



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
ESCOLA POLITÉCNICA
CURSO DE ENGENHARIA DE AGRIMENSURA E
CARTOGRÁFICA**

NADSON LOBO DE JESUS

**ANÁLISE DE MAPAS TURÍSTICOS ATRAVÉS DO
RASTREAMENTO OCULAR**

Salvador

2016

NADSON LOBO DE JESUS

**ANÁLISE DE MAPAS TURÍSTICOS ATRAVÉS DO
RASTREAMENTO OCULAR**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao colegiado do Curso de Engenharia de Agrimensura e Cartográfica como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Agrimensura e Cartográfica.

Orientador: Prof. Dr. Mauro José Alixandrini Junior

Salvador

2016

“A educação é o grande motor do desenvolvimento pessoal. É através dela que a filha de um camponês pode se tornar uma médica, que o filho de um mineiro pode se tornar o diretor da mina, que uma criança de peões de fazenda pode se tornar o presidente de um país.”

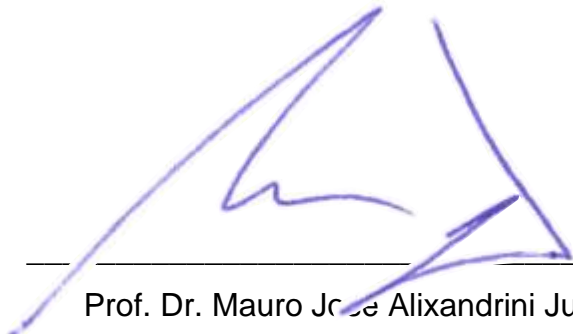
Nelson Mandela

MEMBROS DA BANCA EXAMINADORA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO
DE CURSO DE

NADSON LOBO DE JESUS

APRESENTADA AO COLEGIADO DE ENGENHARIA DE AGRIMENSURA E
CARTOGRÁFICA, DA UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA, EM 31 DE
OUTUBRO DE 2016.

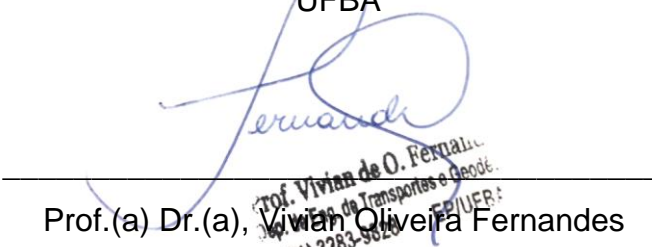
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Mauro José Alixandrini Junior

Orientador

UFBA



Prof.(a) Dr.(a), Vivian Oliveira Fernandes

Banca

UFBA

Elaine Gomes Vieira de Jesus

Mrs.(a) Elaine Gomes Vieira de Jesus

Banca

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pelo dom da Vida, agradeço a minha família, a meus pais por me apoiar em tudo que faço a minha esposa que esteve junto comigo desde o pré-vestibular, aos colegas e amigos que fiz nessa jornada, agradeço aos mestres e aos professores. Um agradecimento ao meu orientador que além de me ajudar nesse trabalho foi uma pessoa fundamental nessa jornada acadêmica.

Meu muito obrigado para todos que participaram direta e indiretamente na produção deste trabalho.

RESUMO

A aplicação do rastreamento ocular em mapas turísticos se torna relevante, pois, o turismo tem uma grande importância para o desenvolvimento da economia de um local e o seu mapeamento e representação auxiliam os seus usuários na identificação dos pontos de interesse em uma região apresentada. Por este motivo, o mapa turístico dentre tantos tipos de mapas temáticos foi o escolhido para ser avaliado quantitativamente, através da medição cognitiva via rastreamento ocular, onde muitas informações podem ser transmitidas cognitivamente a respeito da leitura do usuário apenas pela análise do seu olhar. A técnica do Rastreamento Ocular permite gerar dados numéricos que irão verificar a efetividade da comunicação cartográfica. Esse procedimento só é permitido graças ao desenvolvimento de tecnologias que facilitam a interação humano-computador, várias são as necessidades de se aprimorar um mapa turístico por meio de uma avaliação precisa. A metodologia utilizada consistiu em avaliar voluntários que não possuíam familiaridade com o mapa e nem com a área estudada, onde cinquenta por cento dos voluntários foram alunos iniciantes no curso de Engenharia de Agrimensura e Cartografia da UFBA, de outros cursos da UFBA e funcionários (todos sem experiência cartográfica). Os cinquenta por cento restante foi formado por alunos concluintes e professores do curso de Engenharia de Agrimensura e Cartografia da UFBA (todos com experiência cartográfica). Os voluntários foram submetidos às mesmas tarefas com a finalidade de verificar a sua percepção cognitiva em relação a vários símbolos pictóricos e trajetos entre estes pontos de mapas turísticos de diferentes cidades. Os resultados gerados permitem identificar pontos no mapa que auxiliaram ou que prejudicaram a leitura interpretativa do mesmo através de uma metodologia objetiva que auxiliam a confecção e análise de mapas com uso dos dados de registros óticos por meio do rastreamento ocular.

Palavras-chave: Rastreamento Ocular; Mapas Turísticos; Orientação Autoguiadas.

SUMÁRIO

BANCA EXAMINADORA	ii
AGRADECIMENTOS.....	iii
RESUMO	iv
SUMÁRIO	v
ÍNDICE DE TABELAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Objetivo	3
1.1.1 <i>Objetivo geral</i>	3
1.1.2 <i>Objetivos específicos</i>	3
1.2 Justificativa.....	3
1.3 Problemática	4
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	5
2.1 Mapas Temáticos	5
2.1.1 <i>Tipos e classificação</i>	6
2.1.2 <i>Mapas turísticos</i>	7
2.1.3 <i>Mapas de atenção</i>	8
2.1.4 <i>Técnicas de elaboração de um mapa temático</i>	9
2.1.5 <i>Teorias de Gestalt</i>	10
2.2 Anatomia do Olho.....	11
2.2.1 <i>Formação da imagem pelo olho</i>	12
2.3 Movimento Ocular	13
2.3.1 <i>Fixações</i>	14
2.3.2 <i>Sacadas</i>	14
2.3.3 <i>Microsacadas</i>	15

2.4	Rastreamento Ocular	15
2.4.1	<i>Origens do rastreamento ocular</i>	16
2.4.2	<i>Rastreadores oculares</i>	17
2.5	Acurácia e Precisão do Método de Rastreamento	19
2.6	Publicações Atuais	20
3	OBJETO DE ESTUDO	22
4	METODOLOGIA	24
4.1	Montagem do Sistema	25
4.2	Teste	27
4.3	Aplicação do Método	31
4.4	Tratamento de Dados	33
5	ANÁLISE DOS RESULTADOS	38
5.1	Análise dos Mapas de Atenção	38
5.1.1	<i>Mapa 01 – Coimbra / Portugal</i>	38
5.1.2	<i>Mapa 2 – Aracaju / Sergipe</i>	41
5.1.3	<i>Mapa 3 – Recife / Pernambuco</i>	43
5.2	Análise do Trajeto	46
5.2.1	<i>Mapa 1 – Coimbra / Portugal</i>	47
5.2.2	<i>Mapa 2 – Aracaju / Sergipe</i>	47
5.2.3	<i>Mapa 3 – Recife / Pernambuco</i>	48
5.3	Análise do Tempo de Rastreio	49
5.4	Análise das Fixações do Rastreio	51
5.5	Influência da Experiência Cartográfica	52
5.6	Acurácia e Precisão do Método	53
6	CRONOGRAMA EXECUTADO	55
7	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	56
7.1	Conclusão	56
7.2	Recomendações para Trabalhos Futuros	58
8	REFERÊNCIAS	59
9	APÊNDICE A – Modelo de questionário aplicado nos voluntários	63

10 APÊNDICE B – Mapas de atenção (mapa 1)	64
11 APÊNDICE C – Mapas de atenção (mapa 2)	81
12 APÊNDICE D – Mapas de atenção (mapa 3)	92
13 APÊNDICE E – Mapas de trajeto (mapa 1)	105
14 APÊNDICE F – Mapas de trajeto (mapa 2)	113
15 APÊNDICE G – Mapas de trajeto (mapa 3).....	119

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Extensão do Trajeto do Rastreo.....	46
Tabela 2: Tempo de Rastreo.....	49
Tabela 3: Tabela de Precisão e Acurácia do Método de Rastreo	55
Tabela 4: Cronograma de Execução.....	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Anatomia do Olho.	11
Figura 2: Formação da Imagem no Olho	13
Figura 3: Exemplos de Descansos de Cabeça Usados para Restringir os Movimentos dos Usuários.....	18
Figura 4: Exemplos de Rastreadores do Olhar Montados na Cabeça.	19
Figura 5: Mapa do Centro Histórico de Coimbra (Mapa 01).....	23
Figura 6: Mapa Turístico de Aracajú(Mapa 02).....	24
Figura 7: Mapa Turístico de Recife(Mapa 03).....	24
Figura 8: Montagem do Sistema.	26
Figura 9: Lâmpada de Led e Grampo Tipo C.....	26
Figura 10: Organograma do Estudo.....	26
Figura 11: Montagem das Câmeras no Capacete.....	27
Figura 12: Geometria de Transformação Afim Geral no Plano.	29
Figura 13: Suporte Tubular.	30
Figura 14: Exemplo de Dados Consistente.....	34
Figura 15: Exemplo de Dados Inconsistente.....	35
Figura 16: Exemplo de Mapa de Atenção.....	36
Figura 17: Exemplo de Mapa de Trajeto.....	37
Figura 18: Detalhes do Gráfico <i>Boxplot</i>	37
Figura 19: Análise do Mapa de Atenção.....	39
Figura 20: Densidade de Regiões de Atenção-Mapa 1.....	40
Figura 21: Área de Atenção-Mapa 2.....	42
Figura 22: Alta Densidade-Mapa 2.....	43

Figura 23: Área de Atenção-Mapa 3.	44
Figura 24: Alta Densidade-Mapa 3.....	45
Figura 25: Gráfico de Extensão do Trajeto.	46
Figura 26: Análise do Trajeto-Mapa 01.	47
Figura 27: Análise do Trajeto-Mapa 02.	48
Figura 28: Análise do Trajeto-Mapa 03.....	49
Figura 29: Gráfico do Tempo de Rastreio.	50
Figura 30: Gráfico de Dispersão do Tempo de Rastreio.....	50
Figura 31: Gráfico <i>Boxplot</i> de Fixações do Rastreio.....	51
Figura 32: Gráfico <i>Boxplot</i> Experiência Cartográfica do Voluntário.	52
Figura 33: Exemplo dos Pontos de controle no Mapa 01.....	53
Figura 34: Detalhe dos Pontos de Controle.	54

1 INTRODUÇÃO

O rastreamento ocular é uma técnica que utiliza dispositivos que estimam a localização do olhar de um indivíduo em relação a um determinado espaço. A técnica mais comum é a utilização de câmeras posicionadas em um computador, com a devida calibração do olho do indivíduo pode-se rastrear e extrair características do olhar para só assim estimar a sua localização em um espaço.

Com o advento de rastreadores oculares montados na cabeça do indivíduo e da elaboração de “*open source hardware*” (versões de *hardware* de licença livre), ampliou-se a aplicação em diversas áreas, pois estes dispositivos são pequenos, leves e acompanham o movimento da face. Existe montagem deste sistema implementado em óculos e também em capacetes. Composto com no mínimo duas câmeras, uma para rastrear os movimentos do olho e outra câmera para capturar a cena que neste estudo é o mapa turístico.

O presente trabalho vem estudar o comportamento dos movimentos do olhar, na análise de diferentes mapas turísticos, fornecendo dados quantitativos de disposição de símbolos pictóricos, deslocamento entre determinados pontos do mapa, distância entre símbolos e outros, ou seja, o trabalho propõe realizar uma análise cartográfica do mapa turístico, com a finalidade de avaliar a informação e a eficiência na comunicação proposta.

Existem trabalhos acadêmicos entre artigos científicos, dissertações e teses retratando o assunto do rastreamento ocular, a maioria tratando do rastreamento para área de saúde e acessibilidade motora (uso para acessibilidade de deficientes na inclusão de utilização de dispositivos de informática). Já a utilização desta técnica para a análise de mapas é bem recente e inovadora, existem ainda poucos trabalhos realizados.

Atualmente os mapas são analisados qualitativamente, levando em consideração técnicas de análise de feições, como: legibilidade, contraste visual, organização entre a figura e a base, análise de elementos básicos de um mapa (sistema de projeção, escala, coordenadas, legenda e convenções cartográficas, título, orientação, e outros), estas análises são feitas levando em consideração

teorias como Nogueira (2010), segundo Moura (1999) utilizando a teoria de Gestalt e segundo Fiori (2010) com a análise e classificação dos mapas turísticos em: convencionais, pictóricos e semi-pictóricos.

A representação de mapas com uma comunicação cartográfica mais adequada possibilita que o turista consiga se localizar e chegar a pontos turísticos desejados sem precisar de um terceiro para auxiliá-lo, ou seja, de forma autoguiada. Outro ponto importante é a influência do turismo no desenvolvimento da economia de uma localidade, pois um mapa adequado pode atrair turista para uma região. Este estudo desenvolve uma aplicação de rastreamento ocular para mapas temáticos e contribuirá para o acervo técnico proporcionando novas perspectivas para análise quantitativas de mapas temáticos.

É essencial para um profissional da área de cartografia que seus mapas cumpram as funções para as quais foram desenvolvidos, embora os mapas estejam tecnicamente confeccionados, dentro de padrões e normas, existe a dificuldade de saber se o usuário (público alvo) está conseguindo aproveitar as informações corretamente. Mesmo que o técnico utilize de sua experiência para confeccionar os mapas ou mesmo elabore questionários de avaliação entrevistando o usuário, a análise do mapa carece de informações não tendenciosas e quantitativas.

O trabalho torna-se relevante, pois o diagnóstico do produto cartográfico a partir de métodos que identificam movimentos espontâneos dos indivíduos. O rastreamento ocular está ligado a processos cognitivos onde o indivíduo não tem controle dos movimentos espontâneos do olho, tendo resultados mais objetivos sobre a análise de mapas turísticos, proporcionado a aplicação dessa metodologia em qualquer outro tipo de mapa temático.

1.1 Objetivo

1.1.1 Objetivo geral

Avaliar quantitativamente, por meio da medição cognitiva via rastreamento ocular os mapas turísticos.

