restante do grafo perde sua coloração. Esta ação também é refletida no mapa, onde somente o par OD é destacado com uma pequena animação de salto dos nós de origem(s) e destino(s).

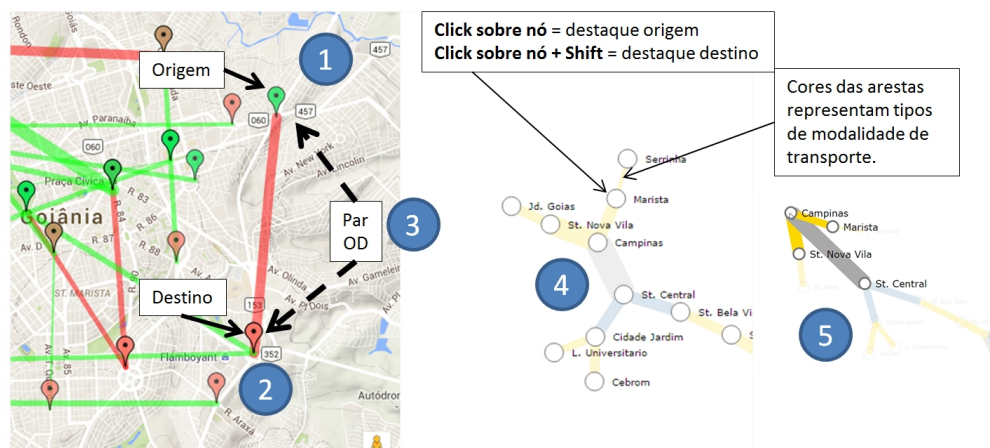


Figura 5.13: Visualização ODGraph

5.1.4 ODParallel

A seguinte visualização é denominada de *ODParallel*, pois é basicamente composta por um mapa e a técnica de coordenadas paralelas.

O mapa apresenta os mesmos elementos e funcionalidades definidas na visualização anterior (Figura 5.14 itens 1, 2 e 3). Já a técnica de coordenadas paralelas, representada do lado direito da Figura 5.14, é composta pelas seguintes dimensões (item 4): modalidade de transporte, nome das regiões de origem e destino, velocidade permitida, velocidade atual e volume de demanda'. As três primeiras dimensões são representadas com o domínio textual, enquanto que as demais são representadas em formato numérico. Os textos descritos na dimensão modalidade são: pequeno (PEQ), de médio (MED) e de grande (GRA) porte. Todavia, os valores definidos para as dimensões de origem e destino são os nomes dos pontos OD (localidade), também retratados no mapa por meio de marcadores. Por fim, há uma diferenciação de cores (item 6) nas linhas entre as coordenadas paralelas. Essa coloração está relacionada a média da velocidade atual das vias que compõem o par OD pela média das velocidades máximas permitidas. Caso a velocidade resultante do par OD seja inferior à metade da média das velocidades permitidas, ela é definida com uma cor vermelha, caso contrário, com uma cor azul.

As interações possíveis com as coordenadas paralelas durante a visualização são: reconfigurar o espaçamento entre as coordenadas (item 4), adicionar ou remover coordenadas e realizar múltiplas seleções (item 5). A primeira interação, mencionada, permite que o usuário aumente ou diminua o espaço entre as dimensões. Esse recurso facilita a visualização porque permite que o usuário dê um melhor destaque à dimensão desejada. Já a segunda, possibilita que o usuário inclua uma combinação adequada das diversas dimensões. A terceira forma de interação são os filtros de seleção de dados comuns nessa técnica.

A visualização também se preocupa em apresentar somente as informações relevantes. A ação de filtragem por coordenadas paralelas permite que as informações pouco relevantes ganhem transparência. Esta mesma funcionalidade é aplicada ao mapa. Ou seja, todos os marcadores OD que não fazem parte da seleção recebem transparência.

As visualizações foram implementada utilizando *Three.js*, *D3.js*, *JavaScript*, e *Google Maps API* com *Json*.

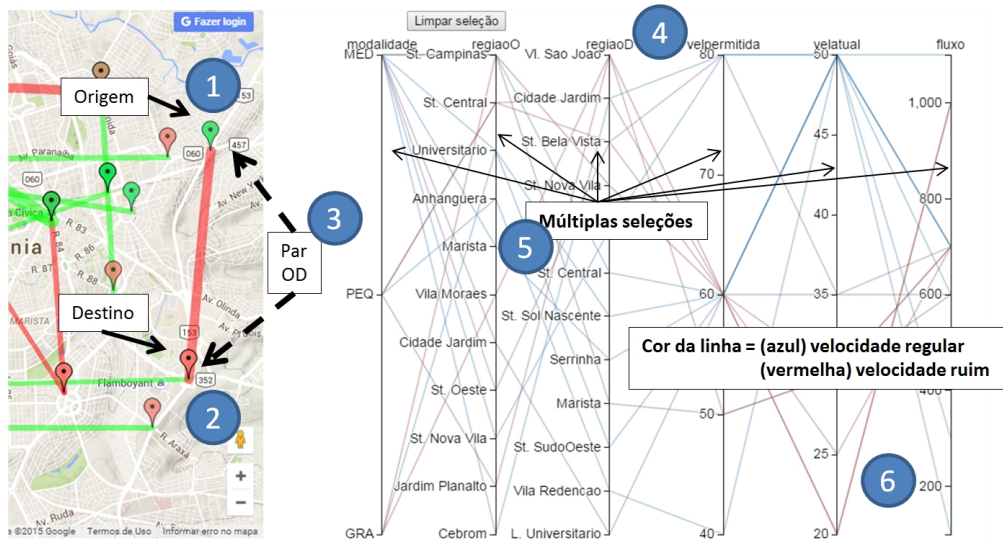


Figura 5.14: Visualização ODParallel

Um resumo dos mapeamentos usados nas visualizações descritas neste capítulo é apresentado na Tabela 5.1. Para cada visualização proposta, destacaram-se os seguintes itens: recursos/técnicas de visualização empregados, representação temporal (hora, dia e semana), representação de modos de transporte e, por fim, a forma de mostrar o volume de deslocamento de veículos.

Tabela 5.1: *Resumo das visualizações apresentadas.*

Vis.	Recursos Usados	Temporal	Tipo de Veículo	Volume de Deslocamento
(a)	<i>Table lens</i>	barra de rolagem	coloração em barras agregadas	altura da barra
(b)	<i>Treemap</i> e matriz	<i>treemap</i>	<i>treemap</i>	coloração
(c)	Mapas e grafos	barra de rolagem		espessura de linhas/círculos
(d)	<i>Arc Graph</i>	barra de rolagem	coloração em barras agregadas	espessura de linhas/círculos
(e)	<i>Radial Table</i> e <i>Edge bundles</i>	barra de rolagem	coloração em área selecionada	espessura de linhas/arcs
(f)	Mapa e grafos e <i>Edge bundles</i>	barra de rolagem	coloração em barras agregadas	espessura de linhas
(g)	Mapas e grafos com projeção 2.5D	barra de rolagem	coloração do gráfico de <i>pizza</i>	espessura de linhas
(h)	Mapas e <i>Stream graph</i>	por meio do <i>Stream graph</i>	círculos coloridos contidos no <i>Stream graph</i>	amplitude das ondas no <i>Stream graph</i>
(i)	Variação do <i>Slice Map</i> para mapas e <i>Radar chart</i>	fatias do mapa	coloração das regiões poligonais no <i>Radar chart</i>	diâmetro das regiões poligonais no <i>Radar chart</i>
(j)	Mapas e <i>Radar chart</i>	por meio das circunferências do <i>Radar chart</i>	por meio das figuras geométricas internas ao <i>Radar chart</i> (anéis)	diâmetro das regiões poligonais internas ao <i>Radar chart</i>
ArcFlow	Mapas 2D e 2.5D	-	-	espessura das linhas/altura dos arcos/coloração das linhas
ODFlow	Mapas 2D e tabela	-	-	espessura das linhas/coloração das linhas
ODParallel	Mapas 2D e coordenadas paralelas	-	dimensão da coordenada paralela	espessura das linhas/coloração das linhas
ODGraph	Mapas 2D e grafo	-	coloração das arestas	espessura das linhas/coloração das linhas no mapa

A Tabela 5.2 mostra a relação das perguntas respondidas, definidas no início deste capítulo, para cada visualização proposta. A letra (x) será usada na tabela a fim de indicar a capacidade de respondê-la.

Tabela 5.2: *Resumo dos perguntas respondidas para cada visualização.*

Vis.	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13
(a)	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x		
(b)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	
(c)	x	x	x		x		x	x	x	x	x	x	
(d)	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x		
(e)	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x		
(f)	x	x	x	x	x		x	x	x			x	
(g)	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	
(h)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
(i)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
(j)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
ArcFlow	x	x			x	x	x	x	x		x	x	x
ODFlow	x	x			x	x	x	x	x	x		x	x
ODGraph	x	x		x	x		x	x	x	x	x	x	x
ODParallel	x	x		x	x		x	x	x	x	x	x	x

Como pode ser visto, cada proposta de visualização tem suas vantagens e desvantagens decorrentes do fato de focarem em algum tipo ou atributo de dados em detrimento de outros. No entanto, por combinarem diferentes técnicas de visualização (mapas, grafos, etc.) e mapeamentos visuais específicos (para representar individualmente demandas de deslocamento, variação temporal, etc.), elas apresentam um potencial maior de serem expressivas para a exploração e o entendimento de padrões do que visualizações com tais características separadas.

Abordagem de Avaliação de Usabilidade de Visualizações de Matriz OD

Interfaces que possuem como base a Visualização de Informações permitem uma melhor clareza em sua organização, logo proporcionam uma melhor representação dos dados e de seus relacionamentos. Tal benefício concede uma visão geral, permitindo ao usuário uma adequada interpretação das informações. O ideal em várias ferramentas de exploração de dados baseada em Visualização de Informações é que a VI ocupe a maior parte da tela, até porque é preciso um espaço significativo para apresentar visualmente os dados. O interesse por VIs interativas é também grande e tem-se buscado formas de interação que sejam mais naturais e diretas sobre a própria visualização, com o usuário interagindo com elementos dentro das mesmas, mais do que usando painéis de controle externos. Isso tem feito com que as visualizações se mesquem aos sistemas subjacentes e se tornem as próprias interfaces gráficas. Além disso, várias abordagens de avaliação de VIs usam os mesmos métodos e testam os mesmos parâmetros de interesse dos testes de usabilidade clássicos como, por exemplo, o tempo para o usuário realizar uma determinada ação, a facilidade de aprendizado e de memorização dos elementos da interface e a taxa de erros cometidos pelo usuários na execução de tarefas, como descrita na Seção 2.3. Assim, para a finalidade da presente tese e para a discussão neste capítulo, considera-se que as visualizações de matrizes OD e de dados correlatos do tráfego urbano são as próprias interfaces gráficas, com os métodos de avaliação de usabilidades discutidos previamente válidos para avaliar também as mesmas.

Este capítulo apresenta, portanto, uma abordagem alternativa de avaliação de visualizações voltadas ao cenário do tráfego urbano, em especial para matrizes origem-destino, que combina técnicas de avaliação de usabilidade bem conhecidas em uma sequência adaptada de etapas. A seguir, será discutida a abordagem de avaliação e os detalhes de cada uma de suas etapas. A abordagem proposta tem como intuito não apenas ajudar na avaliação de visualizações mas também fornecer orientações que auxiliem na criação de visualizações mais efetivas e interativas de matrizes OD no cenário do tráfego urbano. A aplicação da abordagem é ilustrada ainda neste capítulo, para a avaliação e

a comparação de algumas das visualizações descritas no Capítulo 5. Por fim, alguns aspectos gerais da proposta de avaliação são sumarizados em uma seção de discussão.

6.1 Descrição da abordagem

Construir visualizações que apresentem um maior grau de usabilidade depende de vários fatores, tais como técnicas de avaliação, participação do usuário, conhecimento técnico, metodologias, entre outros [88, 55, 165].

Conforme discutido na seção 2.3, utilizar somente uma técnica de avaliação de usabilidade não necessariamente garante resultados satisfatórios e confiáveis [52], pois cada técnica demonstra ser mais adequada ou inadequada para um tipo de problema, de necessidade e de característica das interfaces [151]. Logo, para se obter uma efetiva avaliação, deve-se combinar diferentes métodos e técnicas. Nesse sentido, propõe-se aqui a integração de três técnicas de avaliação de usabilidade – a prototipação em papel, a avaliação heurística e o ensaio de interação – em uma sequência de etapas adequadamente modificadas para atender a demanda por um processo de avaliação de visualizações de matrizes OD e de outros dados associados, no cenário do tráfego urbano. A abordagem proposta é ilustrada na Figura 6.1. Escolheu-se essas três técnicas de avaliação, dentre outras, pelos seguintes motivos:

- são encontradas na literatura em diversas áreas [165];
- são compostas por testes relativamente baratos;
- são compatíveis com o problema apresentado;
- permitem validar requisitos no início do projeto (na prototipação);
- possibilitam identificar problemas de usabilidade antes da construção do sistema (na prototipação);
- permitem a criação e a utilização de heurísticas específicas ¹ para uma melhor compreensão do domínio do problema;
- demandam poucos especialistas em interface.

Cada etapa do processo de avaliação é iterativa e incremental, com algumas melhorias na visualização e em seus requisitos podendo ser realizadas antes mesmo de se avançar para as próximas etapas. Para isso, o primeiro passo visa compreender o problema no início da codificação. A prototipação em papel fornece meios pelos quais o desenvolvedor/*design* avalie as informações elicitadas. Todavia, sabe-se que a prototipação, neste momento, é restrita a um conjunto inicial de requisitos. Tais requisitos

¹O termo “heurística específica” está relacionado a critérios típicos da natureza do problema. Ou seja, ela não necessariamente se aplica a outras situações.

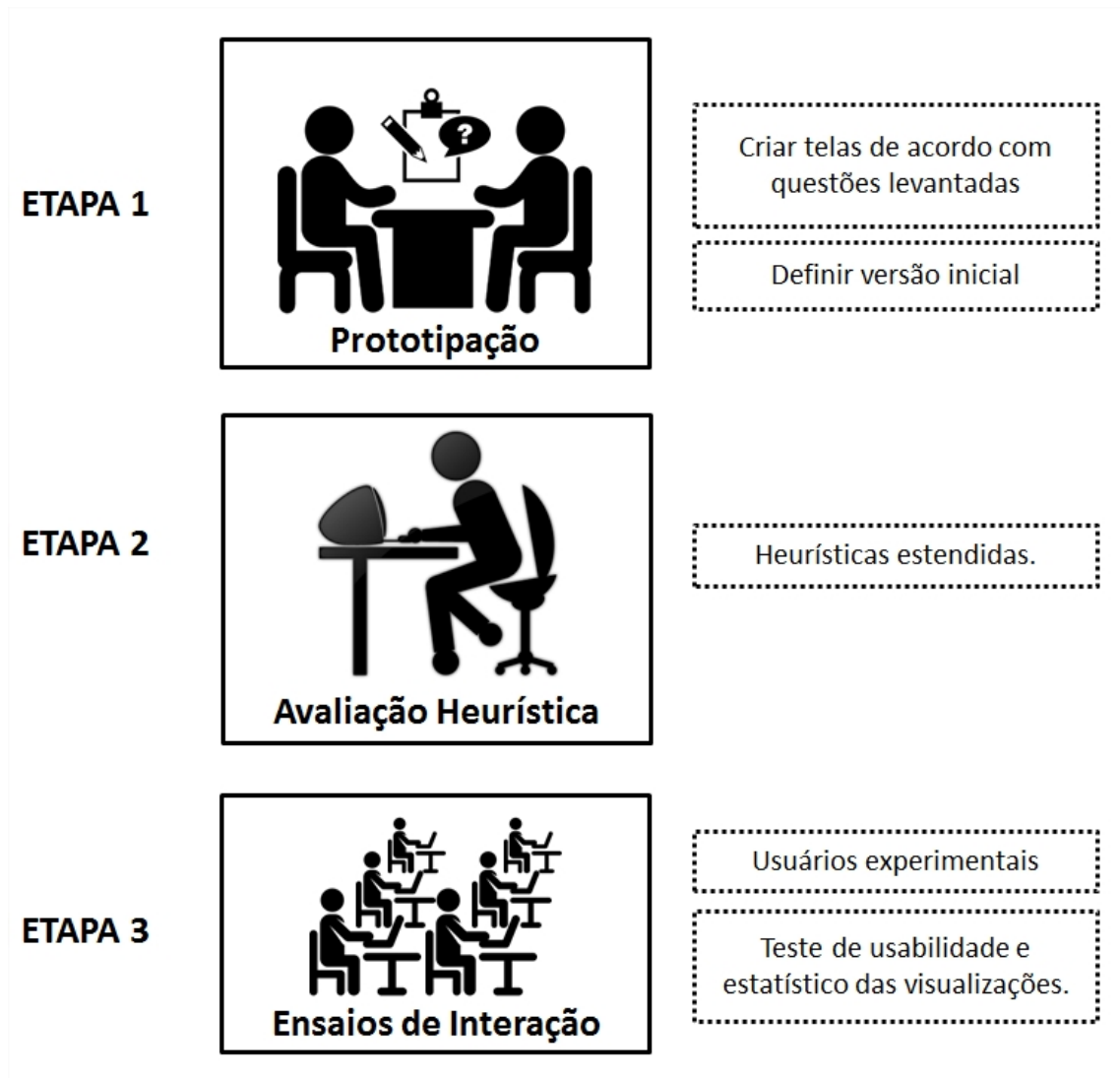


Figura 6.1: Abordagem proposta para avaliação de visualizações de Matrizes OD e de dados do tráfego associados.

tendem a evoluir e conseqüentemente se tornar novas funcionalidades. A segunda etapa está relacionada à utilização de heurísticas, elaboradas a partir de problemas enfrentados em diferentes trabalhos da área (Capítulos 3 e 5). Nesta etapa, uma avaliação heurística permite analisar a visualização frente aos requisitos e as orientações específicas para a apresentação visual de matrizes OD e os demais dados do tráfego para a construção de boas interfaces gráficas. Por fim, há os ensaios de interação. Esta técnica possibilita a avaliação de aspectos específicos de uma ou mais visualizações, inclusive permitindo uma comparação entre as mesmas, através do envolvimento de usuários experimentais em um conjunto de tarefas simulando situações reais de uso do sistema.

Cada etapa da abordagem é descrita a seguir. Antes da execução da primeira etapa, contudo, o desenvolvedor deve dialogar com os usuários e conhecer a natureza do problema, levantando os possíveis requisitos e discutir diferentes formas de interação. O

número de encontros pode variar de acordo com nível de detalhamento das funcionalidades. Para esse processo, pode-se utilizar diferentes técnicas de Elicitação de Requisitos. Neste caso, sugere-se aqui o uso de entrevistas e de *brainstorming*.

6.1.1 Prototipação em Papel

A execução da prototipação em papel segue o modelo discutido na seção 2.3.1. Abaixo, tem-se algumas considerações para cada passo.

- **Preparação** – ao se levantar os requisitos, deve-se escolher as funcionalidades que apresentem uma maior maturidade e que sejam livres de conflitos. O motivo é que, ao longo do tempo, os envolvidos conheçam mais sobre o problema e assim esclareçam requisitos pouco compreendidos. Ao selecionar os requisitos, o desenvolvedor deve criar os protótipos em papel. Uma boa dica, neste passo, é realizar a impressão de itens que possuam uma maior complexidade de se desenhar (por exemplo, mapas), logo em seguida inserir a personalização. Neste momento, deve-se listar possíveis interações do usuário com a interface, por exemplo: selecionar itens, usar filtros, trazer dados, etc. Outro ponto importante a se observar é na escolha do local para a aplicação do teste. É de suma importância que o usuário esteja em um ambiente controlado e que não sofra nenhuma intervenção externa. Por fim, deve-se registrar a interação, pois servirá de consulta futura. Tal registro pode ser realizado através de vídeo e/ou áudio.
- **Coleta dos dados e Interpretação** – tal passo é o momento pelo qual o usuário interage com a visualização. É aconselhável que dois desenvolvedores trabalhem nesse momento. Um atuará como um “computador”, simulando a execução das telas e as interações com o usuário, enquanto o outro, identifica os problemas ocorridos. Pequenas melhorias podem ser adicionadas diretamente ao papel.
- **Consolidação dos resultados** – uma vez encontrado um problema, deve-se identificar o seu grau de severidade (pequena, média e grande) e definir uma possível solução.
- **Relato dos resultados** – deve ser elaborada uma lista de problemas encontrados juntamente com suas sugestões de correção.

6.1.2 Avaliação Heurística

O processo de avaliação heurística é o mesmo definido por Nielsen *et al.* [127], que se encontra na Seção 2.3.1. Abaixo, tem-se detalhes sobre cada atividade.

- **Preparação:** preliminarmente, deve-se reunir as boas práticas a respeito de visualizações sobre o tráfego urbano. Para isso, é recomendado que haja uma análise dos

requisitos gerados pelos *stakeholders* do sistema e de possíveis trabalhos relacionados na área.

Entretanto, deve-se ressaltar, ao leitor, que as heurísticas aqui propostas estendem a sua definição original (no conceito de Usabilidade). Dentre os critérios contidos nas heurísticas, há a existência de requisitos funcionais desejáveis para as visualizações voltadas ao cenário do tráfego urbano. Tal extensão é causada pelo compartilhamento de critérios desejáveis para ambas as áreas. A eficiência de uma visualização e os aspectos de usabilidade de interfaces partilham, em muitas das vezes, os mesmos fundamentos. Por exemplo, exigir um menor tempo no aprendizado, demandar um menor esforço para executar ações, reduzir a chance de se causar erros, etc. Porém, a decisão de se estender o conceito original das heurísticas se dá pelos seguintes motivos:

- **simplificar a avaliação:** sabe-se que dentro da Engenharia de *Software* há um processo específico para verificação e validação de requisitos. Neste contexto, resumidamente, espera-se que o *software* atenda a sua especificação e as necessidades do cliente. Porém, sabe-se que a execução deste processo é por si só bastante complexa, pois exige a aplicação de testes (por exemplo, no modelo V - Engenharia de *Software*), bem como de inspeções. Pensando nisto, a heurística proposta agrega um conjunto de requisitos básicos (conforme o Capítulo 5) em sua composição a fim de reduzir a complexidade de verificar possíveis requisitos. Com a adição desse passo, fica a cargo do avaliador validar tais requisitos. Ou seja, o próprio avaliador inspecionará a visualização analisando não só as regras comuns a interfaces, mas também aos seus requisitos básicos. É certo que tal iniciativa não cobriria por completo todo o processo de verificação e validação dos requisitos, mas ao menos haveria a possibilidade do avaliador conhecer os principais requisitos desejados e as boas práticas de usabilidade em um só local.
- **centralizar conceitos:** poderia-se criar duas listas, uma contendo a heurística definida na Usabilidade, bem como uma outra lista contendo somente os requisitos essenciais para a construção de visualizações de matrizes ODs. Todavia, a avaliação de cada lista deveria seguir os critérios definidos em cada área (Engenharia de Software/Usabilidade). Ou seja, haveria um acréscimo na complexidade de se avaliar/verificar a visualização, inviabilizando a aplicação da mesma. Logo, incorporar tais conceitos, distintos, em uma única lista poderia atenuar tal problema.
- **incorporar recursos das heurísticas à validação de requisitos:** a própria Engenharia de *Software* prega que a verificação e validação de requisitos são basicamente compostas por testes e pela inspeção. Esta última está em con-

sonância a técnica de avaliação heurística, pois ambas apresentam processos semelhantes.

Uma vez definida as boas práticas, deve-se escolher o número de especialistas para a aplicação da inspeção. De acordo com Nielsen *et al.* [127], é exigido de três a cinco avaliadores.

- **Coleta de dados:** por meio de ferramentas *web*, tais como *GoogleDocs*, *Hangout*, *Skype*, *Camtasia*, etc. É possível registrar as interações de cada avaliador com as visualizações. Tal procedimento permite observar as interações e ponderações do próprio avaliador e, assim, posteriormente, analisar os dados registrados, bem como verificar se o avaliador possui ou não conhecimentos necessários para avaliar.
- **Interpretação:** Previamente, deve-se informar ao avaliador o que ele terá que verificar e como funciona a visualização. Logo, a partir desta premissa, o avaliador deve percorrer a visualização e verificar as violações das heurísticas e registrar os problemas identificados, exigindo os seguintes dados – local onde ocorre o problema (indicar o nome da visualização e a ação executada), a descrição (o que ocorreu), diretriz(es) violada(s), por meio da numeração do item (qual diretriz tal problema violou), gravidade do problema e recomendações de solução. A ponderação de gravidade é definida por Nielsen *et al.* e a mesma está registrada na seção 2.3.1.
- **Consolidação dos resultados:** reavaliar a lista de problemas, conforme registra o item anterior, com o objetivo de validar sua relevância e gravidade.
- **Relato dos resultados:** gerar um conjunto de relatórios, neste caso, uma tabela contendo o resumo de cada avaliador por visualização.

A heurística específica desenvolvida possui 45 itens de avaliação e é composta hierarquicamente por 11 critérios. Logo abaixo, têm-se o detalhamento da mesma juntamente com uma breve descrição. Além disso, após a descrição de cada heurística, tem-se o conjunto de perguntas (identificadas no Capítulo 5) associadas.

1 COMPLEXIDADE COGNITIVA

1.1 Auto explicação:

1.1.1 A visualização deve possuir ícones, animações ou descrições que facilitem o entendimento dos comandos, das entradas e das ações.

Descrição: *A visualização deve ser intuitiva como um todo, sempre que possível. Os ícones ou as animações devem refletir exatamente o que as ações representam. Todos os campos podem conter exemplos de como se espera a entrada de dados, por exemplo: hh:mm:ss, nome da cidade, intervalo de valores, etc. Em sistemas mais complexos, deve-se guiar o usuário através de destaque em botões e campos a fim de*

identificar o próximo passo esperado para a realização de uma tarefa. Pode-se incluir um quadro resumo indicando as principais operações e comandos, caso necessário. Para usuários avançados familiarizados com o sistema, poderá ser permitido pular a apresentação da visualização, caso utilize animações ou vídeos.

Perguntas associadas: P09 e P13.

1.1.2 O entendimento da VI deve ser adequado para o usuário alvo.

Descrição: *A visualização deve ser desenvolvida de acordo com o usuário esperado.*

Perguntas associadas: P13.

1.2 Complexidade, Disposição e Ordem

1.2.1 A visualização deve utilizar convenções do mundo real e exibir informações seguindo uma lógica natural. Quanto mais palpável e próximo do mundo real, mais fácil será sua compreensão. Todos os itens que possuem algum tipo relacionamento (associação, hierarquia, conjunto de dados semelhantes, etc.) devem ser mantidos próximos.

Descrição: *Quanto mais próximo ao mundo real for a visualização, menor será a complexidade de explicá-la ou documentá-la. Sempre que possível, agrupe os itens de acordo com um critério de relacionamento.*

Perguntas associadas: P09, P12 e P13.

Exemplos de convenção do mundo real: colônia de formigas, fluxo sanguíneo, dinâmica do movimento de fluidos, etc.

1.2.2 A metáfora utilizada não deve exigir uma carga de trabalho excessiva.

Descrição: *Deve-se reduzir a carga de trabalho do usuário minimizando o número de ações e a qualidade de entradas para a realização de uma tarefa. Se possível, o sistema deve dar sugestões de preenchimento ou saltos nas etapas de acordo com dados inseridos anteriormente ou com base em algum padrão de dados previamente definido.*

Perguntas associadas: P09.

1.2.3 Os tipos de dados devem obedecer os critérios (posição e ordem) definidos por Card e Mackinlay (nominais, cardinais e ordinais). Esta regra auxilia o usuário a identificar qual é o melhor mapeamento visual a se utilizar de acordo com o tipo de dado. (Seção 2.2)

Descrição: *Os atributos dos dados devem ser associados aos atributos dos marcos visuais em uma ordem que satisfaça a percepção humana. Os critérios definidos por Card e Mackinlay auxiliam na identificação dos limites da percepção do usuário quanto ao uso dos diversos recursos na visualização. Deve-se também posicionar esses atributos de forma*

adequada de acordo com o grau de importância do dado, pois quanto mais importante for o dado, maior deve ser o destaque do mesmo.

Perguntas associadas: P09.

1.2.4 A visualização deve permitir a pesquisa de informações visuais essenciais a fim de facilitar a compreensão e a identificação de padrões.

Descrição: *Para facilitar a identificação de itens em um conjunto numeroso de informações deve-se permitir a realização de buscas e filtros entre os dados disponíveis.*

Por exemplo: Caso exista a exibição de inúmeras ruas com congestionamento, pode-se selecioná-las através de uma pesquisa por nome ou algum outro critério específico, como um intervalo de valores ou categorias de densidade volumétrica de congestionamento.

Perguntas associadas: P07, P09 e P13.

1.2.5 A visualização deve permitir a ordenação de informações visuais essenciais a fim de facilitar a compreensão e a identificação de padrões.

Descrição: *Sempre que possível, a visualização deverá permitir a ordenação de informações.*

Por exemplo: em uma representação tabular, o usuário poderá ordenar os valores de forma crescente ou decrescente.

Perguntas associadas: P09.

1.3 Densidade de Informações

*** Oclusão de objetos**

1.3.1 O número de objetos sobrepostos deve ser minimizado com o auxílio de filtros ou zoom de acordo com seu escopo.

Descrição: *A oclusão de objetos é um dos principais problemas em uma visualização. Para isso, deve-se permitir que o usuário identifique as regiões de oclusão e minimize-as com o auxílio de filtros ou rotação da imagem.*

Por exemplo, em uma visualização 3D, o usuário pode rotacionar a imagem ou manipular o nível de *zoom* para obter uma melhor perspectiva. Por outro lado, com o uso de filtros, o usuário poderá reduzir o número de informações exibidas na tela.

Perguntas associadas: P09 e P13.

1.3.2 A visualização deve informar ao usuário o número de objetos sobrepostos. Esta informação assegura que o usuário não estará interpretando dados de forma equivocada.

Descrição: *Caso não seja possível minimizar o número de objetos sobrepostos, conforme o item anterior, deve-se ao menos informar*

de maneira aproximada a quantidade de sobreposições. Uma outra alternativa é dar destaque aos itens que se encontram aglomerados. O destaque indica que naquela região o usuário não está observando apenas um item, mas sim vários itens na mesma posição.

Por exemplo: seja uma região no mapa onde exista diversos itens em uma mesma posição. Para evitar uma má interpretação, pode-se dar destaque (aumentar, colorir e intensificar) a este ponto a fim de diferenciá-lo dos outros que possuam apenas um registro.

Perguntas associadas: P09 e P13.

1.3.3 O número de informações a serem mostradas não deve ser demasiadamente grande. Caso seja realmente necessária a inclusão de inúmeras dimensões de dados, deve-se criar visualizações agregadas.

Descrição: Quanto maior o número de informações em uma mesma visualização, maior será sua complexidade de desenvolvimento e menor será sua compreensão. Logo, visualizações agregadas podem reduzir a complexidade de uma visualização principal, ou seja, distribui-se a complexidade para as demais visualizações.

Perguntas associadas: P09, P11 e P13.

*** Destacar informações relevantes**

1.3.4 A visualização deve, por padrão, esconder informações irrelevantes, dando maior destaque a informações alvo.

Descrição: O destaque deverá ser feito de acordo com o interesse do usuário. Por exemplo: se o usuário deseja selecionar ruas que possuam congestionamentos, de nada adianta exibir ruas que não possuem tráfego pesado. Para isso, pode-se utilizar a transparência ou a eliminação de tais informações.

Perguntas associadas: P09 e P13.

1.4 Multi-representação Visual

*** Transição entre as múltiplas representações visuais**

1.4.1 No uso de múltiplas representações visuais agregadas, deve-se haver uma transição suave, sem grandes perdas de informações ou que não exija uma memorização significativa por parte do usuário de uma visualização para outra.

Descrição: Caso exista a figura de uma visualização agregada, deve haver uma transição suave para a visualização principal e vice-versa. O termo suave está se referindo à capacidade de se interagir sem perda de dados ou informações visuais na troca de visualizações. Por exemplo, ao se transitar de um mapa para outro, deve haver uma

transição que não seja muito lenta ou muito rápida, pois o cérebro humano somente consegue perceber uma mudança dentro de uma faixa limitada de tempo e de intensidade/quantidade. Caso contrário, é impossível se notar tal mudança.

Perguntas associadas: P09 e P10.

1.4.2 A visualização deverá permitir interação unidirecional ou bidirecional entre as representações agregadas.

Descrição: *A interação poderá ser unidirecional ou bidirecional. Caso seja unidirecional, somente existirá a interação na visualização principal, enquanto as agregadas apenas refletirão a alteração feita. Já na interação bidirecional, o usuário poderá interagir com todas as visualizações e seu efeito será em cascata.*

Perguntas associadas: P09 e P10.

*** Relacionamento Lógico**

1.4.3 A metáfora utilizada para complementar uma visualização principal já existente deverá seguir uma linha lógica simples. Representações visuais complementares, isto é, agregadas a uma visualização principal, devem sempre possuir um grau de complexidade menor que o da principal.