1.1.2 Objetivos específicos

- a) Descrever como é realizado o processo de rastreamento ocular;
- b) Aplicar um método de análise quantitativa de mapas turísticos com o uso do rastreamento ocular;
- c) Definir a acurácia e precisão do método do rastreamento ocular em mapas turísticos;
- d) Desenvolver e analisar mapas de atenção em mapas turísticos;
- e) Sugerir adequações a um mapa turístico a partir das observações por rastreio ocular;
- f) Avaliar a relação entre os resultados das análises dos candidatos com experiência e sem experiência cartográfica, verificando a hipótese que os candidatos com experiência terão mais facilidade em executar as tarefas.

1.2 Justificativa

O trabalho se justifica ao trazer uma nova forma de avaliação dos mapas turísticos através do Rastreamento Ocular. Permite ainda contribuir para a escassa bibliografia existente sobre o tema e levanta questões para estudos e aplicações futuras.

A criação de mapas turísticos está ligada diretamente à economia de uma cidade. Vários segmentos da economia utilizam esses mapas para facilitar a localização de seus usuários, além de bancos, hotéis, shopping, cinemas, taxis, centro de eventos, casas de *shows*, museus e feiras de artesanato, sendo de fato um guia aos mesmos. Segundo o Portal Brasil (2014), o Brasil é a sexta economia em turismo no Mundo, com geração de empregos e renda.

A técnica do rastreamento do ocular permite gerar dados numéricos que irão verificar se a informação que o mapa turístico quer transmitir alcança o seu objetivo. Pode-se analisar, por exemplo, se a disposição das feições e os símbolos pictóricos influenciam na identificação de determinados pontos no mapa, como também se a rota utilizada para se deslocar de um ponto a outro de uma cidade encontra-se de forma clara.

Atualmente, os estudos sobre um mapa são feitos por análises qualitativas dos elementos de composição dos mapas; título, legendas, escalas, coordenadas, orientação, dentre outros. Outra forma de análise é pela teoria de Gestalt, onde são analisadas as seguintes características: relação figura/fundo, centro de gravidade, configuração, similaridade, fechamento e boa continuidade e reprodução da forma. Porém, a análise quantitativa ainda não era realizada.

Portanto, o trabalho apresentado sobre a utilização da técnica do Rastreamento ocular com a finalidade de análise quantitativa dos mapas turísticos, torna-se inovadora com relevância no desenvolvimento da própria Engenharia Cartográfica, pois servirá de base para outros trabalhos do meio e ainda permitirá o desenvolvimento de uma padronização futura dos mapas turísticos.

1.3 Problemática

A criação de mapas turísticos é importante para desenvolvimento turístico de uma região. No entanto, estes mapas passam realmente a informação para os quais foram elaborados?

A aplicação do rastreamento ocular para responder essa questão, já apresenta alguns estudos, mas traz uma inovação no meio, pois permite a avaliação do indivíduo sobre o mapa apresentado de forma quantitativa, por meio de um órgão que raramente é utilizado como base à resposta para mapas, o olhar.

A temática do rastreamento ocular para análise de mapas é transdisciplinar, pois a mesma passa por várias ciências com: anatomia, psicologia cognitiva, comunicação cartográfica e mapeamento temático. Embora

o estudo do rastreamento ocular exista há mais de cem anos, a sua utilização para análise de mapas é muito recente.

A montagem do dispositivo de rastreamento é experimental e não garante estabilidade para uma amostra significativa, a análise se restringe apenas aos pontos detectados pelo sistema montado na cabeça do usuário.

Um dos grandes desafios é relacionar o rastreio do olhar (fixações, dilatação da pupila e percurso ótico) com uma métrica de avaliação, por conta da geometria do sistema. Outras variáveis também podem influenciar diretamente, por exemplo: a cor dos olhos influencia na detecção do centro da pupila, além das influências que o sistema sofre em relação aos movimentos da cabeça do usuário, fator que influencia diretamente na qualidade dos resultados, gerando dados inconsistentes dificultando a análise dos mapas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Mapas Temáticos

A necessidade de se comunicar é um fator muito importante para qualquer sociedade os mapas tem uma grande importância para todo sistema de comunicação, segundo Archela & Théry (2008) no Brasil o termo mapa é utilizado para descrever várias representações cartográficas, por mais simples que ela seja, mesmo sendo uma lista de números, palavras e gráficos. O conhecimento sobre mapa no Brasil (Alfabetização Cartográfica), é bem restrito embora suas representações estejam disponíveis nos mais variados segmentos.

Segundo Pena (2012), os mapas temáticos são representações gráficas da superfície terrestre que utiliza as representações como base, com o objetivo de descrever inúmeros tipos de fenômenos. Na visão de Archela & Théry (2008), embora os mapas temáticos estejam no cotidiano do indivíduo, eles não tem recebido sua devida importância e suas informações muitas das vezes desorientam mais que orientam. Archela & Théry (2008) afirma que:

“Se considerarmos que os mapas servem de orientação e de base para o planejamento e conhecimento do território, a

sociedade acaba sendo consumidora dessas representações cartográficas que são um meio de comunicação.”

De forma científica Archela & Théry (2008) relatam que, com o aumento da necessidade de representar fenômenos complexos e com o avanço do geoprocessamento e da informática, fornecendo ferramentas para auxiliar na produção de mapas, o mesmo se torna em um documento capaz de revelar o visível e o invisível da representação gráfica.

Conforme Catalão (2010) um mapa ou carta é um meio para que o indivíduo possa alcançar objetivos mais complexos através de estudo do ambiente com um determinado fim.

2.1.1 *Tipos e classificação*

Os mapas temáticos são ilustrações que tomam como base a superfície terrestre e os fenômenos são especializados por meio de símbolo e legendas, com formas distintas de leitura para facilitar a interpretação de acordo com o fenômeno apresentado, abaixo seguem os principais tipos de mapas temáticos baseado em diversos autores (PENA, 2012; Rech, [SD]; MENEZES, 2008):

Mapas históricos: para uma leitura correta deste tipo de mapa é necessário que o título indique o período de sua ocorrência representando algum acontecimento histórico em suas diversas variáveis temporais.

Mapas demográficos: descrevem dados populacionais correlacionado com um determinado fenômeno territorial, como localização, fluxo migratório, densidade de ocupação e outros.

Mapas econômicos: descreve o espaço geográfico correlacionando-o com as atividades econômicas. São mapas importantes para que se tenha compreensão de diversos temas como extração de recursos naturais, localização industrial, produção de energia, produção de alimentos e outros.

Mapas físicos: eles indicam a geolocalização e as distribuições de elementos naturais, sua tipologia é variada podem ser topográficos, hipsométricos, hidrográficos, climáticos e outros, estes mapas servem de base para realização de planejamento de atividades econômicas, ocupação do solo e vários outros.

Mapas políticos: são representações não materializadas dos limites das fronteiras de forma a facilitar a compreensão da divisão do espaço, como exemplos têm os mapas de limites territoriais de países, limites de continentes, limites de estado e limite de município.

Mapas Turísticos: são mapas dedicados a um tipo específico de leitor que reúnem informações a respeito de pontos turísticos, comércio, hotelaria, lazer, cultura, transporte. Servem de suporte ao turista para localização, escolha de serviços e outras atividades.

2.1.2 Mapas turísticos

Dentre os vários tipos de mapas temáticos destacamos os turísticos que para Menezes (2008) existe uma mistura entre cartografia e o turismo gerando a cartografia turística, que tem por responsabilidade transmitir uma localização de acordo com a necessidade do leitor respondendo de forma simples e direta a três perguntas básicas “Onde estou?”, “Como vou?”, e “Por onde vou?” para que o indivíduo que está utilizando o mapa leia e entenda. Este mapa tende a unir informações geográficas com aquelas não geográficas de forma funcional e objetiva.

Com o avanço tecnológico surgiu uma nova forma de se confeccionar e representar um mapa turístico, como também a sua representação, atualmente temos mapas turísticos digitais para ser utilizados em dispositivos móveis e até mesmo em *touchscreen* com interação com o usuário.

2.1.2.1 Classificação de mapas turísticos

Fiori (2010) classifica os mapas turísticos em convencionais e pictóricos, levando em consideração os níveis de abstração da realidade, os convencionais são compostos por formas abstratas e geométricas e tem como base principal a sua legenda, a depender do nível de abstração sua leitura é direta e rápida, possuem escala gráfica associada a base cartográfica, indicação do norte geográfico, título e legenda estruturado e possui uma menor poluição visual, esses mapas convencionais auxiliam no turismo rural, de aventura e esportivo.

Apresentando um detalhamento maior de altimetria, curvas de nível, hidrografia vegetação e outros.

Já os mapas pictóricos Fiori (2010) afirma que são compostos por símbolos figurativos e ilustrações tendendo a ter semelhança com o elemento representado, sua leitura é mais lenta e interpretativa, é poluído visualmente e, é um mapa cheio de deficiências cartográficas (sem legenda, sem sistemas de referência, sem escala e outros). Esses mapas são elaborados por leigos cartográficos e remetem ao lúdico, os símbolos confeccionados em duas e três dimensões, fornecendo uma leitura interpretativa sem a necessidade de recorrer à legenda.

Na classificação de mapas existe um subgrupo retratado por Sakitani (2006) & Fiori (2010) os semi-pictóricos, que utilizam representações convencionais e pictóricas. Esse grupo é bem comum na representação de mapa turístico, ele detalha as áreas urbanas mantendo os logradouros de forma proporcional e sobrepostas a essa base estão os símbolos pictóricos de duas ou três dimensões. Esses mapas são utilizados nos segmentos de transportes, recreação, alimentação, receptividade, serviços públicos, entretenimento e outros.

2.1.3 Mapas de atenção

O mapa de atenção é uma ferramenta utilizada para avaliar a distribuição das concentrações fixações de um usuário a um determinado *display* eles podem caracterizar diferentes tarefas realizadas em um mesmo *display* avaliando a complexidade e a facilidade de leitura ou identificação de ícones, informações ou áreas específicas para uma atividade. Também podem ser identificados distrações que dificultam o foco de atenção dos usuários e pesos inadequados de referências nos *displays* em geral.

O mapa de atenção é resultado da rasterização (transformação de uma estrutura vetorial em matricial) dos pontos de fixação atribuindo valores de concentração de pontos aos seus pixels e atribuindo um gradiente de cor padrão à uma escala de concentração de pontos.

2.1.4 Técnicas de elaboração de um mapa temático

O avanço da tecnologia proporcionou o desenvolvimento de vários tipos de mapas temáticos, elaborados por profissionais de diversas áreas, por meio de ferramentas computacionais, muitos desses profissionais sem experiência cartográfica e seus produtos carecem de critérios que atendam as regras de cartografia básica, muitos desses mapas possuem erros grosseiros, falta de fonte de dados e até mesmo sem escala, dificultando a leitura interpretativa do mapa.

Segundo Nogueira (2010) para que ocorra uma interação entre o usuário e o mapa são necessários que o mesmo seja elaborado com critérios e contenham elementos básicos. Segue os elementos e suas especificações de acordo com as orientações para elaboração um mapa temático turístico de Nogueira (2010):

- a) Projeções Cartográficas – no Brasil o sistema de projeção utilizado é métrico e plano, denominado UTM (Universal Transversal de Mercator) e as cartas são elaboradas pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia) e pela DSG (Diretoria do Serviço Geográfico do Exército);
- b) Escala – define a relação entre as dimensões da representação gráfica e o tamanho real da feição representada, a escala pode ser gráfica ou numérica, quanto maior a escala maior os níveis de detalhes do mapa;
- c) Coordenadas – permite ao leitor identificar a localização exata do fenômeno representado, podendo ser definida por um sistema local UTM, ou até mesmo global por meio das coordenadas geográfica (Latitude e Longitude);
- d) Legenda – conjunto de textos e símbolos que auxiliam os usuários a identificar as feições no mapa, suas cores devem ser a mesma das feições identificadas para que não confusão na leitura do mapa;
- e) Convenções Cartográficas – são símbolos, cores e tipos de linha utilizados na cartografia de base;
- f) Título – indica o tema do mapa, deve ser localizado em destaque e geralmente em negrito.

2.1.5 Teorias de Gestalt

A teoria de Gestalt trata das técnicas na composição e concepção gráfica segundo Fernandes (2001) entre os vários estudos de tratamento gráfico essa teoria se destaca, trata-se de uma escola alemã que tem suas pesquisas voltadas para psicologia, com teorias sobre a adequação na comunicação e estudo de percepção visual. A teoria de Gestalt afirma que as coisas são vistas através de um conjunto de relações.

A teoria afirma que a primeira sensação é a da forma, o todo é visualizado primeiramente ao invés da parte, pois a parte é inseparável do todo. A teoria explica que dois objetos iguais podem ser identificados como um maior que o outro a depender do ângulo observado. Segundo Moura (1999) a cartografia pode se beneficiar da teoria de Gestalt e aplicar os seus conceitos na composição gráfica:

- a) Relação figura/fundo - o fundo não deve sobressair a figura, pois elas devem ser nitidamente percebidas, o fundo deve ser ilimitado e difuso, com a má composição do fundo do desenho acaba que o desenho não é percebido, não sendo devidamente identificado, é comum também a má composição do símbolo que se dilui no fundo do mapa;
- b) Centro de gravidade - toda composição gráfica tem um centro de atenção, os elementos de destaque devem ser posicionados de forma que tenha um equilíbrio entre todos os dados considerados primários;
- c) Configuração - quanto mais simples for a forma geométrica dos símbolos, melhor será a sua identificação, pois o cérebro tem facilidade de assimilar os desenhos regulares;
- d) Similaridade – objetos similares tendem a se agrupar, seja pela cor, textura ou na sensação de massa dos elementos, o mal uso da similaridade pode prejudicar a percepção visual do mapa;
- e) Fechamento – mostra o quanto o objeto está completo, relacionado ao fechamento visual;
- f) Boa continuidade – está ligado diretamente ao alinhamento, pois objetos alinhados passam a impressão de estarem correlacionados;

g) Reprodução da forma – um objeto visto completo e visualizado posteriormente mesmo que em parte a memória consegue reproduzi-lo por inteiro.