Descrição: *O objetivo das visualizações agregadas é reduzir a complexidade da representação principal. Cada visualização deveria ter sua própria responsabilidade, ou seja, ao aumentar o número de informações em uma visualização, novas representações podem ser criadas.*

Perguntas associadas: P09 e P10.

2 Exibição de Pares OD

2.1 A visualização deve exibir, de forma diferente, os marcadores dos respectivos pares OD.

Descrição: *Deve-se diferenciar os marcadores de origem, destino e origem/destino. Eles podem ser distinguidos por meio de símbolos ou cores diferentes. Entretanto, a interface deve oferecer recursos, como uma legenda, para facilitar a identificação. As zonas de origem e destino podem variar desde pequenos pontos no mapa até bairros inteiros.*

Perguntas associadas: P02.

2.2 Quando não houver a exibição do caminho (rota) alocado entre os pares OD, deve-se ao menos indicar a sua relação.

Descrição: *às vezes, o caminho (rota) traçado entre os pontos OD não é*

importante para uma determinada visualização, mas pelo menos, deve-se conectar tais pontos por meio de uma reta ou destacar os mesmos a fim de facilitar a identificação dos pares ODs.

Perguntas associadas: P02 e P06.

- 2.3 **Deve ser possível selecionar pontos de interesse de acordo com sua classificação, por exemplo, escolas e hospitais.**

Descrição: *A visualização deve possuir filtros de pontos de interesse. Esta seleção facilita a identificação de padrões de acordo com a classificação, como, por exemplo, visualizar congestionamentos próximos de escolas.*

Perguntas associadas: P02 e P07.

- 2.4 **A representação deve permitir a exibição de múltiplos caminhos entre os pares OD.**

Descrição: *Uma origem pode estar associada a apenas um destino ou a vários destinos. Esta regra também é recíproca para os destinos.*

Perguntas associadas: P06 e P07.

- 2.5 **A visualização deve permitir que haja a possibilidade de associar os pares OD a motivos de viagem.**

Descrição: *Os pares OD são definidos por algum motivo (razão de deslocar-se). Tal informação pode ser útil na observação de padrões. Por exemplo, em um determinado horário há predominância de deslocamentos entre casa e academia, etc.*

3 Exibição de fluxos

- 3.1 **A visualização deve permitir que o fluxo de veículos seja exibido, podendo este ser orientado ou não orientado e com suporte unimodal ou multimodal de transporte.**

Descrição: *É interessante visualizar o sentido do fluxo por intermédio de uma animação, vídeo ou via gradação e intensidade de cor no caminho. A distinção de quais meios de transporte existem no fluxo é fundamental. Caso o fluxo seja unimodal não há a necessidade de informar o tipo de veículo, mas quando a visualização der suporte a multimodalidade os tipos de veículos devem ser representados. Pode-se também representar a modalidade de forma simplificada, através do tipo de transporte predominante no fluxo ou caminho em questão.*

Perguntas associadas: P01, P02, P04, P05, P06, P08, P09 e P12.

- 3.2 **Deve ser possível identificar quais pares OD contribuem e em que proporção para o fluxo em determinada via de tráfego.**

Descrição: *A visualização deve permitir identificar quais pares OD contribuem na formação de um fluxo ou caminho. Por exemplo: ao selecionar um*

determinado fluxo ou caminho os pares OD que colaborem em sua formação devem ser destacados juntamente com a respectiva porcentagem de contribuição ou outro tipo de informação equivalente. Este recurso facilita visualizar quais pares OD são responsáveis pela formação de um congestionamento.

Perguntas associadas: P01, P02, P04, P05, P06, P08 e P12.

* **Zonas de estrangulamento**

3.3 A visualização deve destacar zonas ou vias de estrangulamento do tráfego (engarrafamento). Isso pode ser feito com o auxílio de filtros de áreas/zonas, de acordo com uma escala de tráfego, através da qual pode ser possível selecionar valores de congestionamento mínimo e máximo.

Descrição: *A visualização deve, apresentar com um destaque zonas de estrangulamento (congestionamento) e permitir a seleção ou filtragem por região ou zona e por grau de intensidade do congestionamento. Uma métrica para se identificar se há ou não um estrangulamento seria a comparação da velocidade. Caso a velocidade do tráfego atual seja inferior à metade da máxima permitida há uma grande probabilidade de ocorrer um congestionamento.*

Perguntas associadas: P01, P02, P04, P05, P06 e P08.

* **Volume de veículos**

3.4 A representação visual deve permitir a contabilização do número de veículos por agrupamentos como zonas, caminhos ou arcos. Descrição:

O número de veículos também deve ser representado na visualização, podendo ser por intermédio de espessura, coloração, altura, intensidade, etc. Deve ser possível também aplicar filtros em regiões pela quantidade de veículos.

Perguntas associadas: P01, P02, P06, P07 e P08.

* **Modelo de tráfego**

3.5 A visualização deve possuir suporte a pelo menos um destes modelos de tráfego: micro, meso e macroscópico. Para cada modelo, a visualização deverá ter um comportamento diferente, pois, em um momento, deve se concentrar no condensamento e, em outro, com o espalhamento dos dados.

Descrição: *A visualização deve deixar claro qual modelo está representando no momento proporcionalmente caso utilize mais de um.*

Perguntas associadas: P01 e P08.

3.6 Caso a visualização dê suporte a mais de um modelo de tráfego, deve ser criada uma animação de transição entre os modelos.

Descrição: às vezes, é necessário comparar as informações entre os modelos de tráfego. Para isso, deve-se criar uma transição que exija o mínimo de memorização do usuário e seja de fácil compreensão.

Perguntas associadas: P01 e P08.

4 Organização Modal

- 4.1 A representação deve permitir a visualização e a quantificação dos diferentes tipos de transporte em regiões, áreas e zonas.

Descrição: A exibição de diferentes tipos de transporte é importante quando a modelagem é multimodal. Uma área de interesse pode conter informações distintas para os diferentes tipos de transporte. Por este motivo a visualização deve permitir a seleção de áreas e regiões de acordo com o tipo de transporte e o número de veículos.

Perguntas associadas: P01, P02 e P04.

- 4.2 A visualização deve permitir a filtragem, inclusão e exclusão dos diferentes modos de viagem.

Descrição: O usuário pode selecionar quais são os tipos de transporte vão compor a visualização. Para isso, é importante que o usuário consiga configurar as modalidades de transporte desejadas.

Perguntas associadas: P01, P02, P04 e P07.

5 Organização geo-espacial

* Localização Geoespacial

- 5.1 Os marcadores (pontos OD) devem ser fixados de acordo com a posição geográfica e o mapa deve conter detalhes suficientes para que o usuário identifique a localidade em questão. A visualização deve apresentar as informações sem perda de contexto geoespacial.

Descrição: É de suma importância que os pontos ou marcadores OD sejam realmente representados geograficamente (quando se utilizar mapas). Este mapa também deve permitir interações como zoom e panorama de regiões de interesse. Quanto mais detalhes o mapa contiver, mais fácil será identificar a região de estudo, por exemplo: cidades, bairros, ruas, etc. Caso o mapa seja uma imagem, deve-se mapear as coordenadas geográficas para as coordenadas do plano "x,y" e vice-versa.

Perguntas associadas: P02, P05 e P12.

6 Organização temporal

* Comparação

- 6.1 A visualização deve possibilitar a percepção e a comparação da varia-

ção dos dados ao longo do dia e em dias de semana diferentes (segunda a sexta, finais de semana, feriados, etc.)

Descrição: *O trânsito é dinâmico e, por este motivo, deve-se possibilitar observar os dados (como demandas de deslocamento e fluxos nas vias.) ao longo do dia e dos dias da semana. Esse tipo de ação possibilita observar padrões ao longo de um período e facilita a comparação dos mesmos.*

Perguntas associadas: P01, P02 e P03.

* **Definição da escala temporal**

6.2 A visualização deve definir uma escala temporal (minutos, horas, dias, etc.) dos dados apresentados.

Descrição: *É importante deixar claro qual escala de tempo está se utilizando no momento e informar de que data e hora os dados foram obtidos.*

Perguntas associadas: P01, P02 e P03.

7 Exploração de alternativas de melhoria do tráfego

* **Suporte a *feedback* sobre problema do tráfego**

7.1 A visualização deve permitir comparações entre a situação do tráfego atual com a anterior.

Descrição: *A visualização deve permitir que o usuário realize comparações da situação atual com alguma outra visualização gerada anteriormente ou armazenada no histórico, na qual houve variação na demanda de deslocamento ou na estrutura da malha viária.*

Perguntas associadas: P01, P02, P03, P04, P06 e P07.

* **Geração de relatórios e exportação de dados**

7.2 A visualização deve permitir a geração de relatórios ou a exportação de dados.

Descrição: *Os dados podem ser exportados por algum padrão (por exemplo, JSON, XML, TXT, CSV, etc.) e deve-se possibilitar a geração de relatórios e gráficos para exibição. Tal ação pode permitir a comunicação entre os diferentes tipos de sistemas.*

Perguntas associadas: P13.

* **Inserção de comentários e suporte a multiusuários**

7.3 É desejável que a visualização permita que os usuários realizem comentários na própria ferramenta e possibilite o compartilhamento por projetos e grupos.

Descrição: *É bastante comum que várias pessoas trabalhem na melhoria do trânsito, por isso a visualização deve ter suporte a multiusuários (compartilhamento de projetos e de comentários).*

Perguntas associadas: P07 e P13.

* **Suporte à estatística**

7.4 **A visualização deve permitir a sumarização de dados como médias e somatórios.**

Descrição: *Sempre que possível, a visualização deve sumarizar os dados em alguma parte da tela com o número de pares OD observados, número de pares OD selecionados, quantidade total de veículos em observação, modos de viagem e suas porcentagens na composição do tráfego, horário do dia, etc.* **Perguntas associadas:** P13.

8 Interação

8.1 **A visualização deve possuir, de acordo com a necessidade, interações que permitam a seleção, a filtragem, a ampliação ou redução e o detalhamento entre outras ações. A interação também pode ser disponibilizada por diferentes dispositivos de entrada, como telas sensíveis ao toque e dispositivos de reconhecimento corporal.**

Descrição: *A interação é de grande importância em uma visualização, por isso a representação visual deverá facilitar ao máximo as operações do usuário. Shneiderman (seção 2.4) definiu uma taxonomia indicando as principais tarefas que o usuário pode realizar sobre uma visualização.*

Perguntas associadas: P07 e P13.

9 Ações e comandos

* **Feedback imediato**

9.1 **Todas as ações adotadas em uma visualização devem resultar em uma resposta imediata.**

Descrição: *Deve haver preocupação com a velocidade e a qualidade das respostas. Ao executar determinada ação, o sistema deverá informar imediatamente que a mesma foi detectada, juntamente com o resultado de seu processamento.*

Perguntas associadas: P07 e P13.

9.2 **Os usuários deverão ser informados sobre o progresso do sistema em tempo razoável.** **Descrição:** *Para ações que exijam um tempo maior de resposta, deve-se informar, em estimativa, o tempo para o fim ou pelo menos a etapa em que se encontra.*

Perguntas associadas: P07 e P13.

* **Histórico**

9.3 **A visualização deve guardar as ações dos usuários e as informações sem a necessidade de um novo preenchimento ou seleção.**

Descrição: às vezes, algumas tarefas exigem o preenchimento de inúmeros campos e uma série de passos. Para evitar um re-preenchimento dos dados anteriores, deve-se preservá-los em memória. Esse recurso é necessário, por exemplo, quando utilizando uma visualização de matriz OD para cadastrar vários pares origem-destino. Outra necessidade de um histórico é permitir acompanhar a evolução de uma visualização ou retroagir para uma configuração anterior dos parâmetros de representação visual e/ou dos dados cadastrados.

Perguntas associadas: P07 e P13.

9.4 **Através da ferramenta, pode ser criado um macro que automatize tarefas repetitivas.**

Descrição: O usuário pode executar tarefas repetitivas por várias vezes. É desejável que exista uma opção de macro que automatize essas tarefas. Ou seja, o usuário pode gravar a execução da tarefa uma única vez e executá-la sempre que necessário.

Perguntas associadas: P07 e P13.

* **Controle das ações**

9.5 **Os usuários deverão ter o total controle sobre todas as ações da visualização.**

Descrição: às vezes, o usuário não deseja continuar uma ação solicitada. Para isso, deve ser possível ao usuário cancelar ou paralisar ações previamente acionadas.

Perguntas associadas: P07 e P13.

* **Tratamento de erros e mensagens**

9.6 **Erros por entrada de dados devem ser verificados.**

Descrição: ao tratar os erros na entrada dos dados, reduz-se consideravelmente erros no processamento. Esta verificação deve ser inserida em campos e arquivos de entrada.

Perguntas associadas: P07 e P13.

9.7 **As mensagens de erros devem ser de fácil entendimento.**

Descrição: Ao ocorrer algum tipo de erro, uma mensagem amigável e de fácil entendimento deve ser exibida. Esta mensagem deve auxiliar o usuário a reparar ou informar o erro cometido. Por exemplo,

quando há a inserção do ano com apenas dois dígitos.

Perguntas associadas: P07 e P13.

* **Atalhos**

9.8 **A aplicação deve permitir a utilização de atalhos para usuários avançados.**

Descrição: *A visualização deve permitir que usuários avançados maximizem suas tarefas e gastem menos tempo. Atalhos são uma ótima opção para isso.*

Perguntas associadas: P07 e P13.

10 **Padronização**

* **Significado**

10.1 **Ações ou representações de objetos devem possuir o mesmo significado em toda visualização.**

Descrição: *A visualização deve seguir um padrão para representar todos os dados. Por exemplo, se a coloração vermelha representa fluxo intenso, em outro local da visualização o mesmo padrão é esperado.*

Perguntas associadas: P07 e P13.

11 **Documentação**

* **Ajuda**

11.1 **A visualização deve possuir alguma ajuda sobre os principais comandos e ações.** **Descrição:** a ajuda deve ser de fácil entendimento e de rápido acesso, fornecendo orientações sobre as principais funcionalidades existentes e perguntas frequentes.

Perguntas associadas: P07 e P13.

11.2 **Devem ser providas informações ou recursos para permitir contatar os responsáveis da visualização.**

Descrição: *Um serviço de atendimento ao usuário deve ser disponibilizado, com pelo menos um contato de e-mail e telefone e o responsável daquele módulo ou sistema.*

Perguntas associadas: P07 e P13.

6.1.3 **Ensaio de Interação**

Antes de realizar este procedimento, deve-se ter a autorização do Conselho de Ética da universidade ou outra instituição da qual o pesquisador faz parte. E para isso, é

necessário entrar no site do Plataforma Brasil ² e preencher uma série de informações. Tal procedimento é obrigatório, pois se trata da execução de testes envolvendo seres humanos. Basicamente, haverá o preenchimento do escopo do teste, bem como da quantidade de participantes, custos e prazos. Uma vez submetido, a aprovação pode demorar de 3 a 6 meses.

Em sequência, o planejamento do teste de usabilidade baseia-se nos estudos de Rubin *et al.* [157]. E, para isso, deve-se saber responder ao menos as seguintes perguntas:

- qual é o público alvo? (deve-se escolher os participantes que compreendam IHC e se possível a natureza do problema.)
- o que deve ser avaliado? (quais são as características/funcionalidades da visualização que se deseja conhecer.)
- como será avaliado? (conforme o item anterior, pode-se utilizar de diferentes meios de se avaliar. Por exemplo, uso de questões dissertativas, verdadeiro ou falso, escala de *Likert*, dentre outros.)
- e o que fazer com os resultados? (identificar algum método que o auxilie a avaliar a visualização, por exemplo, cálculos estatísticos.)

Logo após a execução dos pré-requisitos, citados acima, aplica-se os seguintes passos:

- **pré-teste** – deve-se, neste momento, colher a assinatura dos envolvidos a fim de garantir a não divulgação e a autorização do uso das informações (Os documentos envolvidos neste processo devem ser impressos em duas vias.). Pode-se também, selecionar os participantes a fim de criar um público mais homogêneo ou dividi-los em grupos, caso ocorra a avaliação de várias visualizações. Não há necessariamente uma regra para definir a quantidade de participantes.
- **introdução à sessão** – explica-se aos participantes a sua importância, assim como o papel de cada um envolvido no teste.
- **apresentação das visualizações** – exige-se que os participantes tenham um conhecimento prévio a respeito das visualizações e dos termos técnicos. Para isso, deve elaborar uma apresentação contendo as principais funcionalidades e interações de cada visualização.
- **execução de lista de tarefas** – pode-se montar uma lista de ações que remeta as principais funcionalidades da visualização. Tal ação permite que os participantes se familiarizem com a visualização e execute suas tarefas. Uma boa dica é distribuir um quadro resumo com tais informações, pois o participante pode esquecer facilmente

²<http://aplicacao.saude.gov.br/plataformabrasil/login.jsf>

do que foi dito na apresentação. As tarefas executadas devem, principalmente, auxiliar o participante a responder questões mais elaboradas na próxima etapa.

- **execução da avaliação** – executa-se a avaliação das visualizações e ao final de cada experimento, há o recolhimento de dados as taxas de erro e de acerto no uso da visualização, assim como as indicações sobre sua satisfação e eficiência.

Para a avaliação de usabilidade, sugere-se na presente tese o modelo de Lima *et al.* [119]. Esse é um teste formal que considera que a usabilidade está relacionada à média da eficácia, eficiência e satisfação. Abaixo, serão descritos os cálculos definidos por Lima *et al.*

- **Eficácia:** para avaliar a eficácia, utiliza-se de duas categorias: tarefas concluídas e tarefas não concluídas. O cálculo da taxa de eficácia é realizado através da divisão do número de usuários que concluíram a tarefa com êxito e o número total de usuários.

$$T_e = \frac{\sum TAR_c}{\sum TAR_n}$$

Onde,

T_e é a taxa de eficácia;

TAR_c é a quantidade de tarefas que foram concluídas com êxito (corretas);

TAR_n é a quantidade de tarefas realizadas no teste.

- **Eficiência:** a unidade de tempo, expressa em segundos, é utilizada para avaliar o grau de eficiência com o intervalo das categorias (eficiência péssima, satisfatória, neutra, boa e ótima). Tais categorias são determinadas pelos tempos mínimo e máximo encontrados na realização das tarefas. Seu cálculo é descrito pelas seguintes fórmulas:

$$t_{md} = \sum t / \sum TAR$$

Onde,

t_{md} é o tempo médio por tarefa realizada;

t é o tempo gasto na execução de uma tarefa;

TAR é a quantidade de tarefas concluídas no teste.

Logo,

$$T_f = 1 - \frac{t_{md}}{t_{mx} - t_{mn}}$$

Onde,

T_f é a taxa de eficiência;

t_{md} é a média de tempo;

t_{mn} é o menor tempo gasto na execução das tarefas de todos os usuários;

t_{mx} é o maior tempo gasto na execução das tarefas de todos os usuários.

- **Satisfação:** as categorias "péssima", "satisfatória", "neutra", "boa" e "ótima" são utilizadas para conhecer o nível de satisfação dos usuários. Para isso, considera-se a taxa resultante entre o somatório da taxa de satisfação do usuário pela quantidade de usuários participantes, utilizando como suporte a escala de *Likert*.

$$T_{su} = S_u / S_{mx}$$

Onde,

T_{su} é a taxa de satisfação do usuário;

S_u é a quantidade de satisfação de um usuário;

S_{mx} é a satisfação máxima possível.

Logo, a taxa de satisfação é:

$$T_s = \frac{\sum T_{su}}{U}$$

Onde,

T_s é a taxa de satisfação em relação a interface;

T_{su} é a taxa de satisfação do usuário;

U é a quantidade de usuários participantes do teste.

- **Usabilidade:** definida com base na média das três taxas das variáveis listadas. O nível de usabilidade terá valores entre 0 e 1, sendo definidos como:
 - Nível péssimo quando $0 < \text{Usabilidade} \leq 0,25$;
 - Nível satisfatório quando $0,25 < \text{Usabilidade} \leq 0,5$;
 - Nível bom quando $0,5 < \text{Usabilidade} \leq 0,75$; e

- Nível ótimo quando $0,75 < \text{Usabilidade} < 1$.

$$T_{Us} = \frac{(T_e + T_f + T_s)}{3}$$

Onde,

T_e é a taxa de efetividade;

T_f é a taxa de eficiência;

T_s é a taxa de satisfação.

Para finalizar a avaliação das visualizações, propõe-se o uso de testes estatísticos sobre a efetividade, eficiência e satisfação de cada visualização. Contudo, para uma escolha adequada de qual método estatístico utilizar, deve-se primeiramente observar os dados que estão em análise, tais como [138, 13, 67, 112]: tipos de dados (nominal, ordinal, quantitativo, discreto/contínuo), quantidade e distribuição estatística. Deve-se realizar também um tratamento dos dados (brutos) para a aplicação dos testes (Ensaio de Interação I e II), o que é detalhado a seguir.

Sobre a eficiência, aplica-se um cálculo de normalização de acordo com o tempo gasto de cada participante em relação ao contexto geral de cada visualização. O cálculo utilizado para gerar o novo valor de eficiência para cada questão é o seguinte:

$$T_{nor} = 1 - \frac{T_{gq}}{T_{maxt}}$$

Onde,

T_{nor} é o tempo normalizado;

T_{gq} é o tempo gasto na questão;

T_{maxt} é o maior tempo gasto na avaliação por todos os participantes.

Por exemplo: o avaliador 2 levou 60 segundos para analisar a questão Q_2 (conforme apresenta a Tabela 6.1). Porém, sabe-se que o maior tempo gasto na visualização é igual a 90 segundos (destaque em vermelho). Logo, aplicando-se a fórmula, tem-se:

$$T_{Q'2} = 1 - \frac{60}{90} = 0,333333$$

O valor de eficiência' de cada visualização será composto pelo somatório dos tempos normalizados de cada participante (conforme mostra a última coluna da Tabela 6.1 para eficiência').

Tabela 6.1: *Exemplo da composição de eficiência'*

Avaliador	Questões em segundos				Questões normalizadas				Eficiência'
	Q ₁	Q ₂	...	Q _n	Q' ₁	Q' ₂	...	Q' ₃	
ava ₁	30	25	...	15	0,66667	0,72222	...	0,83333	2,22222
ava ₂	90	60	...	20	0	0,33333	...	0,77777	1,11111
ava ₃	45	15	...	30	0,5	0,83333	...	0,66667	2

Já a eficácia é obtida com base no somatório das questões respondidas com êxito (C–correta ou E–errada) por cada participante. Um exemplo é mostrado na Tabela 6.2, onde o avaliador 3 acertou somente uma alternativa.

Tabela 6.2: *Exemplo da composição da eficácia'*

Avaliador	Questões				
	Q ₁	Q ₂	...	Q _n	Eficácia'
ava ₁	C	C	...	C	3
ava ₂	E	C	...	C	2
ava ₃	C	E	...	E	1

Por fim, para exemplificar a composição do cálculo de satisfação' é mostrada a Tabela 6.3 com alguns exemplos de avaliação, contendo itens em consonância com a escala de *Likert*, onde os valores podem variar de 1 a 5.

Tabela 6.3: *Exemplo de valores definidos pela escala de Likert.*

Avaliador	Questões			
	Q ₁	Q ₂	...	Q _n
ava ₁	1	5	...	3
ava ₂	2	4	...	5
ava ₃	4	5	...	2

De acordo com o exemplo da Tabela 6.3, os dados de satisfação são obtidos pelo somatório de ocorrências de cada faixa da escala de *Likert*. Por exemplo, a faixa 5 da escala de *Likert* foi encontrada em três respostas (conforme o exemplo da Tabela 6.3). A composição da satisfação' está relatada na Tabela 6.4.

Tabela 6.4: *Exemplo da composição da satisfação'*

Escala Likert	Satisfação'
1	1
2	2
3	1
4	2
5	3

Com o objetivo de auxiliar na aplicação dos testes, pode-se utilizar algum *software*. No caso das avaliações nesta tese, adotou-se o *software* "R"³ [112].

6.2 Exemplo de Uso da Abordagem de Avaliação da Usabilidade Proposta

A presente seção tem como objetivo demonstrar a aplicação da proposta de avaliação de usabilidade, descrita nas seções anteriores, e os resultados alcançados. A apresentação desta seção segue a ordem das etapas definidas na proposta.

6.2.1 Prototipação em Papel

Conforme discutido nos Capítulos 3 e 5, os requisitos e as questões levantadas ajudaram na criação de diversas visualizações. Entretanto, as visualizações descritas a seguir serão restringidas apenas às últimas quatro visualizações propostas no Capítulo 5 para a análise da usabilidade. O motivo de se criar as visualizações para o teste está relacionado a liberdade de se avaliar, podendo os avaliadores tecerem opiniões críticas sobre as mesmas sem nenhum atrito com autores de outros trabalhos. Um outro fator a ser considerado é que nem sempre as visualizações, de outros autores, estão disponíveis para a manipulação.

No entanto, as avaliações propostas ocorreram em tempos espaçados e o pessoal envolvido na avaliação dessas visualizações está contido no grupo de pesquisadores do *PetGyn* e engenheiros de tráfego urbano. A seguir é apresentada uma breve descrição da primeira versão (Figura 6.2) de cada visualização. Logo após, um resumo dos resultados das críticas e sugestões de cada uma dessas visualizações será expresso em tabelas.

³<https://www.r-project.org/>

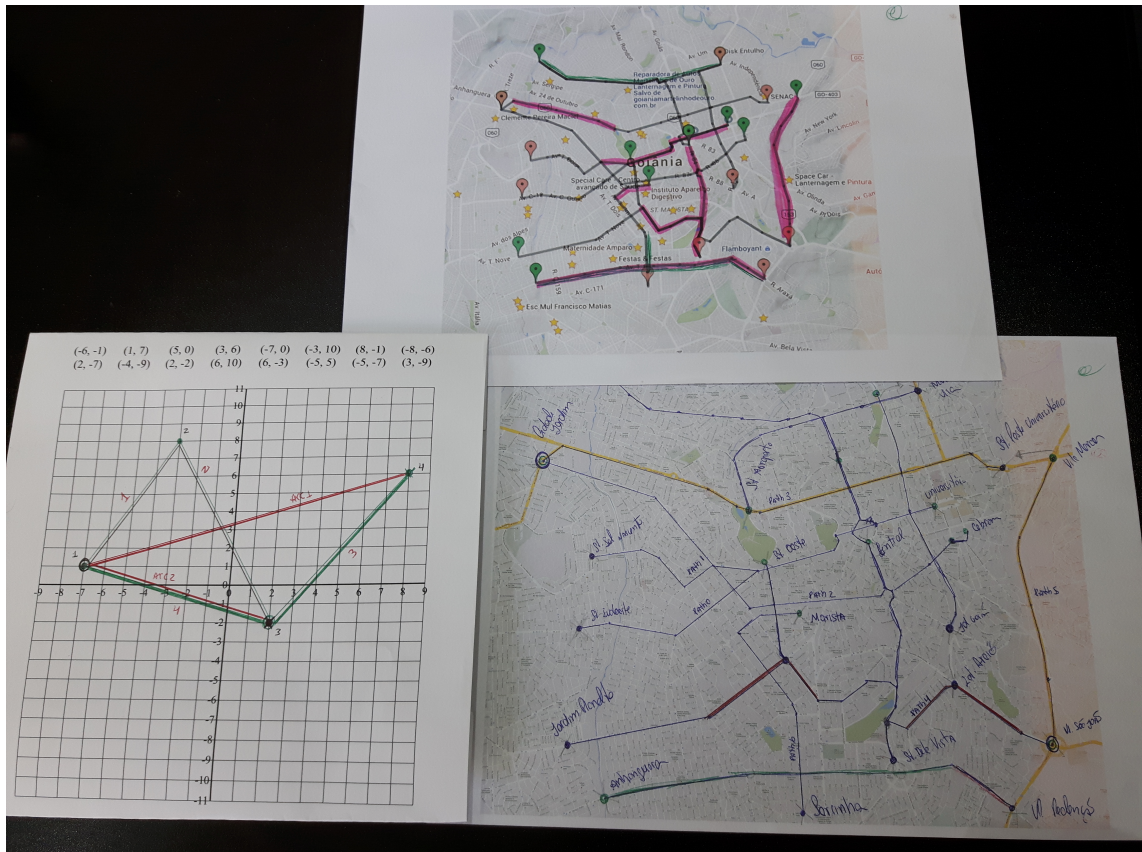


Figura 6.2: Alguns exemplos dos protótipos criados em papel.

A primeira visualização a receber uma avaliação por prototipação em papel foi o *ArcFlow* – Capítulo 5.1.1. A princípio, ela deveria possuir pontos OD em um mapa e representar uma interação de transitividade entre o desenho de uma rota, semelhante aos caminhos traçados em um GPS, até a formação de um arco. Porém, foram identificados alguns problemas e algumas mudanças. As anotações estão resumidas na Tabela 6.5.

Tabela 6.5: *Prototipação - ArcFlow*

Problemas/Mudanças	Complexidade
Não foi possível identificar os diferentes pares OD (mesma coloração).	baixa
As rotas não estavam seguindo de forma harmoniosa o traçado do mapa. Por exemplo, existem várias linhas retas sobre as curvas e rotatórias no mapa.	baixa
A altura dos arcos deveria ser definida de acordo com o fluxo e não de acordo com a proximidade.	baixa
Foi sugerido inserir alguma animação nos caminhos para indicar a direção de fluxo.	média
Foi sugerido que houvesse uma transição suave entre a rota e o arco.	baixa
Foi sugerida a inclusão de um menu para facilitar a seleção das funcionalidades.	baixa
Foi sugerida a inserção de algum método de seleção dos pares OD.	média

A segunda visualização a ser avaliada foi a *ODFlow* – Capítulo 5.1.2. Basicamente, a interface deveria possuir um mapa do lado esquerdo com uma tabela do lado direito. Uma possível interação de seleção seria clicar sobre as linhas, colunas e células. Contudo, algumas mudanças foram sugeridas e elas foram transcritas para a Tabela 6.6.

Tabela 6.6: *Prototipação - ODFlow*

Problemas/Mudanças	Complexidade
Foi sugerido que somente as rotas selecionadas fossem exibidas no mapa.	média
Foi sugerido que os rótulos das linhas e colunas recebessem alguma coloração (destaque) no momento do clique/movimento.	baixa
Foi sugerido que ao passar o mouse sobre a célula, a mesma apresentasse de alguma forma o valor da demanda.	baixa

A terceira visualização a ser avaliada foi a *ODGraph* – Capítulo 5.1.3. A partir deste momento, a inclusão de um mapa, no canto esquerdo, passou a ser um item presente em todas as interfaces. A VI deve usar um grafo para representar uma relação entre os diversos pares OD. Para isso, uma aresta deve conectar os nós a partir do momento em que ambos formassem um par OD. O resultado da avaliação é descrita na Tabela 6.7.

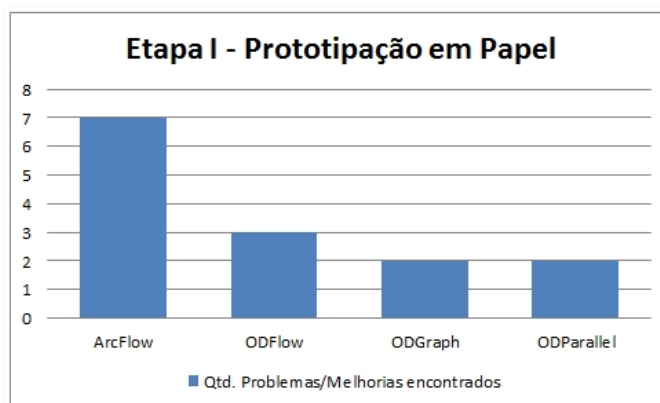
Tabela 6.7: Prototipação - ODGraph

Problemas/Mudanças	Complexidade
Foi sugerido que, de alguma forma, houvesse a representação separada para os pares OD. Por exemplo, ao clicar sobre um nó, o mesmo deveria destacar os outros nós relacionados, observando que um nó pode ser origem, destino ou origem/destino.	média
Foi sugerido que somente os itens selecionados fossem destacados.	baixa

Por fim, a quarta visualização a ser avaliada foi a *ODParallel* – Capítulo 5.1.4. A ideia inicial é que a interface possibilitasse a seleção de pares OD por meio de dimensões da coordenada paralela. O resultado da avaliação se encontra na Tabela 6.8.

Tabela 6.8: Prototipação - ODParallel

Problemas/Mudanças	Complexidade
Foi sugerido que houvesse um espaçamento maior entre as dimensões.	baixa
Foi sugerido que houvesse a inclusão de um botão que limpasse todas as seleções das n dimensões.	média
Foi sugerido que as coordenadas paralelas levassem em consideração os operadores lógicos "ou/e" na seleção.	média

**Figura 6.3:** Etapa I - Número de Problemas/Melhorias encontradas.

Ao término desta avaliação foram encontrados 15 problemas ou sugestões, conforme ilustra a Figura 6.3. Esse é um número considerável, pois neste momento a visualização está no início do projeto. Ao se olhar sobre a Figura 6.3, pode-se perceber que a visualização *ArcFlow* apresentou um número maior de sugestões. Todavia, este número de problemas ou sugestões pode também estar relacionado ao detalhamento dos requisitos de cada visualização. Quanto mais informações existirem sobre os problemas

que a visualização deve responder, melhor será a avaliação pela prototipação. Uma boa sugestão é relacionar o máximo possível de informações que as interfaces vão responder e, só depois, identificar as técnicas que vão facilitar as interações e representações. Porém, sabe-se que elicitar todos os requisitos é uma tarefa muito complexa, pois o *design* irá depender dos usuários para responder a estas questões e eles nem sempre sabem realmente o que desejam.