2.2 Anatomia do Olho

Segundo o Instituto de Retina (2016), olho capta a luz e a converte em sinal elétrico, esse sinal é transmitido para o cérebro por meio do nervo óptico, por sua vez o cérebro converte esse sinal em imagem gerando assim a visão. Os olhos possuem uma complexa estrutura atômica como pode ser verificado na figura 1:

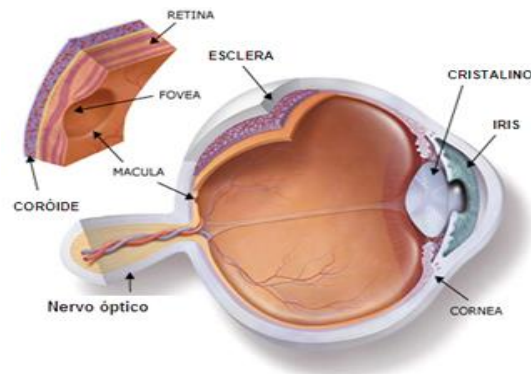


Figura 1: Anatomia do Olho.
Fonte: Instituto de Retina, 2016.

De acordo com Coutinho (2006, p. 9), a forma da estrutura ocular se aproxima á de uma esfera, sendo envolta por um tecido chamado esclera. A esclera envolve quase toda totalidade do globo ocular, apenas a pupila não é envolto pela mesma. Pelo orifício da pupila que incidem os raios de luz, já íris é a musculatura do globo ocular que define a pupila e regula a quantidade de luz que entra no olho, a íris é coberta por uma membrana transparente chamada córnea.

Ainda conforme Coutinho (2006, p. 9), o cristalino fica localizado atrás da íris, ele é responsável pela formação da imagem na parte posterior do globo ocular e o fluido humor aquoso fica entre o cristalino e a córnea. O ajuste do foco é realizado pelo cristalino, pois o mesmo se ajusta em função da distância do objeto que está sendo observado. Na retina são formadas as imagens, ela contém dois tipos de células responsáveis pela captura das cores e da

luminosidade são as células receptoras denominadas: cones e bastonetes. A fóvea é um orifício compostos por inúmeros bastonetes favorecendo a identificação dos detalhes, o humor vítreo é o preenchimento entre a retina e o cristalino.

Segundo Nishiba (2012, p. 86):

“o campo visual de um olho é a extensão do ambiente que pode ser vista estando à cabeça imóvel. No ser humano o campo visual abrange cerca 150° e os campos dos olhos se sobrepõem em cerca de 120°.”

2.2.1 *Formação da imagem pelo olho*

Segundo Ivamoto (2015), os olhos ficam dentro das órbitas que são estruturas ósseas Cranianas de formato cônico. Suas paredes mediais são paralelas ao plano sagital, os eixos longitudinais das órbitas, formam um ângulo de vinte e três graus com o plano sagital. No ápice do cone orbitário situa-se o buraco óptico, com sete milímetros de comprimento, ligando a cavidade orbitária com a cavidade craniana. O nervo óptico e a artéria oftálmica passam pelo canal óptico. Preso ao periósteeo no interior do buraco óptico há um anel fibroso, disposto em torno do canal óptico, o ânulo de Zinn, que serve de base onde se ancoram a maioria dos músculos extrínsecos do olho em suas origens.

Analogamente a visão humana pode ser comparada a captura por dispositivos ópticos, porém bem mais complexo, como mostra a figura 2.

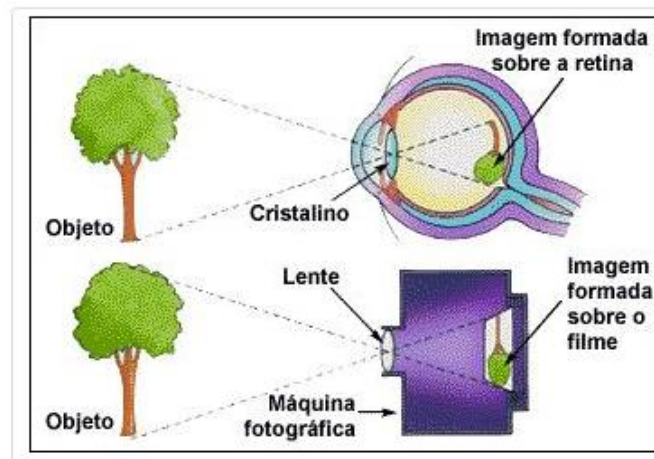


Figura 2: Formação da Imagem no Olho
 Fonte: <http://fotoselentes.blogspot.com.br/>

Conforme Nishiba (2012, p. 85,86), o olho possui um sistema de busca e de focalização do objeto de interesse além de possibilitar a análise do ambiente à distância ele discrimina os objetos quanto a sua forma, cor, tamanho, movimentação e outros. Devido à alta velocidade da propagação da luz (299.792.458 km/s) a fotorrecepção ocular detecta o que ocorre no ambiente quase em tempo real, o globo ocular coleta os raios de luz refletidos ou emitidos pelos objetos e o focaliza sobre a retina, essa focalização é automática propiciando um uma imagem nítida.

2.3 Movimento Ocular

Rayner (1998) comenta sobre os estudos recentes dos movimentos oculares na leitura e outras tarefas de processamento de informações. A principal ênfase da revisão é a leitura como um exemplo específico de processamento cognitivo. Tópicos básicos discutidos com relação à leitura são: as características dos movimentos oculares, a extensão perceptual, a integração das informações em toda *saccades*, controle de movimento dos olhos e diferenças individuais.

2.3.1 Fixações

O estudo das fixações e dos movimentos dos olhos é muito importante para o entendimento do estabelecimento do controle de estímulos discriminativos. Pessoa (2012), cita que foi realizada uma pesquisa para verificar se análises mais moleculares das durações e frequências das fixações dos olhos fornecem resultados mais sistemáticos sobre estas fixações do que os resultados obtidos já existentes. As durações das primeiras fixações nos estímulos relacionados ao reforço foram mais longas do que as fixações nos estímulos relacionados à extinção.

Conforme Giannotto (2009), os movimentos de fixações do olhar são responsáveis pela estabilização de um objeto estacionário, embora os olhos nunca fiquem parados, nas fixações considera-se que os olhos ficam parados neste pequeno momento de acordo com Rayner (1998) no período das fixações ocorrem três movimentos, o Nistagma que é uma espécie de tremor constante, o escorregamento (*drifts*) que são movimentos lentos de pouca amplitude, ligados a falha no sistema nervoso e as micro-sacadas que se trata de um movimento rápido de reposição do olhar para o alvo, na maioria das literaturas esses pequenos movimentos são considerados como um ruído e geralmente são descartados.

2.3.2 Sacadas

De acordo com Pereira (2010) as sacadas são caracterizadas por movimentos oculares bastante rápidos, com a finalidade de trazer para fóvea os estímulos visuais, é o que acontece quando observamos, por exemplo, um mapa, uma fotografia ou lemos um texto, as sacadas tem como principais características: latência curta, rápidas, breves, precisas e com um final abrupto.

Conforme Giannotto (2009), a sacada pode ser dividida em duas partes, uma quando é feito o cálculo da posição final (duração de até 200 ms) e a outra é a própria sacada, que é comparada a um movimento balístico, uma vez lançada não tem como parar, possui uma velocidade de até 500 graus por segundo.

2.3.3 *Microsacadas*

Segundo Melchiades (2014), dos movimentos oculares o mais rápido e mais frequente são as microsacadas. Conforme Melchiades (2014) apud Martinez-Conde, Macknik, Troncoso & Hubel(2009), as microsacadas auxiliam na sustentação da visibilidade no momento da fixação do olhar, pois, direcionam a reprodução das imagens para a retina e por consequência gera nos neurônios as respostas dos estímulos estáticos.

De acordo com Melchiades (2014) apud (ENGBERT, 2006; ENGBERT & MERGENTHALER, 2006) os movimentos microsacádicos e os sacádicos possuem os seguintes aspectos físicos e funcionais: binoculares, frequências e amplitudes similares, acurada da percepção visual, a depender da tarefa sua taxas podem ser reduzida. As microsacadas têm sido relacionadas com a localização espacial.

2.4 **Rastreamento Ocular**

O rastreamento ocular, nada mais é do que a determinação da direção que o indivíduo esta olhando, ou seja, identifica a posição do olho e correlaciona com o ponto observado na imagem, conforme Coutinho (2006). Sabendo informações sobre o ambiente é possível identificar o ponto observado. As técnicas de rastreamento são classificadas em intrusivas, com objetos no globo ocular e não intrusiva captando o movimento apenas com câmeras.

De acordo com Coutinho (2006), as técnicas de rastreamento ocular intrusiva exige que se tenha algum equipamento ligado diretamente ao olho do usuário como, por exemplo, elétrodos e lentes de contato, não sendo interessante para aplicação interativa. O ideal é que se utilizem técnicas não intrusivas, conhecida também como técnica remota, pois são baseadas em técnicas computacionais, mesmo sendo uma técnica mais vantajosa ela apresenta duas limitações que dificultam na generalização da técnica, são elas: a interferência na movimentação da cabeça, pois, a mesma deve ter seus

movimentos restritos e a necessidade de frequente calibração. Essas dificuldades devem ser minimizadas.

2.4.1 *Origens do rastreamento ocular*

O olhar deixou de ser visto como mera observação, Vieira (2009) cita que, os primeiros métodos de rastreamento eram muito invasivos, pois, para o procedimento do rastreamento ocular necessitava-se ter um contato mecânico com a córnea do indivíduo, Vieira (2009) *apud* Dodge & Cline (1901), desenvolveram uma técnica não invasiva para um processo de rastreamento ocular, essa técnica era precisa e consistia em refletir uma luz na córnea, a cabeça do indivíduo ficava imóvel, enquanto o sistema realizava a gravação da posição horizontal, essa gravação era feita em uma placa fotográfica móvel.

Quatro anos depois desta descoberta Vieira (2009) *apud* Judd, McAllister & Steel (1905), gravaram os movimentos dos olhos em duas direções, através de fotografias móveis, no lugar da luz refletida na córnea, eles colocaram um pequeno cisco no olho, na primeira metade do século XX, tiveram muitos avanços na área de rastreamento ocular, misturando filmagem com técnicas de detecção da córnea, como é o caso de Paul Fitts, com aplicação em piloto de aeronave, essa foi a primeira aplicação na área de Engenharia.

Em Vieira (2009) *apud* Hartridge & Thompson (1948), inventaram o primeiro sistema montado na cabeça, tido como um sistema grosseiro, eles serviram de partidas para vários estudos de controle do movimento da face no rastreamento ocular. De acordo com Vieira (2009), um grande avanço para o rastreamento ocular foi a possibilidade da interação homem-máquina, Vieira (2009) *apud* Mackworth (1948): “conceberam um sistema que registrava os movimentos dos olhos à cena sendo visualizados pelo usuário”.

Vieira (2009) várias pesquisas foram realizadas na década de setenta, com a finalidade de correlacionar os dados de rastreamento com o processo cognitivo, foram muitos os avanços em diversas áreas, no entanto, as publicações relacionadas à tecnologia assistida teve uma queda, que estaria diretamente ligada à falta de tecnologia de processamento rápido, a coleta de dados era rápida, mas o processamento desses dados tornava-se demorado,

como a maior parte dos estudos com tecnologia era para fins militares o fator tempo era importante para continuação da pesquisa. Porém, um fator importante foi à descoberta das reflexões múltiplas no olhar, que ajudou para melhoria da precisão e exatidão do sistema.

Embora tivesse ocorrido essa estagnada de publicações Vieira (2009) afirma que em 1980 os computadores começavam a ter um aperfeiçoamento na sua tecnologia, propiciando a interação homem-máquina de maneira mais ampla, por conta disso houve um grande avanço na área de aplicação em pessoas com necessidades especiais.

2.4.2 *Rastreadores oculares*

Existem vários métodos de monitoramento do rastreamento ocular, no entanto Watanabe (2013) afirma que esses monitoramentos do movimento do olhar se divide em dois grupos: os que medem os movimentos dos olhos em relação a cabeça do indivíduo e os que medem o movimento do olhar em relação á algum objeto no espaço. Como por exemplo uma cena por meio de identificação de elementos pertencentes a ela.

Watanabe (2013) cita cinco categorias de rastreamento ocular temos, a Eletro-oculografia que mede as diferenças de potencias elétricas da pele, as lentes de contato escleral / sensor indutivo por meio de objeto ótico mecânico sobre a pele, a Foto-Oculomotora, Video-Oculomotora e rastreamento em vídeo com a reflexão de córnea e pupila.

Segundo Giannotto (2009) os dados disponibilizados pelo sistema de rastreamento ocular determinam a posição da cabeça, o diâmetro da pupila, orientação da cabeça, frequência das piscadas e até mesmo abertura da sobancelha. A taxa de dados ou frequência de amostragem representa a velocidade que os rastreadores do olhar disponibilizam seus dados, variando de 15 Hz á 2000 Hz, e atualmente os rastreadores do olhar fornecem dados de 50 a 60 vezes por segundo.

2.4.2.1 Dispositivos montados no desktop

Uma das principais características do rastreamento ocular é a forma de sua montagem, segundo Vieira (2009) & Giannotto (2009) os primeiros sistemas de rastreamento ocular com montagem em desktop pareciam com os equipamentos que usamos hoje em exame oftalmológicos, no entanto possuía grandes restrições de uso, por conta da sua forma robusta.

Com avanço das tecnologias surgiram sistemas de detecção dos olhos e determinação da posição da cabeça, sendo menos invasivo e mais confortável o rastreio. Surgindo então à possibilidade de ampliação do rastreio em diferentes áreas, ainda assim para alcançarmos uma melhor precisão e reduzirmos o custo é necessário realizar algumas restrições dos movimentos da face, como mostra a figura 3.

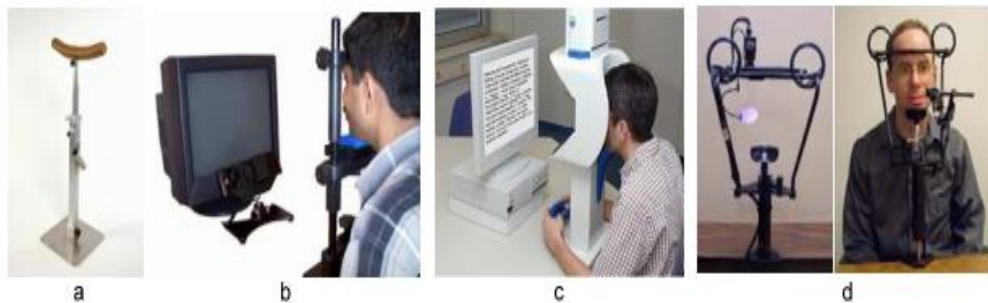


Figura 3: Exemplos de Descansos de Cabeça Usados para Restringir os Movimentos dos Usuários.