Um outro fator importante relatado nessa avaliação foi que todas as sugestões possuíam um grau de complexidade baixa e média.

Todas as informações sugeridas pela prototipação, aplicadas no início do *design*, foram atendidas e implementadas. Esta abordagem auxiliou no refinamento da construção das visualizações. O teste de prototipação foi realizado uma única vez, durante todo o processo de desenvolvimento, mas pode-se aplicá-las em diferentes momentos na construção.

6.2.2 Avaliação Heurística

O teste exigiu a participação de três especialistas em interface com domínio nas áreas de desenvolvimento e teste de *software*. O processo utilizado seguiu a definição de Nielsen *et al.* [127]. A seguir será apresentado um breve relato de cada etapa:

- **preparação:** houve uma apresentação das visualizações, para cada especialista, mostrando o que deveria ser avaliado, não sendo ela limitada, mas com base nas tarefas alvo dos questionários (Apêndices A e B). Além disso, foram esclarecidos termos técnicos contidos nas heurísticas e nas visualizações. Esta atividade durou 40 minutos;
- **coleta de dados:** os participantes, de forma independente, registraram suas opiniões em uma planilha do *Google Docs*;
- **interpretação:** foram percorridas as visualizações anotando-se os dados sobre a diretriz violada, a descrição do problema, as possíveis sugestões e sua gravidade. A média de tempo gasto para o preenchimento total de todas as visualizações (4 no total) foi de uma hora e quarenta minutos. Todos os dados coletados nesta etapa estão disponíveis no Apêndice E;
- **consolidação dos resultados:** foi verificado se as heurísticas violadas, de acordo com o *design* da visualização, realmente são relevantes e possuem a gravidade correta.

A Tabela 6.9 apresenta uma versão resumida da aplicação da heurística às quatro visualizações. A primeira coluna da tabela representa a identificação da heurística violada (seção 6.1.2), enquanto que os números contidos entre parênteses indicam os

diferentes avaliadores. Por fim, a última coluna informa a quantidade de vezes que a heurística foi violada para as quatro visualizações. É possível perceber que pode haver mais de um registro de um avaliador para o mesmo item. Ou seja, para o avaliador houve três violações do mesmo item.

A Figura 6.4 apresenta a quantidade de violações encontradas para cada visualização. Este elevado número de violações é esperado, pois houve a aplicação de toda as heurísticas nas mesmas. Por exemplo, a visualização *ODFlow* não representa a multimodalidade. A princípio, ela foi desenvolvida para ser apenas modal. Como consequência disso, as heurísticas identificaram que a mesma não possui suporte à multimodalidade e feriu todas as regras relativas ao item. Fica a cargo do *design* da interface aceitar ou não as sugestões. A aceitação ou não está vinculada ao objetivo da interface.

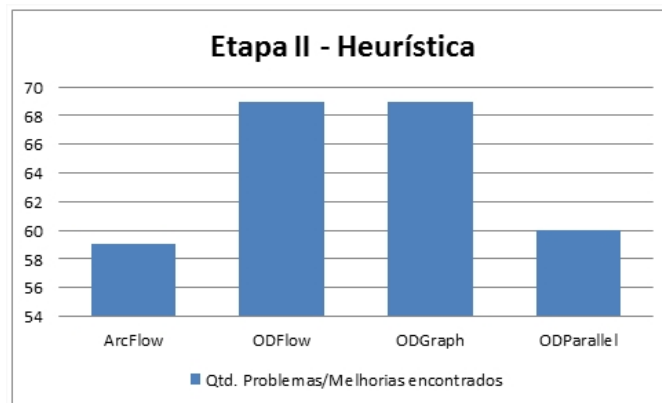


Figura 6.4: *Etapa II - Número de Problemas/Melhorias encontradas.*

Os avaliadores fizeram uma série de considerações para cada visualização. Todavia, mesmo que um par de visualizações possua a exibição dos mesmos dados, elas foram avaliadas diferentemente, conforme ilustra a Figura 6.5. Pode-se perceber também, pela figura, que os avaliadores possuem perfis diferentes. Eles compreenderam satisfatoriamente as heurísticas, apesar de nem todos possuírem conhecimentos sobre visualizações sobre o tráfego urbano. O termo satisfatório está relacionado ao *feedback* relatado pelos avaliadores (apêndice E). Tais relatos possuem uma descrição do problema, assim como possíveis soluções.

Foi possível notar que os avaliadores foram bastante críticos, como demonstram os resultados da Figura 6.5. Dentre os 45 itens definidos na heurística, a média de violação encontrada foi em torno de 21 itens para cada visualização. As linhas na Figura 6.5 representam os diferentes avaliadores.

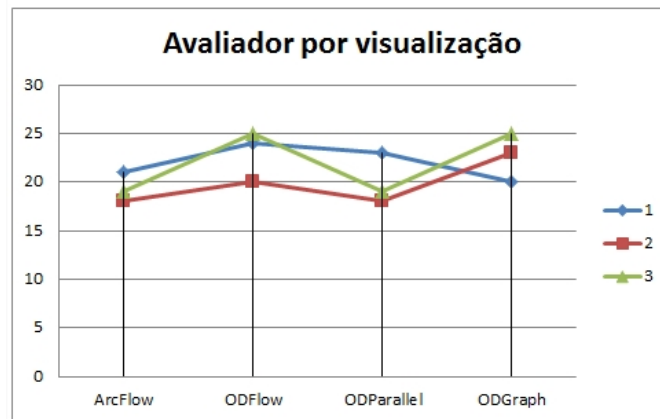


Figura 6.5: *Etapa II - Número de Problemas/Melhorias encontradas por avaliador.*

Um outro fator interessante da avaliação heurística é a classificação dos itens violados pela gravidade, ou seja, a demonstração do quão importante é a modificação de falha/sugestão. Na Figura 6.6 são encontrados os níveis de gravidade (1-4) para cada avaliador, representados pelas linhas coloridas. Observa-se que os avaliadores 1 e 3 possuem praticamente a mesma definição de gravidade, enquanto que o avaliador 2 é o que mais se difere dos outros avaliadores.

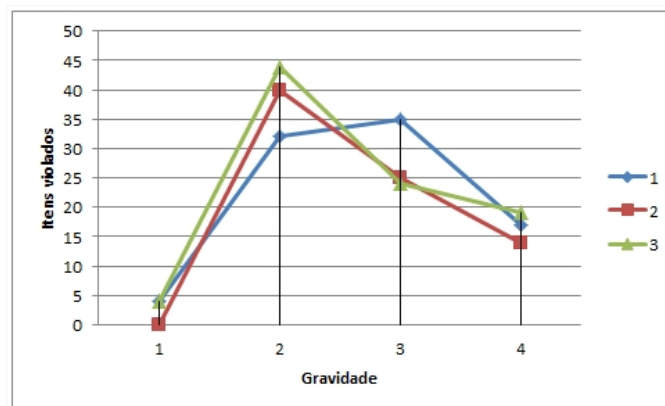


Figura 6.6: *Etapa II - Número de Problemas/Melhorias categorizadas por gravidade.*

Tabela 6.9: Resumo das Heurísticas Violadas.

A numeração entre colchetes indica a identificação do avaliador.

Heurística Violada	<i>ArcFlow</i>	<i>ODFlow</i>	<i>ODParallel</i>	<i>ODGraph</i>	Qd. Violações
1.1.1	(1)	(1)(3)	(1)(1)(1)	(2)(3)	8
1.1.2					-
1.2.1					-
1.2.2	(1)(3)	(3)			3
1.2.3					
1.2.4	(1)(2)(3)	(1)(2)(3)	(1)(2)(3)	(1)(2)(3)	12
1.2.5	(1)(2)(3)	(1)(2)(3)	(1)(2)(3)	(1)(2)(3)	12
1.3.1			(1)(2)(3)		3
1.3.2	(1)(2)(3)		(1)(2)(3)		6
1.3.3					-
1.3.4	(3)	(1)(3)			3
1.4.1					-
1.4.2		(1)(3)	(1)	(3)	4
1.4.3					-
2.1	(1)(1)(2)(3)	(1)(2)(3)	(1)(1)(2)(3)	(1)(2)(3)	14
2.2	(2)			(2)	2
2.3	(1)(2)(3)	(1)(2)(3)	(1)(2)(3)	(1)(2)(3)	12
2.4					-
2.5	(1)(2)(3)	(1)(2)(3)	(1)(2)(3)	(1)(2)(3)	12
3.1				(3)	1
3.2	(2)	(1)(3)	(3)	(1)(2)(3)	7
3.3	(3)	(2)		(2)(3)	4
3.4	(1)(3)	(2)(3)	(1)	(1)(2)(3)	8
3.5					-
3.6					-
4.1	(1)(2)(3)	(1)(2)(3)		(2)(3)	8
4.2	(1)(2)(3)	(1)(2)(3)	(1)(2)(3)	(1)(2)(3)	12
5.1	(1)				1
6.1	(1)(2)(3)	(1)(2)(3)	(1)(2)(3)	(1)(2)(3)	12
6.2	(1)(2)(3)	(1)(2)(3)	(1)(2)(3)	(1)(2)(3)	12
7.1	(1)(2)(3)	(1)(2)(3)	(1)(2)(3)	(1)(2)(3)	12
7.2	(1)(2)(3)	(1)(2)(3)	(1)(2)(3)	(1)(2)(3)	12
7.3	(1)(2)(3)	(1)(2)(3)	(1)(2)(3)	(1)(2)(3)	12
7.4	(1)(2)(3)	(1)(2)(3)	(2)(3)	(1)(2)(3)	11
8.1		(1)(2)		(1)(2)(3)(3)	6
9.1					-
9.2					-
9.3		(1)(3)		(1)(3)	4
9.4	(1)(2)(3)	(1)(2)(3)	(1)(2)(3)	(1)(2)(3)	12
9.5					-
9.6					-
9.7					-
9.8		(1)(2)(3)	(1)(2)(3)	(1)(2)(3)	6
10.1		(1)(3)			2
11.1		(1)(2)(3)	(1)(2)(3)	(1)(2)(3)	9
11.2	(1)(2)(3)	(1)(2)(3)	(1)(2)(3)	(1)(2)(3)	12

6.2.3 Ensaios de Interação

Os usuários utilizados para esta etapa são chamados de usuários representativos. Este termo indica que as pessoas escolhidas não são de fato os usuários reais do sistema (conhecedores do domínio) [151]. O motivo de se utilizar este grupo de pessoas está diretamente relacionado à dificuldade em garantir usuários de domínio (especialistas) para a participação dos testes.

No experimento proposto, os usuários envolvidos receberam duas visualizações, em momentos diferentes, para avaliar. Tais usuários foram divididos aleatoriamente em dois grupos de tamanhos iguais. No primeiro momento (contato inicial do participante com a visualização), um grupo avaliou uma visualização, enquanto o outro grupo, a

segunda. Ao término do prazo, os usuários passaram a avaliar a outra visualização restante (segundo momento).

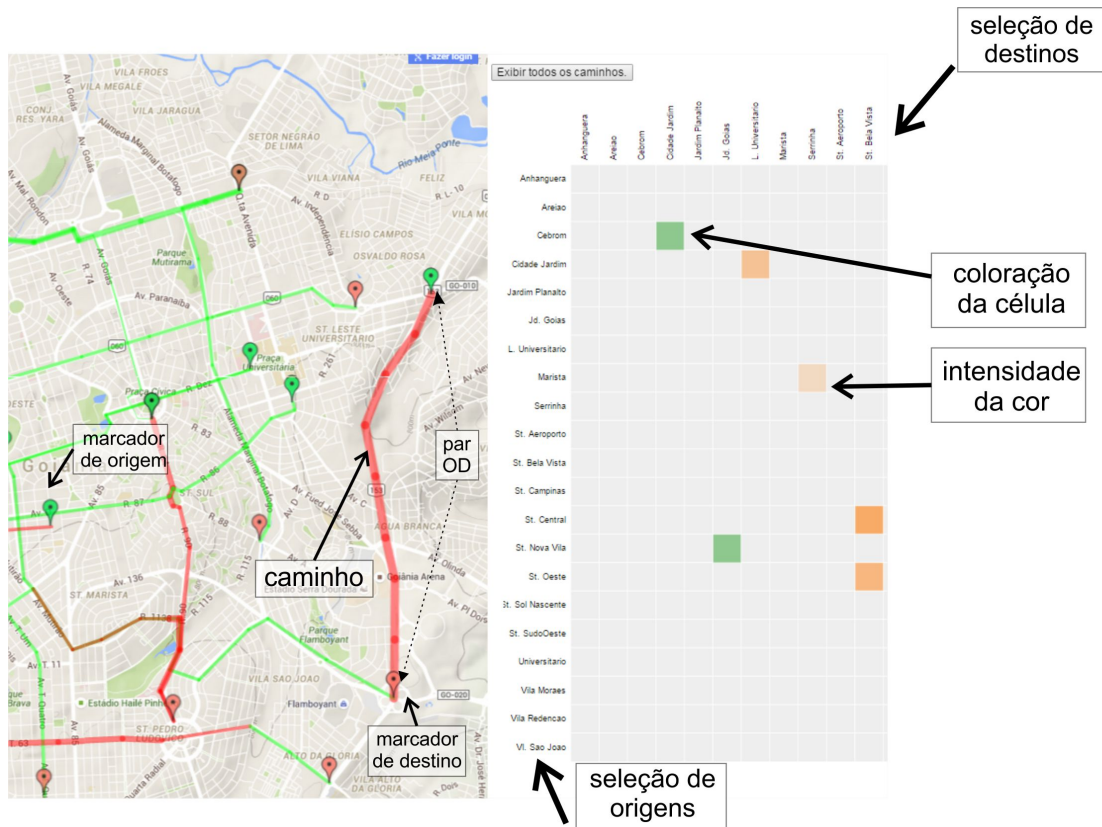
No presente trabalho foram executados dois ensaios de interação. Um para estudantes de usabilidade da UFG e o outro para alunos da disciplina de usabilidade da PUC-GO. Para definir as diretrizes do ensaio de interação, definiu-se um conjunto de questões iniciais (Capítulo 5). Já nos Apêndices A e B, são apresentados os conjuntos de questões finais utilizadas para a realização do ensaio de interação I e II.

Primeiro Ensaio de Interação - (ArcFlow x ODFlow)

A sessão de teste (Rubin *et al.* [157]) durou, aproximadamente, 1h e 45 min e foi dividida nas seguintes etapas: pré-teste (5 min), introdução à sessão (5 min), apresentação das visualizações (20 min), execução da lista de tarefas (15 min) e, por fim, o preenchimento do questionário (60 min) que continha questões objetivas e dissertativas. A seguir será apresentada uma descrição sobre cada etapa da sessão:

- (i) **Pré-teste (5 min)** - cada participante assinou o termo de não divulgação e autorização e houve a distribuição dos participantes em dois grupos de forma aleatória, no qual um grupo recebeu a visualização *ArcFlow*, enquanto que o outro recebeu a visualização *ODFlow*;
- (ii) **Introdução à sessão (5 min)** - foi discutida a importância do participante no estudo, o papel do moderador, a configuração da sala e os observadores, etc;
- (iii) **Apresentação das visualizações *ArcFlow* e *ODFlow* (20 min)** - foi introduzido o funcionamento básico das visualizações, como também houve a explicação dos termos técnicos utilizados no questionário;
- (iv) **Lista de tarefas para *ArcFlow* e *ODFlow* (15 min)** - os participantes tiveram um tempo para manipular as visualizações com base na explicação e em um quadro de resumo fornecido (Figuras 6.7 e 6.8). Este procedimento teve como objetivo criar uma maior familiaridade com a visualização e serviu de *background* para o preenchimento do questionário;
- (v) **Questões (60 min)** (Apêndice A) - cada questionário entregue foi dividido em duas partes, sendo uma com questões utilizando a escala de *Likert* e a outra com questões dissertativas. Os dados coletados na avaliação (Apêndice C) serviram para medir a usabilidade das visualizações propostas com base na eficiência, eficácia e satisfação. Os participantes envolvidos neste experimento cursam a disciplina Interface Homem-Máquina e não possuem nenhuma experiência com visualizações em tráfego urbano. Eles estão distribuídos nos cursos de Ciência da Computação, Engenharia de *Software* e Sistemas de Informação da Universidade Federal de Goiás. Participaram do primeiro teste um total de 22 alunos. Porém, eles foram

divididos em dois grupos. Um grupo avaliou, no primeiro momento, a visualização *ArcFlow*, enquanto que o outro grupo avaliou a visualização *ODFlow*. Quando as avaliações nesse primeiro momento foram concluídas, passou-se para um segundo momento, no qual o aluno que avaliou o *ArcFlow* no primeiro momento passou a avaliar o *ODFlow*. A execução dos testes foram em *hardware* e *software* com configurações idênticas.



Marcadores

Mapa: origem(verde) destino(vermelho) origem/destino(marron)

Matriz: Linha (Origem) Coluna(Destino)

Caminhos/fluxos

Mapa: **cores das linhas**

verde (velocidade atual \geq velocidade máx. da via / 2) (trânsito leve)
vermelha (velocidade atual $<$ velocidade máx. da via / 2) (trânsito pesado)

espessura das linhas:

+ espesso (quantidade máx. de veículos comportada pela via, maior fluxo)
+ fino (quantidade mín. de veículos comportada pela via, menor fluxo)

Matriz: **cores das células**

verde (velocidade atual \geq velocidade máx. da via / 2) (trânsito leve)
vermelha (velocidade atual $<$ velocidade máx. da via / 2) (trânsito pesado)

intensidade da coloração das células:

+ intensa (quantidade máx. de veículos comportada pela via, maior fluxo)
- intensa (quantidade mín. de veículos comportada pela via, maior fluxo)

Interação com o cenário

Clique sobre os nomes das origens na matriz -> Gera animação do caminho

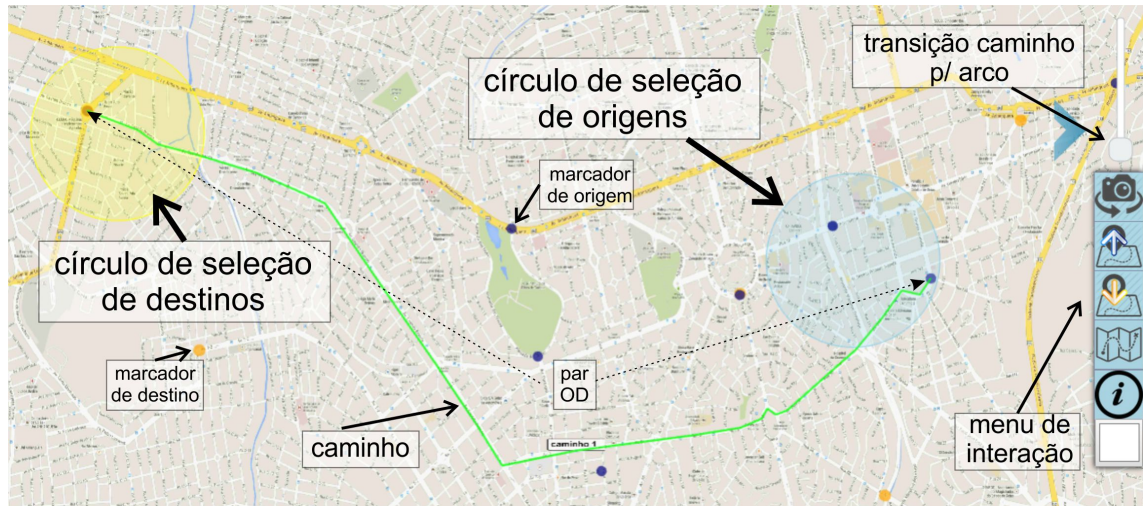
Clique sobre os nomes dos destinos na matriz -> Gera animação do caminho

Clique sobre a célula na matriz -> Gera animação do caminho.

Parar mouse sobre a célula = informa a quantidade de veículos (demanda) daquele par OD

Parar o mouse sobre o marcador OD no mapa = nome do ponto de Origem/Destino.

Figura 6.7: Quadro Resumo - ODFlow



Marcadores

- origem (azul)
- destino (laranja)
- origem/destino (azul/laranja)

Caminhos/fluxos

cores das linhas:

- verde (velocidade atual \geq velocidade máx. da via / 2) (trânsito leve)
- vermelha (velocidade atual $<$ velocidade máx. da via / 2) (trânsito pesado)

limite da altura das linhas:

- + alto (maior fluxo de veículos na via)
- + baixo (menor fluxo de veículos na via)









realiza a transição das linhas entre a posição «caminho» até a forma de «arco origem-destino».

espessura das linhas:

- + espesso (quantidade máx. de veículos comportada pela via, maior fluxo)
- + fino (quantidade mín. de veículos comportada pela via, menor fluxo)

Menu de Interação

-  câmera realiza auto-rotação sobre o mapa
-  habilita/desabilita o círculo de seleção de origens
-  habilita/desabilita o círculo de seleção de destinos
-  habilita/desabilita animação sobre os caminhos selecionados (sentido do fluxo)
-  sobre
-  mudar cor da área de fundo

interação com o cenário

- Shift + botão esquerdo com sentido vertical para cima** (sobre os círculos de seleção): aumenta o diâmetro dos círculos
- Shift + botão esquerdo com sentido vertical para baixo** (sobre os círculos de seleção): diminui o diâmetro dos círculos
- Botão esquerdo do mouse:** movimenta a câmera olhando sempre para o centro do mapa
- Botão direito do mouse:** visualização panorâmica
- Mouse Wheel:** Zoom in/zoom out
- Mouse Wheel (pressionado + movimentação vertical):** Zoom in/zoom out mais rápido
- Tecla para cima:** incrementa o caminho para o sentido de arco.
- Tecla para baixo:** decrementa o arco para caminho.

Figura 6.8: Quadro Resumo - ArcFlow

Resultados

A tabela 6.10 apresenta os resultados para várias combinações dos momentos de cada visualização. As letras A e B designam as visualizações *ArcFlow* e *ODFlow*, respectivamente. A primeira coluna representa a combinação de momentos de avaliação das visualizações. A primeira linha é a principal, pois mostra os resultados agregados de todos os participantes realizado em dois momentos. As demais linhas, são resultados parciais, com metade dos participantes para cada momento. A coluna “etapa” identifica quais foram os momentos, primeiro ou segundo, considerados. Já as colunas eficiência, eficácia, satisfação e usabilidade demonstram os valores obtidos com base nos cálculos listados na Seção 6.1.3.

Vale ressaltar que a análise de um conjunto de visualizações no mesmo ensaio de interação pode motivar efeitos de aprendizagem sobre cada participante. A aprendizagem adquirida com a primeira visualização o acompanhará também na segunda avaliação. É importante salientar que mesmo que as visualizações consideradas sejam diferentes, ainda assim há a manipulação sobre os mesmos conjuntos de dados. E, de alguma forma, o participante consegue aplicar o conhecimento adquirido anteriormente às avaliações restantes em um efeito cumulativo. Porém, essa aprendizagem pode conter também efeitos negativos. Por exemplo, pode haver uma interpretação equivocada no primeiro momento e este conhecimento pode ser associado às outras visualizações posteriores. Por esse motivo, decidiu-se incluir os diferentes momentos de avaliação à Tabela 6.10, com a finalidade de se conhecer os efeitos causados sobre as mesmas. A seguir, será apresentada a interpretação da Tabela 6.10. Tais cálculos foram originados a partir da proposta de avaliação de Lima *et al.* [119], descrita na Seção 6.1.3.

Tabela 6.10: Ensaio de interação das visualizações *ArcFlow* e *OD-Flow*.

Combinação	etapa	Vis.	Eficácia	Eficiência	Satisfação	Usab.
Todos A x Todos B	1º + 2º	A	0,71	0,85	0,80	0,78
	1º + 2º	B	0,88	0,83	0,87	0,86
1ºA x 1ºB	1º	A	0,81	0,80	0,85	0,82
	1º	B	0,90	0,79	0,86	0,85
2ºA x 2ºB	2º	A	0,61	0,86	0,74	0,73
	2º	B	0,85	0,78	0,88	0,84
1ºA x 2ºB	1º	A	0,81	0,80	0,85	0,82
	2º	B	0,85	0,78	0,88	0,84
2ºA x 1ºB	1º	B	0,90	0,79	0,86	0,85
	2º	A	0,61	0,8	0,74	0,73
1ºA x 2ºA	1º	A	0,81	0,80	0,85	0,82
	2º	A	0,61	0,86	0,74	0,73
1ºB x 2ºB	1º	B	0,90	0,79	0,86	0,85
	2º	B	0,85	0,78	0,88	0,84

A primeira combinação envolve os participantes que tiveram contato com a visualização A no primeiro e segundo momento, bem como a combinação de todos os participantes que tiveram contato com a visualização B no primeiro e segundo momento. A eficácia e a satisfação apresentaram as maiores diferenças: 0.17 e 0.7, respectivamente. Porém, a eficiência não apresentou um intervalo significativo. Ao se avaliar os três critérios anteriores, a usabilidade apresentou uma diferença de 0.08. Logo, a visualização *ODFlow* prova ser um pouco melhor que a sua concorrente.

Na segunda combinação foram comparadas a visualização A no primeiro momento com a B também do primeiro momento e, neste caso, somente a eficácia apresentou uma maior diferença entre os valores, com 0.09. Novamente, a visualização *ODFlow* obteve o melhor nível de usabilidade, com 0.85.

Na terceira combinação foram comparadas a visualização A e a B, ambas do segundo momento. Vale ressaltar uma considerável diferença de valores para a eficácia (0.24), assim como para a satisfação (0.14). Mais uma vez a visualização *ODFlow* demonstrou ser melhor, com 0.84.

Na quarta combinação, a visualização A do primeiro momento foi comparada à B do segundo momento. As variações de valores entre os três critérios não apresentaram grandes diferenças. O melhor nível de usabilidade ficou para a visualização *ODFlow*, com 0.84.

Na quinta combinação foram comparadas as visualizações B do primeiro momento e a A do segundo momento. A eficácia obteve uma variação de 0.29, enquanto a satisfação mostrou uma variação de 0.12. O resultado mostra que a visualização *ODFlow* é a melhor com 0.85.

Também foram comparadas as visualizações entre si, mas só que em momentos diferentes. O resultado disso foi que a avaliação apresentou consideráveis diferenças na eficácia (0.20) e na satisfação (0.11). A visualização *ArcFlow* mostrou um melhor resultado no primeiro momento sem a interferência da segunda visualização.

Por fim, foi comparada a visualização *ODFlow* em seus dois momentos, primeiro e segundo momento. Ao se observar os resultados, percebe-se que a *ODFlow* demonstrou não sofrer uma grande interferência com a adição da visualização *ArcFlow*, pois a mesma continuou com valores estáveis.

Independente da combinação escolhida, a eficácia e a satisfação sempre apresentam melhores valores para *ODFlow*. Todavia, a eficiência apresenta o contrário, sempre mostra um melhor valor para a visualização *ArcFlow*. Como a usabilidade é calculada a partir da média dos três critérios a *ODFlow* sempre demonstra ser melhor.

A Tabela 6.11 mostra a aplicação dos testes estatísticos conforme discutido na Seção 6.1.3. A célula que apresenta uma coloração diferente indica que houve a rejeição da hipótese nula para o nível de confiança igual a 95%. De acordo com a natureza

Tabela 6.11: Aplicação de testes estatísticos sobre os dados do ensaio de interação de ArcFlow e ODFlow.

Combinação	Eficiência'			Eficácia'			Satisfação'		
	A	B	P-value	A	B	P-value	A	B	P-value
A's x B's	131,12	128,72	0.9345	110	136	0.02159	1145	1249	0.0005413
1º A x 1º B	62,27	61,37	0.8624	63	70	0.08606	612	616	0.9618
2º A x 2º B	66,42	60,90	0.4697	47	66	0.06216	533	633	1.361e-05
1º A x 2º B	62,27	60,90	1	63	66	0.3667	612	633	0.5577
2º A x 1º B	66,42	61,37	0.3932	47	70	0.01736	533	616	0.0002155
	A	A	P-value	A	A	P-value	A	A	P-value
1º A x 2º A	62,27	66,42	0.2642	63	47	0.1368	612	533	0.001738
	B	B	P-value	B	B	P-value	B	B	
1º B x 2º B	61,37	60,90	1	70	66	0.7758	612	633	0.7665

dos dados, foram aplicados majoritariamente os testes *Mann-Whitney* para eficiência'/' e o teste *Fisher* para a satisfação'.

A eficiência e a satisfação apresentaram os mesmos resultados do modelo de avaliação de Lima *et al.*[119], no entanto, a eficácia apresentou uma leve divergência (conforme a Tabela 6.10). É possível notar que os valores das visualizações A e B possuem valores com pouca variação.

A satisfação rejeitou a hipótese nula para a maioria das combinações, exceto para: o primeiro momento de A e o primeiro momento de B; o primeiro momento de A e o segundo momento de B; e, por fim, o primeiro e o segundo momento de B. Já a eficácia, apresentou uma diferença estatística para as combinações de todos os A e todos os B e o segundo momento de A com o primeiro momento de B.

Ao serem analisados os resultados, pode-se perceber que ambas as visualizações foram bem avaliadas no quesito usabilidade (seção 6.1.3), mas a *ODFlow* apresentou uma leve diferença. Todos os avaliadores que tiveram contato com a *ODFlow* apresentaram uma melhora na avaliação. No fim do questionário havia uma questão dissertativa de livre comentário. Algumas das respostas foram transcritas para a Tabela 6.12.

Tabela 6.12: *Problemas reportados - ArcFlow*

Problemas/Sugestões (ArcFlow)
Quando for colocado o mouse em cima de uma origem ou destino, ele poderia mostrar o nome do local como o bairro, a rua, etc.
Não gostei da ideia do limite da altura, visualmente é legal, mas ao deixar no meio do caminho achei estranho. Acho que seria melhor colocar 2 botões, um para deixar baixo e outro para subir de uma vez.
Em relação às cores utilizadas na visualização, creio eu que devem ser analisadas novamente, pois existem pessoas daltônicas que podem não conseguir diferenciar as cores verde e vermelha.
Tive dificuldade na utilização dos botões habilita e desabilita círculos de origem e destino, talvez fosse bom ter um botão para mostrar todos os caminhos.
Tive dificuldade na interação que modifica o diâmetro dos círculos. <i>Shift</i> mais botão esquerdo com sentido vertical não ficou intuitivo, talvez o uso do <i>shift</i> mais o <i>mouse wheel</i> pudesse ser melhor.
Quando existem trajetos com trânsito pesado (cor vermelha), a animação de fluxo não é apresentada adequadamente. Tenho a impressão que a animação está por baixo da linha.
A câmera está sempre focada na parte central do mapa. Porém, é bastante difícil realizar uma aproximação nas partes extremas do mapa.
Ao clicar sobre algum ponto OD, as possíveis rotas poderiam ser destacadas.
Encontrar os locais é bastante complicado, seria interessante realizar uma busca por palavras-chave para encontrar o local desejado.

Tabela 6.13: *Problemas reportados - ODFlow*

Problemas/Sugestões (ODFlow)
A visualização deveria dar informações sobre o trajeto. Por exemplo, ao clicar sobre o caminho uma nova janela deveria informar a velocidade, saindo do ponto x para o ponto y, etc.
A espessura das linhas, quando o fluxo é menor, dificulta o entendimento, talvez poderiam ser utilizadas linhas pontilhadas.
Algumas funções da visualização "A" fizeram falta, como o círculo de seleção de origem e destino. Ou seja, não consegui realizar múltiplas seleções.
Uma coisa que faltou foi selecionar caminhos através do mapa e não somente através da matriz.
Gostaria de ter visto um rótulo nos marcadores.
Deveria haver um padrão na escrita dos nomes dos bairros na matriz.
Senti falta de uma legenda informando que as linhas são as origens e as colunas, os destinos. Também foi difícil ler o nome dos bairros com o rótulo inclinado.

Os participantes compreenderam bem as visualizações, apesar da não familiari-

dade com as mesmas. Porém, houve uma pequena preferência para a visualização B, *OD-Flow*. Mesmo com esta preferência, grande parte das questões foram respondidas satisfatoriamente para ambas as visualizações. Esse resultado foi importante, pois a metáfora utilizada na criação das duas visualizações foi de fácil compreensão. Logo, as visualizações não exigiram que seus usuários fossem técnicos no assunto, bastando apenas 20 min de apresentação.

Outro ponto muito importante a ser considerado foi o fato de que os participantes descreveram problemas e apresentaram sugestões relevantes. Boa parte das sugestões trazem boas contribuições na evolução das visualizações.