Fonte: www.equinebçasdesdirect.com/product.aspx (a), www.eyelinkinfo.com(b) e www.smivision.com(c) e www.a-s-l.com(d).

2.4.2.2 Dispositivos montados na cabeça

Como já exposto acima os primeiros dispositivos de rastreamento ocular montado na cabeça, surgiram em 1948, (Giannotto, 2009), esses dispositivos eram desajeitados e pesados, o mesmo apresentava-se como a melhor solução para auxiliar na localização da face. Os dispositivos atuais montados na cabeça são leves e pequenos podendo ser adaptado em óculos, capacetes, bonés e outros, em todos eles são adaptados câmeras de vídeo no intuito de estimar a posição dos olhos e correlacionar ao ponto visualizado.

A inserção de câmeras para realizar o rastreamento ocular proporciona grandes vantagens. Giannotto (2009) afirma que foram muitos os benefícios e que o principal foi à possibilidade de se realizar análise fora do ambiente de laboratório, passando a serem realizadas análises no ponto de vista do usuário e permitindo sua movimentação em ambientes complexos como lojas, mercados, durante a prática de esporte e está sendo muito aplicado em realidade virtual com uso de óculos especiais. A figura 4 indica algumas aplicações do rastreamento ocular.

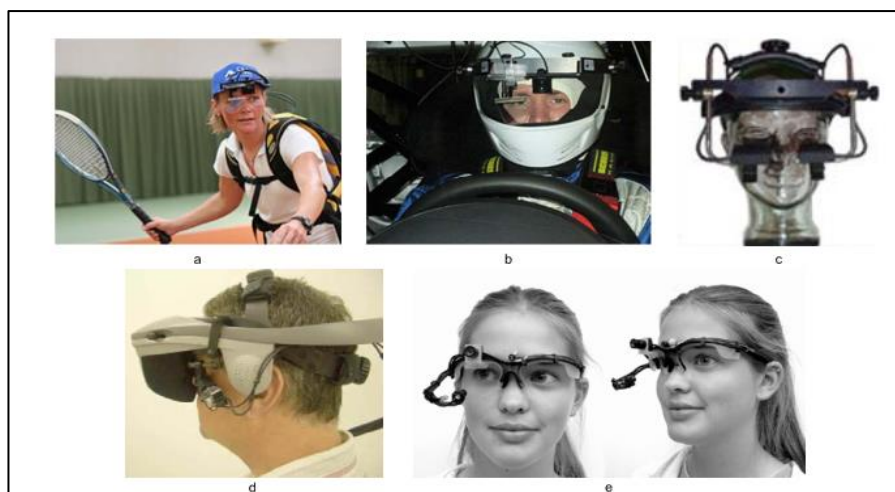


Figura 4: Exemplos de Rastreadores do Olhar Montados na Cabeça.

Fonte: www.smivision.com(a,b), www.eyelinkinfo.com(c), www.a-s-l.com(d) e Babcock e Pelz(2004) (e).

2.5 Acurácia e Precisão do Método de Rastreamento

Identificar a precisão e a acurácia do método é importante para sabermos o grau de confiança do método, pois a precisão vai indicar o erro associado à medida. De acordo com Giannotto (2009) essa precisão pode ser exposta em graus de campo visual ou pela distância em pixels entre a posição observada na tela e a posição medida, por exemplo. Giannotto (2009) apud Salem (2008) & Hondzinski (2006):

“Em um experimento típico com um Rastreador Ocular remoto, onde o usuário se posiciona a cerca de 50 cm do monitor, um grau de erro é equivalente a 0,87 cm de erro na tela do computador. Se o experimento utilizar um monitor de 17 polegadas com resolução de 1024x768 *pixels*, o erro será de 65 *pixels*. Alguns Rastreadores Oculares são capazes de rastrear os dois olhos dos usuários e, assim procuram aumentar sua precisão e em alguns casos, permitem o estudo de movimentos de vigências dos olhos.”

2.6 Publicações Atuais

Coutinho (2006) apresenta o tema do sistema de rastreamento tolerante à movimentação da face, tratado numa dissertação apresentada na área de computação. O crescimento computacional proporcionou o desenvolvimento de novas e sofisticadas interfaces para interação humano-computador e como o olhar tem a capacidade de transmitir informações sobre o usuário, utilizando esses dispositivos que estimam a direção para onde a pessoa olhar, várias aplicações puderam ser criadas, como o auxílio a pessoas com dificuldades motoras, que substitui o mouse pelo rastreador ocular. Uma das problemáticas seria o movimento da cabeça e a necessidade de calibração por seção de uso, através de um levantamento bibliográfico de uma série de técnicas de rastreamento de olhar, desde os mais tradicionais aos mais recentes.

Coutinho (2006) demonstra a técnica mais promissora que utiliza fontes de luz fixada nos cantos do monitor. Ela analisa a posição do reflexo na córnea juntando com informação da pupila, estimando o ponto observado no monitor. A tolerância à movimentação se mostrou superior á obtida em experimentos similares para a técnica tradicional baseada na detecção da pupila e de um reflexo sobre a córnea, tendo como uma das maiores contribuições a extensão de técnica de múltiplos reflexos considerando um modelo mais completo do olho.

Giannotto (2009), demonstra que o uso de rastreamento ocular pode ocorrer em diversas áreas. Numa dissertação de mestrado ele foi utilizado na avaliação da experiência do tele-usuário de aplicações de TV interativa, pois estes usuários constituem uma grande população composta por diferentes indivíduos de vários graus de instrução, aumentando a possibilidade de escolha e oferta de conteúdos personalizados.

A TV interativa se torna possível na forma de aplicações interativas enviadas junto com o sinal da TV convencional. Neste contexto o rastreamento ocular se apresenta como uma boa ferramenta de análise capaz de identificar comportamento típico do usuário e produz evidências mensuráveis no que diz respeito à interação com o usuário.

A pesquisa de Giannotto (2009), explorou a utilização da técnica de rastreamento de olhar na avaliação de usabilidade de aplicações da TV interativa e estuda como o rastreamento ocular pode ser usado para analisar a interação com estas aplicações. Nesta técnica são feitas adaptações no sistema de dado de coleta do rastreamento e o ambiente da TV interativa, depois se desenvolve um experimento onde utiliza tanto as técnicas de rastreamento quanto as técnicas clássicas de avaliação de usabilidade, avaliando as duas aplicações. O teste foi realizado com 30 usuários com ambas as técnicas, mostrando as contribuições e limitações do rastreamento ocular para explicar os problemas de usabilidade e identificar o comportamento do usuário.

Watanabe (2013) cita as aplicações do rastreamento ocular como objeto de estudo de um trabalho de conclusão de curso da Faculdade de Londrina, analisando os tipos de movimentações dos olhos: o rastreamento da posição do olho em relação à cabeça e os que medem a orientação no espaço e também às quatro grandes categorias de metodologia de medição do movimento ocular: Eletro-ocular, lente de contato, foto-oculografia e o rastreamento combinado vídeo e reflexão da córnea e pupila.

Watanabe (2013) apresentou vários métodos e suas aplicações na utilização do rastreamento ocular, dentre elas destaca-se o estudo de artifícios (*banners*, botões, imagens e etc.) em uma página da web, podendo ressaltar onde o usuário está fixando seu olhar, o estudo pode objetivar a área que ele olha como também a área que não é observada. Técnicas de rastreamento ocular para diagnóstico são aplicáveis, mas não restritas, para os campos da psicologia (e psicofísica), marketing, publicidade, fatores humanos, ergonomia dentre várias outras.

Conforme Watanabe (2013) o rastreador ocular desenvolvido possui características simples, sem calibração de luz e é analisado pela ferramenta em

tempo real necessitando levar em consideração o movimento da cabeça junto com o movimento dos olhos. A ferramenta seguiu os seguintes passos: Executar o programa, localizar a face do usuário, localizar o olho do usuário e iniciar o rastreamento, depois o processado em *OpenCV* que tem como um dos objetivos, fornecer uma infraestrutura sobre computação visual intuitiva que ajuda o usuário a construir aplicações sofisticadas.

Ainda no trabalho de Watanabe (2013) o programa *objecttracking.cpp* conseguiu localizar o olho do usuário, porém foram encontrados problemas na localização da pupila, várias tentativas foram realizadas como: filtragens em escala de cinza e filtragens HSV e muitas tentativas para rastrear objetos resultaram em sucesso. Como resultado a ferramenta rastreadora fez um mapeamento correto das posições e das movimentações dos objetos, finalmente foi possível o desenvolvimento de um rastreador ocular e tiveram vários avanços no rastreamento ocular, mostrando a usabilidade em diversas áreas.

Tula (2014) no XXIV CBEB – Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica 2014 apresentou um artigo que tratava da confecção de um sistema de rastreamento de baixo custo, voltado aos estudos de movimentos oculares para a identificação de disfunções. Neste artigo são apresentadas as descrições de *hardware* e *software* desenvolvidos, além de exemplo prático do seu uso em teste de acompanhamento visual, propiciando uma ajuda na avaliação oculomotora dos pacientes auxiliando na qualidade de vida, e mostra que existe sim a possibilidade da confecção deste equipamento de baixo custo.

3 OBJETO DE ESTUDO

O objeto de estudo foram mapas de diferentes cidades. Embora sua aplicação seja para diferentes públicos, pessoas que querem visitar a cidade, pessoas que estão na cidade e querem se locomover e empresas que querem atrair o público turístico, sua análise foi aplicada em alunos e funcionários da Universidade Federal da Bahia. Os mapas escolhidos para aplicação do método são das seguintes localidades: Centro histórico de Coimbra – Portugal (Figura

5), mapa turístico da cidade de Aracajú/SE (Figura 6) e da cidade de Recife/PE (Figura 7).



Figura 5: Mapa do Centro Histórico de Coimbra (Mapa 01).
 Fonte: Portugal Otels, 01/08/2016.*

* <http://portugal-otels.net/net/geo.php?c=143&mc=coimbracentro&mg=1&lg=es>

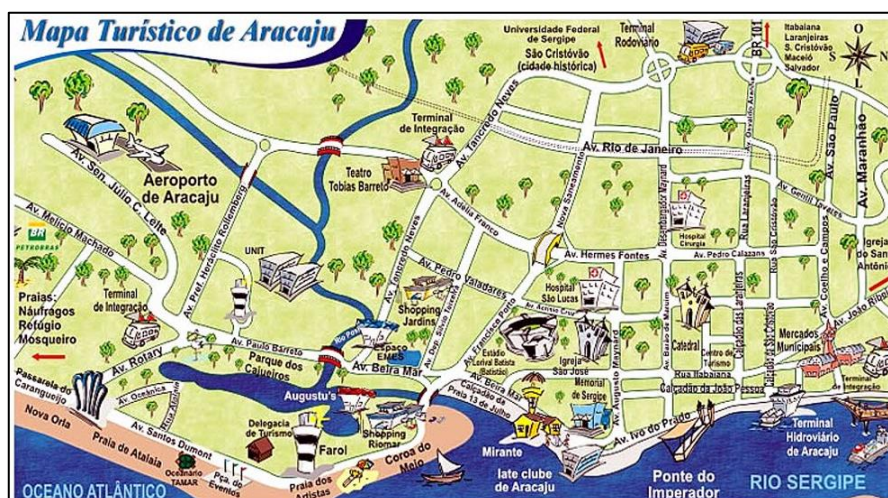


Figura 6: Mapa Turístico de Aracaju (Mapa 02).
Fonte: Mapasblog, 01/08/2016.[†]



Figura 7: Mapa Turístico de Recife (Mapa 03)
Fonte: Turismo do Nordeste, 01/08/2016.[‡]

4 METODOLOGIA

Os voluntários selecionados para aplicação dos testes e avaliação dos mapas, conforme metodologia ser descrita, foram formados por alunos, professores e funcionários da Universidade Federal da Bahia-UFBA. Esses

[†] <http://mapasblog.blogspot.com.br/2012/02/mapas-de-aracaju-se.html>

[‡] http://www.turismodonordeste.com/images/mapa-recife_grande.gif

voluntários possuíam características físicas que permitiram a melhor aplicação do rastreamento ocular em mapas turísticos. O método foi aplicado por 16 (dezesseis) voluntários, 8 (oito) com experiência cartográfica e 8 (oito) sem experiência cartográfica, no período de 07 a 09/09/20016. Para melhor entendimento da metodologia, a mesma foi dividida nas seguintes etapas: montagem do sistema; teste; aplicação do método; e tratamento dos dados.

4.1 Montagem do Sistema

A montagem do sistema de rastreamento ocular foi realizada no laboratório do departamento de Geodésia e Transporte da Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia, na sala dos bolsistas (Figura 8). Para aplicação do estudo foram utilizados os seguintes materiais:

- 03 Mapas turísticos de diferentes Cidades (Coimbra/ Portugal, Aracaju/ Sergipe e Recife/ Pernambuco);
- 01 Computador (Unidade de processamento dos dados) Sistema Operacional Windows: Windows 7 Ultimate, Processador: AMD Phenom II Triple – Core 1.80 GHz, Memória RAM: 4,00 GB, Tipo de Sistema: 64 Bits, HD 500,00GB;
- 02 Monitores 19”;
- *Software* livre de rastreamento ocular (Haytam Server e Haytam Client);
- Folha de calibração;
- Filtro e LEDs infravermelho;
- 01 Suporte tubular pra fixação da cabeça;
- 01 *Notebook*;
- 01 Capacete de ciclista adaptado ao experimento;
- 02 *Webcam*;
- 01 Bastão acrílico;
- 01 Lâmpada de LED infravermelho (Figura 9);
- 02 Grampos tipo C para fixação (Figura 9).

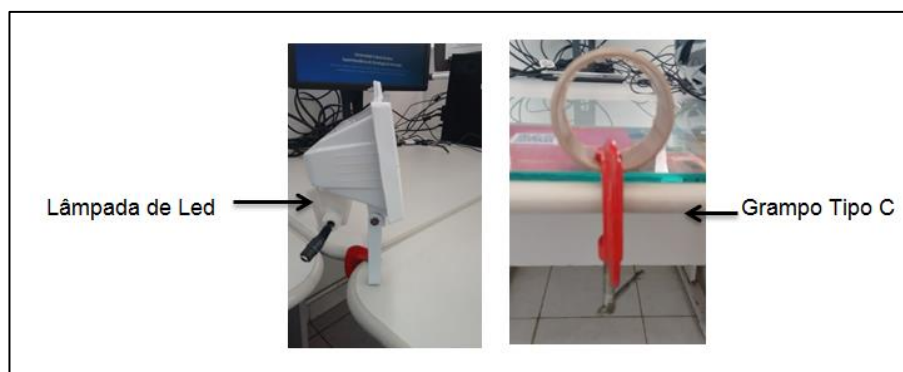


Figura 8: Montagem do Sistema.

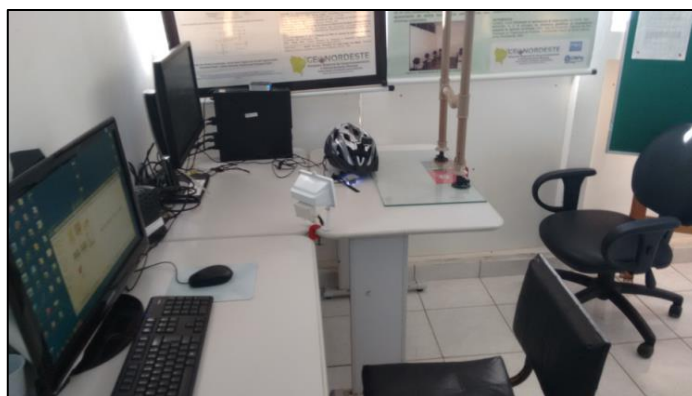


Figura 9: Lâmpada de Led e Grampo Tipo C

O planejamento foi executado conforme Figura 10:

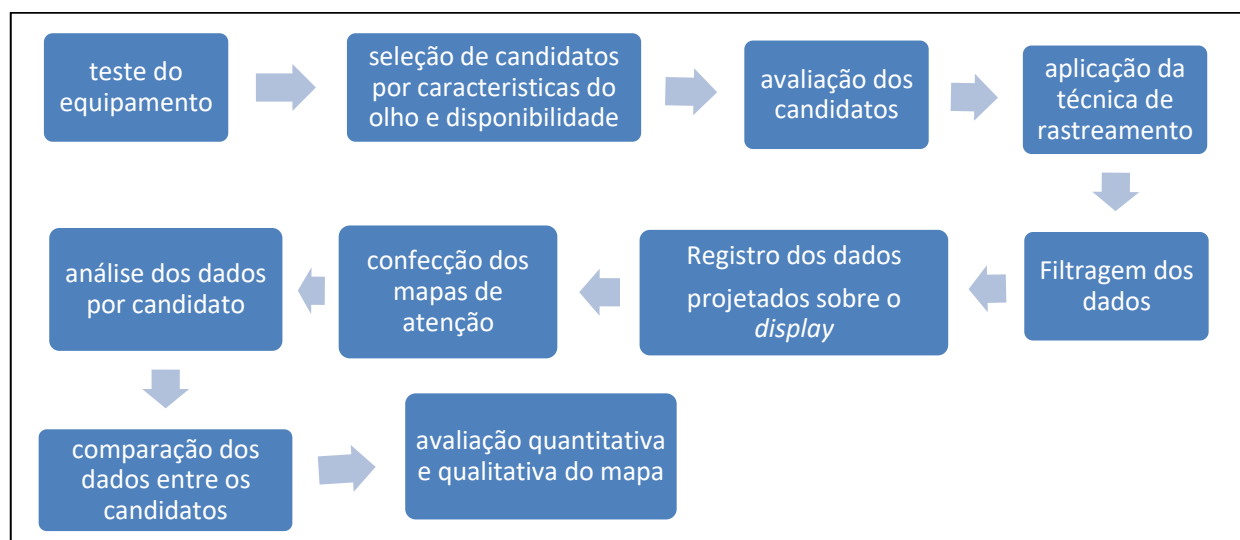
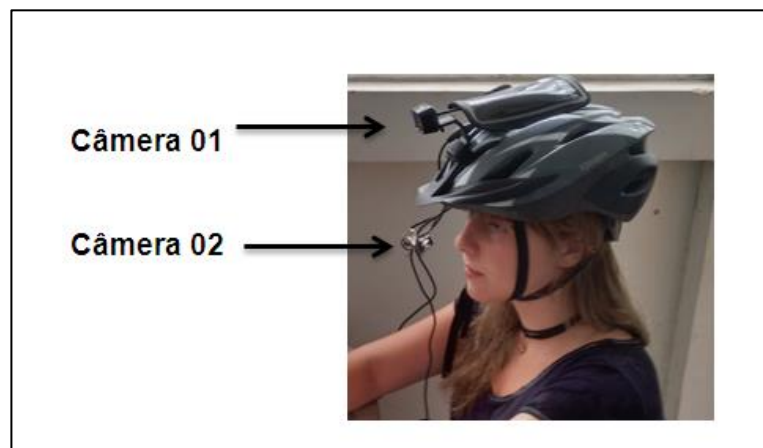


Figura 10: Organograma do Estudo.

A montagem do sistema de rastreamento ocular de baixo custo foi baseada no artigo publicado por Michal Kowalik (2010) da Faculdade de Ciências da Computação e Tecnologia da Informação da Universidade de Tecnologia da Polônia, *“How to build low cost eye tracking glasses for head mounted system”*. Na montagem do sistema foram utilizadas duas câmeras, uma voltada para cena e outra voltada para o olho do voluntário, segue a descrição das câmeras:

- Câmera 01 voltada para cena, monitor onde foram projetadas as imagens.
- Câmera 02 voltada para o olho do voluntário, para adequar a câmera ao sistema de rastreamento e possibilitar o rastreo do centro ótico da pupila, o filtro do CCD foi substituído por um filtro infravermelho e a iluminação dessa câmera foi feita com lâmpada de LEDs, no intuito de aumentar a reflectância, a figura 10 mostra a disposição das câmeras 01 e 02 (Figura 11).

Figura 11: Montagem das Câmeras no Capacete



4.2 Teste

Após a montagem do sistema iniciaram-se os testes. Vários testes foram realizados em diferentes voluntários, neles foram realizados os seguintes procedimentos:

- Realização de ajustes do capacete na cabeça do voluntário teste.

- Orientações quanto a manter a calma, tentar não realizar movimentos bruscos com a cabeça e ter atenção nas tarefas designadas.
- Realização da calibração do sistema, no *software* Haytam Server e Haytam Client, com a finalidade de orientar os sistemas das câmeras, relacionando o referencial voltado para o olhar com a câmera voltada para a cena (mapa turístico). A calibração foi realizada tantas vezes quanto necessárias até apresentar um resultado satisfatório, para isso foi necessário que o voluntário tivesse atenção nas orientações e não realiza-se movimentos bruscos da cabeça. O voluntário foi orientado a olhar para os pontos que apareciam na tela, enquanto o avaliador indicava o posicionamento dos pontos numa tela auxiliar.
- A transformação matemática utilizada foi à projetiva(uma transformação que utiliza nove pontos), no *software* Haytam Server foram realizados os seguintes ajustes: tamanho e sensibilidade da pupila, tamanho do display da imagem da cena, sensibilidade de detecção da cena e seleção da detecção do vetor da pupila. Com as equações de transformação projetiva permite um cálculo de coordenadas uv oriundas de um plano não paralelo xy após sua projeção neste plano, segue abaixo o modelo matemático de uma transformação projetiva:

$$u = \frac{b_{11} \cdot x + b_{12} \cdot y + b_{13}}{b_{31} \cdot x + b_{32} \cdot y + 1} \quad (1)$$

$$v = \frac{b_{21} \cdot x + b_{22} \cdot y + b_{23}}{b_{31} \cdot x + b_{32} \cdot y + 1} \quad (2)$$

Onde:

$b_{11}, b_{12}, b_{13}, b_{21}, b_{22}, b_{23}, b_{31}, b_{32}$ Parâmetros de transformação.

x, y Valores medidos no sistema de referencia.

u, v Valores calculados no sistema de ajuste.

As equações (1) e (2) derivam das equações de colinearidade, advinda da relação fundamental da fotogrametria analítica, de acordo com Xavier (2007 apud WOLF 2000).

- Realização de coleta de quatro conjuntos de pontos de controle, um conjunto em cada extremidade do mapa, esses pontos foram essenciais para que se pudesse realizar uma transformação afim (transformação linear que conecta dois espaços vetoriais), para correlacionar às coordenadas do rastreo com as coordenadas do mapa. Uma transformação afim é uma transformação rígida que utiliza seis parâmetros para transformação, 2 fatores de escala (λ_x, λ_y), 1 fator de não ortogonalidade dos eixos (δ), 1 rotação (β) e 2 translações ($\Delta x, \Delta y$). Santos (2013) a geometria dessa transformação afim pode ser verificada na figura 12.

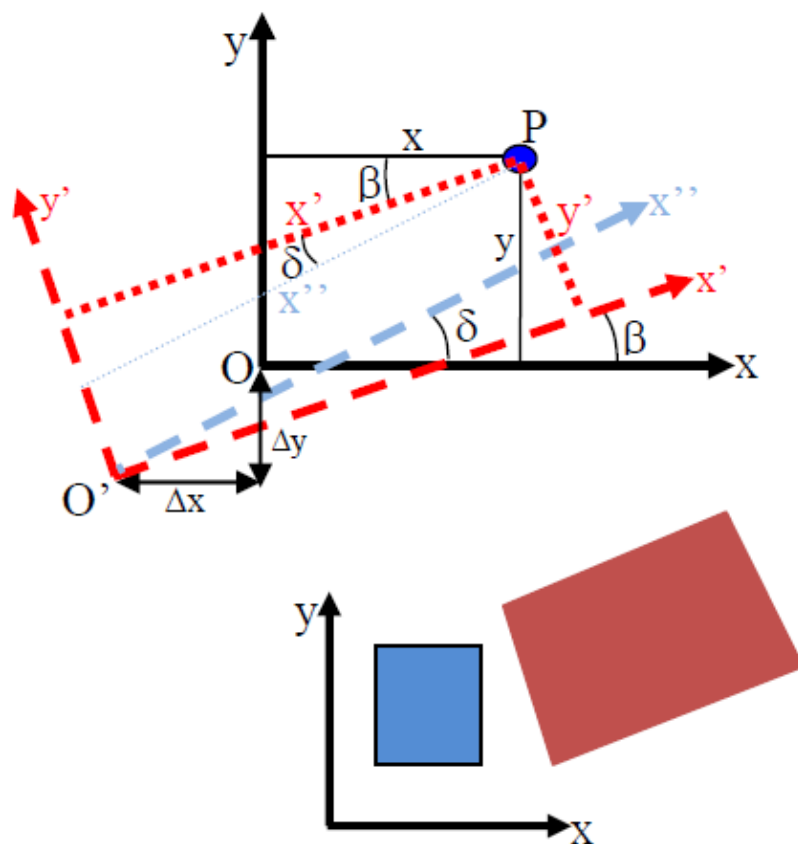


Figura 12: Geometria de Transformação Afim Geral no Plano.
Fonte: Santos (2013).

Após diversas transformações matemáticas segundo Santos (2013), tem-se a equação de transformação abaixo na sua forma linear.

$$x' = ax + by + \Delta x$$

$$y' = cx + dy + \Delta y$$

- Realização de tarefas, solicitados pelo orientador, na análise dos mapas turísticos apresentados.

Foram realizados inúmeros rastreios testes e verificação da qualidade dos dados. Essa sequência de testes foi necessária para garantir que a montagem do sistema experimental estivesse funcionando de forma que os dados pudessem ser avaliados.

Constatou-se nessa fase de testes a necessidade de fixar a cabeça do voluntário, pois os movimentos da face estavam deteriorando os dados de rastreio. Desenvolveu-se então uma estrutura para suporte para cabeça, tendo na base, ventosas de fixação, presas a uma lâmina de vidro sobre a mesa. A lâmina de vidro foi fixada a mesa através de grampos tipo C, como mostra a Figura 13.

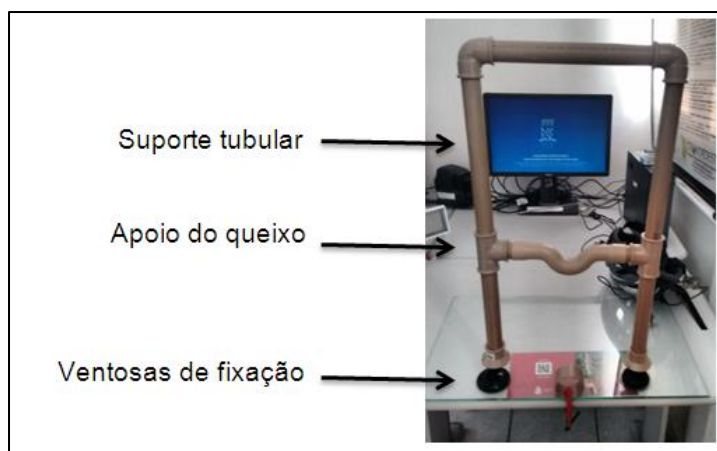


Figura 13: Suporte Tubular.

Verificou-se também nessa fase de testes a necessidade de diminuir a luminosidade da sala, pois a iluminação externa estava prejudicando o rastreo, a luminosidade foi reduzida a partir de fixação de anteparos de lona nas janelas de vidro. Foi observado também que os voluntários com olhos escuros e de formato ocular amendoado apresentaram dados mais precisos no sistema de avaliação, assim como voluntários com hipermetropia tiveram dificuldade em cumprir as tarefas solicitadas sem a ajuda dos óculos.

Com a redução do movimento da cabeça do voluntário foi possível coletar dados coerentes que puderam proporcionar a correlação entre as coordenadas dos pontos de rastreo coletados e as coordenadas do mapa turístico, na sequência foi definido o início das avaliações e a seleção dos voluntários.

4.3 Aplicação do Método

A seleção dos voluntários levou em consideração as seguintes características:

- Não ter familiaridade com o mapa nem com a cidade estudada para que o teste fosse livre de vícios;
- Não fazer uso de óculos durante o rastreo: foi detectado nos testes iniciais que o uso de óculos durante o rastreo impossibilita o rastreo da pupila.
- Histórico de problemas oculares: voluntários com hipermetropia, nos testes iniciais, apresentaram dificuldades de enxergar de perto sem os óculos (hipermetropia), logo voluntários que se declararam com essa dificuldade não foram selecionados.
- Características dos olhos: cor, tamanho e forma. Olhos escuros e de formato amendoados foram os que obtiveram resultados melhores nos testes iniciais, logo voluntários com essas características possuem maior precisão atingida pelo sistema.
- Disponibilidade de tempo.