Segundo Ensaio de Interação - (ODGraph x ODParallel)

A segunda avaliação seguiu a mesma lógica definida anteriormente, exceto que foi focada na comparação das visualizações *ODGraph* e *ODParallel* e que teve algumas mudanças em relação ao tempo do teste. Abaixo, será descrito todo o procedimento.

A segunda sessão foi realizada na Pontifícia Universidade Católica de Goiás com 32 alunos do curso de Ciência da Computação na disciplina de IHC. Ela teve a duração de 2 horas e foi dividida da seguinte forma: pré-teste (5 min), introdução à sessão (5 min), apresentação das visualizações (20 min), execução da lista de tarefas (20 min) e o preenchimento do questionário (70 min) contendo questões objetivas e dissertativas. Logo abaixo, apresenta-se a descrição de cada uma dessas etapas.

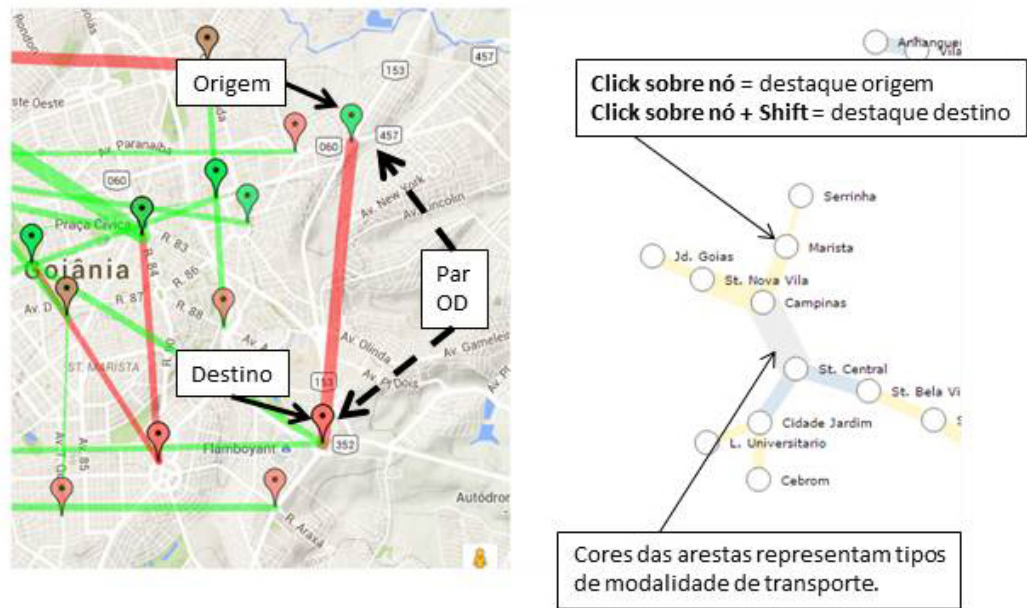
(i) Pré-teste (5 min) – cada aluno assinou o termo de não divulgação e autorização e conheceu a ordem de avaliação das visualizações que deveriam seguir. Um grupo recebeu a visualização *ODGraph*, enquanto o outro recebeu a *ODParallel*.

(ii) Introdução à sessão (5 min) – foi explicada a importância dos participantes na avaliação, o papel do moderador e a configuração necessária, etc.

(iii) Apresentação das visualizações *ODGraph* e *ODParallel* (20 min) – foram apresentadas as principais características de cada visualização. Além da apresentação de um glossário contendo os termos técnicos que seriam utilizados durante a sessão.

(iv) Lista de tarefas para *ODGraph* e *ODParallel* (20 min) – os participantes tiveram 10 minutos para manipular cada visualização apresentada. Foi fornecido também um quadro resumo (Figuras 6.9 e 6.10) de cada visualização, com o objetivo de minimizar a memorização dos comandos e aumentar a familiaridade dos estudantes com as mesmas.

(v) Questões (70 min) (Apêndice B) – como o questionário anterior, ele foi dividido em duas partes. Uma contendo a escala de *Likert* e a outra parte com questões dissertativas. Grande parte das questões foram semelhantes às questões descritas no primeiro teste.

**Marcadores(Mapa):**

Origem (verde) Destino(Vermelho) Origem-destino(marrom)
 Parar o mouse sobre os marcadores = nome do marcador

Pares OD - cores das linhas (Mapa):

Verde (velocidade atual \geq velocidade máx. da via / 2) = (trânsito leve)
 Vermelho (velocidade atual $<$ velocidade máx. da via / 2) = (trânsito pesado)

Pares OD - espessuras das linhas (Mapa):

+ espessa (quantidade máx. de veículos comportada pela via) = (maior fluxo)
 + fina (quantidade mín. de veículos comportada pela via) = (menor fluxo)

Cores das arestas no grafo

Modalidades: azul(PEQ), amarelo(MED) e cinza(GRA)

Interação sobre o grafo.

(Mantenha pressionado o botão)

Click sobre o nó = destaca o nó como origem e seus relacionamentos de destino.

Click sobre o nó + shift = destaca o nó como destino e seus relacionamentos de origem

(Travar a seleção atual)

Click sobre o nó e areste

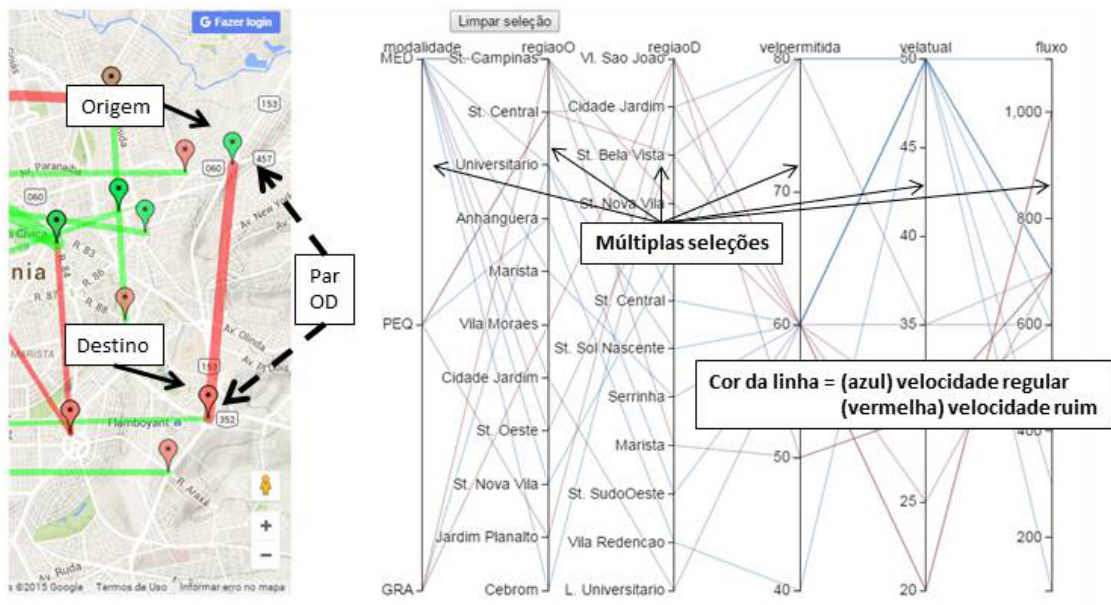
(Voltar a selecionar)

Click sobre outro nó

(Movimentar o grafo)

Click sobre um nó e arraste para a posição desejada.

Figura 6.9: Quadro Resumo - ODGraph

**Marcadores(Mapa):**

Origem (verde) Destino(Vermelho) Origem-destino(marrom)
 Parar o mouse sobre os marcadores = nome do marcador

Pares OD - cores das linhas (Mapa):

Verde (velocidade atual \geq velocidade máx. da via / 2) = (trânsito leve)
 Vermelho (velocidade atual $<$ velocidade máx. da via / 2) = (trânsito pesado)

Pares OD - espessuras das linhas (Mapa):

+ espessa (quantidade máx. de veículos comportada pela via) = (maior fluxo)
 + fina (quantidade mín. de veículos comportada pela via) = (menor fluxo)

Modalidades de transporte

Representadas pela dimensão modalidade (PEQ, MED e GRA)

Interação com a coordenada paralela

Selecionar dimensão = click e arraste sobre a dimensão desejada (coluna) com o botão esquerdo do mouse para determinar o intervalo da seleção

Remover seleção = click sobre a dimensão(coluna), fora da área selecionada, com o botão direito do mouse.

Redimensionar seleção = click sobre as extremidades da seleção e arraste para um novo tamanho.

Mover área de seleção = click sobre a área selecionada e arraste para novas posições.

Limpar todas as seleções = click sobre o botão "Limpar Seleção".

Figura 6.10: Quadro Resumo - ODPParallel

Resultados

Como no primeiro teste, a Tabela 6.14 é apresentada informando os principais resultados alcançados. Para tanto, renomearemos a visualização *ODGraph* para C e *ODParallel* para D a fim de economizar espaço e facilitar a leitura na tabela.

Tabela 6.14: *Ensaio de interação das visualizações ODGraph e ODParallel*

Combinação	Etapa	Vis.	Eficácia	Eficiência	Satisfação	Usab.
Todos C x Todos D	1º + 2º	C	0,88	0,83	0,83	0,85
	1º + 2º	D	0,91	0,79	0,86	0,85
1ºC x 1ºD	1º	C	0,91	0,86	0,85	0,87
	1º	D	0,91	0,68	0,83	0,81
2ºC x 2ºD	2º	C	0,85	0,75	0,82	0,81
	2º	D	0,91	0,81	0,89	0,87
1ºC x 2ºD	1º	C	0,91	0,86	0,85	0,87
	2º	D	0,91	0,81	0,89	0,87
2ºC x 1ºD	1º	D	0,91	0,68	0,83	0,81
	2º	C	0,85	0,75	0,82	0,81
1ºC x 2ºC	1º	C	0,91	0,86	0,85	0,87
	2º	C	0,85	0,75	0,82	0,81
1ºD x 2ºD	1º	D	0,91	0,68	0,83	0,81
	2º	D	0,91	0,81	0,89	0,87

A primeira combinação da Tabela 6.14 mostra que as características analisadas não apresentam uma grande diferença, visto que o mesmo valor de usabilidade é registrado para ambas as visualizações.

Já a segunda combinação apresenta uma variação considerável para a eficiência (0.18). Neste caso, a visualização *ODGraph* apresentou uma ligeira diferença a seu favor no quesito de usabilidade.

O segundo momento de C e o segundo momento de D, que compõem a terceira combinação, evidenciam pequenas diferenças entre as mesmas, porém a visualização *ODParallel* levou a uma melhor usabilidade. A quarta e quinta combinação mostram novamente um empate para as visualizações.

O primeiro momento de C e o seu segundo momento mostram maiores diferenças para eficácia e eficiência. Entretanto, o primeiro momento possui uma melhor usabilidade.

Por fim, a visualização *ODParallel* é avaliada em seus dois momentos. A maior diferença desta combinação é expressa pela eficiência com 0.13. Nota-se que, com a aprendizagem da visualização C, a *ODParallel* demonstrou ter uma melhor usabilidade.

Conforme o exemplo anterior do primeiro ensaio de interação, a Tabela 6.15 exibe os testes estatísticos sobre os dados do ensaio de interação das visualizações *ODGraph* e *ODParallel*. A eficiência', da segunda combinação, e a satisfação', exceto a 4ª e 6ª combinações, rejeitaram a hipótese nula.

A eficiência', a eficácia' e a satisfação' mantiveram os mesmos resultados apresentados na aplicação de Lima *et al.* [119].

Na tabela 6.16 são apresentadas algumas sugestões ou erros que os usuários registraram. A primeira visualização será a *ODGraph*.

Tabela 6.15: Aplicação de testes estatísticos sobre os dados do ensaio de interação das visualizações ODGraph e ODParallel.

Testes estatísticos sobre ODGraph e ODParallel

Combinação	Eficiência'			Eficácia'			Satisfação'		
	C	D	P-value	C	D	P-value	C	D	P-value
C's x D's	187,19	178,98	0.3091	198	205	0.9698	1880	1935	0.0016
1º C x 1º D	95,64	77,79	0.0087	102	103	0.8102	955	934	0.0222
2º C x 2º D	85,08	91,46	0.4974	96	102	0.8678	925	1001	0.0007
1º C x 2º D	95,64	91,46	0.1269	102	102	0.6224	955	1001	0.1596
2º C x 1º D	85,08	77,79	0.4068	96	103	0.6735	925	934	0.00077
	C	C	P-value	C	C	P-value	C	C	P-value
1º C x 2º C	95,64	85,08	0.0733	102	96	0.5282	955	925	0.0682
	D	D	P-value	D	D	P-value	D	D	
1º D x 2º D	77,79	91,46	0.163	103	102	0.7657	934	1001	0.0013

Tabela 6.16: Problemas reportados - ODGraph

Problemas/Sugestões (ODGraph)
Acredito que poderia haver uma melhora nas cores da malha, pois facilitaria a visualização do mapa.
Poderia haver a opção de selecionar um ponto no mapa e ele lhe mostrar seus respectivos pontos OD na malha à direita (no grafo).
Ao clicar sobre um nó e arrastá-lo e novamente voltar a arrastar ocorre uma perda dos relacionamentos.
É um pouco difícil localizar os bairros no grafo. Uma ideia seria colocar os bairros no mesmo posicionamento do mapa. Ou seja, o grafo deveria seguir o posicionamento (norte, sul, etc.) do mapa.
O mapa poderia se mover ao mesmo tempo em que os nós do grafo se movimentam.

Na tabela 6.17 estão registradas as sugestões ou erros dos alunos.

Tabela 6.17: Problemas reportados - ODParallel

Problemas/Sugestões (ODParallel)
As cores da coordenada poderiam ter um destaque melhor.
Achei complicado encontrar as origens e destinos na coordenada paralela.
Ao clicar sobre o botão de limpar seleção, somente os valores da coordenada paralela são limpos, mas o mapa ainda continua com a seleção anterior.
É um pouco difícil analisar as linhas traçadas na coordenada paralela, pois pode haver algumas linhas sobrepostas.

De acordo com a Tabela 6.11, foram encontradas 24 sugestões para as quatro visualizações. Percebe-se que os problemas relatados estão relacionados a questões gerais.

Apesar de os usuários não serem especialistas em usabilidade (alunos) e nem de tráfego urbano, eles compreenderam bem o problema e a dinâmica do ensaio de interação. Tais informações refletem a observação de erros contidos na manipulação e apresentação dos dados e não, em grande parte, em regras de negócio do tráfego urbano.

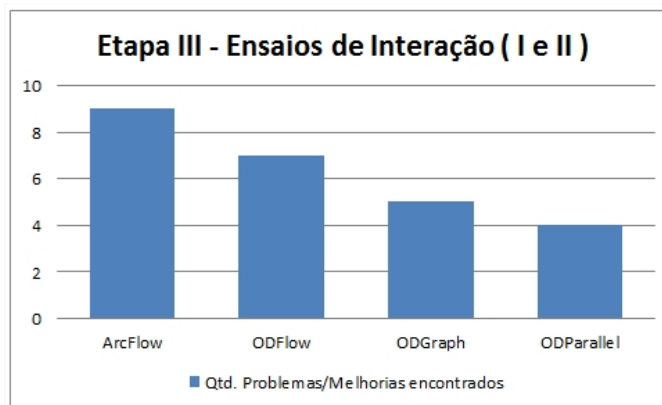


Figura 6.11: Etapa III - Número de Problemas/Melhorias encontradas.

6.2.4 Discussões

A aplicação da proposta de avaliação descrita neste capítulo resultou na identificação de uma série de problemas e na apresentação de diversas sugestões de melhorias que levariam muito tempo para serem identificadas de modo isolado. Sem dúvida, a utilização da prototipação em papel como mecanismo inicial de elicitação de requisitos foi bem aceita por ambas as partes. Apesar de toda a evolução da Engenharia de *Software* que mostra inúmeros processos e métodos para extração de requisitos, este foi o que apresentou a maior familiaridade para representações visuais. Ao se apresentar uma possível versão da interface, os desenvolvedores/*designers* e os *stakeholders* conseguem ter o mesmo diálogo desde o início do processo. Já a avaliação heurística conseguiu agregar valor a regras de negócios específicas para matrizes OD. Através dela, o avaliador pôde identificar as principais falhas e problemas contidos em uma visualização. A centralização de regras e ideias contidas nas heurísticas atenuam a lacuna existente no desenvolvimento de interfaces voltadas para o tráfego urbano. Isto ocorre porque as heurísticas tornam-se um ponto de partida, dependendo um menor tempo para a compreensão da natureza do problema. O uso dessas regras produz um alicerce inicial, servindo de diretriz para o desenvolvimento de novas visualizações. Por fim, o ensaio de interação cria a oportunidade do contato direto entre a interface e os usuários. Essa etapa permite que haja refinamentos na interface a fim de atender às reais necessidades do usuário.

A proposta de avaliação criada utilizou-se de diversas técnicas. Cada técnica visou abordar erros ou falhas com níveis diferentes de severidade. Ao se colocar a interface

em contato direto com usuários potenciais e especialistas, foi feito um levantamento de inúmeros questionamentos e melhorias possíveis. O resultado da avaliação colocou em foco diversos problemas da interface, desde a metáfora utilizada até melhorias na interação com os dados. É importante salientar que as sugestões apresentadas pelos participantes podem ajudar a lapidar a visualização em construção e assim torná-la mais efetiva.

Com base nos resultados, a presente proposta de avaliação foi satisfatória, pois, com seu auxílio, pode-se extrair uma série de melhorias para as visualizações de teste. Com isso, espera-se que *designers* possam criar visualizações mais efetivas ao seguirem a proposta apresentada.

Conclusão

A quantidade de informações geradas pelo tráfego urbano tem crescido exponencialmente a cada ano. Logo, criar meios que facilitem a representação, manipulação e exploração de informações tem sido o foco de inúmeros pesquisadores. Uma das formas de se explorar este crescente número de dados é através da Visualização de Informações, visto que ela permite a descoberta de conhecimento e a análise dos dados.

Atualmente, existem algumas visualizações desenvolvidas para o tráfego urbano, mas apesar de suas contribuições, elas não cobrem todos os requisitos necessários. Conforme a revisão de trabalhos relacionados a este tópico (Capítulo 3), há uma escassez de visualizações para o domínio de matrizes OD. Além disso, entre estes trabalhos, nenhuma iniciativa foi encontrada para auxiliar outros pesquisadores no desenvolvimento de novas visualizações com padrões mínimos de qualidade, bem como de avaliá-las.

Ao explorar outras visualizações sobre o tráfego urbano, percebeu-se que as mesmas atividades eram realizadas inúmeras vezes. Ou seja, havia a contribuição de algumas visualizações, mas não o relato da experiência necessária (regras) para a sua construção. A partir deste momento, decidiu-se elaborar uma abordagem que facilitasse o desenvolvimento de visualizações mais efetivas para o cenário do tráfego urbano, em especial para apresentação de matrizes OD.

De acordo com os objetivos traçados no início deste trabalho, a primeira contribuição trazida por ele foi o desenvolvimento de novas visualizações para o cenário do tráfego urbano, em especial para matrizes OD. As visualizações propostas variam em sua complexidade e em atendimento aos diversos requisitos propostos (Capítulo 5). Algumas dessas visualizações serviram de base para aplicar a avaliação de usabilidade e também para testar as limitações no desenvolvimento de visualizações para a *Web*.

Outra contribuição deixada por este trabalho foi a iniciativa de organizar as visualizações da área. Como o tráfego urbano apresenta diversas particularidades, decidiu-se criar uma classificação alternativa para visualizações voltadas a este cenário. A abordagem utilizada seguiu a linha das classificações de alto-nível e, com isso, propõe-se uma melhor distribuição das visualizações por categorias. Logo, usuários e pesquisadores podem identificar onde cada interface melhor se adapta e identificar pesquisadores correla-

cionados.

Por fim, utilizou-se um conjunto de técnicas de avaliação de usabilidade como um instrumento de medição. Tal retorno permitiu a indicação de pontos negativos na construção de uma visualização de matriz OD com dados de tráfego relacionado. No entanto, houve a preocupação de se escolher técnicas que encontrassem erros ou falhas de diferentes níveis de severidade. Para uma visão inicial e intuitiva de cada VI, decidiu-se explorar o uso da prototipação em papel. Tal técnica, além de ser de fácil implementação e mais barata, facilitou a comunicação entre os envolvidos na construção. Outra técnica utilizada foi a avaliação heurística. Ela foi reforçada por diversas regras de negócio no domínio do problema. O seu objetivo central foi reunir orientações mais diretas para guiar a construção de tais VIs. Por fim, a última técnica foi o ensaio de interação. O contato da interface com potenciais usuários resultou em ideias com possíveis melhorias. A abordagem definida neste trabalho também tentou englobar os diferentes tipos de usuários possíveis (usuários de ensaio, especialistas e usuários reais) para uma melhor cobertura do problema. A aplicação da avaliação de usabilidade resultou na identificação de uma série de problemas e em diversas sugestões de melhorias. Tais contribuições permitem criar visualizações que atendam, de certo modo, aos requisitos mínimos e que tenha uma melhor usabilidade.

7.1 Dificuldades Encontradas

A grande dificuldade enfrentada na realização deste trabalho foi encontrar usuários e dados reais. Isto porque em grande parte das cidades brasileiras não há um real controle sobre as informações do tráfego. Problemas como má infraestrutura e poucos investimentos prejudicam o avanço desta área. Um outro ponto bastante crítico do projeto foi a escolha dos diversos *frameworks* de *software* para a construção das visualizações. Foram encontrados diversos problemas em relação a navegadores, visto que em um navegador a visualização funcionava perfeitamente e em outros, não. Por fim, houve também uma dificuldade em encontrar um avaliador perfeito para as heurísticas, ou seja, um profissional que compreendesse o domínio dos problemas de tráfego, da Interface Humano Computador e a Visualização de Informações.

7.2 Trabalhos Futuros

Com as contribuições levantadas neste trabalho e com a experiência obtida, as seguintes sugestões para próximos trabalhos são apresentadas:

- Explorar outras técnicas de usabilidade e de visualizações e definir quais são as mais adequadas para os diferentes problemas enfrentados no tráfego urbano.
- Desenvolver novas visualizações que atendam a área. Espera-se que, com as contribuições deste trabalho, novas visualizações sobre o tráfego urbano, em especial matrizes OD, possam ser elaboradas.
- Evoluir a classificação específica para o tráfego urbano. Apesar da sua contribuição, acredita-se que ela pode ser melhorada ou até estendida para outras áreas do tráfego urbano, como distribuição de semáforos e conversões permitidas ou proibidas, entre outras.
- Evoluir a heurística desenvolvida para que ela possa atender a diversas outras áreas do tráfego urbano.

Referências Bibliográficas

- [1] **Cascade on Wheels – Medialab Prado.** <http://medialab-prado.es/article/>. Acessado: 02-05-2012.
- [2] **Every Death on Every Road in Great Britain 1999 - 2010 – British Broadcasting Corporation (BBC).** <http://www.bbc.co.uk/news/uk-15975564>. Acessado: 05-08-2012.
- [3] **Traffic origins.** <http://senseable.mit.edu/visual-explorations-urban-mobility/traffic-origins.html>. Acessado: 17-06-2012.
- [4] **Vissim.** <http://www.vissim.com/>. Acessado: 23-06-2012.
- [5] ALGERS, S.; BERNAUER, E.; BOERO, M.; BREHERET, L.; DI TARANTO, C.; DOUGHERTY, M.; FOX, K.; GABARD, J.-F. **Review of micro-simulation models.** *Smartest Project deliverable D, 3*, 1997.
- [6] ALLENDOERFER, K.; ALUKER, S.; PANJWANI, G.; PROCTOR, J.; STURTZ, D.; VUKOVIC, M.; CHEN, C. **Adapting the cognitive walkthrough method to assess the usability of a knowledge domain visualization.** In: *Information Visualization, 2005. INFOVIS 2005. IEEE Symposium on*, p. 195–202. IEEE, 2005.
- [7] AMAR, R.; EAGAN, J.; STASKO, J. **Low-level components of analytic activity in information visualization.** In: *Information Visualization, 2005. INFOVIS 2005. IEEE Symposium on*, p. 111–117. IEEE, 2005.
- [8] AMAR, R.; STASKO, J. **Best paper: A knowledge task-based framework for design and evaluation of information visualizations.** In: *Information Visualization, 2004. INFOVIS 2004. IEEE Symposium on*, p. 143–150. IEEE, 2004.
- [9] AMARO, A.; PÓVOA, A.; MACEDO, L. **A arte de fazer questionários.** *Porto, Portugal: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto*, 2005.

- [10] ANDREWS, K.; HEIDEGGER, H. **Information slices: Visualising and exploring large hierarchies using cascading, semi-circular discs.** In: *Proc of IEEE Infovis' 98 late breaking Hot Topics*, p. 9–11, 1998.
- [11] ARAÚJO, D. R. C. D. **Comparação das simulações de tráfego dos modelos saturn e dracula.** Master's thesis, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção., <http://hdl.handle.net/10183/4162>, 2003.
- [12] ASHOK, K.; BEN-AKIVA, M. E. **Dynamic origin-destination matrix estimation and prediction for real-time traffic management systems.** In: *International Symposium on the Theory of Traffic Flow and Transportation (12th: 1993: Berkeley, Calif.). Transportation and traffic theory*, 1993.
- [13] AYRES, M. **BioEstat 5.0: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas.** Sociedade Civil Mamirauá, 2007.
- [14] BAECKER, R. M. **Readings in Human-Computer Interaction: toward the year 2000.** Morgan Kaufmann, 2014.
- [15] BARCELO, J.; CODINA, E.; CASAS, J.; FERRER, J.; GARCIA, D. **Microscopic traffic simulation: A tool for the design, analysis and evaluation of intelligent transport systems.** *Journal of Intelligent & Robotic Systems*, 41(2):173–203, 2005.
- [16] BARCELÓ, J.; CASAS, J. **Dynamic network simulation with aimsun.** *Simulation Approaches in Transportation Analysis*, p. 57–98, 2005.
- [17] BARROS, A. P. B. G. **Estudo exploratório da sintaxe espacial como ferramenta de alocação de tráfego.** Master's thesis, Universidade Federal de Brasília, <http://repositorio.unb.br/handle/10482/2905>, 2006.
- [18] BARTHET, M.-F. **Logiciels interactifs et ergonomie.** *Modèle et méthodes de conception*, Dunod informatique, Paris, 1988.
- [19] BASTIEN, J.; SCAPIN, D. **Human factors criteria. Principles, and Recommendations for HCI: Methodological and Standardisation Issues,** INRIA, França, 1993.
- [20] BEHRISCH, M.; BIEKER, L.; ERDMANN, J.; KRAJZEWICZ, D. **Sumo-simulation of urban mobility-an overview.** In: *SIMUL 2011, The Third International Conference on Advances in System Simulation*, p. 55–60, 2011.
- [21] BERKOWICZ, R.; HERTEL, O.; LARSEN, S. E.; SØRENSEN, N. N.; NIELSEN, M. **Modelling traffic pollution in streets.** *National Environmental Research Institute, Roskilde, Denmark*, 10129(10136):20, 1997.

- [22] BJÖRK, S. **Flip zooming. the development of an information visualization technique.** *Gothenburg studies in Informatics*, (19), 2000.
- [23] BJÖRK, S. **Hierarchical flip zooming: enabling parallel exploration of hierarchical visualizations.** In: *Proceedings of the working conference on Advanced visual interfaces*, p. 232–237. ACM, 2000.
- [24] BLACKMON, M. H.; POLSON, P. G.; KITAJIMA, M.; LEWIS, C. **Cognitive walkthrough for the web.** In: *Proceedings of the SIGCHI conference on human factors in computing systems*, p. 463–470. ACM, 2002.
- [25] BLOOMBERG, L.; DALE, J. **Comparison of vissim and corsim traffic simulation models on a congested network.** *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1727(-1):52–60, 2000.
- [26] BORHO, S. **ATLAS: A Language For Modeling And Simulating Urban Traffic Visualization Of Traffic Models.** PhD thesis, Citeseer, 2003.
- [27] BORREGO, C.; BARROS, N.; LOPES, M.; CONCEIÇÃO, M.; VALINHAS, M.; TCHPEL, O.; FERREIRA, C.; COUTINHO, M.; LEMOS, S. **Emission inventory for simulation and validation of mesoscale models.** In: *Proc. of the EUROTRAC-2 Symposium*, volume 98, p. 8–10, 1998.
- [28] BOXILL, S. A.; YU, L. **An evaluation of traffic simulation models for supporting its.** 2000.
- [29] BOYANDIN, I.; BERTINI, E.; BAK, P.; LALANNE, D. **Flowstrates: An approach for visual exploration of temporal origin-destination data.** In: *Computer Graphics Forum*, volume 30, p. 971–980. Wiley Online Library, 2011.
- [30] BRANDT, J.; CHRISTENSEN, J.; FROHN, L.; BERKOWICZ, R. **Air pollution forecasting from regional to urban street scale—implementation and validation for two cities in denmark.** *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 28(8):335 – 344, 2003.
- [31] BUCH, N.; VELASTIN, S.; ORWELL, J. **A review of computer vision techniques for the analysis of urban traffic.** *Intelligent Transportation Systems, IEEE Transactions on*, 12(3):920–939, 2011.
- [32] BUCKLAND, M. K. **Information as thing.** *Journal of the American Society for Information Science (1986-1998)*, 42(5):351, 1991.

- [33] BURGHOUT, W.; KOUTSOPOULOS, H. N.; ANDREASSON, I. **Hybrid mesoscopic-microscopic traffic simulation**. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1934(-1):218–255, 2005.
- [34] BUTTON, K. J. **Handbook of transport systems and traffic control**, volume 3. Emerald Group Publishing, 2001.
- [35] CARD, S. K.; MACKINLAY, J. D.; SHNEIDERMAN, B. **Readings in information visualization: using vision to think**. Morgan Kaufmann Pub, 1999.
- [36] CASCETTA, E. **Estimation of trip matrices from traffic counts and survey data: A generalized least squares estimator**. *Transportation Research Part B: Methodological*, 18(4):289–299, 1984.
- [37] CHAN, W. W.-Y. **A survey on multivariate data visualization**. *Department of Computer Science and Engineering. Hong Kong University of Science and Technology*, 8(6):1–29, 2006.
- [38] CHEN, C. **Top 10 unsolved information visualization problems**. *Computer Graphics and Applications, IEEE*, 25(4):12–16, 2005.
- [39] CHEN, C. **Information visualization**. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics*, 2(4):387–403, 2010.
- [40] CHEN, C.; BÖRNER, K. **Top ten problems in visual interfaces to digital libraries**. In: *Visual Interfaces to Digital Libraries*, p. 226–231. Springer, 2002.
- [41] CHEN, G.; ESCH, G.; WONKA, P.; MÜLLER, P.; ZHANG, E. **Interactive procedural street modeling**. In: *ACM Transactions on Graphics (TOG)*, volume 27, p. 103. ACM, 2008.
- [42] CHEN, W.; GUO, F.; WANG, F.-Y. **A survey of traffic data visualization**. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 16(6):2970–2984, 2015.
- [43] CHEN, X.; SANTOS-NETO, E.; RIPEANU, M. **Crowdsourcing for on-street smart parking**. In: *Proceedings of the second ACM international symposium on Design and analysis of intelligent vehicular networks and applications*, p. 1–8. ACM, 2012.
- [44] CHEN, X.; OTHERS. **Seeing differently: cartography for subjective maps based on dynamic urban data**. PhD thesis, Massachusetts Institute of Technology, 2011.
- [45] CHENG, J.; ZHOU, J. **Urban growth in a rapidly urbanized mega city: Wuhan**. In: *Urban Development Challenges, Risks and Resilience in Asian Mega Cities*, p. 301–322. Springer, 2015.

- [46] CHERNOFF, H. **The use of faces to represent points in k-dimensional space graphically.** *Journal of the American Statistical Association*, 68(342):361–368, 1973.
- [47] CHEUNG, S.-C. S.; KAMATH, C. **Robust background subtraction with foreground validation for urban traffic video.** *EURASIP Journal on Advances in Signal Processing*, 2005(14):1–11, 2005.
- [48] CHI, E. H. **A taxonomy of visualization techniques using the data state reference model.** In: *Information Visualization, 2000. InfoVis 2000. IEEE Symposium on*, p. 69–75. IEEE, 2000.
- [49] CITYMOTION. **Morphing city.** <http://fmachado.dei.uc.pt/featured/visualizing-traffic>. Acessado: 16-06-2012.
- [50] CLARAMUNT, C.; JIANG, B.; BARGIELA, A. **A new framework for the integration, analysis and visualisation of urban traffic data within geographic information systems.** *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 8(1–6):167 – 184, 2000.
- [51] CRUZ, P.; MACHADO, P. **Visualizing the circulatory problems of lisbon.** In: *ACM SIGGRAPH 2011 Posters*, p. 92. ACM, 2011.
- [52] CYBIS, W. D. A. **Engenharia de usabilidade: uma abordagem ergonômica.** *Florianópolis: Laboratório de utilizabilidade de informática*, 2003.
- [53] DARGAY, J.; GATELY, D.; SOMMER, M. **Vehicle ownership and income growth, worldwide: 1960-2030.** *The Energy Journal*, 28(4):pp. 143–170, 2007.
- [54] DEMARCHI, S. H.; BERTOCINI, B. **Determinação de matrizes od sintéticas a partir de contagens volumétricas.** In: *Anais do XVIII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes*, 2004.
- [55] DIX, A. **Human-computer interaction.** Springer, 2009.
- [56] DO NASCIMENTO, H. A.; EADES, P. **A focus and constraint-based genetic algorithm for interactive directed graph drawing.** School of Information Technologies, University of Sydney, 2002.
- [57] DO NASCIMENTO, H. A.; FERREIRA, C. B. **Visualização de informações—uma abordagem prática.** In: *XXV Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, XXIV JAI. UNISINOS, S. Leopoldo—RS*, 2005.

- [58] DOS SANTOS, L.; FERREIRA, D. L. **Sistema de informação geográfica aplicado ao planejamento de trânsito e transportes.** *Caminhos de Geografia*, 5(12):94–113, 2004.
- [59] EICK, S. G. **Information visualization.** *IEEE Computer Graphics and Applications*, 272:97, 1716.
- [60] ELBIR, T. **A gis based decision support system for estimation, visualization and analysis of air pollution for large turkish cities.** *Atmospheric Environment*, 38(27):4509 – 4517, 2004.
- [61] ELBIR, T.; MANGIR, N.; KARA, M.; SIMSIR, S.; EREN, T.; OZDEMIR, S. **Development of a gis-based decision support system for urban air quality management in the city of istanbul.** *Atmospheric Environment*, 44(4):441 – 454, 2010.
- [62] ELMQVIST, N.; DRAGICEVIC, P.; FEKETE, J.-D. **Rolling the dice: Multidimensional visual exploration using scatterplot matrix navigation.** *Visualization and Computer Graphics, IEEE Transactions on*, 14(6):1539–1148, 2008.
- [63] ESTEVE, M.; PALAU, C.; MARTÍNEZ-NOHALES, J.; MOLINA, B. **A video streaming application for urban traffic management.** *Journal of Network and Computer Applications*, 30(2):479 – 498, 2007.
- [64] FAYYAD, U. M.; WIERSE, A.; GRINSTEIN, G. G. **Information visualization in data mining and knowledge discovery.** Morgan Kaufmann Pub, 2002.
- [65] FOLEY, J. **Getting there: The ten top problems left.** *IEEE Computer Graphics and Applications*, (1):66–68, 2000.
- [66] FREITAS, C. M. D. S. **Uma abordagem unificada para análise exploratória e simulação interativa visual.** 1994.
- [67] FREITAS, H.; OLIVEIRA, M.; SACCOL, A. Z.; MOSCAROLA, J. **O método de pesquisa survey.** *Revista de Administra&ccdeil; ão da Universidade de São Paulo*, 35(3), 2000.
- [68] FUKUSHIMA, M. **A modified frank-wolfe algorithm for solving the traffic assignment problem.** *Transportation Research Part B: Methodological*, 18(2):169–177, 1984.
- [69] FURMANSKI, C.; AZUMA, R.; DAILY, M. **Augmented-reality visualizations guided by cognition: Perceptual heuristics for combining visible and obscured information.** In: *Mixed and Augmented Reality, 2002. ISMAR 2002. Proceedings. International Symposium on*, p. 215–320. IEEE, 2002.

- [70] FURNAS, G. W. **Generalized fisheye views**, volume 17. ACM, 1986.
- [71] GARTNER, N.; MESSER, C. J.; RATHI, A. K. **Traffic flow theory: A state-of-the-art report**. *Transportation Research Board, Revised Monograph on Traffic Flow Theory*, 1997.
- [72] GERSHON, N.; EICK, S. G.; CARD, S. **Information visualization**. *interactions*, 5(2):9–15, 1998.
- [73] GOBBO, A. F. **Proposta de aplicação de sistema de inferência neuro-fuzzy para otimização de tráfego**. 2010.
- [74] GONDIM, H. W. A. S.; DO NASCIMENTO, H. A. D.; REILLY, D. **Visualizações de matrizes origem-destino no cenário do tráfego urbano**. In: *XXVII Sibgrapi Conference on Graphics, Patterns and Images.*, p. 32–35. SIBGRAPI, 2014.
- [75] GONDIM, H. W. A. S.; DO NASCIMENTO, H. A. D.; REILLY, D. **Odflores - a visual representation of origin-destination matrices in urban traffic scenarios**. In: *XXVIII Sibgrapi Conference on Graphics, Patterns and Images. - Workshop on Visual Analytics, Information Visualization and Scientific Visualization, (WVIS)*. SIBGRAPI, 2015.
- [76] GONDIM, H.; DO NASCIMENTO, H.; REILLY, D. **Visualizing large scale vehicle traffic network data a survey of the state-of-the-art**. In: *Information Visualization Theory and Applications (IVAPP), 2014 International Conference on*, p. 337–346. IEEE, 2014.
- [77] GUIDE, C. U. **Version 5.1**. *ITT Industries, Inc., FHWA Office of Operations Research*, 2003.
- [78] GUNAY, B.; ERDEMIR, G. **Using wavelet transforms for better interpretation of traffic simulation**. *Traffic Engineering and Control*, 50(10):450–453, 2009.
- [79] HA, H.-H.; THILL, J.-C. **Analysis of traffic hazard intensity: A spatial epidemiology case study of urban pedestrians**. *Computers, Environment and Urban Systems*, 35(3):230 – 240, 2011.
- [80] HALATI, A.; LIEU, H.; WALKER, S. **Corsim-corridor traffic simulation model**. In: *Traffic Congestion and Traffic Safety in the 21st Century: Challenges, Innovations, and Opportunities*, 1997.
- [81] HASAN, M.; SAFWAT, K. N. A. **Comparison of two transportation network equilibrium modeling approaches**. *Journal of transportation engineering*, 126(1):35–40, 2000.

- [82] HE, Y.-P.; XU, J.-P.; HUANG, N.-J.; WU, M. **Dynamic traffic network equilibrium system**. *Fixed Point Theory and Applications*, 2010(1):873025, 2010.
- [83] HELBING, D.; HENNECKE, A.; SHVETSOV, V.; TREIBER, M. **Master: macroscopic traffic simulation based on a gas-kinetic, non-local traffic model**. *Transportation Research Part B: Methodological*, 35(2):183–211, 2001.
- [84] HERBERT, J. S. **Métodos para a avaliação da qualidade de software**. UFRGS, Instituto de Informática, 1995.
- [85] HERMAN, I.; MELANÇON, G.; MARSHALL, M. S. **Graph visualization and navigation in information visualization: A survey**. *Visualization and Computer Graphics, IEEE Transactions on*, 6(1):24–43, 2000.
- [86] HIRASAWA, M.; ASANO, M. **Development of traffic accident analysis system using gis**. In: *Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, volume 4, p. 1193–1199, 2003.
- [87] HIX, D.; HARTSON, H. R. **Developing user interfaces: ensuring usability through product & process**. John Wiley & Sons, Inc., 1993.
- [88] HIX, D.; HARTSON, H. R.; MOYA, C. J. **Developing user interfaces: Ensuring usability through product and process**. *Technical Communication*, 42(2):361, 1995.
- [89] HOLMQUIST, L. E. **Focus+ context visualization with flip zooming and the zoom browser**. In: *CHI'97 extended abstracts on Human factors in computing systems: looking to the future*, p. 263–264. ACM, 1997.
- [90] HOOGENDOORN, S. P.; BOVY, P. H. **State-of-the-art of vehicular traffic flow modelling**. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part I: Journal of Systems and Control Engineering*, 215(4):283–303, 2001.
- [91] HOWE, J. **The rise of crowdsourcing**. *Wired magazine*, 14(6):1–4, 2006.
- [92] HUANG, B.; PAN, X. **Gis coupled with traffic simulation and optimization for incident response**. *Computers, environment and urban systems*, 31(2):116–132, 2007.
- [93] JANSON, B. N. **Dynamic traffic assignment for urban road networks**. *Transportation Research Part B: Methodological*, 25(2):143–161, 1991.
- [94] JEFFRIES, R.; MILLER, J. R.; WHARTON, C.; UYEDA, K. **User interface evaluation in the real world: a comparison of four techniques**. In: *Proceedings of the*

- SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, p. 119–124. ACM, 1991.
- [95] JOHN, M.; TOMINSKI, C.; SCHUMANN, H. **Visual and analytical extensions for the table lens**. In: *Electronic Imaging 2008*, p. 680907–680907. International Society for Optics and Photonics, 2008.
- [96] JOHNSON, B.; SHNEIDERMAN, B. **Tree-maps: A space-filling approach to the visualization of hierarchical information structures**. In: *Visualization, 1991. Visualization'91, Proceedings., IEEE Conference on*, p. 284–291. IEEE, 1991.
- [97] JOHNSON, C. **Top scientific visualization research problems**. *Computer graphics and applications, IEEE*, 24(4):13–17, 2004.
- [98] JOHNSON, C. R.; SANDERSON, A. **A next step: Visualizing errors and uncertainty**. *Computer Graphics and Applications, IEEE*, 23(5):6–10, 2003.
- [99] JRADI, W. A. R.; OTHERS. **Uma arquitetura de software interativo para apoio à decisão na modelagem e análise do tráfego urbano**. 2008.
- [100] JRADI, W. A.; DO NASCIMENT, H. A.; LONGO, H.; HALL, B. R. **Simulation and analysis of urban traffic the architecture of a web-based interactive decision support system**. In: *2009 12th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems*, p. 1–6. IEEE, 2009.
- [101] KAMGA, C. N.; MOUSKOS, K. C.; PAASWELL, R. E. **A methodology to estimate travel time using dynamic traffic assignment (dta) under incident conditions**. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 19(6):1215–1224, 2011.
- [102] KARAT, C.-M. **Cost-benefit analysis of usability engineering techniques**. In: *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, volume 34, p. 839–843. SAGE Publications, 1990.
- [103] KEIM, D. A. **Information visualization and visual data mining**. *Visualization and Computer Graphics, IEEE Transactions on*, 8(1):1–8, 2002.
- [104] KELIN, U.; SCHULZE, T.; STRASSBURGER, S. **Traffic simulation based on the high level architecture**. In: *Proceedings of the 30th conference on Winter simulation*, p. 1095–1104. IEEE Computer Society Press, 1998.
- [105] KIM, K.; OH, S.; LEE, J.; ESSA, I. **Augmenting aerial earth maps with dynamic information**. In: *Mixed and Augmented Reality, 2009. ISMAR 2009. 8th IEEE International Symposium on*, p. 35–38. IEEE, 2009.

- [106] KLERKX, J.; DUVAL, E.; MEIRE, M. **Using information visualization for accessing learning object repositories.** In: *Information Visualisation, 2004. IV 2004. Proceedings. Eighth International Conference on*, p. 465–470. IEEE, 2004.
- [107] KLOECKL, K.; DI LORENZO, G.; SENN, O.; RATTI, C. **Live singapore!-an urban platform for real-time data to program the city.** *Proceedings of CUPUM*, 2011.
- [108] KOTUSHEVSKI, G.; HAWICK, K. A. **A review of traffic simulation software.** Technical Report CSTN-095, Computer Science, Massey University, Albany, North Shore 102-904, Auckland, New Zealand, 2009.
- [109] KRAJZEWICZ, D.; HERTKORN, G.; RÖSSEL, C.; WAGNER, P. **Sumo (simulation of urban mobility).** In: *Proc. of the 4th Middle East Symposium on Simulation and Modelling*, p. 183–187, 2002.
- [110] LAB, M. S. C. **Copenhagen wheel.** <http://senseable.mit.edu/copenhagenwheel/>. Acessado: 22-07-2012.
- [111] LAMPING, J.; RAO, R.; PIROLI, P. **A focus+ context technique based on hyperbolic geometry for visualizing large hierarchies.** In: *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, p. 401–408. ACM Press/Addison-Wesley Publishing Co., 1995.
- [112] LANDEIRO, V. L. **Introdução ao uso do programa r.** *Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia*, 2011.
- [113] LARSON, N.; RASMUSSEN, C. **Where the rubber meets the rail: Light rail transit simulation with corsim.** In: *Compendium of Papers. Institute of Transportation Engineers 2000, District 6 Annual Meeting*, 2000.
- [114] LEBLANC, L. J.; HELGASON, R. V.; BOYCE, D. E. **Improved efficiency of the frank-wolfe algorithm for convex network programs.** *Transportation Science*, 19(4):445–462, 1985.
- [115] LI, B.; TAO, S.; DAWSON, R.; CAO, J.; LAM, K. **A gis based road traffic noise prediction model.** *Applied acoustics*, 63(6):679–691, 2002.
- [116] LI, C.; WANG, X.; JIA, J. **On functional classification of urban roads in china [j].** *URBAN PLANNING REVIEW*, 4:011, 1999.
- [117] LI, X.; LV, Z.; HU, J.; ZHANG, B.; YIN, L.; ZHONG, C.; WANG, W.; FENG, S. **Traffic management and forecasting system based on 3d gis.** *arXiv preprint arXiv:1504.01375*, 2015.

- [118] LI, X.; LV, Z.; ZHANG, B.; WANG, W.; FENG, S.; HU, J. **Webvrgis based city bigdata 3d visualization and analysis**. *arXiv preprint arXiv:1504.01051*, 2015.
- [119] LIMA, I. **Bibliotecas digitais: modelo metodológico para avaliação de usabilidade**. 2012. PhD thesis, Tese (Doutorado em Ciência da Informação)-Escola de Ciência da Informação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.[Links], 2012.
- [120] LIN, S.-T.; ZHANG, L.; WANG, Q.; XUE, Y.-Q. **Feeder bus line design methodology and application based on regional traffic model [j]**. *Science Technology and Engineering*, 2:049, 2010.
- [121] LIU, R.; TATE, J. **Network effects of intelligent speed adaptation systems**. *Transportation*, 31(3):297–325, 2004.
- [122] LIU, R.; VAN VLIET, D.; WATLING, D. **Dracula: dynamic route assignment combining user learning and microsimulation**. *PTRC-PUBLICATIONS-P*, p. 143–152, 1995.
- [123] LIU, R.; VAN VLIET, D.; WATLING, D. **Microsimulation models incorporating both demand and supply dynamics**. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 40(2):125–150, 2006.
- [124] LIU, Y.; WANG, F.; XIAO, Y.; GAO, S. **Urban land uses and traffic ‘source-sink areas’: Evidence from gps-enabled taxi data in shanghai**. *Landscape and Urban Planning*, 106(1):73 – 87, 2012.
- [125] LU, C.-T.; BOEDIHARDJO, A. P.; ZHENG, J. **Aitvs: Advanced interactive traffic visualization system**. In: *22nd International Conference on Data Engineering (ICDE’06)*, p. 167–167. IEEE, 2006.
- [126] LUZZARDI, P. R. G. **Critérios de avaliação de técnicas de visualização de informações hierárquicas**. *Rio Grande do Sul, Brasil*, 2003.
- [127] MACK, R. L.; NIELSEN, J. **Usability inspection methods**. Wiley & Sons New York, NY, 1994.
- [128] MACKINLAY, J. D.; ROBERTSON, G. G.; CARD, S. K. **The perspective wall: Detail and context smoothly integrated**. In: *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems: Reaching through technology*, p. 173–176. ACM, 1991.

- [129] MADSEN, C.; CARLSEN, K. C. L.; HOEK, G.; OFTEDAL, B.; NAFSTAD, P.; MELI-EFSTE, K.; JACOBSEN, R.; NYSTAD, W.; CARLSEN, K.-H.; BRUNEKREEF, B. **Modeling the intra-urban variability of outdoor traffic pollution in oslo, norway—a ga2len project.** *Atmospheric Environment*, 41(35):7500 – 7511, 2007.
- [130] MAHUT, M.; FLORIAN, M. **Traffic simulation with dynameq.** *Fundamentals of Traffic Simulation*, p. 323–361, 2010.
- [131] MCNALLY, M. G. **The four-step model.** *Handbook of transport modelling*, 1:35–41, 2000.
- [132] MESBAH, M.; CURRIE, G.; LENNON, C.; NORTHCOTT, T. **Spatial and temporal visualization of transit operations performance data at a network level.** *Journal of Transport Geography*, 25(0):15 – 26, 2012. <ce:title>Special Section on Accessibility and Socio-Economic Activities: Methodological and Empirical Aspects</ce:title>.
- [133] MILLS, D.; BONN, E. A.; SAN JUAN, S. S. T. M. **Macintosh human interface guidelines.** 1995.
- [134] MORIOKA, M.; KURAMOCHI, K.; MISHINA, Y.; AKIYAMA, T.; TANIGUCHI, N. **City management platform using big data from people and traffic flows.** *Hitachi Review*, 64(1):53, 2015.
- [135] MORSE, E.; LEWIS, M.; OLSEN, K. A. **Evaluating visualizations: using a taxonomic guide.** *International Journal of Human-Computer Studies*, 53(5):637–662, 2000.
- [136] NIELSEN, J. **Usability inspection methods.** In: *Conference companion on Human factors in computing systems*, p. 413–414. ACM, 1994.
- [137] NIELSEN, J.; MOLICH, R. **Heuristic evaluation of user interfaces.** In: *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, p. 249–256. ACM, 1990.
- [138] NORMANDO, A. D. C.; TJÄDERHANE, L.; QUINTÃO, C. C. A. **A escolha do teste estatístico—um tutorial em forma de apresentação em powerpoint.** 2010.
- [139] ORTUZAR, J. D. D.; WILLUMSEN, L. G. **Equilibrium and Dynamic Assignment**, p. 391–427. John Wiley & Sons, Ltd, 2011.
- [140] PANWAI, S.; DIA, H. **Comparative evaluation of microscopic car-following behavior.** *Intelligent Transportation Systems, IEEE Transactions on*, 6(3):314–325, 2005.

- [141] PIMENTA, M. S. **TAREFA: uma abordagem para a engenharia dos requisitos de sistemas interativos**. PhD thesis, Toulouse 1, 1997.
- [142] PIROLI, P.; RAO, R. **Table lens as a tool for making sense of data**. In: *Proceedings of the workshop on Advanced visual interfaces*, p. 67–80. ACM, 1996.
- [143] POLLIER, A.; HOC, J.-M. **Evaluation d'une interface par des ergonomes: diagnostics et stratégies**. *Le Travail Humain*, p. 71–95, 1992.
- [144] POLLIER, A. **Evaluation d'une interface par des ergonomes: diagnostics et stratégies**. Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique, 1991.
- [145] PREECE, J.; ROGERS, Y.; SHARP, H. **Design de interação**. Bookman, 2005.
- [146] PREECE, J.; ROGERS, Y.; SHARP, H.; BENYON, D.; HOLLAND, S.; CAREY, T. **Human-computer interaction**. Addison-Wesley Longman Ltd., 1994.
- [147] RAO, R.; CARD, S. K. **The table lens: merging graphical and symbolic representations in an interactive focus+ context visualization for tabular information**. In: *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, p. 318–322. ACM, 1994.
- [148] RAO, R.; CARD, S. K. **Exploring large tables with the table lens**. In: *Conference companion on Human factors in computing systems*, p. 403–404. ACM, 1995.
- [149] RAVDEN, S.; JOHNSON, G. **Evaluating usability of human-computer interfaces: a practical method**. Halsted Press, 1989.
- [150] READES, J. **Pulse of the City**. <http://simulacra.blogs.casa.ucl.ac.uk/2011/08/pulse-of-the-city/>. Acessado: 22-06-2012.
- [151] REDISH, J. G. **Expanding usability testing to evaluate complex systems**. *Journal of Usability Studies*, 2(3):102–111, 2007.
- [152] REINARTZ, P.; LACHAISE, M.; SCHMEER, E.; KRAUSS, T.; RUNGE, H. **Traffic monitoring with serial images from airborne cameras**. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 61(3–4):149 – 158, 2006. <ce:title>Theme Issue: Airborne and Spaceborne Traffic Monitoring</ce:title>.
- [153] ROBERTSON, G. G.; MACKINLAY, J. D. **The document lens**. In: *Proceedings of the 6th annual ACM symposium on User interface software and technology*, p. 101–108. ACM, 1993.
- [154] ROMANI, L. A. S. R.; BARANAUSKAS, M. C. C. **Avaliação heurística de um sistema altamente dependente do domínio**. UNICAMP-IC, 1998.

- [155] RONALDO, A.; OTHERS. **Comparison of the two micro-simulation software aimsun & sumo for highway traffic modelling.** 2012.
- [156] ROSSETTI, R. J.; LIU, R.; CYBIS, H. B.; BAMPI, S. **A multi-agent demand model.** In: *Proceedings of the 13th Mini-Euro Conference and The 9th Meeting of the Euro Working Group Transportation*, p. 193–198, 2002.
- [157] RUBIN, J.; CHISNELL, D. **Handbook of usability testing: how to plan, design and conduct effective tests.** John Wiley & Sons, 2008.
- [158] SAFWAT, K. N. A.; MAGNANTI, T. L. **A combined trip generation, trip distribution, modal split, and trip assignment model.** *Transportation Science*, 22(1):14–30, 1988.
- [159] SANTOS, L. D.; RAIA JUNIOR, A. A. **Análise espacial de dados geográficos: A utilização da exploratory spatial data analysis-esda para identificação de áreas críticas de acidentes de trânsito no município de são carlos (sp)/spatial analysis of geographic data: the use of the explor.....** *Revista Sociedade & Natureza*, 18(35), 2006.
- [160] SCHOLTZ, J. **Beyond usability: Evaluation aspects of visual analytic environments.** In: *Visual Analytics Science and Technology, 2006 IEEE Symposium On*, p. 145–150. IEEE, 2006.
- [161] SCHOLTZ, J. **Metrics for evaluating human information interaction systems.** *Interacting with Computers*, 18(4):507–527, 2006.
- [162] SCHULZ, A. S.; MOSES, N. S. **On the performance of user equilibria in traffic networks.** In: *Proceedings of the fourteenth annual ACM-SIAM symposium on Discrete algorithms*, p. 86–87. Society for Industrial and Applied Mathematics, 2003.
- [163] SEONG, J. C.; PARK, T. H.; KO, J. H.; CHANG, S. I.; KIM, M.; HOLT, J. B.; MEHDI, M. R. **Modeling of road traffic noise and estimated human exposure in fulton county, georgia, usa.** *Environment international*, 37(8):1336–1341, 2011.
- [164] SEWALL, J.; WILKIE, D.; LIN, M. C. **Interactive hybrid simulation of large-scale traffic.** In: *ACM Transactions on Graphics (TOG)*, volume 30, p. 135. ACM, 2011.
- [165] SHARP, H.; ROGERS, Y.; PREECE, J. **Design de interação: além da interação homem-computador.** *Artmed*, 2005.
- [166] SHERALI, H. D.; NARAYANAN, A.; SIVANANDAN, R. **Estimation of origin-destination trip-tables based on a partial set of traffic link volumes.** *Transportation Research Part B: Methodological*, 37(9):815–836, 2003.

- [167] SHNEIDERMAN, B. **The eyes have it: A task by data type taxonomy for information visualizations.** In: *Visual Languages, 1996. Proceedings., IEEE Symposium on*, p. 336–343. IEEE, 1996.
- [168] SHNEIDERMAN, B. **Treemaps for space-constrained visualization of hierarchies,** 1998.
- [169] SILVA, S. F.; CATARCI, T. **Visualization of linear time-oriented data: a survey.** In: *Web Information Systems Engineering, 2000. Proceedings of the First International Conference on*, volume 1, p. 310–319. IEEE, 2000.
- [170] SLINGSBY, A.; DYKES, J.; WOOD, J. **Using treemaps for variable selection in spatio-temporal visualisation.** *Information Visualization*, 7(3-4):210–224, 2008.
- [171] SNYDER, C. **Paper prototyping: The fast and easy way to design and refine user interfaces.** Morgan Kaufmann, 2003.
- [172] SOLTANI, A.; ASKARI, S. **Analysis of intra-urban traffic accidents using spatiotemporal visualization techniques.** *Transport and telecommunication journal*, 15(3):227–232, 2014.
- [173] SPENCE, R.; PRESS, A. **Information visualization.** 2000.
- [174] STASKO, J.; ZHANG, E. **Focus+ context display and navigation techniques for enhancing radial, space-filling hierarchy visualizations.** In: *Information Visualization, 2000. InfoVis 2000. IEEE Symposium on*, p. 57–65. IEEE, 2000.
- [175] STORRS, G. **The notion of task in human-computer interaction.** In: *BCS HCI*, p. 357–365, 1995.
- [176] SVENNERBERG, G. **Beginning Google Maps API 3.** Apress, 2010.
- [177] TALELE, T.; PANDIT, G.; DESHMUKH, P. **Dynamic ridesharing using social media.** *International Journal*, 2012.
- [178] TANG, U.; WANG, Z. **Influences of urban forms on traffic-induced noise and air pollution: Results from a modelling system.** *Environmental Modelling and Software*, 22(12):1750 – 1764, 2007.
- [179] TAYLOR, M. A.; WOOLLEY, J. E.; ZITO, R. **Integration of the global positioning system and geographical information systems for traffic congestion studies.** *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 8(1):257–285, 2000.
- [180] TAYLOR, M. A.; YOUNG, W.; BONSALE, P. W. **Understanding traffic systems: data, analysis and presentation.** 1996.

- [181] TERGAN, S.-O.; KELLER, T. **Knowledge and information visualization: Searching for synergies**, volume 3426. Springer-Verlag New York Incorporated, 2005.
- [182] THOMAS, C. **Fisheye strategy**, 2002.
- [183] THOMAS, J. J.; COOK, K.; OTHERS. **A visual analytics agenda**. *Computer Graphics and Applications, IEEE*, 26(1):10–13, 2006.
- [184] TIAN, X.; MAHUT, M.; JHA, M.; FLORIAN, M. A. **Dynameq application to evaluating the impact of freeway reconstruction**. In: *Transportation Research Board 86th Annual Meeting*, número 07-2493, 2007.
- [185] TOLFO, J. D. **Estudo comparativo de técnicas de análise de desempenho de redes viárias no entorno de pólos geradores de viagens**. PhD thesis, Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro–RJ, 2006.
- [186] TOMTOM. **Tomtom traffic index - measuring congestion worldwide**. http://www.tomtom.com/en_gb/trafficindex/#/. Acessado: 16-06-2015.
- [187] TORY, M.; MÖLLER, T. **Rethinking visualization: A high-level taxonomy**. In: *Information Visualization, 2004. INFOVIS 2004. IEEE Symposium on*, p. 151–158. IEEE, 2004.
- [188] TSAI, K.-T.; LIN, M.-D.; CHEN, Y.-H. **Noise mapping in urban environments: A taiwan study**. *Applied Acoustics*, 70(7):964 – 972, 2009.
- [189] VALIATI, E. R. D. A.; LEVACOV, M.; LIMA, J.; PIMENTA, M. **Utilizando professores como avaliadores heurísticos de interfaces de software educacional**. SIIE'2000-Simposio Internacional de Informática Educativa, 2000.
- [190] VALIATI, E. D. A. **Avaliação de usabilidade de técnicas de visualização de informações multidimensionais**. *Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de informática, Programa de Pós-Graduação em Computação*, 2008.
- [191] VAN VLIET, D.; HALL, M. **Saturn 10.5: User manual**. *Leeds, UK: Institute for Transport Studies, University of Leeds*, 2004.
- [192] VAN VLIET, D. **Saturn-a modern assignment model**. *Traffic Engineering and Control*, 23(HS-034 256), 1982.
- [193] VAN WIJK, J. J.; VAN DE WETERING, H. **Cushion treemaps: Visualization of hierarchical information**. In: *Information Visualization, 1999.(Info Vis' 99) Proceedings. 1999 IEEE Symposium on*, p. 73–78. IEEE, 1999.

- [194] VIAU, C.; MCGUFFIN, M. J.; CHIRICOTA, Y.; JURISICA, I. **The flowvizmenu and parallel scatterplot matrix: Hybrid multidimensional visualizations for network exploration.** *Visualization and Computer Graphics, IEEE Transactions on*, 16(6):1100–1108, 2010.
- [195] WAINER, G.; GIAMBIASI, N. **Timed cell-devs: modeling and simulation of cell spaces.** In: *Discrete event modeling and simulation technologies*, p. 187–214. Springer-Verlag New York, Inc., 2001.
- [196] WANG, G.; VAN DEN BOSCH, F.; KUFFER, M. **Modelling urban traffic air pollution dispersion.** *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 37(Part B8):153–158, 2008.
- [197] WANG, H.; ZOU, H.; YUE, Y.; LI, Q. **Visualizing hot spot analysis result based on mashup.** In: *Proceedings of the 2009 International Workshop on Location Based Social Networks, LBSN '09*, p. 45–48, New York, NY, USA, 2009. ACM.
- [198] WANG, X. **Integrating gis, simulation models, and visualization in traffic impact analysis.** *Computers, Environment and Urban Systems*, 29(4):471–496, 2005.
- [199] WANG, X. **Integrating gis, simulation models, and visualization in traffic impact analysis.** *Computers, Environment and Urban Systems*, 29(4):471 – 496, 2005.
- [200] WARE, C. **Information visualization: perception for design.** Morgan Kaufmann Pub, 2012.
- [201] WEHREND, S.; LEWIS, C. **A problem-oriented classification of visualization techniques.** In: *Proceedings of the 1st Conference on Visualization'90*, p. 139–143. IEEE Computer Society Press, 1990.
- [202] WEISSMAN, D.; VILLALOBOS, M. **Mobility apps.** 2012.
- [203] WHARTON, C.; RIEMAN, J.; LEWIS, C.; POLSON, P. **The cognitive walkthrough method: A practitioner's guide.** In: *Usability inspection methods*, p. 105–140. John Wiley & Sons, Inc., 1994.
- [204] WINCKLER, M. A. A.; NEMETZ, F.; LIMA, J. D. **Estudo de caso da aplicação do método de avaliação heurística em um projeto multidisciplinar.** *Proceedings IHC*, 98, 1998.
- [205] WOOD, J.; DYKES, J.; SLINGSBY, A. **Visualisation of origins, destinations and flows with od maps.** *Cartographic Journal, The*, 47(2):117–129, 2010-05-01T00:00:00.

- [206] XIANG, Y.; CHAU, M.; ATABAKHSH, H.; CHEN, H. **Visualizing criminal relationships: comparison of a hyperbolic tree and a hierarchical list.** *Decision Support Systems*, 41(1):69–83, 2005.
- [207] XIE, Z.; YAN, J. **Kernel density estimation of traffic accidents in a network space.** *Computers, Environment and Urban Systems*, 32(5):396–406, 2008.
- [208] YAGAR, A. **Study of the travel patterns in a corridor with reference to the assignment principles of wardrop.** *Traffic Flow and Transportation*, 1971.
- [209] YOUNG, P. **Three dimensional information visualisation.** *Computer Science Technical Report*, (12/96), 1996.
- [210] ZANNIN, P. H. T.; ENGEL, M. S.; FIEDLER, P. E. K.; BUNN, F. **Characterization of environmental noise based on noise measurements, noise mapping and interviews: A case study at a university campus in brazil.** *Cities*, 31(0):317 – 327, 2013.
- [211] ZHOU, M. X.; FEINER, S. K. **Visual task characterization for automated visual discourse synthesis.** In: *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, p. 392–399. ACM Press/Addison-Wesley Publishing Co., 1998.

APÊNDICE A

Questões - Ensaio de Interação (Avaliação I)**Questionário de Avaliação de Matriz OD - Visualização.**

O objetivo deste questionário é verificar a expressividade e a efetividade da visualização que tem como tema o uso de matrizes de origem e destino no cenário do tráfego urbano. Esse questionário está dividido em duas partes. A primeira é composta por questões utilizando a escala de Likert e a segunda possui questões dissertativas. Sua participação é muito importante!

*Obrigatório

1. Nome: *

Por favor informe seu nome e sobrenome

.....

Visualização sobre matriz Origem-Destino**2. A visualização utilizada para representar a matriz OD é de fácil compreensão. ***

Marcar apenas uma oval.

- 1) Não concordo totalmente
- 2) Não concordo parcialmente
- 3) Indiferente
- 4) Concordo parcialmente
- 5) Concordo totalmente

3. É possível, de maneira visual, localizar os pontos de origem e destino na visualização *

Marcar apenas uma oval.

- 1) Não concordo totalmente
- 2) Não concordo parcialmente
- 3) Indiferente
- 4) Concordo parcialmente
- 5) Concordo totalmente

4. A visualização permite identificar o caminho na malha e o seu respectivo par OD. *

Marcar apenas uma oval.

- 1) Não concordo totalmente
- 2) Não concordo parcialmente
- 3) Indiferente
- 4) Concordo parcialmente
- 5) Concordo totalmente

5. O modo usado para realizar a seleção/filtragem de origens e destinos é satisfatória

*

Marcar apenas uma oval.

- 1) Não concordo totalmente
- 2) Não concordo parcialmente
- 3) Indiferente
- 4) Concordo parcialmente
- 5) Concordo totalmente

6. A visualização permite identificar o compartilhamento de caminhos entre os pares OD **Marcar apenas uma oval.*

- 1) Não concordo totalmente
- 2) Não concordo parcialmente
- 3) Indiferente
- 4) Concordo parcialmente
- 5) Concordo totalmente

7. Na visualização é possível identificar o sentido do fluxo para cada par OD. *

Ou seja, identificar o sentido origem -> destino.