Devido à disponibilidade de tempo entre os voluntários e o avaliador, aplicou-se a seguinte estratégia: convidar alunos, funcionários e professores da

Universidade Federal da Bahia que estivessem na Universidade. Após uma pequena entrevista, os voluntários que se encaixavam nas características foram selecionados. Foram necessários três dias com rastreamento nos três turnos para que obtivéssemos resultado do rastreamento para os 16 voluntários.

O procedimento adotado para coleta dos pontos de fixação no mapa nos 16 voluntários foi elaborado tendo por base os dados das fases de testes, utilizando a estrutura tubular para reduzir os movimentos da cabeça. Durante a avaliação foram utilizados três mapas e para cada mapa foram determinadas três tarefas.

Com o sistema devidamente calibrado, iniciaram-se as análises dos mapas turísticos, o voluntário teve que responder perguntas referentes aos mapas, localizando pontos e traçando rotas, o nível de dificuldade da tarefa foi o mesmo para todos os mapas. Primeiro o voluntário identificou um ponto no mapa, depois traçou uma rota até um segundo ponto e por fim traçou uma rota alternativa passando por um ponto obrigatório, apontando com um bastão acrílico, para cada mapa os voluntários executaram três tarefas similares. O tempo máximo para que o voluntário identificasse o primeiro ponto no mapa foi de três minutos, excedendo esse tempo passava-se para o próximo mapa, segue abaixo as tarefas correspondentes a cada mapa:

Mapa 01 – Coimbra / Portugal

- 1ª Tarefa: Identificar o Jardim Botânico.
- 2ª Tarefa: Traçar a melhor rota partindo do Jardim Botânico até a Câmara Municipal.
- 3ª Tarefa: Traçar uma rota partindo do Jardim Botânico até a Câmara Municipal, passando pela Estação Coimbra A.

Mapa 02 – Aracaju / Sergipe

- 1ª Tarefa: Identificar a Ponte do Imperador.
- 2ª Tarefa: Traçar a melhor rota partindo da Ponte do Imperador até o Terminal Rodoviário.
- 3ª Tarefa: Traçar uma rota partindo da Ponte do Imperador até o Terminal Rodoviário, passando pelo Viaduto.

Mapa 03 – Recife / Pernambuco

- 1ª Tarefa: Identificar o Mercado São José.
- 2ª Tarefa: Traçar a melhor rota partindo do Mercado São José até a Praça da República.
- 3ª Tarefa: Traçar a melhor rota partindo do Mercado São José até a Praça da República, passando pela Rua das Calçadas.

4.4 Tratamento de Dados

Os dados referentes ao rastreo foram salvos automaticamente no computador, numa pasta indicada pelo avaliador com o nome do voluntário. Os dados brutos de saída foram:

- Arquivo de texto (.txt) com as coordenadas do centro da pupila, instante da medida de cada ponto, coordenadas da fixação do olhar (cena) e diâmetro da pupila;
- Arquivo de vídeo com o movimento do olhar no momento de detecção da pupila;
- Um vídeo da cena (mapa turístico), no momento do rastreo, com um indicador do rastreo apontando para os pontos rastreados referentes ao olhar;

Os dados dos arquivos de texto brutos com as coordenadas do rastreo provenientes do software *Haytam*, foram analisados e filtrados. Por se tratar de um processo de obtenção automática são introduzidos erros no resultado do rastreo, para eliminar partes desses erros e aumentar a qualidade das informações, foi aplicado uma metodologia de filtragem para detecção de *outliers*.

Neste processo de filtragem as coordenadas foram tabuladas em planilhas (organizando as coordenadas em colunas) com o auxílio do programa *Excel* e do bloco de notas. Para eliminação das coordenadas nulas, foi desenvolvido e utilizado um Macro, onde a aplicação pode ser realizada de forma automática com a finalidade de eliminar os *outliers*. O arquivo de texto com as

coordenadas do rastreio foi salvo no formato CSV, gerando um arquivo para cada mapa e um arquivo para os pontos de controle.

A parte gráfica foi analisada no *software* QGIS. As coordenadas provenientes do rastreio foram redefinidas espacialmente através de uma ferramenta de transformação afim, tendo como parâmetros as coordenadas dos pontos de controle e as coordenadas da imagem do mapa, correlacionando os pontos de controle coletados com as coordenadas do ponto de controle dos mapas.

Após a transformação das coordenadas, com a finalidade de eliminar os *outliers*, os pontos de rastreio que ficaram fora do retângulo da área do mapa foram eliminados, através da aplicação de um retângulo envolvente, delimitando a área com pontos de rastreios válidos. Nessa etapa podemos verificar graficamente se os dados rastreados eram consistentes (Figura 14) ou inconsistentes (Figura 15), determinando assim a sua utilização ou o seu descarte.



Figura 14: Exemplo de Dados Consistente.



Figura 15: Exemplo de Dados Inconsistente.

Vários fatores podem ter gerado a inconsistência dos erros podendo ter surgido por erros grosseiros, como movimento brusco, falta de atenção na calibração, falta de atenção do avaliador ou do voluntário, excesso de luminosidade, mudança de foco da câmera, dentre outros.

Com os pontos rastreados e devidamente tratados foram elaborados os mapas de atenção, três por voluntário, esses mapas consistem em identificar por meio de um mapa coroplético, qual a região do mapa foi mais visualizada pelo voluntário, esse mapa foi gerado com a utilização de algoritmo de mapa de calor no QGIS, essa ferramenta permite identificar aglomerados de pontos e ajuda a diferenciar os locais de alta e de baixa concentração, conforme Figura 16.

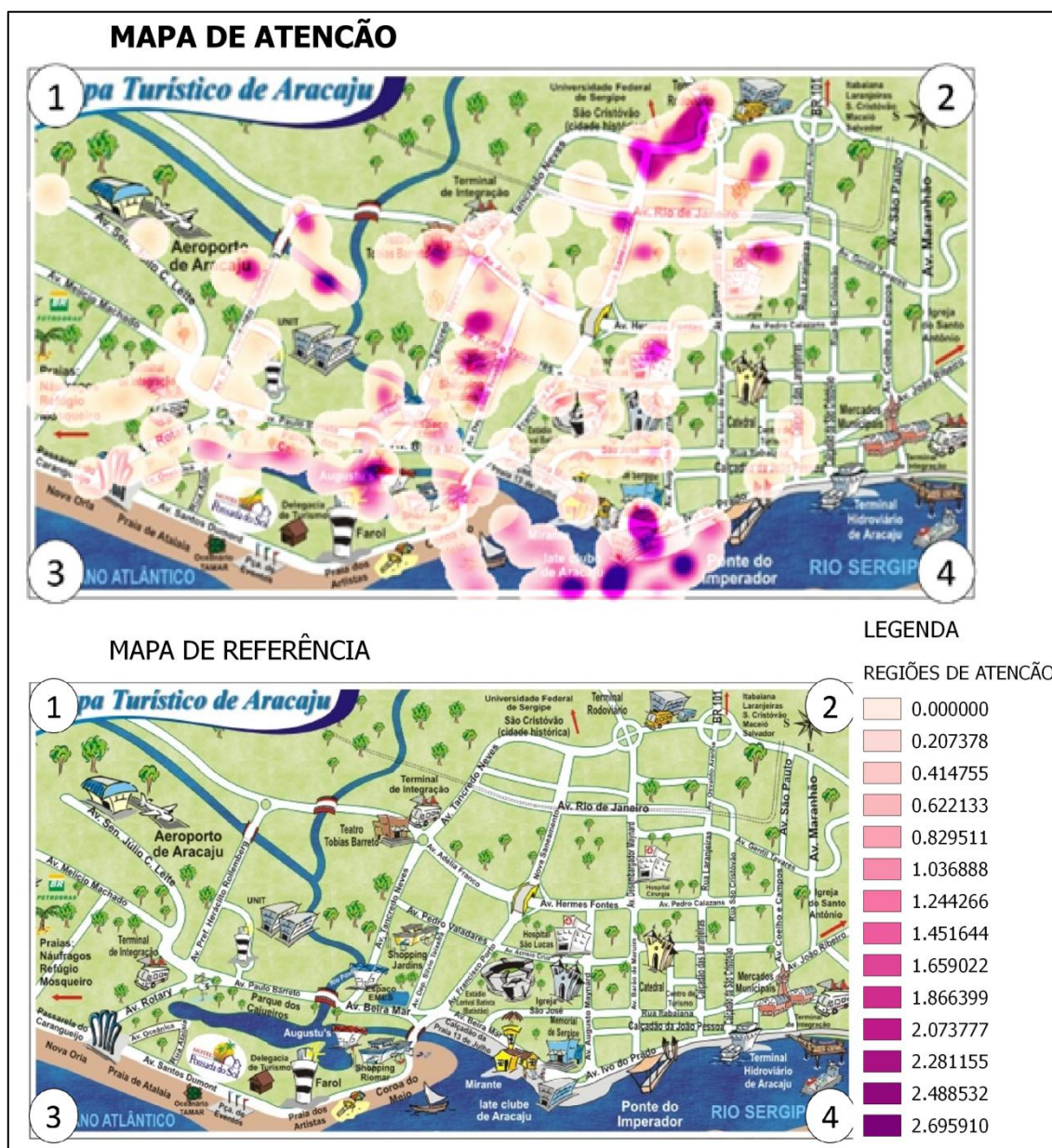


Figura 16: Exemplo de Mapa de Atenção.

Outra análise gráfica, se deu por meio dos mapas de trajetos, os pontos de rastreamento foram implementados em Excel e Bloco de Notas, o formato dos arquivos de dados pontuais foram transformados em lineares, gerando para cada mapa uma linha entre os pontos, essa linha representa o movimento dos olhos desde o primeiro ao último ponto fixado, ligando-os por ordem de detecção. A exemplo da Figura 17.

A análise da precisão do método foi definida correlacionando os pontos de controle rastreado por voluntário, com o seu desvio padrão. Para cada voluntário foram obtidos quatro conjuntos de pontos válidos. Já a acurácia do método foi definida em função dos pontos de controle em relação com o valor verdadeiro (coordenadas do ponto homólogo no mapa), ou seja, o ponto de controle correspondente no mapa.

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados foram obtidos através da análise dos pontos rastreados projetados no *display*, o tempo de rastreamento, o trajeto percorrido pelo olhar do voluntário, mapas de atenção, análise de gráficos e tabelas.

5.1 Análise dos Mapas de Atenção

Os mapas de atenção foram desenvolvidos no *software* QGIS, tendo os pontos de fixação como elemento gerador de concentrações de atenção, e o mapa que foi utilizado como base. O objetivo de identificar as regiões do mapa que chamaram mais a atenção do indivíduo foi cumprido de forma satisfatória, tendo em vista que essas regiões podem ser identificadas no mapa de atenção.

5.1.1 Mapa 01 – Coimbra / Portugal

Esse mapa teve uma média de tempo de análise por voluntário de 57 segundos. Sua concentração de pontos localizou-se no quadrante inferior esquerdo, onde está localizado o Rio Mondengo, a Ponte de Santa Clara e o Parque Manuel Braga. Esta foi a parte do mapa que chamou mais a atenção de todos os voluntários.

Essa região do mapa é a única que não está carregada de elementos textuais, e destoa do padrão monocromático apresentando contraste acentuado, vale salientar que as tarefas que foram executadas sobre o mapa não tinham relação direta com essa região, portanto o movimento de fixação nesta região aconteceu de maneira espontânea. Assim também como o ponto entre a Av. Sá

da Bandeira e o Teatro Avenida, localizado no canto do quadrante superior direito do mapa, região que também apresenta contraste.

Outra região que chamou atenção foi no quadrante superior esquerdo, onde está localizada a estação Coimbra A, uma das tarefas foi utilizar esse ponto como referencia de passagem obrigatória, mostrando assim que regiões de análise também geraram pontos de atenção, conforme Figura 19.

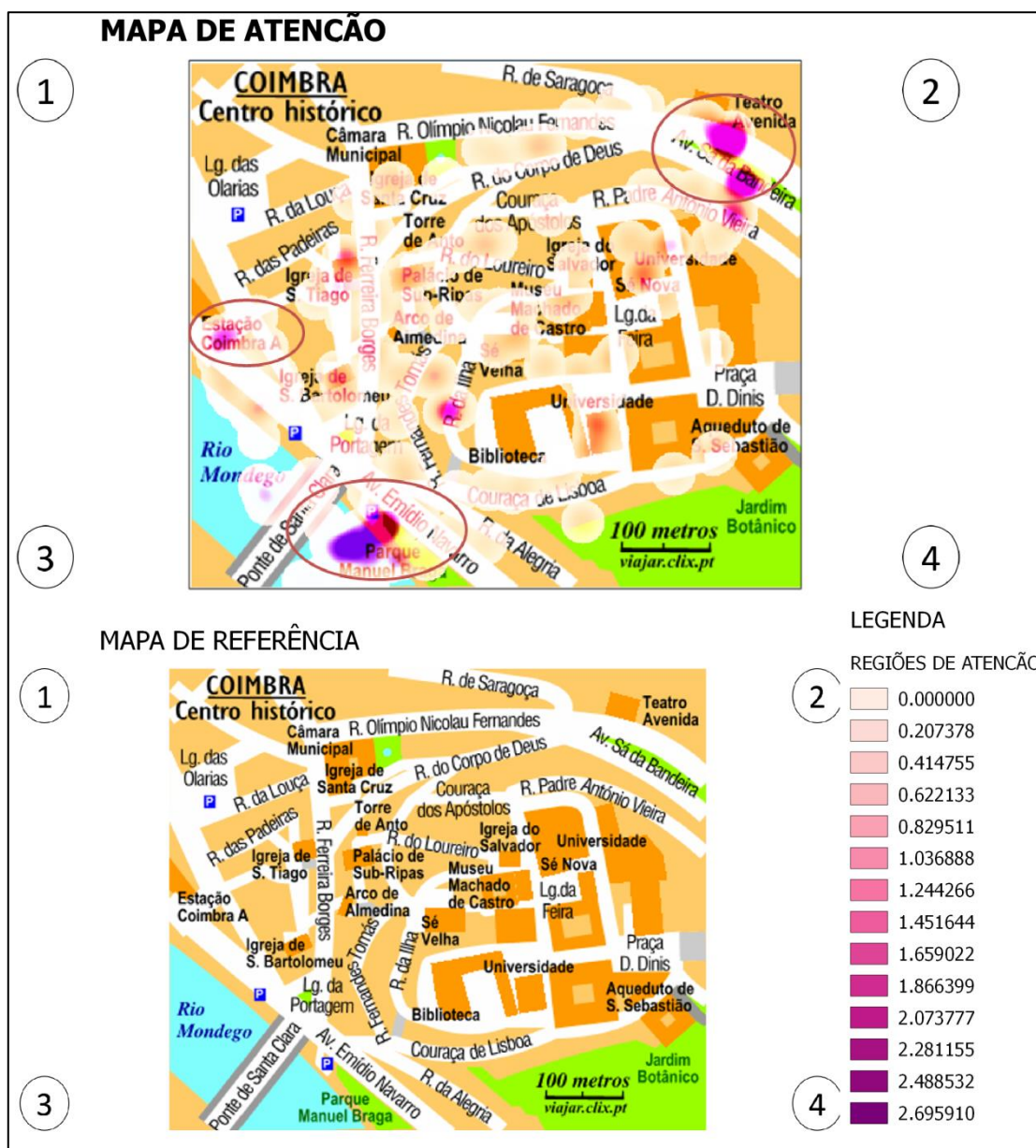


Figura 19: Análise do Mapa de Atenção.