Marcar apenas uma oval.

- 1) Não concordo totalmente
- 2) Não concordo parcialmente
- 3) Indiferente
- 4) Concordo parcialmente
- 5) Concordo totalmente

8. As cores utilizadas na visualização são adequadas. **Marcar apenas uma oval.*

- 1) Não concordo totalmente
- 2) Não concordo parcialmente
- 3) Indiferente
- 4) Concordo parcialmente
- 5) Concordo totalmente

9. **As animações utilizadas na visualização facilitam o entendimento da mesma.**

*

A animação facilitou o destaque/transição no momento da interação?

Marcar apenas uma oval.

- 1) Não concordo totalmente
- 2) Não concordo parcialmente
- 3) Indiferente
- 4) Concordo parcialmente
- 5) Concordo totalmente

10. **Através da coloração dos caminhos é possível identificar trechos que possuam trânsito pesado ou leve.**

*

Marcar apenas uma oval.

- 1) Não concordo totalmente
- 2) Não concordo parcialmente
- 3) Indiferente
- 4) Concordo parcialmente
- 5) Concordo totalmente

11. **As espessuras dos caminhos auxiliam a identificar trechos que possuem grande ou menor volume de veículos.**

*

Marcar apenas uma oval.

- 1) Não concordo totalmente
- 2) Não concordo parcialmente
- 3) Indiferente
- 4) Concordo parcialmente
- 5) Concordo totalmente

12. **A visualização permite identificar se a demanda de viagens está concentrada em algumas regiões ou se é mais uniformemente distribuída sobre a malha viária**

*

Marcar apenas uma oval.

- 1) Não concordo totalmente
- 2) Não concordo parcialmente
- 3) Indiferente
- 4) Concordo parcialmente
- 5) Concordo totalmente

13. A visualização oferece feedback rápido para as ações. *

Ou seja, é possível saber o que está acontecendo no momento da ação em um tempo razoável.

Marcar apenas uma oval.

- 1) Não concordo totalmente
- 2) Não concordo parcialmente
- 3) Indiferente
- 4) Concordo parcialmente
- 5) Concordo totalmente

14. A interação com o uso de mouse e teclado é satisfatória. *

Marcar apenas uma oval.

- 1) Não concordo totalmente
- 2) Não concordo parcialmente
- 3) Indiferente
- 4) Concordo parcialmente
- 5) Concordo totalmente

Parte II

Questões dissertativas

15. Qual caminho apresenta um fluxo menor de veículos? Independentemente da velocidade. *

Pode-se escrever o nome do caminho (Ex. caminho 20) ou o nome do respectivo par OD. (Ex. Setor Universitário - Campinas).

.....

16. *

Coloque aqui a média de tempo gasto para responder a questão

.....

17. Qual caminho apresenta um fluxo maior de veículos? Independentemente da velocidade. *

Pode-se escrever o nome do caminho (Ex. caminho 20) ou o nome do respectivo par OD. (Ex. Setor Universitário - Campinas).

.....

18. *

Coloque aqui a média de tempo gasto para responder a questão

.....

19. **Identifique um caminho que possua tanto trechos lentos quanto rápidos. ***

Pode-se escrever o nome do caminho (Ex. caminho 20) ou o nome do respectivo par OD. (Ex. Setor Universitário - Campinas).

.....

20. *

Coloque aqui a média de tempo gasto para responder a questão

.....

21. **Identifique os caminhos que compartilham a mesma origem, mas possuem destinos diferentes. ***

Pode-se escrever os nomes do caminhos (Ex. caminho 20 e 21) ou os nomes dos respectivos pares OD. (Ex. Setor Universitário - Campinas, Centro - Setor Sul).

.....

22. *

Coloque aqui a média de tempo gasto para responder a questão

.....

23. **Identifique os caminhos que compartilham o mesmo destino, mas possuem origens diferentes. ***

Pode-se escrever os nomes do caminhos (Ex. caminho 20 e 21) ou os nomes dos respectivos pares OD. (Ex. Setor Universitário - Campinas, Centro - Setor Sul).

.....

24. *

Coloque aqui a média de tempo gasto para responder a questão

.....

25. **Localize os dois maiores congestionamentos ***

Pode-se escrever o nome do caminho (Ex. caminho 20) ou o nome do respectivo par OD. (Ex. Setor Universitário - Campinas).

.....

26. *

Coloque aqui a média de tempo gasto para responder a questão

.....

27. **Localize os caminhos que compartilham o marcador posicionado na praça Cívica.**

*

Pode-se escrever o nome do caminho (Ex. caminho 20) ou o nome do respectivo par OD. (Ex. Setor Universitário - Campinas).

.....

28. *

Coloque aqui a média de tempo gasto para responder a questão

.....

Seu espaço

29. **Deixe aqui seu comentário.**

Este é o momento de você propor melhorias ou ressaltar algo importante.

.....

.....

.....

.....

.....

Powered by



APÊNDICE B

Questões - Ensaio de Interação (Avaliação II)**Questionário de Avaliação de Matriz OD.**

O objetivo deste questionário é verificar a expressividade e a efetividade da visualização que tem como tema o uso de matrizes de origem e destino no cenário do tráfego urbano. Esse questionário está dividido em duas partes. A primeira é composta por questões utilizando a escala de Likert e a segunda possui questões dissertativas. Sua participação é muito importante!

*Obrigatório

1. Nome: *

Por favor informe seu nome e sobrenome

.....

Visualização sobre matriz Origem-Destino**2. A visualização utilizada para representar a matriz OD é de fácil compreensão. ***

Marcar apenas uma oval.

- 1) Não concordo totalmente
- 2) Não concordo parcialmente
- 3) Indiferente
- 4) Concordo parcialmente
- 5) Concordo totalmente

3. É possível, de maneira visual, localizar os pontos de origem e destino na visualização *

Marcar apenas uma oval.

- 1) Não concordo totalmente
- 2) Não concordo parcialmente
- 3) Indiferente
- 4) Concordo parcialmente
- 5) Concordo totalmente

4. A visualização permite identificar na malha o seu respectivo par OD. *

Marcar apenas uma oval.

- 1) Não concordo totalmente
- 2) Não concordo parcialmente
- 3) Indiferente
- 4) Concordo parcialmente
- 5) Concordo totalmente

5. O modo usado para realizar a seleção/filtragem de origens e destinos é satisfatória

*

Marcar apenas uma oval.

- 1) Não concordo totalmente
- 2) Não concordo parcialmente
- 3) Indiferente
- 4) Concordo parcialmente
- 5) Concordo totalmente

6. A visualização permite identificar o compartilhamento de marcadores entre os pares OD **Marcar apenas uma oval.*

- 1) Não concordo totalmente
- 2) Não concordo parcialmente
- 3) Indiferente
- 4) Concordo parcialmente
- 5) Concordo totalmente

7. Na visualização é possível identificar o sentido do fluxo para cada par OD. *

Ou seja, identificar o sentido origem -> destino.

Marcar apenas uma oval.

- 1) Não concordo totalmente
- 2) Não concordo parcialmente
- 3) Indiferente
- 4) Concordo parcialmente
- 5) Concordo totalmente

8. As cores utilizadas na visualização são adequadas. **Marcar apenas uma oval.*

- 1) Não concordo totalmente
- 2) Não concordo parcialmente
- 3) Indiferente
- 4) Concordo parcialmente
- 5) Concordo totalmente

9. As animações utilizadas na visualização facilitam o entendimento da mesma.

*

A animação facilitou o destaque/transição no momento da interação?

Marcar apenas uma oval.

- 1) Não concordo totalmente
- 2) Não concordo parcialmente
- 3) Indiferente
- 4) Concordo parcialmente
- 5) Concordo totalmente

10. Através da coloração dos caminhos é possível identificar trechos que possuam trânsito pesado ou leve. **Marcar apenas uma oval.*

- 1) Não concordo totalmente
- 2) Não concordo parcialmente
- 3) Indiferente
- 4) Concordo parcialmente
- 5) Concordo totalmente

11. As espessuras dos caminhos auxiliam a identificar trechos que possuem grande ou menor volume de veículos. **Marcar apenas uma oval.*

- 1) Não concordo totalmente
- 2) Não concordo parcialmente
- 3) Indiferente
- 4) Concordo parcialmente
- 5) Concordo totalmente

12. A visualização permite identificar se a demanda de viagens está concentrada em algumas regiões ou se é mais uniformemente distribuída sobre a malha viária **Marcar apenas uma oval.*

- 1) Não concordo totalmente
- 2) Não concordo parcialmente
- 3) Indiferente
- 4) Concordo parcialmente
- 5) Concordo totalmente

13. A visualização oferece feedback rápido para as ações. *

Ou seja, é possível saber o que está acontecendo no momento da ação em um tempo razoável.

Marcar apenas uma oval.

- 1) Não concordo totalmente
- 2) Não concordo parcialmente
- 3) Indiferente
- 4) Concordo parcialmente
- 5) Concordo totalmente

14. A interação com o uso de mouse e teclado é satisfatória. *

Marcar apenas uma oval.

- 1) Não concordo totalmente
- 2) Não concordo parcialmente
- 3) Indiferente
- 4) Concordo parcialmente
- 5) Concordo totalmente

15. É possível identificar o tipo de veículo predominante entre os pares ODs. *

Marcar apenas uma oval.

- 1) Não concordo totalmente
- 2) Não concordo parcialmente
- 3) Indiferente
- 4) Concordo parcialmente
- 5) Concordo totalmente

Parte II

Questões dissertativas

16. Qual caminho apresenta um fluxo menor de veículos? Independentemente da velocidade. *

Pode-se escrever os nomes dos caminhos (Ex. Setor Universitário - Campinas, Centro - Setor Sul).

.....

.....

.....

.....

.....

17. *

Coloque aqui a média de tempo gasto para responder a questão.

.....

18. **Qual caminho apresenta um fluxo maior de veículos? Independentemente da velocidade.** *

Pode-se escrever os nomes do caminhos (Ex. Setor Universitário - Campinas, Centro - Setor Sul).

.....

.....

.....

.....

.....

19. *

Coloque aqui a média de tempo gasto para responder a questão.

.....

20. **Identifique um par OD cujo tipo predominante de veículos é pequeno.** *

Pode-se escrever os nomes do caminhos (Ex. Setor Universitário - Campinas, Centro - Setor Sul).

.....

.....

.....

.....

.....

21. *

Coloque aqui a média de tempo gasto para responder a questão.

.....

22. **Identifique os caminhos que compartilham a mesma origem, mas possuem destinos diferentes.** *

Pode-se escrever os nomes do caminhos (Ex. Setor Universitário - Campinas, Centro - Setor Sul).

.....

.....

.....

.....

.....

23. *

Coloque aqui a média de tempo gasto para responder a questão.

.....

24. **Identifique os caminhos que compartilham o mesmo destino, mas possuem origens diferentes.** *

Pode-se escrever os nomes do caminhos (Ex. Setor Universitário - Campinas, Centro - Setor Sul).

.....

.....

.....

.....

.....

25. *

Coloque aqui a média de tempo gasto para responder a questão.

.....

26. **Localize os dois maiores congestionamentos** *

Pode-se escrever os nomes do caminhos (Ex. Setor Universitário - Campinas, Centro - Setor Sul).

.....

.....

.....

.....

.....

27. *

Coloque aqui a média de tempo gasto para responder a questão.

.....

28. **Localize os caminhos que compartilham o marcador posicionado na praça Cívica.** *

Pode-se escrever os nomes do caminhos (Ex. Setor Universitário - Campinas, Centro - Setor Sul).

.....

.....

.....

.....

.....

29. *

Coloque aqui a média de tempo gasto para responder a questão.

.....

Seu espaço

30. **Deixe aqui seu comentário.**

Este é o momento de você propor melhorias ou ressaltar algo importante.

.....

.....

.....

.....

.....

Powered by



APÊNDICE C

Dados do Ensaio de Interação (Avaliação I)

Legenda																														
Questões relativas a satisfação (usa-se escala de Likert)																														
Questões relativas a eficiência (usa-se tempo em segundos)																														
Questões relativas a eficácia (usa-se S(acerto) e N(Erro))																														
TODOS A x TODOS B (Ensaio I)																														
Alunos	1º Momento	2º Momento	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	Q13	Q14	Q15	Q16	Q17	Q18	Q19	Q20	Q21	Q22	Q23	Q24	Q25	Q26	Q27	Q28	
1		A	1	1	2	1	1	1	1	5	3	5	4	4	1	1	N	60	N	60	N	60	N	60	N	60	N	60	N	60
2	A		4	4	3	2	5	4	2	4	4	4	4	4	3	S	120	S	30	S	30	S	45	N	90	S	30	S	60	
3		A	2	5	5	4	4	2	5	4	1	1	2	5	4	N	60	N	60	N	60	N	60	N	60	N	60	N	60	
4	A		2	5	5	4	5	5	5	4	5	4	5	4	5	S	60	N	60	S	30	S	30	S	120	S	120	S	60	
5	A		5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	5	2	4	S	19	S	10	S	20	S	20	S	30	S	10	N	60	
6		A	2	4	2	4	5	5	4	5	5	4	5	4	5	S	40	S	30	S	60	S	30	S	40	N	60	S	30	
7		A	2	3	3	3	4	4	5	4	3	4	4	3	3	S	360	N	120	S	120	N	120	N	120	S	180	S	120	
8	A		4	5	5	3	4	5	4	5	4	4	5	3	4	S	30	S	40	S	10	S	120	S	10	S	15	N	20	
9	A		3	5	4	3	8	5	4	5	5	4	5	5	5	S	300	S	3	S	120	S	300	N	120	S	30	S	30	
10	A		4	5	5	5	5	5	4	5	5	2	2	5	4	S	180	S	20	S	120	S	240	N	120	S	30	N	120	
11		A	5	5	4	4	4	5	5	4	5	4	4	4	4	S	50	S	10	S	10	S	30	S	40	S	15	S	20	
12	A		5	4	5	2	4	2	5	5	5	3	5	4	2	S	15	S	5	S	10	S	10	N	30	S	10	S	15	
13		A	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	3	S	15	S	10	S	10	S	30	S	20	S	20	S	20	
14	A		5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	4	N	40	S	10	S	60	S	90	S	60	S	20	S	120	
15	A		4	4	4	5	5	4	3	4	5	5	3	5	5	S	2	S	1,5	S	2	S	6	S	4	S	5	S	7	
16		A	5	5	4	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5	S	10	S	7	S	5	S	15	S	60	S	20	N	30	
17	A		4	4	2	2	3	5	1	5	5	5	1	5	4	N	120	S	60	S	5	N	120	N	180	S	60	N	4	
18		A	2	3	2	4	3	3	1	3	4	3	2	1	4	N	120	S	60	N	60	S	120	N	60	S	120	S	30	
19		A	4	4	5	5	5	5	3	5	5	5	5	4	4	S	2	N	2	S	10	S	7	A	10	S	7	S	10	
20	A		5	5	5	4	5	5	4	5	5	5	4	5	4	S	75	S	35	S	15	S	10	S	90	S	50	N	30	
21		A	5	5	2	2	4	5	4	5	3	3	3	5	4	S	5	N	5	N	5	S	5	N	120	S	30	S	20	
22		A	2	4	3	1	4	4	2	3	4	3	1	3	1	S	40	S	10	S	20	N	60	N	60	S	40	S	40	
Alunos	1º Momento	2º Momento	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	Q13	Q14	Q15	Q16	Q17	Q18	Q19	Q20	Q21	Q22	Q23	Q24	Q25	Q26	Q27	Q28	
1	B		4	5	5	2	2	1	5	5	5	5	5	5	4	N	3	S	3	S	10	S	10	S	5	S	10	S	20	
2		B	5	5	4	4	4	2	4	4	5	5	4	5	5	S	180	S	120	S	30	N	60	N	60	S	60	S	60	
3	B		4	5	5	4	4	2	5	5	4	1	2	5	5	S	120	S	60	S	60	S	240	S	300	S	60	N	180	
4		B	5	5	5	4	5	4	5	4	5	5	5	5	5	S	120	S	60	S	60	S	120	N	180	S	120	N	60	
5		B	4	4	5	3	4	3	5	3	5	5	4	5	4	S	60	S	5	S	30	S	5	S	5	S	10	S	45	
6	B		5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	S	20	S	15	S	60	N	60	N	60	S	180	S	60	
7		B	4	5	4	3	4	4	5	4	5	5	4	4	4	S	120	S	120	S	180	S	180	S	120	S	180	N	240	
8		B	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	S	20	S	20	S	20	S	10	S	10	S	10	S	20	
9		B	5	4	5	5	5	5	4	3	2	5	3	5	5	S	20	S	15	S	15	S	20	S	20	S	14	S	15	
10		B	5	5	5	2	5	4	5	4	3	5	4	4	4	N	20	S	10	S	10	S	10	S	15	S	10	N	30	
11	B		5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	4	5	5	S	15	S	10	S	25	S	40	S	30	S	20	S	25	
12		B	5	5	4	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	S	7	S	5	S	5	S	10	S	5	S	10	S	15	
13	B		4	2	5	5	5	5	4	5	5	5	3	3	4	S	15	S	30	S	15	S	15	S	20	S	10	S	10	
14		B	4	5	5	5	4	5	4	5	4	5	5	5	5	N	30	S	30	S	60	S	90	S	40	S	40	S	30	
15		B	5	4	4	4	4	2	4	5	4	5	3	5	5	S	5	S	3	S	3	S	2	S	2	S	5	S	4	
16	B		5	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5	5	5	S	20	S	3	S	7	S	180	S	60	S	45	N	60	
17		B	4	4	2	2	3	5	1	5	5	5	1	5	4	N	120	S	60	S	5	N	120	N	180	S	60	N	4	
18	B		2	5	5	4	2	5	4	4	5	2	3	3	2	S	120	S	60	S	60	S	240	S	30	S	30	S	60	
19	B		5	4	4	5	5	4	3	5	5	5	5	5	5	S	2	S	2	S	2	S	4	S	3	S	3	S	3	
20		B	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	S	30	S	10	S	20	S	30	S	40	S	15	S	10	
21	B		5	4	5	5	2	4	4	5	5	4	5	2	5	S	40	S	30	S	20	N	60	S	20	S	30	S	120	
22	B		4	5	4	3	4	3	4	5	4	4	5	5	4	S	30	S	40	S	10	S	40	S	50	S	120	S	120	

PRIMEIRO MOMENTO DE A X PRIMEIRO MOMENTO DE B (Ensaio I)																													
Alunos	1º Momento	2º Momento	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	Q13	Q14	Q15	Q16	Q17	Q18	Q19	Q20	Q21	Q22	Q23	Q24	Q25	Q26	Q27	Q28
1	A		4	4	3	2	5	4	2	4	4	4	4	4	3	S	120	S	30	S	30	S	45	N	90	S	30	S	60
2	A		2	5	5	4	5	5	5	4	5	4	5	4	5	S	60	N	60	S	30	S	30	S	120	S	120	S	60
3	A		5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	5	2	4	S	19	S	10	S	20	S	20	S	30	S	10	N	60
4	A		4	5	5	3	4	5	4	5	4	4	5	3	4	S	30	S	40	S	10	S	120	S	10	S	15	N	20
5	A		3	5	4	3	8	5	4	5	5	4	5	5	5	S	300	S	3	S	120	S	300	N	120	S	30	S	30
6	A		4	5	5	5	5	5	4	5	5	2	2	5	4	S	180	S	20	S	120	S	240	N	120	S	30	N	120
7	A		5	4	5	2	4	2	5	5	5	3	5	4	2	S	15	S	5	S	10	S	10	N	30	S	10	S	15
8	A		5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	4	N	40	S	10	S	60	S	90	S	60	S	20	S	120
9	A		4	4	4	5	5	4	3	4	5	5	3	5	5	S	2	S	1,5	S	2	S	6	S	4	S	5	S	7
10	A		4	4	2	2	3	5	1	5	5	5	1	5	4	N	120	S	60	S	5	N	120	N	180	S	60	N	4
11	A		5	5	5	4	5	5	4	5	5	5	4	5	4	S	75	S	35	S	15	S	10	S	90	S	50	N	30
Alunos	1º Momento	2º Momento	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	Q13	Q14	Q15	Q16	Q17	Q18	Q19	Q20	Q21	Q22	Q23	Q24	Q25	Q26	Q27	Q28
1	B		4	5	5	2	2	1	5	5	5	5	5	5	4	N	3	S	3	S	10	S	10	S	5	S	10	S	20
2	B		4	5	5	4	4	2	5	5	4	1	2	5	5	S	120	S	60	S	60	S	240	S	300	S	60	N	180
3	B		5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	S	20	S	15	S	60	N	60	N	60	S	180	S	60
4	B		4	5	4	3	4	4	5	4	5	5	4	4	4	S	120	S	120	S	180	S	180	S	120	S	180	N	240
5	B		5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	4	5	5	S	15	S	10	S	25	S	40	S	30	S	20	S	25
6	B		4	2	5	5	5	5	4	5	5	5	3	3	4	S	15	S	30	S	15	S	15	S	20	S	10	S	10
7	B		5	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5	5	5	S	20	S	3	S	7	S	180	S	60	S	45	N	60
8	B		2	5	5	4	2	5	4	4	5	2	3	3	2	S	120	S	60	S	60	S	240	S	30	S	30	S	60
9	B		5	4	4	5	5	4	3	5	5	5	5	5	5	S	2	S	2	S	2	S	2	S	4	S	3	S	3
10	B		5	4	5	5	2	4	4	5	5	4	5	2	5	S	40	S	30	S	20	N	60	S	20	S	30	S	120
11	B		4	5	4	3	4	3	4	5	4	4	5	5	4	S	30	S	40	S	10	S	40	S	50	S	120	S	120
SEGUNDO MOMENTO DE A X SEGUNDO MOMENTO DE B (Ensaio I)																													
Alunos	1º Momento	2º Momento	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	Q13	Q14	Q15	Q16	Q17	Q18	Q19	Q20	Q21	Q22	Q23	Q24	Q25	Q26	Q27	Q28
1	A		1	1	2	1	1	1	5	3	5	4	4	1	1	N	60	N	60	N	60	N	60	N	60	N	60	N	60
2	A		2	5	5	4	4	2	5	4	1	1	2	5	4	N	60	N	60	N	60	N	60	N	60	N	60	N	60
3	A		2	4	2	4	5	5	4	5	5	4	5	4	5	S	40	S	30	S	60	S	30	S	40	N	60	S	30
4	A		2	3	3	3	4	4	5	4	3	4	4	3	3	S	360	N	120	S	120	N	120	N	120	S	180	N	120
5	A		5	5	4	4	4	5	5	4	5	4	4	4	4	S	50	S	10	S	10	S	30	S	40	S	15	S	20
6	A		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	3	S	15	S	10	S	10	S	30	S	20	S	20	S	20
7	A		5	5	4	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5	S	10	S	7	S	5	S	15	S	60	S	20	N	30
8	A		2	3	2	4	3	3	1	3	4	3	2	1	4	N	120	S	60	N	60	S	120	N	60	S	120	S	30
9	A		4	4	5	5	5	5	3	5	5	5	5	4	4	S	2	N	2	S	10	S	7	A	10	S	7	S	10
10	A		5	5	2	2	4	5	4	5	3	3	3	5	4	S	5	N	5	N	5	S	5	N	120	S	30	S	20
11	A		2	4	3	1	4	4	2	3	4	3	1	3	1	S	40	S	10	S	20	N	60	N	60	S	40	S	40
Alunos	1º Momento	2º Momento	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	Q13	Q14	Q15	Q16	Q17	Q18	Q19	Q20	Q21	Q22	Q23	Q24	Q25	Q26	Q27	Q28
1	B		5	5	4	4	4	2	4	4	5	5	4	5	5	S	180	S	120	S	30	N	60	N	60	S	60	S	60
2	B		5	5	5	4	5	4	5	4	5	5	5	5	5	S	120	S	60	S	60	S	120	N	180	S	120	N	60
3	B		4	4	5	3	4	3	5	3	5	5	4	5	4	S	60	S	5	S	30	S	5	S	5	S	10	S	45
4	B		5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	S	20	S	20	S	20	S	10	S	10	S	10	S	20
5	B		5	4	5	5	5	5	4	3	2	5	3	5	5	S	20	S	15	S	15	S	20	S	20	S	14	S	15
6	B		5	5	5	2	5	4	5	4	3	5	4	4	4	N	20	S	10	S	10	S	10	S	15	S	10	N	30
7	B		5	5	4	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	S	7	S	5	S	5	S	10	S	5	S	10	S	15
8	B		4	5	5	5	4	5	4	5	4	5	5	5	5	N	30	S	30	S	60	S	90	S	40	S	40	S	30
9	B		5	4	4	4	4	2	4	5	4	5	3	5	5	S	5	S	3	S	3	S	2	S	2	S	5	S	4
10	B		4	4	2	2	3	5	1	5	5	5	1	5	4	N	120	S	60	S	5	N	120	N	180	S	60	N	4
11	B		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	S	30	S	10	S	20	S	30	S	40	S	15	S	10

Alunos	1º Momento	2º Momento	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	Q13	Q14	Q15	Q16	Q17	Q18	Q19	Q20	Q21	Q22	Q23	Q24	Q25	Q26	Q27	Q28	Q29
1	B		5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	S	60	S	240	S	60	S	60	S	60	S	60	S	60
2	B		5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	S	40	S	30	S	40	S	60	S	40	S	40	S	20	
3	B		4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	S	30	S	30	S	30	S	180	S	300	S	60	S	60	
4	B		4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	1	5	4	S	120	S	25	S	20	S	35	S	50	S	40	S	30	
5	B		5	5	5	5	4	3	5	5	5	5	5	5	5	S	6	S	5	S	6	S	60	N	60	S	10	S	10	
6	B		4	5	5	2	4	4	4	4	5	5	4	2	2	4	S	240	S	120	S	120	S	360	S	420	S	120	S	180
7	B		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	N	50	S	20	S	30	S	30	S	90	S	20	S	30	
8	B		5	5	4	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	3	S	120	S	30	N	20	S	180	N	30	S	30	N	60
9	B		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	S	120	N	60	S	300	S	60	S	180	S	60	S	60
10	B		2	5	5	2	5	4	4	3	4	4	4	3	2	4	N	60	S	30	S	60	S	30	S	30	S	40	S	60
11	B		4	5	5	4	5	5	5	4	5	4	4	5	5	5	S	40	S	20	S	30	S	40	S	60	S	40	S	30
12	B		4	4	5	4	5	4	4	4	5	4	5	4	5	4	S	120	S	120	S	120	S	120	S	300	S	120	S	120
13	B		4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	N	120	S	60	S	60	S	60	S	180	S	120	S	120
14	B		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	1	S	10	S	20	S	10	S	60	N	300	S	10	S	20
15	B		5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	S	30	S	60	S	30	S	60	N	180	S	60	S	60
16	B		4	4	4	4	5	5	5	5	4	4	2	5	5	5	S	10	S	10	S	20	S	60	S	60	S	10	S	30
PRIMEIRO MOMENTO DE A x SEGUNDO MOMENTO DE B (Ensaio II)																														
Alunos	1º Momento	2º Momento	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	Q13	Q14	Q15	Q16	Q17	Q18	Q19	Q20	Q21	Q22	Q23	Q24	Q25	Q26	Q27	Q28	Q29
1	A		4	5	5	4	4	5	4	4	5	4	4	4	1	3	S	180	N	60	S	60	S	60	S	60	S	60	S	120
2	A		4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	S	30	S	20	S	60	S	40	S	60	S	60	S	60
3	A		2	4	4	2	4	4	4	2	4	4	2	4	4	2	S	60	S	180	S	60	S	300	S	300	S	120	S	60
4	A		1	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	4	5	5	S	10	S	5	S	10	N	10	N	40	N	50	S	30
5	A		4	5	5	4	4	5	4	5	5	4	5	4	4	5	S	12	S	10	S	8	S	60	S	60	S	20	S	8
6	A		5	5	5	4	4	5	4	4	5	5	4	5	5	4	S	120	S	60	N	60	S	60	N	60	S	120	S	60
7	A		4	5	4	4	4	4	5	5	5	4	4	5	5	1	S	5	S	7	N	10	N	15	S	60	S	90	S	30
8	A		5	5	4	4	5	4	5	5	5	5	4	4	5	5	S	300	S	300	S	180	S	120	S	600	S	360	S	10
9	A		4	5	3	5	5	5	4	5	5	4	3	4	5	5	S	300	S	40	S	180	S	60	S	60	S	60	S	360
10	A		4	5	5	4	5	5	4	3	5	2	3	4	2	4	S	30	S	30	S	40	S	60	S	40	S	40	S	60
11	A		4	4	5	5	4	5	4	4	5	4	4	5	5	5	S	30	S	90	S	30	S	60	S	60	S	30	S	3
12	A		4	5	5	5	5	4	4	5	5	4	4	4	4	4	N	240	N	120	S	120	S	120	S	120	S	120	S	120
13	A		4	5	5	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	2	S	60	S	120	S	180	S	50	S	60	S	60	S	120
14	A		4	5	5	3	5	5	1	4	5	1	5	3	5	1	S	10	S	10	S	10	S	90	S	90	S	30	S	10
15	A		2	5	5	1	1	5	5	5	5	4	4	4	4	5	S	30	S	60	S	30	S	120	S	60	S	10	S	120
16	A		4	5	4	4	5	5	2	5	5	5	4	5	5	5	S	20	S	10	S	20	S	120	S	60	S	10	S	30
Alunos																														
Alunos	1º Momento	2º Momento	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	Q13	Q14	Q15	Q16	Q17	Q18	Q19	Q20	Q21	Q22	Q23	Q24	Q25	Q26	Q27	Q28	Q29
1	B		5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	S	60	S	240	S	60	S	60	S	60	S	60	S	60
2	B		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	S	40	S	30	S	40	S	60	S	40	S	40	S	20
3	B		4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	S	30	S	30	S	30	S	180	S	300	S	60	S	60
4	B		4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	1	5	4	S	120	S	25	S	20	S	35	S	50	S	40	S	30
5	B		5	5	5	5	4	3	5	5	5	5	5	5	5	5	S	6	S	5	S	6	S	60	N	60	S	10	S	10
6	B		4	5	5	2	4	4	4	4	5	5	4	2	2	4	S	240	S	120	S	120	S	360	S	420	S	120	S	180
7	B		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	N	50	S	20	S	30	S	30	S	90	S	20	S	30
8	B		5	5	4	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	3	S	120	S	30	N	20	S	180	N	30	S	30	N	60
9	B		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	S	120	N	60	S	300	S	60	S	180	S	60	S	60
10	B		2	5	5	2	5	4	4	3	4	4	4	3	2	4	N	60	S	30	S	60	S	30	S	30	S	40	S	60
11	B		4	5	5	4	5	5	5	4	5	4	4	5	5	5	S	40	S	20	S	30	S	40	S	60	S	40	S	30
12	B		4	4	5	4	5	4	4	4	5	4	5	4	5	4	S	120	S	120	S	120	S	120	S	300	S	120	S	120
13	B		4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	N	120	S	60	S	60	S	60	S	180	S	120	S	120
14	B		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	1	S	10	S	20	S	10	S	60	N	300	S	10	S	20
15	B		5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	S	30	S	60	S	30	S	60	N	180	S	60	S	60
16	B		4	4	4	4	5	5	5	5	4	4	2	5	5	5	S	10	S	10	S	20	S	60	S	60	S	10	S	30

SEGUNDO MOMENTO DE A x PRIMEIRO MOMENTO DE B (Ensaio II)																														
Alunos	1º Momento	2º Momento	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	Q13	Q14	Q15	Q16	Q17	Q18	Q19	Q20	Q21	Q22	Q23	Q24	Q25	Q26	Q27	Q28	Q29
1	B		4	5	5	4	4	5	5	4	5	3	3	4	2	2	N	120	S	120	S	60	S	180	S	120	S	60	S	300
2	B		4	5	5	4	4	5	5	4	4	4	5	4	3	5	S	10	S	10	S	30	S	20	S	20	S	20	S	20
3	B		4	5	4	4	5	5	4	3	5	5	4	4	5	2	S	30	S	40	N	90	S	50	S	60	S	90	S	50
4	B		3	4	4	4	3	4	5	4	5	5	4	4	2	3	N	300	S	189	S	180	S	60	S	60	S	180	S	120
5	B		4	5	5	5	4	5	5	3	4	3	4	4	4	2	N	300	S	300	N	120	S	180	S	180	S	180	N	300
6	B		3	2	2	2	2	3	5	1	4	4	4	3	4	5	S	90	S	30	S	15	S	5	S	120	N	60	S	90
7	B		2	2	2	2	4	4	5	2	5	4	4	2	3	5	S	60	S	30	S	20	S	60	S	90	S	40	S	30
8	B		5	5	5	4	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	S	8	S	10	S	6	S	180	S	180	S	90	S	20
9	B		4	5	4	4	5	5	5	4	5	5	4	4	5	2	S	90	S	20	S	90	S	60	S	260	S	60	S	60
10	B		4	4	4	4	4	3	5	1	5	5	4	4	3	5	S	120	S	180	S	120	S	10	N	300	S	60	S	240
11	B		4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	S	60	S	60	S	120	S	300	S	240	S	120	S	120
12	B		4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	S	10	S	30	S	30	S	30	S	30	S	30	S	30
13	B		5	4	4	3	4	5	5	5	5	4	4	5	5	4	S	7	S	15	S	8	S	12	S	30	S	23	S	25
14	B		5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	S	30	S	60	S	60	S	240	S	300	S	40	S	300
15	B		4	5	5	2	2	4	4	3	4	4	4	5	4	4	S	15	S	15	S	20	S	10	S	30	S	25	S	60
16	B		5	4	5	4	3	5	1	3	5	5	4	5	2	5	S	60	S	60	N	60	S	60	S	180	S	180	S	60
Alunos	1º Momento	2º Momento	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	Q13	Q14	Q15	Q16	Q17	Q18	Q19	Q20	Q21	Q22	Q23	Q24	Q25	Q26	Q27	Q28	Q29
1	A		1	1	1	1	1	1	1	1	2	4	1	1	1	1	S	120	S	300	N	120	N	120	N	120	N	30	N	120
2	A		4	5	3	5	4	4	5	4	5	4	5	5	2	4	S	50	S	50	S	300	S	480	S	300	S	360	S	50
3	A		5	5	4	4	5	5	4	4	5	5	5	4	5	5	S	50	S	30	S	30	S	40	S	50	S	60	S	60
4	A		4	5	5	4	4	5	5	4	5	5	2	5	5	5	S	120	S	120	S	360	S	480	S	360	S	120	S	180
5	A		4	5	4	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	S	300	S	60	S	60	N	60	S	60	S	60	S	60
6	A		2	2	5	3	2	1	5	3	5	4	1	5	4	5	S	30	S	300	S	120	N	60	S	60	N	60	S	60
7	A		4	2	5	4	4	5	5	2	5	2	5	2	2	5	S	120	N	60	S	60	N	180	N	300	S	120	N	60
8	A		4	5	5	4	5	5	4	5	3	5	5	5	5	5	S	5	S	5	S	5	S	40	S	90	S	15	S	15
9	A		5	5	4	3	4	5	4	5	4	5	4	5	5	5	S	120	S	60	S	180	S	240	S	120	S	120	S	120
10	A		4	4	5	1	5	5	5	4	5	5	1	2	4	2	S	300	S	300	S	300	S	300	N	180	S	120	S	180
11	A		4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	S	60	S	60	S	60	S	300	S	120	S	60	S	60
12	A		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	S	30	S	30	S	30	S	30	S	120	S	30	S	30
13	A		4	5	5	4	4	5	4	5	5	5	4	5	4	5	N	20	N	15	S	20	S	25	S	25	S	30	S	40
14	A		4	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	S	30	S	60	S	480	S	240	S	180	S	360	S	120
15	A		4	5	4	3	4	5	4	4	5	5	4	4	4	4	S	15	S	20	S	10	S	30	S	25	S	25	S	35
16	A		4	5	5	4	3	4	1	1	5	4	3	5	2	5	S	60	S	60	N	60	S	60	S	60	S	60	S	60
PRIMEIRO MOMENTO DE A x SEGUNDO MOMENTO DE A (Ensaio II)																														
Alunos	1º Momento	2º Momento	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	Q13	Q14	Q15	Q16	Q17	Q18	Q19	Q20	Q21	Q22	Q23	Q24	Q25	Q26	Q27	Q28	Q29
1	A		4	5	5	4	4	5	4	4	5	4	4	4	1	3	S	180	N	60	S	60	S	60	S	60	S	60	S	120
2	A		4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	S	30	S	20	S	60	S	40	S	60	S	60	S	60
3	A		2	4	4	2	4	4	4	2	4	4	2	4	4	2	S	60	S	180	S	60	S	300	S	300	S	120	S	60
4	A		1	5	5	5	5	5	5	4	4	5	4	5	5	5	S	10	S	5	S	10	N	10	N	40	N	50	S	30
5	A		4	5	5	4	4	5	4	5	5	4	5	4	4	5	S	12	S	10	S	8	S	60	S	60	S	20	S	8
6	A		5	5	5	4	4	5	4	4	5	5	4	5	5	4	S	120	S	60	N	60	S	60	N	60	S	120	S	60
7	A		4	5	4	4	4	4	5	5	5	4	4	5	5	1	S	5	S	7	N	10	N	15	S	60	S	90	S	30
8	A		5	5	4	4	5	4	5	5	5	5	4	4	5	5	S	300	S	300	S	180	S	120	S	600	S	360	S	10
9	A		4	5	3	5	5	5	4	5	5	4	3	4	5	5	S	300	S	40	S	180	S	60	S	60	S	60	S	360
10	A		4	5	5	4	5	5	4	3	5	2	3	4	2	4	S	30	S	30	S	40	S	60	S	40	S	40	S	60
11	A		4	4	5	5	4	5	4	4	5	4	4	5	5	5	S	30	S	90	S	30	S	60	S	60	S	30	S	3
12	A		4	5	5	5	5	4	4	5	5	4	4	4	4	4	N	240	N	120	S	120	S	120	S	120	S	120	S	120
13	A		4	5	5	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	2	S	60	S	120	S	180	S	50	S	60	S	60	S	120
14	A		4	5	5	3	5	5	1	4	5	1	5	3	5	1	S	10	S	10	S	10	S	90	S	90	S	30	S	10
15	A		2	5	5	1	1	5	5	5	5	4	4	4	4	4	S	30	S	60	S	30	S	120	S	60	S	10	S	120
16	A		4	5	4	4	5	5	2	5	5	5	4	5	5	5	S	20	S	10	S	20	S	120	S	60	S	10	S	30
Alunos	1º Momento	2º Momento	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	Q13	Q14	Q15	Q16	Q17	Q18	Q19	Q20	Q21	Q22	Q23	Q24	Q25	Q26	Q27	Q28	Q29
1	A		1	1	1	1	1	1	1	1	2	4	1	1	1	1	S	120	S	300	N	120	N	120	N	120	N	30	N	120
2	A		4	5	3	5	4	4	5	4	5	4	5	5	2	4	S	50	S	50	S	300	S	480	S	300	S	360	S	50
3	A		5	5	4	4	5	5	4	4	5	5	5	4	5	5	S	50	S	30	S	30	S	40	S	50	S	60	S	60
4	A		4	5	5	4	4	5	5	4	5	5	2	5	5	5	S	120	S	120	S	360	S	480	S	360	S	120	S	180
5	A		4	5	4	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	S	300	S	60	S	60	N	60	S	60	S	60	S	60
6	A		2	2	5	3	2	1	5	3	5	4	1	5	4	5	S	30	S	300	S	120	N	60	S	60	N	60	S	60
7	A		4	2	5	4	4	5	5	2	5	2	5	2	2	5	S	120	N	60	S	60	N	180	N	300	S	120	N	60

8	A	4	5	5	4	5	5	4	5	3	5	5	5	5	5	S	5	S	5	S	40	S	90	S	15	S	15			
9	A	5	5	4	3	4	5	4	5	4	5	4	5	5	5	S	120	S	60	S	180	S	240	S	120	S	120			
10	A	4	4	5	1	5	5	5	4	5	5	1	2	4	2	S	300	S	300	S	300	N	180	S	120	S	180			
11	A	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	S	60	S	60	S	60	S	300	S	120	S	60			
12	A	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	S	30	S	30	S	30	S	30	S	120	S	30			
13	A	4	5	5	4	4	5	4	5	5	5	4	5	4	5	N	20	N	15	S	20	S	25	S	25	S	30			
14	A	4	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	S	30	S	60	S	480	S	240	S	180	S	360			
15	A	4	5	4	3	4	5	4	4	5	5	4	4	4	4	S	15	S	20	S	10	S	30	S	25	S	35			
16	A	4	5	5	4	3	4	1	1	5	4	3	5	2	5	S	60	S	60	N	60	S	60	S	60	S	60			
PRIMEIRO MOMENTO DE B x SEGUNDO MOMENTO DE B (Ensaio II)																														
Alunos	1º Momento	2º Momento	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	Q13	Q14	Q15	Q16	Q17	Q18	Q19	Q20	Q21	Q22	Q23	Q24	Q25	Q26	Q27	Q28	Q29
1	B		4	5	5	4	4	5	5	4	5	3	3	4	2	2	N	120	S	120	S	60	S	180	S	120	S	60	S	300
2	B		4	5	5	4	4	5	5	4	4	4	5	4	3	5	S	10	S	10	S	30	S	20	S	20	S	20	S	20
3	B		4	5	4	4	5	5	4	3	5	5	4	4	5	2	S	30	S	40	N	90	S	50	S	60	S	90	S	50
4	B		3	4	4	4	3	4	5	4	5	5	4	4	2	3	N	300	S	189	S	180	S	60	S	60	S	180	S	120
5	B		4	5	5	4	4	5	5	3	4	3	4	4	4	2	N	300	S	300	N	120	S	180	S	180	S	180	N	300
6	B		3	2	2	2	2	3	5	1	4	4	4	3	4	5	S	90	S	30	S	15	S	5	S	120	N	60	S	90
7	B		2	2	2	2	4	4	5	2	5	4	4	2	3	5	S	60	S	30	S	20	S	60	S	90	S	40	S	30
8	B		5	5	5	4	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	S	8	S	10	S	6	S	180	S	180	S	90	S	20
9	B		4	5	4	4	5	5	5	4	5	5	4	4	5	2	S	90	S	20	S	90	S	60	S	260	S	60	S	60
10	B		4	4	4	4	3	5	1	5	5	4	4	3	5	S	120	S	180	S	120	S	10	N	300	S	60	S	240	
11	B		4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	S	60	S	60	S	120	S	300	S	240	S	120	S	120
12	B		4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	S	10	S	30	S	30	S	30	S	30	S	30	S	30
13	B		5	4	4	3	4	5	5	5	5	4	4	5	5	4	S	7	S	15	S	8	S	12	S	30	S	23	S	25
14	B		5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	S	30	S	60	S	60	S	240	S	300	S	40	S	300
15	B		4	5	5	2	2	4	4	3	4	4	4	5	4	4	S	15	S	15	S	20	S	10	S	30	S	25	S	60
16	B		5	4	5	4	3	5	1	3	5	5	4	5	2	5	S	60	S	60	N	60	S	60	S	180	S	180	S	60
PRIMEIRO MOMENTO DE B x SEGUNDO MOMENTO DE B (Ensaio II)																														
Alunos	1º Momento	2º Momento	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	Q13	Q14	Q15	Q16	Q17	Q18	Q19	Q20	Q21	Q22	Q23	Q24	Q25	Q26	Q27	Q28	Q29
1	B		5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	S	60	S	240	S	60	S	60	S	60	S	60	S	60
2	B		5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	S	40	S	30	S	40	S	60	S	40	S	40	S	20
3	B		4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	S	30	S	30	S	30	S	180	S	300	S	60	S	60
4	B		4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	1	5	4	S	120	S	25	S	20	S	35	S	50	S	40	S	30
5	B		5	5	5	4	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	S	6	S	5	S	6	S	60	N	60	S	10	S	10
6	B		4	5	5	2	4	4	4	4	5	5	4	2	2	4	S	240	S	120	S	120	S	360	S	420	S	120	S	180
7	B		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	N	50	S	20	S	30	S	30	S	90	S	20	S	30
8	B		5	5	4	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	3	S	120	S	30	N	20	S	180	N	30	S	30	N	60
9	B		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	S	120	N	60	S	300	S	60	S	180	S	60	S	60
10	B		2	5	5	2	5	4	4	3	4	4	4	3	2	4	N	60	S	30	S	60	S	30	S	30	S	40	S	60
11	B		4	5	5	4	5	5	5	4	5	4	4	5	5	5	S	40	S	20	S	30	S	40	S	60	S	40	S	30
12	B		4	4	5	4	5	4	4	4	5	4	5	4	5	4	S	120	S	120	S	120	S	120	S	300	S	120	S	120
13	B		4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	N	120	S	60	S	60	S	60	S	180	S	120	S	120
14	B		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	1	S	10	S	20	S	10	S	60	N	300	S	10	S	20
15	B		5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	S	30	S	60	S	30	S	60	N	180	S	60	S	60
16	B		4	4	4	4	5	5	5	5	4	4	2	5	5	5	S	10	S	10	S	20	S	60	S	60	S	10	S	30

Dados da Avaliação Heurística

AVALIADOR I					
Heurística	Motivo	Sugestões	Gravidade	Visualização	
1.1.1)	A Não está intuitivo. Não há nenhuma legenda ou menu indicando que é possível realizar múltiplas seleções.	Indicar que é possível realizar múltiplas seleções.		4	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas
1.1.1)	A O botão "limpar" deveria ter um texto mais claro.	Trocar para limpar seleções		3	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas
1.1.1)	A Eu senti falta de uma descrição que a coordenada paralela seria uma espécie de filtro, pois no mapa não há seleção.	Inserir um texto indicando que a coordenada p		2	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas
1.2.4)	A A visualização não permite realizar buscas em campos chaves em nenhuma das representações (mapa e coordenada paralela)	Inserir um campo de busca em cima das dimen		3	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas
1.2.5)	A A coordenada paralela não permite a realização de ordenações. Ela sempre mantém a mesma distribuição.	Permitir que o usuário ordene as dimensões pelo menos por maior/menor		3	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas
1.3.1)	A Por padrão, a coordenada paralela pode sobrepor suas linhas.	Inserir uma espécie de lente. Ex. Olho de peixe		2	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas
1.3.2)	A Em nenhuma das representações há a informação de sobreposição de itens	Inserir no canto inferior da visualização esta inf		2	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas
1.4.2)	A Seria interessante que houvesse uma interação bi-laterais	Permitir interações com o mapa também.		4	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas
2.1)	A Apesar dos marcadores possuírem uma coloração diferente. No mapa um ponto que é origem-destino ao mesmo tempo é formado pela transparência dos marcadores origem e destino. Ao atualizar a tela ou utilizar os filtros este marcador pode desaparecer	Sugiro inserir um marcador específico para orig		4	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas
2.1)	A Não é possível diferenciar os marcadores	Sugiro incluir a legenda na interface diferenciando as cores dos vértices OD no mapa		3	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas
2.3)	A Não é possível selecionar pares OD que passam por áreas de interesse.	Vincular os pontos cadastrados a áreas de interesse		2	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas
2.5)	A A visualização não permite associar os pares OD's ao motivo de viagem	Vincular os pares ODs aos possíveis motivos		2	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas
3.4)	A Não é possível visualizar a quantidade de veículos nos intervalos dos pontos definidos na coordenada Fluxo	Diminuir a granularidade da escala da dimensão		3	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas
4.2)	A A interface não permite selecionar os tipos Médio e Grande sem incluir o modo Pequeno	Implementar seleções múltiplas dentro de cada dimensão		3	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas
6.1)	A A visualização não possibilita a comparação da variação dos fluxos conforme dias da semana, feriados... etc	Associar os dados a períodos		4	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas
6.2)	A A visualização não define uma escala temporal	Cadastro/configuração de escala		2	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas
7.1)	A Não foi possível identificar histórico de dados sobre os pares OD's para realização de comparação	Permitir salvar projetos com diferentes dados e compará-los		3	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas
7.2)	A Não foi possível gerar relatórios na interface			2	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas
7.3)	A Não foi possível gerar comentários no mapa para compartilhar informações com outros possíveis usuários	Inserir um cadastro de usuários		2	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas
9.4)	Atr Não há possibilidade de se criar macros			1	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas

AVALIADOR I					
Heurísti	Motivo	Sugestões	Gravidade	Visualização	
1.1.1) A	Não está intuitivo. Não há nenhuma legenda ou menu indicando que é possível realizar múltiplas seleções.	Indicar que é possível realizar múltiplas seleções.		4	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas
1.1.1) A	O botão "limpar" deveria ter um texto mais claro.	Trocar para limpar seleções		3	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas
1.1.1) A	Eu senti falta de uma descrição que a coordenada paralela seria uma espécie de filtro, pois no mapa não há seleção.	Inserir um texto indicando que a coordenada p		2	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas
1.2.4) A	A visualização não permite realizar buscas em campos chaves em nenhuma das representações (mapa e coordenada paralela)	Inserir um campo de busca em cima das dimen		3	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas
1.2.5) A	A coordenada paralela não permite a realização de ordenações. Ela sempre mantém a mesma distribuição.	Permitir que o usuário ordene as dimensões pelo menos por maior/menor		3	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas
1.3.1)	Por padrão, a coordenada paralela pode sobrepor suas linhas.	Inserir uma espécie de lente. Ex. Olho de peixe		2	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas
1.3.2) A	Em nenhuma das representações há a informação de sobreposição de itens	Inserir no canto inferior da visualização esta inf		2	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas
1.4.2) A	Seria interessante que houvesse uma interação bi-laterais	Permitir interações com o mapa também.		4	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas
2.1) A v	Apesar dos marcadores possuírem uma coloração diferente. No mapa um ponto que é origem-destino ao mesmo tempo é formado pela transparência dos marcadores origem e destino. Ao atualizar a tela ou utilizar os filtros este marcador pode desaparecer	Sugiro inserir um marcador específico para orig		4	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas
2.1) A v	Não é possível diferenciar os marcadores	Sugiro incluir a legenda na interface diferenciando as cores dos vértices OD no mapa		3	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas
2.3) A v	Não é possível selecionar pares OD que passam por áreas de interesse.	Vincular os pontos cadatrados a áreas de interesse		2	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas
2.5) A v	A visualização não permite associar os pares OD's ao motivo de viagem	Vincular os pares ODs aos possíveis motivos		2	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas
3.4) A r	Não é possível visualizar a quantidade de veículos nos intervalos dos pontos definidos na coordenada Fluxo	Diminuir a granularidade da escala da dimensão		3	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas
4.2) A v	A interface não permite selecionar os tipos Médio e Grande sem incluir o modo Pequeno	Implementar seleções múltiplas dentro de cada dimensão		3	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas
6.1) A v	A visualização não possibilita a comparação da variação dos fluxos conforme dias da semana, feriados... etc	Associar os dados a períodos		4	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas
6.2) A v	A visualização não define uma escala temporal	Cadastro/configuração de escala		2	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas
7.1) A v	Não foi possível identificar histórico de dados sobre os pares OD's para realização de comparação	Permitir salvar projetos com diferentes dados e compará-los		3	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas
7.2) A v	Não foi possível gerar relatórios na interface			2	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas
7.3) É d	Não foi possível gerar comentários no mapa para compartilhar informações com outros possíveis usuários	Inserir um cadastro de usuários		2	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas
9.4) Atr	Não há possibilidade de se criar macros			1	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas

9.8) A a	Não foi informado/identificado nenhum tipo de atalho	Inserir atalhos em operações mais comuns, por exemplo, no botão limpar	3	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas	
11.1) A	A interface não possui nenhum tipo de documentação	Usar o quadro resumo como ponto de partida. Informar como o sistema lê os dados.	4	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas	
11.2) D	Não foi encontrado nenhum contato dos autores	Criar um menu com um item chamado ajuda.	3	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas	
1.1.1) A	Não está claro na interface que as linhas representam origem e as colunas destinos	Informar na interface quem é origem e quem é destino	4	Visualização 3 - Matriz	
1.2.4) A	É difícil encontrar pontos ODs pelos rótulos da tabela	Permitir a pesquisa nas linhas e colunas	3	Visualização 3 - Matriz	
1.2.5) A	Apesar de ser uma tabela não tive nenhuma opção de ordenação	Ótima oportunidade para filtrar por fluxo, ordem alfabética, maior congestionamento...	4	Visualização 3 - Matriz	
1.3.4) A	Não há destaque das células da matriz, somente nos rótulos	Ao clicar sobre uma linha, célula ou coluna há um destaque do caminho no mapa. Porém, seria interessante que somente os dados selecionados ficassem em evidência na tabela.	2	Visualização 3 - Matriz	
1.4.2) A	Não é possível interagir com o mapa	A interface deveria permitir uma interação bilateral entre as duas representações	4	Visualização 3 - Matriz	
2.1) A v	Não está claro que marcador é origem e quem é destino	Sugiro incluir a legenda na interface diferenciando as cores dos vértices OD no mapa	2	Visualização 3 - Matriz	
2.1) A v	Apesar dos marcadores possuírem uma coloração diferente. No mapa um ponto que é origem-destino ao mesmo tempo é formado pela transparência dos marcadores origem e destino. Ao atualizar a tela ou utilizar os filtros este marcador pode desaparecer	Sugiro inserir um marcador específico para orig	4	Visualização 3 - Matriz	
2.3) A v	Não é possível selecionar pares OD que passam por áreas de interesse.	Vincular os pontos cadastrados a áreas de interesse	2	Visualização 3 - Matriz	
2.5) A v	A visualização não permite associar os pares OD's ao motivo de viagem	Vincular os pares ODs aos possíveis motivos	2	Visualização 3 - Matriz	
3.2) De	A interface não apresenta a contribuição dos pares OD's	Exibir a demanda de veículos no mapa de forma numérica ou porcentagem	3	Visualização 3 - Matriz	
4.1) A r	A representação não permite a visualização dos diferentes tipos de transporte	Vincular a coloração da matriz a um tipo de transporte	3	Visualização 3 - Matriz	
4.2) A v	A interface não permite selecionar os tipos de transporte	Incluir um menu dropdown com os tipos de transporte permitido	3	Visualização 3 - Matriz	
6.1) A v	A visualização não possibilita a comparação da variação dos fluxos conforme dias da semana, feriados... etc	Vincular período de tempo nos dados	3	Visualização 3 - Matriz	
6.2) A v	A visualização não define uma escala temporal	Incluir configuração	2	Visualização 3 - Matriz	
7.1) A v	Não é possível comparar as visualizações nem com os mesmos	Registrar consultas e projetos	3	Visualização 3 - Matriz	
7.2) A v	Não percebi nenhuma opção de exportar os dados	Deve-se definir o que exportar	2	Visualização 3 - Matriz	
7.3) É d	Não é possível realizar nenhum comentário na visualização	Inserir uma interface de login	2	Visualização 3 - Matriz	
7.4) A v	Não foi encontrado	Seria interessante colocar estas informações abaixo da tabela	2	Visualização 3 - Matriz	

8.1) A v	A interação de seleção não atende a múltiplas seleções	Senti a falta de múltiplas seleções de pares OD	4	Visualização 3 - Matriz	
9.3) A v	O usuário sempre tem que realizar uma nova seleção.	Manter as últimas seleções	3	Visualização 3 - Matriz	
9.4)	Através da ferramenta deve-se possibilitar a criação de um macro...		1	Visualização 3 - Matriz	
9.8) A a	Não encontrei nenhum atalho	Atalhos para tarefas mais utilizadas	3	Visualização 3 - Matriz	
10.1) A	Cores confusas na matriz	É apresentado que na tabela as cores verde e laranja representam as mesmas do mapa verde e vermelho.	3	Visualização 3 - Matriz	
11.1) A	visualização deve possuir alguma ajuda sobre os principais com	Utilizar o quadro resumo para implementar esse item.	3	Visualização 3 - Matriz	
11.2)	Devem ser providas informações ou recurso para permitir contatar	Inserir um menu com um ítem ajuda	3	Visualização 3 - Matriz	
1.2.2) A	É exigido que o usuário memorize os pares ODs.	Por padrão, deixar o círculo de seleção maior	3	Visualização 4 - Arcos 3d	
1.2.4) A	É difícil identificar os pares ODs. Na interface há uma distinção por caminhos 1,2,3...	Incluir um campo de busca na tela para dar destaque aos pontos ODs. Além de rotular cada ponto	2	Visualização 4 - Arcos 3d	
1.2.5) A	visualização deve permitir a ordenação de informações visuais...		1	Visualização 4 - Arcos 3d	
1.3.2) A	Quando os caminhos estão no formato de ruas existem vários cruzamentos	Inserir o número de cruzamentos no rodapé da página	2	Visualização 4 - Arcos 3d	
2.1) A v	Nã está claro qual marcador é o que	Sugiro incluir a legenda na interface diferenciando as cores dos vértices OD no mapa	3	Visualização 4 - Arcos 3d	
2.1) A v	Alguns marcadores que são origem-destino apresentam uma coloração diferente	Padronizar os marcadores	4	Visualização 4 - Arcos 3d	
2.3) A v	Heurística não atendida. Não é possível selecionar pares OD que passam por áreas de interesse.	Vincular os pontos cadastrados a áreas de interesse	2	Visualização 4 - Arcos 3d	
2.5) A v	A visualização não permite associar os pares OD's ao motivo de viagem	Vincular os pares ODs aos possíveis motivos	2	Visualização 4 - Arcos 3d	
3.4) A r	Não é possível visualizar a quantidade de veículos nos intervalos dos pontos definidos na coordenada Fluxo	Inserir junto ao rótulo do par OD a quantidade	3	Visualização 4 - Arcos 3d	
4.1) A r	A representação não permite a visualização dos diferentes tipos de transporte	Ao selecionar os caminhos, um menu suspenso poderia aparecer indicando os tipos de transporte, por exemplo um gráfico de pizza	4	Visualização 4 - Arcos 3d	
4.2) A v	A interface não permite selecionar os tipos de transporte	Incluir um menu com este tipo de filtro	3	Visualização 4 - Arcos 3d	
5.1) Os	Tive dificuldade de identificar as regiões pois não temos os nomes dos setores	Dar mais detalhes ao mapa ou permitir que o mesmo seja dinâmico	4	Visualização 4 - Arcos 3d	
6.1) A v	Não há a possibilidade de comparação entre os dados		3	Visualização 4 - Arcos 3d	
6.2) A v	Os dados não estão associados a nenhum intervalo de tempo	Indicar a qual intervalo de tempo são os dados	3	Visualização 4 - Arcos 3d	
7.1) A v	Não foi encontrado nenhum cadastro/configuração semelhante	Permitir salvar projetos e compará-los	4	Visualização 4 - Arcos 3d	
7.2) A v	Não encontrei a exportação de dados		2	Visualização 4 - Arcos 3d	
7.3) É d	Não existem campos ou sistema de login		2	Visualização 4 - Arcos 3d	

7.4) A v	Em nenhum momento há a informações dos dados	Inserir os dados no rodapé da página	2	Visualização 4 - Arcos 3d	
9.4) A	Através da ferramenta deve-se possibilitar a criação de um macro...		2	Visualização 4 - Arcos 3d	
11.2) D	Nenhum contato foi encontrado	Incluir o contato em um menu	2	Visualização 4 - Arcos 3d	
1.2.4) A	É difícil encontrar algum ponto OD no grafo, pois ele não está da mesma forma apresentada no mapa.	Inserir uma busca por nome. Os nós filtrados podem ser destacados.	3	Visualização 2 - Grafos	
1.2.5) A	O grafo mantém o mesmo alinhamento	Inserir configurações para as molas	3	Visualização 2 - Grafos	
2.1) A v	Não está claro qual marcador representa os pontos ODs	Sugiro incluir a legenda na interface diferenciando as cores dos vértices OD no mapa	4	Visualização 2 - Grafos	
2.3) A v	Heurística não atendida. Não é possível selecionar pares OD que passam por áreas de interesse.	Vincular os pontos cadastrados a áreas de interesse	2	Visualização 2 - Grafos	
2.5) A v	A visualização não permite associar os pares OD's ao motivo de viagem	Vincular os pares ODs aos possíveis motivos	2	Visualização 2 - Grafos	
3.2) De	Não é possível identificar de forma quantitativa	Inserir dentro de cada nó as entradas e saídas de veículos.	4	Visualização 2 - Grafos	
3.4) A r	Não é possível visualizar a quantidade de veículos	Em cada aresta inserir a demanda corrente	3	Visualização 2 - Grafos	
4.2) A v	A visualização não permite a filtragem das possíveis combinações dos modos de viagem	Inserir um filtro de seleção por tipo de veículo	3	Visualização 2 - Grafos	
6.1) A v	Não é possível comparar por dias da semana	Vincular os dados a um intervalo de tempo	3	Visualização 2 - Grafos	
6.2) A v	Não foi encontrada a configuração	Permitir a configuração ou exibição	2	Visualização 2 - Grafos	
7.1) A v	Não é possível comparar com outras seleções ou diferentes dados	Salvar momentos e permitir a comparação	3	Visualização 2 - Grafos	
7.2) A v	Não foi encontrado nenhum gerador	Permitir exportar os dados	2	Visualização 2 - Grafos	
7.3) É d	É impossível deixar qualquer tipo de comentário	Inserir cadastro de login e campos de comentários na interface	2	Visualização 2 - Grafos	
7.4) A v	Somatórios ou outras operações não foram encontradas	Detalhar as informações no rodapé da página	2	Visualização 2 - Grafos	
8.1) A v	A seleção de nós apresenta problemas. Perde-se a seleção e nós desaparecem		4	Visualização 2 - Grafos	
9.3) A v	Ao clicar e soltar todas as informações são perdidas	Permitir que as seleções anteriores fiquem registradas, caso o usuário queira realizar uma nova seleção ele poderá limpar o registro de histórico	3	Visualização 2 - Grafos	
9.4) A	Através da ferramenta deve-se possibilitar a criação de um macro...		1	Visualização 2 - Grafos	
9.8) A a	Não foi encontrada nenhuma ação por atalhos	Identificar as principais funcionalidades e inserir atalhos	3	Visualização 2 - Grafos	
11.1) A	Não foi encontrado nenhuma documentação	Usar o quadro resumo	3	Visualização 2 - Grafos	
11.2) D	Nenhum dado do autor foi encontrado	Inserir contatos	2	Visualização 2 - Grafos	

AVALIADOR II				
Heuríst	Motivo	Sugestões	Gravidade	Visualização
1.1.1)	Não está escrito em local algum da visualização que o usuário deve pressionar Shift para ver os destinos do nó em questão	Inserir o texto na tela como o que descreve os tipos de transporte. Ou criar um menu com a ajuda	4	Visualização 2 - Grafos
1.2.4)	Não é possível realizar buscas na interface	Criar busca por nome	3	Visualização 2 - Grafos
1.2.5)	A interface apresenta sempre a mesma ordem	A interface poderia manter a mesma posição do mapa	2	Visualização 2 - Grafos
2.1) A	Marcadores estão identificados com cores distintas (apesar da cor marron estar muito próxima da cor vermelha utilizada), porém não há legenda identificando o que cada cor representa.	Inserir legenda para os marcadores	3	Visualização 2 - Grafos
2.2) Q	Existem marcadores (St. Aeroporto e Areiao) que não possuem caminho alocado, sendo que dependendo da seleção estes se tornam origem ou destino.	Remover nós desconexos	3	Visualização 2 - Grafos
2.3) A	Este tipo de visualização não permite seleção por ponto de interesse.	Cada nó deve registrar uma lista de pontos de interesse a qual tenha algum relacionamento	2	Visualização 2 - Grafos
2.5) A	Este tipo de visualização não permite a possibilidade de adicionar o motivo da viagem.	Cada nó deve registrar uma lista de motivos	2	Visualização 2 - Grafos
3.2) D	Apesar da visualização apresentar através de cores se o fluxo está contínuo ou com congestionamento, o mesmo não exibe a informação de forma quantitativa o que poderia enriquecer as informações apresentadas.	Inserir os dados quantitativos no mapa	3	Visualização 2 - Grafos
3.3) A	Este tipo de visualização não permite a seleção de valores mínimos e máximo de congestionamento (grau do congestionamento)	Inserir um menu deslizante para a seleção	3	Visualização 2 - Grafos
3.4) A	Este tipo de visualização não permite filtragem ou apresentação da quantidade de veículos em análise.	Inserir os dados quantitativos no mapa	3	Visualização 2 - Grafos
4.1) A	Atende os itens: seleção por área/região e tipo de transporte, mas falta o número de veículos.	Inserir seleção por tipo de veículo	4	Visualização 2 - Grafos
4.2) A	A visualização apresenta as modalidades, mas não permite a configuração das modalidades desejadas pois todas estão fixas.	Permitir que o usuário selecione o conjunto de modalidade desejado	2	Visualização 2 - Grafos
6.1) A	Este tipo de interface não possibilita a comparação por dias da semana	Possibilitar que haja a inclusão de dados relacionados ao tempo	4	Visualização 2 - Grafos
6.2) A	A visualização não apresenta a configuração	Inserir uma configuração de escala	2	Visualização 2 - Grafos
7.1) A	A visualização não registra histórico e não há a possibilidade de se comparar tais registros.	Permitir que o usuário salve uma seleção. E posteriormente compare com outra	4	Visualização 2 - Grafos
7.2) A	A visualização não exporta e nem gera nenhum tpo de relatório	Permitir a exportação e a geração de relatórios	2	Visualização 2 - Grafos
7.3) É	Não encontrei nenhum campo de comentário	Permitir uma espécie de chat na visualização	2	Visualização 2 - Grafos
7.4) A	A visualização não apresenta nenhuma sumarização de dados	Inserir a sumarização dos dados em uma tabela no canto da página	2	Visualização 2 - Grafos
8.1) A	Quando realizado a primeira seleção, caso seja feita uma nova seleção sem limpar a primeira, o grafo fica apenas com o ponto selecionado perdendo a referência dos demais pontos	Permitir múltiplas seleções.	4	Visualização 2 - Grafos