Os voluntários (6, 15 e 16) levaram mais tempo analisando o mapa tiveram pontos de atenção mais dispersos no mapa, mostrando uma relação diretamente proporcional, entre a concentração dos pontos de atenção e o tempo de rastreio, no entanto os pontos de alta concentração de visualização continuam se repetindo, conforme Figura 20.

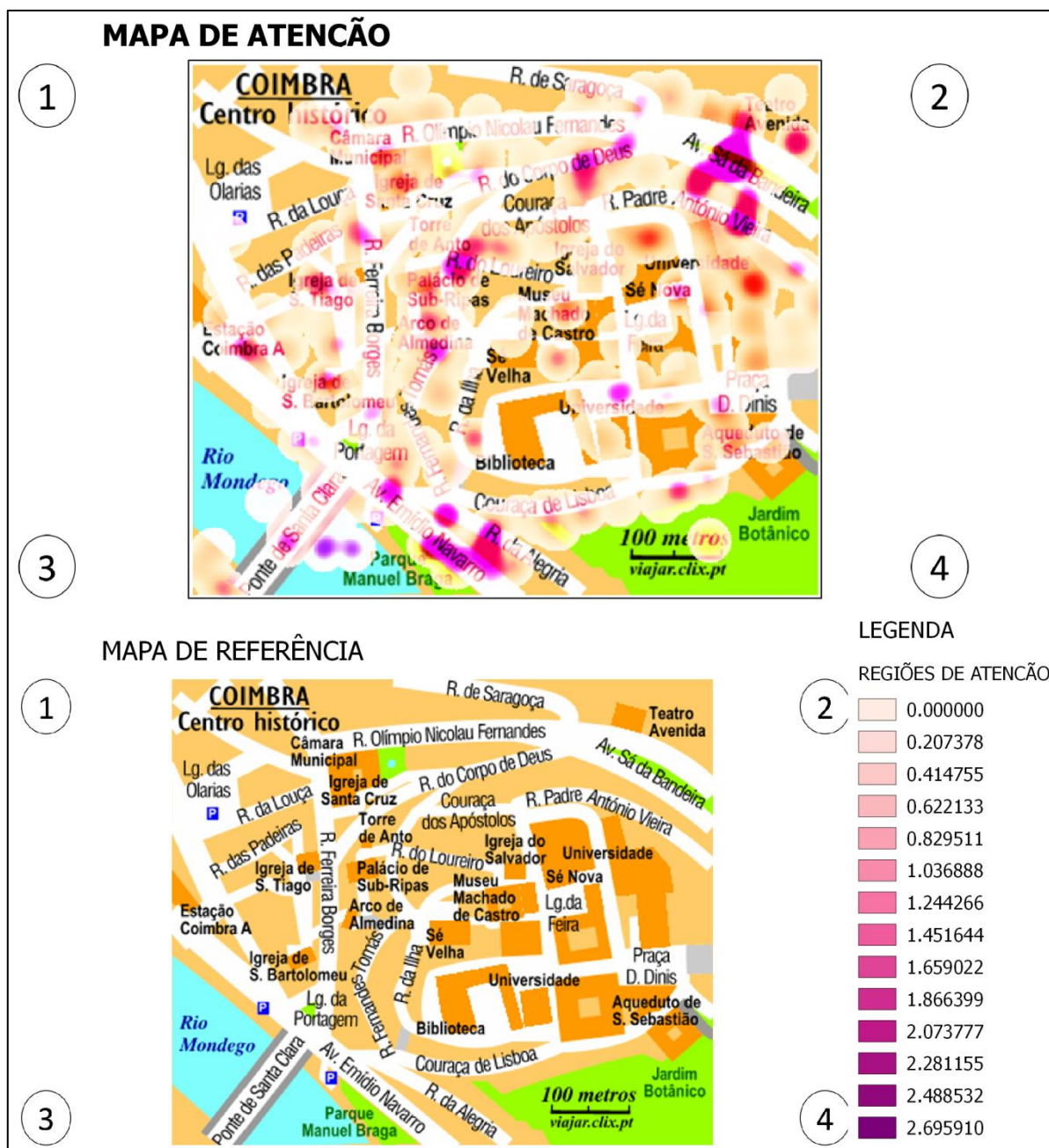


Figura 20: Densidade de Regiões de Atenção-Mapa 1.

5.1.2 Mapa 2 – Aracaju / Sergipe

O mapa 2, obteve um tempo de rastreamento médio de 100 segundos, dentre os mapas este foi o que teve o maior tempo de cumprimento das tarefas, fator que não interferiu na análise, esse mapa é caracterizado pela sua riqueza em símbolos pictóricos, embora alguns símbolos confundam a identificação das feições, por conta da sua similaridade. Foi detectado na simbologia das pontes, fator que levou três voluntários a não conseguirem realizar as tarefas deste mapa e excederem o tempo máximo de identificação de três minutos.

A atenção foi concentrada nas regiões das tarefas pré-determinadas pelo avaliador, ponte do imperador e terminal rodoviário, com uma passagem obrigatória pelo viaduto, embora com uma distribuição de pontos de atenção em todo mapa, uma vez que o tempo de análise foi superior aos outros mapas. Essas regiões estão destacadas na Figura 21.

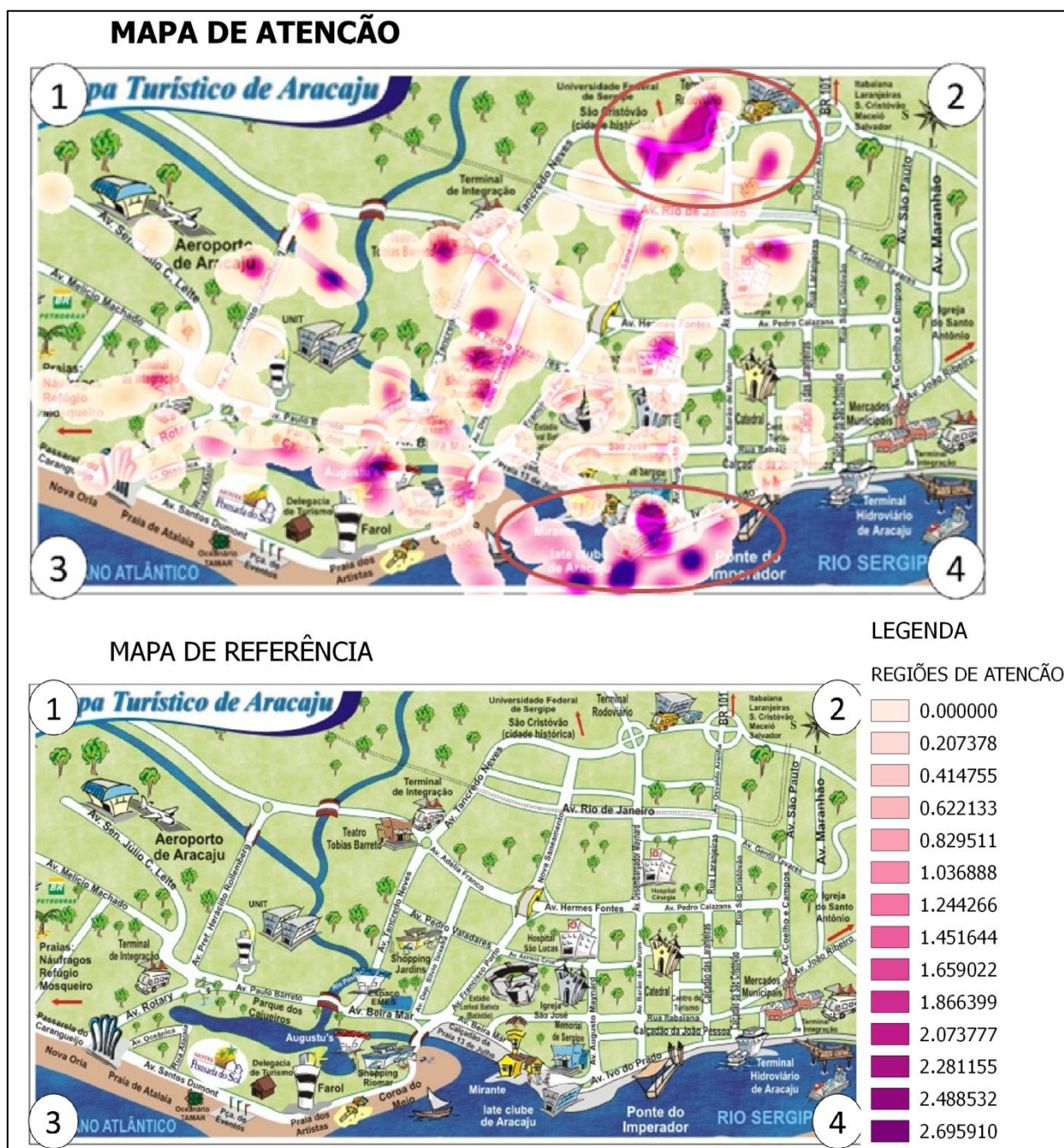


Figura 21: Área de Atenção-Mapa 2.

Os mapas de atenção gerados a partir da análise do rastreamento no mapa dois teve uma análise complexa devido a grande concentração de pontos mostrando uma uniformidade nos resultados. Para análise deste mapa é necessário uma quantidade de observações devido a sua riqueza de detalhes. A Figura 22 apresenta essa uniformidade.

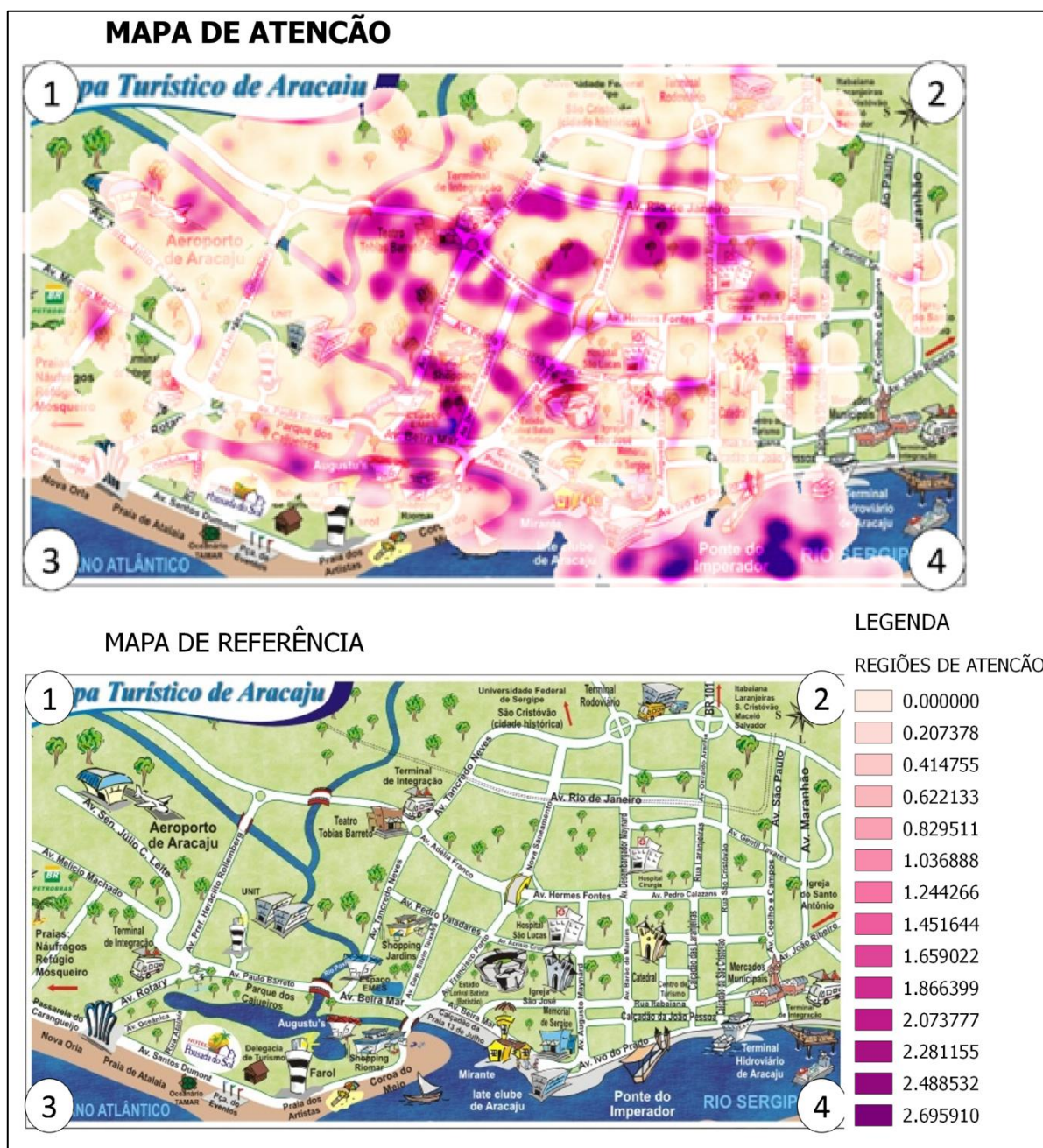


Figura 22: Alta Densidade-Mapa 2.