	9.4) Através da ferramenta deve-se possibilitar a criação de um macro...		2	Visualização 2 - Grafos	
9.8) A	A visualização não possui nenhum comando de atalho	Inserir atalho nas principais funcionalidades da visualização	3	Visualização 2 - Grafos	
11.1) A	A visualização não apresentou nenhuma ajuda	Criar um menu com as principais funcionalidades	3	Visualização 2 - Grafos	
11.2)	Nenhum contato encontrado	No menu inserir o contato dos responsáveis	2	Visualização 2 - Grafos	
1.2.4)	A visualização não apresenta busca por pontos OD	Inserir uma busca por pontos ODs	3	Visualização 3 - Matriz	
1.2.5)	A visualização não apresenta opções de ordenação	Inserir um combo com diferentes tipos de ordenação	4	Visualização 3 - Matriz	
2.1) A	Marcadores estão identificados com cores distintas (apesar da cor marron estar muito próxima da cor vermelha utilizada), porém não há legenda identificando o que cada cor representa.	Inserir uma legenda	3	Visualização 3 - Matriz	
2.3) A	Este tipo de visualização não permite seleção por ponto de interesse.	Cada nó deve registrar uma lista de pontos de interesse a qual tenha algum relacionamento	2	Visualização 3 - Matriz	
2.5) A	Este tipo de visualização não permite a possibilidade de adicionar o motivo da viagem.	Cada nó deve registrar uma lista de motivos	2	Visualização 3 - Matriz	
3.3) A	Este tipo de visualização não permite a seleção de valores mínimos e máximo de congestionamento (grau do congestionamento)	Inserir um menu deslizando com os diferentes graus de congestionamento	3	Visualização 3 - Matriz	
3.4) A	Este tipo de visualização não permite filtragem por quantidade de veículos, apenas apresentação a quantidade de veículos em análise.	Inserir o número de veículos nos caminhos apresentados no mapa	2	Visualização 3 - Matriz	
4.1) A	Atende os itens: seleção por área/região e número de veículos, mas falta o tipo de transporte (modalidade)	Inserir modalidade de transporte. Uma opção seria a inserção de um treemap ou gráfico de pizza dentro de cada célula	4	Visualização 3 - Matriz	
4.2) A	A visualização não permite a configuração das modalidades, bem como não apresenta esta informação.	Inserir um filtro dos diferentes tipos de transporte	2	Visualização 3 - Matriz	
6.1) A	Este tipo de visualização não possui escala temporal	Possibilitar que haja a inclusão de dados relacionados ao tempo	4	Visualização 3 - Matriz	
6.2) A	A visualização não apresenta a configuração	Inserir uma configuração de escala	2	Visualização 3 - Matriz	
7.1) A	A visualização não registra histórico e não há a possibilidade de se comparar tais registros.	Permitir que o usuário salve uma seleção. E posteriormente compare com outra	3	Visualização 3 - Matriz	
7.2) A	A visualização não exporta e nem gera nenhum tpo de relatório	Permitir a exportação e a geração de relatórios	2	Visualização 3 - Matriz	
7.3) É	Não encontrei nenhum campo de comentário	Permitir uma espécie de chat na visualização	2	Visualização 3 - Matriz	
7.4) A	A visualização não apresenta nenhuma sumarização de dados	Inserir a sumarização dos dados em uma tabela no canto da página	2	Visualização 3 - Matriz	
8.1) A	Este tipo de visualização não permite seleção de múltiplos caminhos entre os pares OD.	Permitir múltiplas seleções.	4	Visualização 3 - Matriz	
	9.4) Através da ferramenta deve-se possibilitar a criação de um macro...		2	Visualização 3 - Matriz	
9.8) A	A visualização não possui nenhum comando de atalho	Inserir atalho nas principais funcionalidades da visualização	3	Visualização 3 - Matriz	

11.1) A	A visualização não apresentou nenhuma ajuda	Criar um menu com as principais funcionalidades	3	Visualização 3 - Matriz
11.2)	Nenhum contato encontrado	No menu, inserir o contato dos responsáveis	2	Visualização 3 - Matriz
1.2.4)	Encontrar algum ponto OD é muito trabalhoso	-	3	Visualização 4 - Arcos 3d
1.2.5)	A visualização não permite a ordenação	-	2	Visualização 4 - Arcos 3d
1.3.2)	Os caminhos sofrem sobreposição no mapa	Inserir no canto da página o número de sobreposições	2	Visualização 4 - Arcos 3d
2.1) A	Marcadores estão identificados com cores distintas, com excessão do marcador que seja origem/destino, além de não existir legenda identificando o que cada cor representa.	Inserir legenda	3	Visualização 4 - Arcos 3d
2.2) Q	Dificuldade ao indentificar os pares OD devido ao caminho só ser apresentado quando selecionado o marcador correto.	-	4	Visualização 4 - Arcos 3d
2.3) A	Este tipo de visualização não permite seleção por ponto de interesse.	Cada nó deve registrar uma lista de pontos de interesse a qual tenha algum relacionamento	2	Visualização 4 - Arcos 3d
2.5) A	Este tipo de visualização não permite a possibilidade de adicionar o motivo da viagem.	Cada nó deve registrar uma lista de motivos	2	Visualização 4 - Arcos 3d
3.2) D	Apesar da visualização apresentar através de cores se o fluxo está contínuo ou com congestionamento, o mesmo não exibe a informação de forma quantitativa o que poderia enriquecer as informações apresentadas.	Inserir juntamente com o rótulo a quantidade de veículos. Somente quando o caminho estiver no formato de arco	3	Visualização 4 - Arcos 3d
4.1) A	Este tipo de visualização não exibe os tipos de transportes.	Inserir diferentes símbolos no caminho, por exemplo, atualmente, a animação é com um quadrado. Pode-se inserir triângulos, círculos, etc. Cada um pode representar um tipo de transporte	3	Visualização 4 - Arcos 3d
4.2) A	Este tipo de visualização não permite a filtragem ou configuração dos tipos de transportes.	-	2	Visualização 4 - Arcos 3d
6.1) A	Este tipo de visualização não possui nenhum registro temporal	Possibilitar que haja a inclusão de dados relacionados ao tempo	4	Visualização 4 - Arcos 3d
6.2) A	A visualização não apresenta a configuração	Inserir uma configuração de escala	2	Visualização 4 - Arcos 3d
7.1) A	A visualização não registra histórico e não há a possibilidade de se comparar tais registros.	Permitir que o usuário salve uma seleção. E posteriormente compare com outra	3	Visualização 4 - Arcos 3d
7.2) A	A visualização não exporta e nem gera nenhum tpo de relatório	Permitir a exportação e a geração de relatórios	2	Visualização 4 - Arcos 3d
7.3) É	Não encontrei nenhum campo de comentário	Permitir uma espécie de chat na visualização	2	Visualização 4 - Arcos 3d
7.4) A	A visualização não apresenta nenhuma sumarização de dados	Inserir a sumarização dos dados em uma tabela no canto da página	2	Visualização 4 - Arcos 3d
9.4) At	-	-	2	Visualização 4 - Arcos 3d
11.2)	Nenhum contato encontrado	No menu, inserir o contato dos responsáveis	2	Visualização 4 - Arcos 3d

1.2.4)	Ficará difícil encontrar algum ponto OD quando houver milhares de registros	Minha sugestão é incluir o filtro de pontos OD no mapa. Retirar as duas dimensões na coordenada paralela	3	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas
1.2.5)	Não é possível reordenar as dimensões	Permitir que o usuário escolha a ordenação em tempo real	3	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas
1.3.1)	Alguns registros podem se sobrepor	Permitir o aumento da escala da dimensão	4	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas
1.3.2)	Alguns registros podem se sobrepor	-	2	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas
2.1) A	Marcadores estão identificados com cores distintas (apesar da cor marron estar muito próxima da cor vermelha utilizada), porém não há legenda identificando o que cada cor representa.	Inserir uma legenda	3	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas
2.3) A	Este tipo de visualização não permite seleção por ponto de interesse.	Cada nó deve registrar uma lista de pontos de interesse a qual tenha algum relacionamento	2	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas
2.5) A	Este tipo de visualização não permite a possibilidade de adicionar o motivo da viagem.	Cada nó deve registrar uma lista de motivos	2	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas
4.2) A	A visualização apresenta as modalidades, mas não permite a configuração das modalidades desejadas pois todas estão fixas.	Permitir múltipla seleção dentro de cada dimensão.	4	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas
6.1) A	Este tipo de visualização não possui nenhum registro temporal	Possibilitar que haja a inclusão de dados relacionados ao tempo	4	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas
6.2) A	A visualização não apresenta a configuração	Inserir uma configuração de escala	2	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas
7.1) A	A visualização não registra histórico e não há a possibilidade de se comparar tais registros.	Permitir que o usuário salve uma seleção. E posteriormente compare com outra	3	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas
7.2) A	A visualização não exporta e nem gera nenhum tpo de relatório	Permitir a exportação e a geração de relatórios	2	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas
7.3) É	Não encontrei nenhum campo de comentário	Permitir uma espécie de chat na visualização	2	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas
7.4) A	A visualização não apresenta nenhuma sumarização de dados	Inserir a sumarização dos dados em uma tabela no canto da página	2	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas
9.4)	Através da ferramenta deve-se possibilitar a criação de um macro...		2	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas
9.8) A	A visualização não possui nenhum comando de atalho	Inserir atalho nas principais funcionalidades da visualização	3	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas
11.1) A	A visualização não apresentou nenhuma ajuda	Criar um menu com as principais funcionalidades	3	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas
11.2)	Nenhum contato encontrado	No menu, inserir o contato dos responsáveis	2	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas

AVALIADOR III				
Heuríst	Motivo	Sugestões	Gravidade	Visualização
1.1.1)	O que não ficou muito claro para mim foi o uso de rótulos "caminhos".	Pode-se substituir o nome caminho pela junção dos nomes do par OD		3 Visualização 4 - Arcos 3d
1.2.2)	Acredito que o usuário tenha dificuldade no momento da seleção de pares OD's. Pois, você tem que conhecer ou aumentar os círculos de filtragem	Permitir que o usuário clique sobre um ponto OD e os pontos relacionados sejam destacados		3 Visualização 4 - Arcos 3d
1.2.4)	Há uma dificuldade considerável em contrar os pontos OD	Permitir que o usuário entre com o nome do ponto de origem desejado. A partir da seleção, a busca irá retornar vários pontos para que o usuário possa selecionar		2 Visualização 4 - Arcos 3d
1.2.5)	Como a visualização está diretamente relacionada ao mapa não vejo a possibilidade de se ordenar.	-		2 Visualização 4 - Arcos 3d
1.3.2)	Os caminhos se cruzam	Informar no rodapé da página o número de sobreposições		2 Visualização 4 - Arcos 3d
1.3.4)	Achei que as cores do mapa estão brigando com as cores das linhas e as animações.	Modificar o estilo do mapa de fundo (reduzir as cores)		4 Visualização 4 - Arcos 3d
2.1) A	O macador que representa ser origem-destino, ao mesmo tempo, possui colorações diferentes	Modificar o marcador		3 Visualização 4 - Arcos 3d
2.3) A	Não há seleção por pontos de interesse.	Incluir no cadastro do ponto OD que tipo de ponto de interesse ele é		2 Visualização 4 - Arcos 3d
2.5) A	Não há associação entre os pares ODs e os respectivos motivos de viagem.	Incluir no cadastro do ponto OD que tipo de motivo de viagem ele é		2 Visualização 4 - Arcos 3d
3.3) A	Não é possível selecionar por congestionamento mínimo e máximo	Inserir uma escala de seleção		2 Visualização 4 - Arcos 3d
3.4) A r	Apesar da altura representar o volume de veículos seria interessante informar um dado quantitativo.	Quando a visualização estiver no formato de arco a demanda poderia ser inserida		3 Visualização 4 - Arcos 3d
4.1) A r	A visualização não apresenta diferentes tipos de transporte	Pode-se remover as cores de congestionamento e substituí-las por cores que representem os tipos de veículos		4 Visualização 4 - Arcos 3d
4.2) A	Depende do item anterior	-		2 Visualização 4 - Arcos 3d
6.1) A	Os dados apresentados não estão associados ao tempo	Criar uma barra de rolagem representando a evolução dos dados		4 Visualização 4 - Arcos 3d
6.2) A	Depende do item anterior	Permitir a configuração		2 Visualização 4 - Arcos 3d
7.1) A	A visualização não oferece a opção de salvar seleção e nem importar novos dados.	Permitir salvar seleções e compará-las		2 Visualização 4 - Arcos 3d
7.2) A	Mesmo selecionando algumas informações não foi possível visualizar a opção de exportação ou geração de relatórios	Permitir exportar/gerar relatório a partir de itens selecionados.		2 Visualização 4 - Arcos 3d
7.3) É	A interface não possui uma opção de comunicação coletiva	Inserir um chat que mantenha as últimas conversas		2 Visualização 4 - Arcos 3d
7.4) A	A interface não possui uma opção de sumarização dos dados	Inserir uma janela pop-up com essas informações		2 Visualização 4 - Arcos 3d
9.4) Atr	-	-		1 Visualização 4 - Arcos 3d

11.2) D	Os responsáveis não informaram os seus contatos	Incluir os contatos no menu	3	Visualização 4 - Arcos 3d	
1.1.1) A	As funcionalidades não estão descritas na visualização	Inserir uma legenda	3	Visualização 2 - Grafos	
1.2.4) A	A interface não possibilita a busca por itens chave	Possibilitar uma busca textual	2	Visualização 2 - Grafos	
1.2.5) A	A interface não disponibiliza a ordenação por itens chave	Possibilitar que o grafo assuma um formato de acordo com critérios definidos, como: menor demanda	2	Visualização 2 - Grafos	
1.4.2) A	Gostaria poder selecionar e interagir com o mapa	Inserir interação no mapa	4	Visualização 2 - Grafos	
2.1) A	Notei que os marcadores que representam origem-destino são na verdade a junção de um marcador verde + um marcador vermelho. De acordo com a renderização da página as cores podem mudar ou nem aparecer	Criar um novo marcador	4	Visualização 2 - Grafos	
2.3) A	Não há seleção por pontos de interesse.	Incluir no cadastro do ponto OD que tipo de ponto de interesse ele é	2	Visualização 2 - Grafos	
2.5) A	Não há associação entre os pares ODs e os respectivos motivos de viagem.	Incluir no cadastro do ponto OD que tipo de motivo de viagem ele é	2	Visualização 2 - Grafos	
3.1) A	No grafo não é possível observar o fluxo	O grafo poderia ser formado de acordo com o que se desejaria ver. Por exemplo: ao clicar sobre algum botão o grafo iria ser formado de acordo com os relacionamentos de origem. Por outro lado, quando o usuário selecionar outra opção. O grafo seria formado a partir do relacionamento dos nós como destino	4	Visualização 2 - Grafos	
3.2) De	Não há informação da demanda	Inserir a demanda nas arestas	3	Visualização 2 - Grafos	
3.3) A	Não é possível selecionar os tipos de congestionamentos	Permitir a inserção de um filtro de níveis de congestionamento	3	Visualização 2 - Grafos	
3.4) A r	Não há informação da demanda	Inserir a demanda nas arestas	2	Visualização 2 - Grafos	
4.1) A r	Não é possível quantificar os tipos de transporte	-	3	Visualização 2 - Grafos	
4.2) A	Não é possível selecionar o tipo de transporte desejado	Permitir a filtragem de tipos de transporte	3	Visualização 2 - Grafos	
6.1) A	Os dados apresentados não estão associados ao tempo	Criar uma barra de rolagem representando a evolução dos dados	4	Visualização 2 - Grafos	
6.2) A	Depende do item anterior	Permitir a configuração	2	Visualização 2 - Grafos	
7.1) A	A visualização não oferece a opção de salvar seleção e nem importar novos dados.	Permitir salvar seleções e compará-las	2	Visualização 2 - Grafos	
7.2) A	Mesmo selecionando algumas informações não foi possível visualizar a opção de exportação ou geração de relatórios	Permitir exportar/gerar relatório a partir de itens selecionados.	2	Visualização 2 - Grafos	
7.3) É	A interface não possui uma opção de comunicação coletiva	Inserir um chat que mantenha as últimas conversas	3	Visualização 2 - Grafos	
7.4) A	A interface não possui uma opção de sumarização dos dados	Inserir uma janela pop-up com essas informações	2	Visualização 2 - Grafos	
8.1) A	Ocorre perda de informações quando o usuário seleciona um nó e o arrasta mais de uma vez	-	4	Visualização 2 - Grafos	

8.1) A	Senti a necessidade de múltiplas seleções. Por exemplo: pressionar Ctrl para selecionar mais de um nó.	Implementar múltiplas seleções ou pela seleção do mouse ou por clique pressionando alguma tecla	4	Visualização 2 - Grafos	
9.3) A	A seleção realizada desaparece quando o usuário clica sobre outro nó	Manter as seleções anteriores até o o usuário limpe-as	2	Visualização 2 - Grafos	
9.4) Atr	-	-	1	Visualização 2 - Grafos	
9.8) A	A interface não apresenta atalhos	Identificar as funcionalidades principais e escolher atalhos intuitivos	3	Visualização 2 - Grafos	
11.1) A	Não há nenhuma informação das principais funcionalidades da visualização	Inserir uma ajuda com os principais comandos e funcionalidades	3	Visualização 2 - Grafos	
11.2) D	Os responsáveis não informaram os seus contatos	Incluir os contatos no menu	3	Visualização 2 - Grafos	
1.1.1)	Não ficou claro na visualização quem é o que na matriz.	Poderia ter uma legenda ou coloração indicando quem é a origem e quem é o destino	3	Visualização 3 - Matriz	
1.2.2)	Como não é possível fazer múltiplas seleções. Por exemplo: St. aeroporto e vl São João o usuário é forçado a memorizar	Permitir a multipla seleção de origens e destinos	4	Visualização 3 - Matriz	
1.2.4)	A interface não possibilita a busca por itens chave	Possibilitar uma busca textual	2	Visualização 3 - Matriz	
1.2.5)	A interface não disponibiliza a ordenação por itens chave	Possibilitar que a matriz seja ordenada de acordo com uma lista de características	2	Visualização 3 - Matriz	
1.3.4)	As células não sofrem nenhuma alteração no momento da seleção	A matriz poderia também ter o mesmo comportamento do mapa. Ou seja, destacar somente o que for selecionado (células)	3	Visualização 3 - Matriz	
1.4.2)	Senti a falta de interagir com o mapa	Implementar interações no mapa	4	Visualização 3 - Matriz	
2.1) A	O marcador origem-destino é uma junção de dois marcadores (origem e o destino). Pode-se ter uma interpretação errada, pois as vezes a transparência é perdida, ou seja, resalta-se somente o último renderizado	Criar um novo marcador	4	Visualização 3 - Matriz	
2.3) A	Não há seleção por pontos de interesse.	Incluir no cadastro do ponto OD que tipo de ponto de interesse ele é	2	Visualização 3 - Matriz	
2.5) A	Não há associação entre os pares ODs e os respectivos motivos de viagem.	Incluir no cadastro do ponto OD que tipo de motivo de viagem ele é	2	Visualização 3 - Matriz	
3.2) De	É possível saber quais são os pares que contribuem para a formação de um fluxo. Porém, para isso o usuário tem que posicionar o mouse sobre uma célula e aguardar aparecer o fluxo sobre aquela via. Acredito que deva haver outras formas de se inserir essa informação	-	2	Visualização 3 - Matriz	
3.4) A r	Não é possível visualizar mais de uma demanda ao mesmo tempo	Permitir intercalar entre a coloração da célula e valores numéricos	2	Visualização 3 - Matriz	
4.1) A r	A visualização não apresenta diferentes tipos de transporte	Substituir as cores que representam congestionamento nas células por cores que representam os diferentes tipos de transporte	4	Visualização 3 - Matriz	
4.2) A	Depende do item anterior	-	2	Visualização 3 - Matriz	
6.1) A	Os dados apresentados não estão associados ao tempo	Criar uma barra de rolagem representando a evolução dos dados	4	Visualização 3 - Matriz	

6.2) A	Depende do item anterior	Permitir a configuração	2	Visualização 3 - Matriz	
7.1) A	A visualização não oferece a opção de salvar seleção e nem importar novos dados.	Permitir salvar seleções e compará-las	2	Visualização 3 - Matriz	
7.2) A	Mesmo selecionando algumas informações não foi possível visualizar a opção de exportação ou geração de relatórios	Permitir exportar/gerar relatório a partir de itens selecionados.	2	Visualização 3 - Matriz	
7.3) É	A interface não possui uma opção de comunicação coletiva	Inserir um chat que mantenha as últimas conversas	2	Visualização 3 - Matriz	
7.4) A	A interface não possui uma opção de sumarização dos dados	Inserir uma janela pop-up com essas informações	2	Visualização 3 - Matriz	
9.3) A	Ao selecionar um novo par OD perde-se a seleção anterior	Manter as seleções até que o usuário as limpe	3	Visualização 3 - Matriz	
9.4) Atr	-	-	1	Visualização 3 - Matriz	
9.8) A	A interface não apresenta atalhos	Identificar as funcionalidades principais e escolher atalhos intuitivos	4	Visualização 3 - Matriz	
10.1) A	Cores diferentes na matriz	Padronizar. Remover a coloração laranja para vermelha	4	Visualização 3 - Matriz	
11.1) A	Não há nenhuma informação das principais funcionalidades da visualização	Inserir uma ajuda com os principais comandos e funcionalidades	3	Visualização 3 - Matriz	
11.2) D	Os responsáveis não informaram os seus contatos	Incluir os contatos no menu	3	Visualização 3 - Matriz	
1.2.4)	A interface não possibilita a busca por itens chave	Possibilitar uma busca textual sobre cada dimensão	2	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas	
1.2.5)	A interface não disponibiliza a ordenação por itens chave	Possibilitar a ordenação das diferentes dimensões	2	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas	
1.3.1)	Há a sobreposição de dados	Usar edge bundles	4	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas	
1.3.2)	Depende do item anterior	-	2	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas	
2.1) A	O marcador origem-destino é uma junção de dois marcadores (origem e o destino). Pode-se ter uma interpretação errada, pois as vezes a transparência é perdida, ou seja, resalta-se somente o último renderizado	Criar novo marcador	4	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas	
2.3) A	Não há seleção por pontos de interesse.	Incluir no cadastro do ponto OD que tipo de ponto de interesse ele é	2	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas	
2.5) A	Não há associação entre os pares ODs e os respectivos motivos de viagem.	Incluir no cadastro do ponto OD que tipo de motivo de viagem ele é	2	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas	
3.2) De	É difícil identificar quantitativamente com exatidão a contribuição de cada par od.	Modificar a escala a fim de verificar a quantidade exata	3	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas	
4.2) A	É possível apenas filtrar	Permitir o filtro por tipos de veículos	3	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas	
6.1) A	Os dados apresentados não estão associados ao tempo	Criar uma barra de rolagem representando a evolução dos dados	4	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas	
6.2) A	Depende do item anterior	Permitir a configuração	2	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas	
7.1) A	A visualização não oferece a opção de salvar seleção e nem importar novos dados.	Permitir salvar seleções e compará-las	2	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas	

7.2) A	Mesmo selecionando algumas informações não foi possível visualizar a opção de exportação ou geração de relatórios	Permitir exportar/gerar relatório a partir de itens selecionados.	2	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas
7.3) É	A interface não possui uma opção de comunicação coletiva	Inserir um chat que mantenha as últimas conversas	2	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas
7.4) A	A interface não possui uma opção de sumarização dos dados	Inserir uma janela pop-up com essas informações	2	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas
9.4) Atr	-	-	1	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas
9.8) A	A interface não apresenta atalhos	Identificar as funcionalidades principais e escolher atalhos intuitivos	3	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas
11.1) A	Não há nenhuma informação das principais funcionalidades da visualização	Inserir uma ajuda com os principais comandos e funcionalidades	3	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas
11.2) D	Os responsáveis não informaram os seus contatos	Incluir os contatos no menu	3	Visualização 1 - Coordenadas Paralelas

Relatório da Revisão Sistemática sobre Visualização de Informações Voltadas ao Cenário do Tráfego Urbano

F.1 Planejamento

O planejamento da revisão sistemática envolveu a definição dos objetivos principais e das questões a serem respondidas pela pesquisa bibliográfica. Bem como, a definição da população (grupo de artigos que serão observados), intervenção (o que irá se observar durante a revisão), controle (conjunto de artigos iniciais utilizados para a identificação de palavras-chave, antes da revisão sistemática) e, por fim, os resultados (o que se espera com essa exploração) e as aplicações (quem será o grupo de pessoas que se beneficiarão desta pesquisa), entre vários outros aspectos. Cada um desses itens são detalhados a seguir.

F.1.1 A - Objetivos principais

O objetivo principal da revisão sistemática é identificar as diversas técnicas de Visualização de Informações aplicadas ao cenário do tráfego urbano e conhecer os seus problemas.

F.1.2 B - Questões a serem respondidas pela revisão

- Q1 Quais são as técnicas utilizadas para representar o cenário do tráfego urbano?
- Q2 Quais são os principais problemas enfrentados na construção de visualizações para o tráfego urbano?
- Q3 Quais áreas do tráfego urbano possuem uma maior carência no desenvolvimento de visualizações?

F.1.3 C - População

A População consistiu de trabalhos contendo representações visuais sobre o tráfego urbano e que responderam as questões levantadas de forma satisfatória.

F.1.4 D - Intervenção

Foi observado os trabalhos que aplicaram técnicas de Visualização de Informações na representação de dados sobre o tráfego urbano.

F.1.5 E - Controle

O controle foi baseado em artigos, trabalhos independentes, *surveys* na área, teses, dissertações e revisões sistemáticas anteriores, obtidos pela Internet.

F.1.6 Resultados

Identificou-se as principais técnicas de visualização utilizadas e quais problemas do tráfego urbano possuem uma menor representação em número de trabalhos.

F.1.7 G - Aplicação

A aplicação é destinada a engenheiros de tráfego que manipulem sistemas de simulação de tráfego urbano.

F.1.8 H - Estratégias de Busca e Palavras-chave

A estratégia de revisão bibliográfica foi através da busca automática em sites e bibliotecas digitais por meio de palavras-chave. As combinações das palavras-chave serviram como guia na recuperação de trabalhos com características semelhantes a desejada. Logo, as palavras-chave identificadas são: (“Tráfego Urbano” ou “Trânsito de Veículos” ou “Matriz Origem-Destino” ou “Matriz OD”) e (“Visualização de Informações” ou “Representação Visual”) ou (“Interface Homem-Computador”). A busca das palavras-chave foram aplicadas no corpo dos documentos identificados.

F.1.9 I - Ferramentas e instrumentos

Os sites de busca escolhidos foram os seguintes: biblioteca digital do IEEE (<http://ieeexplore.ieee.org/Xplore/>), biblioteca digital da ACM (<http://portal.acm.org/>), Google Acadêmico (<https://scholar.google.com.br/>), base

de dados da UFRGS (<http://www.lume.ufrgs.br/>) e Portal Periódicos da Capes (<http://novo.periodicos.capes.gov.br/>).

As palavras-chave, definidas anteriormente, e seus sinônimos foram submetidos aos buscadores/meta-buscadores e o resultado retornou um conjunto de documentos. Inicialmente, os critérios de seleção e exclusão são aplicados com base na leitura dos resumos e na exploração das imagens registradas nos trabalhos. Os trabalhos selecionados foram lidos e catalogados no software Mendley (<http://www.mendeley.com/>) juntamente com um resumo de suas principais técnicas de visualização usadas, dificuldades apresentadas, problema do tráfego urbano atendido e dicas. Os trabalhos selecionados serviram para a criação de um artigo científico contendo a classificação dos mesmos. Tal classificação está de acordo com o tipo de dados e de tarefas alvos que são executadas nas visualizações.

F.1.10 J - Critérios de inclusão/seleção e exclusão

Utilizou-se dos seguintes critérios para a inclusão/exclusão dos documentos.

Critérios de inclusão:

- Trabalhos disponíveis em bases de dados científicos (*on-line*).
- Trabalhos publicados a partir de 1998.
- Trabalhos que possuam técnicas de Visualização de Informações sobre o tráfego urbano.

Critérios de exclusão:

- Trabalhos que possuam representações visuais simplórias (gráfico de pizza, linhas, etc).

F.2 Condução do Mapeamento

As subseções seguintes mostram o resultado da seleção de documentos com base no planejamento definido. A pesquisa foi realizada no período de Junho de 2012 até Fevereiro de 2013. As máquinas de busca retornaram 679 documentos no total (conforme Tabela F.1). Porém, 183 desses artigos foram considerados duplicados (Mendeley), restando 496 artigos para uma posterior análise.

Tabela F.1: *Resumo das palavras-chave aplicadas as bases de dados*

Base	Strings	Identificados em bibliotecas digitais	Seleção final
Google Acadêmico	((("Urban Traffic"OR "Traffic Vehicles"OR "OD Matrix"OR "Origin-Destination Matrix") AND ("Information Visualization"OR "Visual Representation"OR "Human Computer Interface"))))	considerados os primeiros 200)	34
IEEE Xplore	conforme acima	4	2
UFRGS	("Congestionamento de Veículos" OR "Tráfego Urbano") AND "Visualização de Informações"	373	7
Periódicos Capes	"Urban Traffic" And "Information Visualization"	58	12
ACM	(Information +Visualization +Urban +Traffic)	44	10
Total		679	65

F.2.1 A - Seleção

O processo de seleção teve os seguintes passos: leitura do título, sumário, palavras-chave, análise das imagens contidas nos documentos e a aplicação dos critérios de seleção/exclusão. Ao final, desta etapa, houve a rejeição de 326 documentos, restando apenas 170.

F.2.2 B - Extração

Os 170 artigos restantes foram lidos e houve a rejeição de 105 artigos. No total, 65 artigos foram considerados adequados (Tabela F.1).

F.3 Análise dos Dados

F.3.1 A - Avaliação da Qualidade da Seleção

Foi considerado que o resultado do trabalho deveria, preferencialmente, ser aprovado por uma banca examinadora ou aceito em periódicos ou anais, de forma a confirmar a sua qualidade. Isso foi obtido através da elaboração de um artigo científico [76]

F.3.2 B - Questões de Busca

A seguir são discutidos os achados relacionados às questões levantadas na fase de planejamento.

Q1) Quais são as técnicas utilizadas para representar o cenário do tráfego urbano?

Foi constatado que grande parte dos trabalhos selecionados utilizam-se de mapas para a representação de dados oriundos do tráfego urbano. O que difere esses trabalhos é a utilização de outras técnicas de Visualização de Informações para agregar valor às localizações geográficas. Logo, as seguintes técnicas foram encontradas: *treemap*, uso de objetos 2D/3D, *heatmap*, coordenadas paralelas e grafos. Entre essas técnicas, a que esteve mais presente nos trabalhos foi a *heatmap*.

Q2) Quais são os principais problemas enfrentados na construção de visualizações para o tráfego urbano?

O principal problema relatado sobre a construção de visualizações está na dificuldade de se representar todos os dados necessário sem haver conflitos na representação das informações, ou seja, . Porém, nenhum dos autores descreveu algum processo para minimizá-los.

Q3) Quais áreas do tráfego urbano possuem uma maior carência no desenvolvimento de visualizações?

Para responder a essa questão, resolveu-se classificar as visualizações encontradas por tipo de dados a ser visualizado e tipo de tarefas permitidas. Ao final, houve a seguinte divisão:

Tipo de dados - matrizes OD (representação de demandas modais ou multimodais e variação temporal), infraestrutura fixa de rede (estrutura que necessite de intervenção física), elementos flexíveis de rede (que podem ser mudados com pouca ou nenhuma intervenção de infraestrutura), as medições de fluxo ou estimação do fluxo, e dados de alto nível significativo (tais como informações sobre acidentes de carro e buracos na via, entre outros eventos).

Tarefa alvo - neste caso, as visualizações foram classificadas de acordo com o tipo de tarefa que se destinam a apoiar. Definiu-se três tipos de tarefas. A primeira é simplesmente apresentar os dados de tráfego para a compreensão global e para a identificação de padrões. O segundo tipo de tarefa é a entrada de dados, cogita-se uma maneira mais intuitiva e visualmente orientada de entrada de informações por meio da manipulação direta dos elementos de uma visualização. O terceiro tipo de tarefa é simular e explorar o comportamento (micro, meso ou macroscópica) do tráfego através da exploração de múltiplos cenários das condições da rede viária e do trânsito. Para mais detalhes, veja o Capítulo 4 Ao categorizar os trabalhos com base nesta divisão, percebeu-

se que matrizes OD e a tarefa de entrada de dados apresentavam uma maior carência em suas representações.

F.4 Ameaças de Validade

Uma das possíveis ameaças ao presente processo de revisão sistemática está na cobertura das palavras-chave escolhidas. Como, a área de Visualização de Informações é muito vasta e grande parte dos artigos sobre tráfego de veículos usam técnicas de Visualização de Informações como um recurso secundário, é possível que alguns trabalhos tenham tais técnicas mas não empreguem as palavras-chave definidas na revisão. Outra ameaça é a possibilidade de haver mais artigos sobre o tema, mas indexados apenas por bases bibliográficas diferentes das que foram consultadas.