5.1.3 Mapa 3 – Recife / Pernambuco

O mapa três (Figura 23) foi o último a ser rastreado pelo voluntário, por consequência foi o mapa que mais sofreu interferências no resultado, devido aos erros embutidos no sistema pelo movimento da cabeça do voluntário e pelas demais interferências no rastreo, ocasionando o deslocamento dos pontos

rastreados. Mesmo com todas essas interferências foi possível identificar o uso contínuo da legenda, para identificar as feições e executar as tarefas.

Esse resultado já esperado uma vez que não é possível identificar as feições sem recorrer à legenda. Os pontos de alta concentração de atenção no mapa se deram nas regiões de contraste. Outro ponto de alta concentração foi a região da rua das calçadas e o Mercado São José, as tarefas foram direcionadas a essa região.

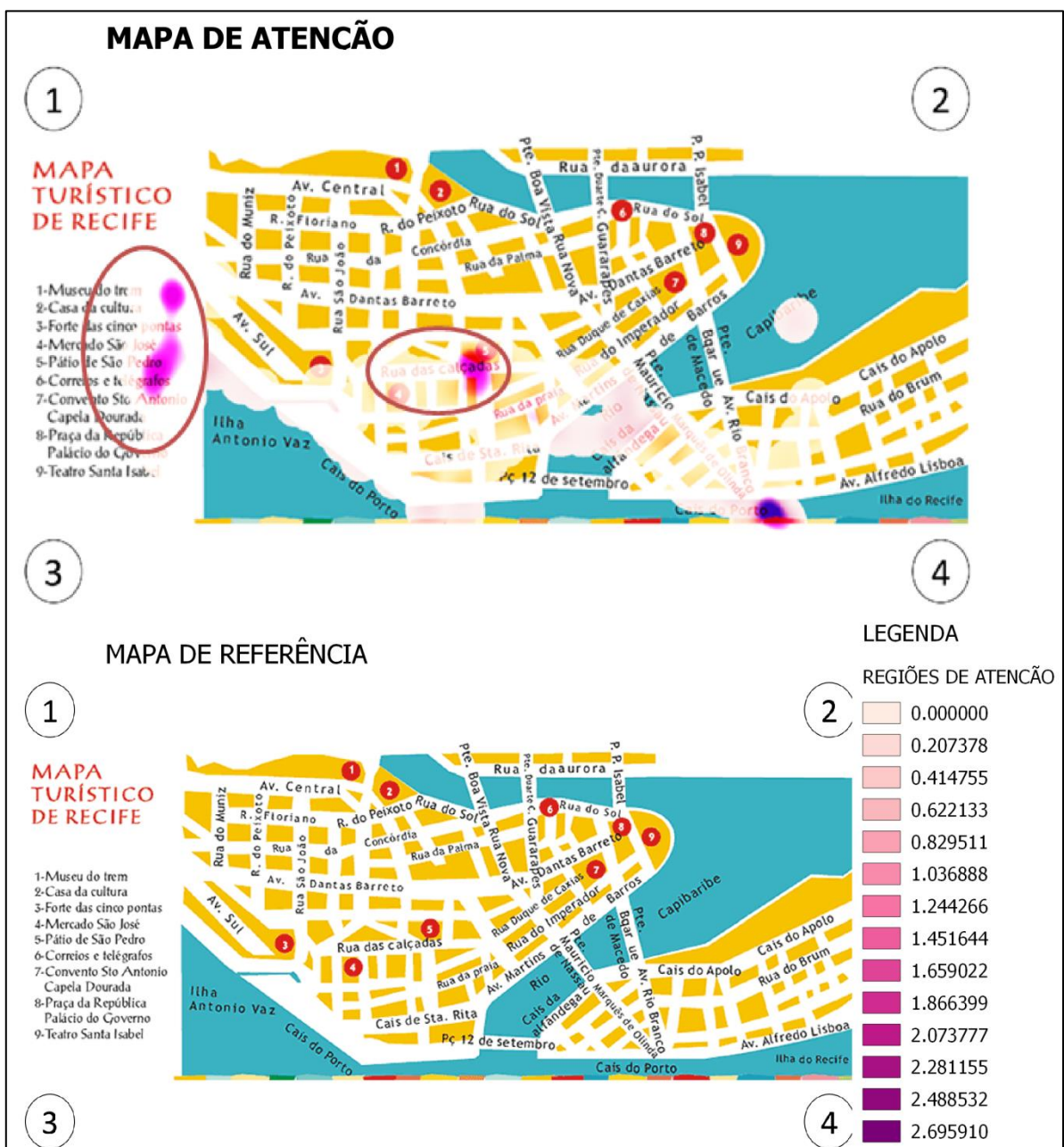


Figura 23: Área de Atenção-Mapa 3.

Os mapas de atenção gerados a partir da análise do rastreamento no mapa três teve uma análise complexa (Figura 24) devido a ser o último mapa analisado, sofrendo as influências do movimento da cabeça do voluntário durante o rastreamento. Para redução dessas influências é necessário que cada mapa seja analisado separadamente.

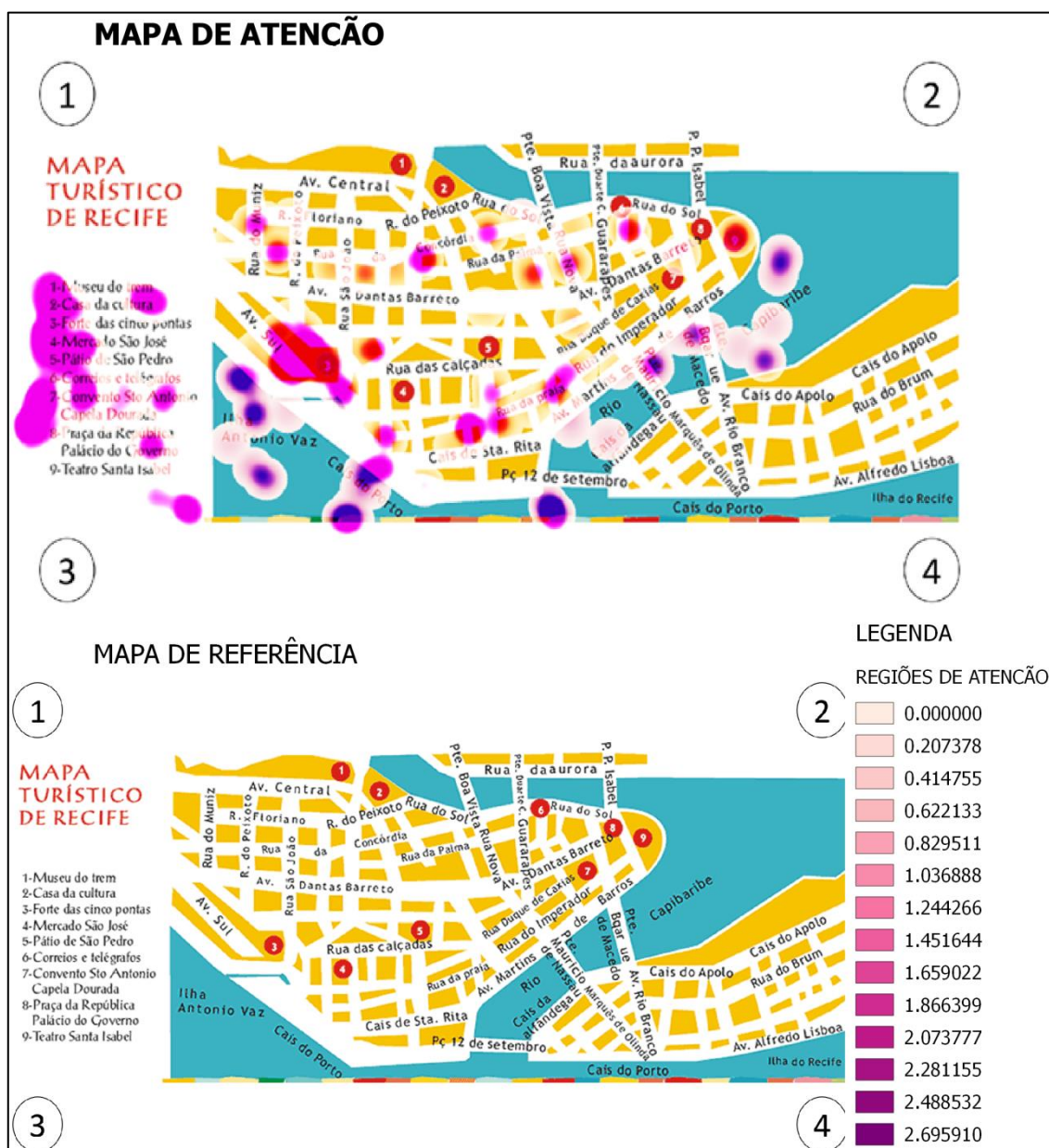


Figura 24: Alta Densidade-Mapa 3

5.2 Análise do Trajeto

O trajeto do olhar mostra a dinâmica de leitura do mapa executada pelo voluntário. O trajeto revela regiões observadas sucessivamente e tentativas de relacionamentos de feições do mapa. Esses comportamentos podem revelar lógica do raciocínio do voluntário ao tentar resolver a tarefa proposta. Um trajeto total mais longo numa tarefa pode indicar dificuldade do voluntário para execução da mesma.

Segue abaixo a Tabela 1 e o gráfico comparativo dos rastreios por voluntário para cada mapa (Figura 25).

EXTENSÃO DO TRAJETO DO RASTREIO / mm			
VOLUNTÁRIO	MAPA 1	MAPA 2	MAPA 3
1	50303,74	31152,85	24301,75
2	46950,07	46248,77	24523,12
3	34491,52	55587,67	18073,09
4	27081,01	54357,15	19828,91
5	20099,02	18800,61	10359,11
6	46876,54	NÃO REALIZOU	24862,84
7	14865,21	59436,56	17636,65
8	13627,25	25056,77	23123,26
9	28840,52	40966,14	28609,87
10	35329,25	95854,08	22763,79
11	41926,61	NÃO REALIZOU	31136,88
12	44908,61	30775,81	21937,65
13	26739,34	21293,35	20940,02
14	34079,14	NÃO REALIZOU	31231,44
15	44903,51		
16	48296,61		

Tabela 1: Extensão do Trajeto do Rastreo.

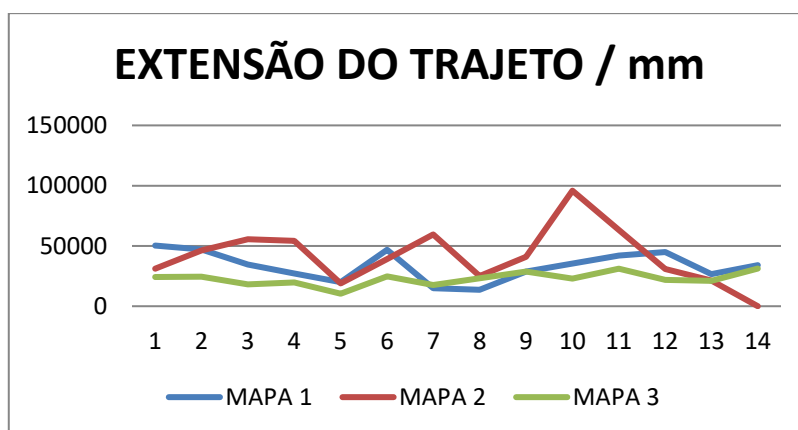


Figura 25: Gráfico de Extensão do Trajeto.

5.2.1 Mapa 1 – Coimbra / Portugal

No mapa 01 a região de alta concentração de pontos localizada no quadrante inferior esquerdo foi fixada em intervalos diferentes durante o rastreio, já a região da estação Coimbra teve grande densidade porém não sofreu revisitas, assim como a região do Teatro Avenida. A leitura do voluntário nesse tipo de mapa tende a acompanhar o traçado das vias. Conforme Figura 26.

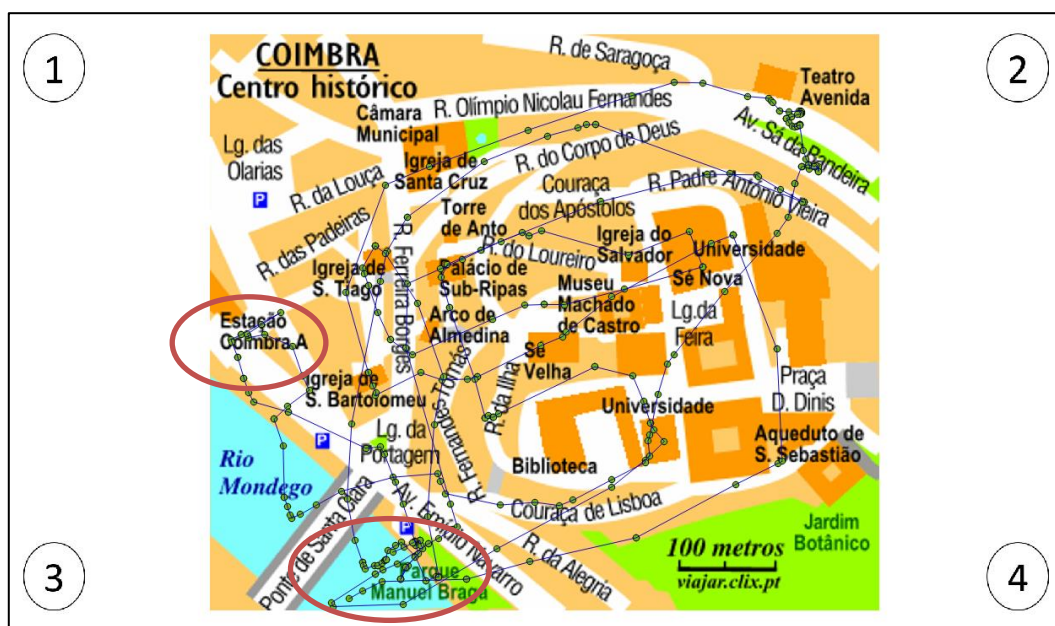


Figura 26: Análise do Trajeto-Mapa 01.

5.2.2 Mapa 2 – Aracaju / Sergipe

No mapa 02, identificamos duas regiões onde foram executadas as tarefas pelos voluntários, com alta concentração de pontos, a região inferior que possuem um número maior de símbolos pictóricos, foram revistas pelos voluntários em diferentes intervalos de tempo durante o rastreio, já a região superior teve um número menor de revisita. A proximidade dos símbolos pictóricos chamou a atenção dos voluntários. Conforme Figura 27.

No mapa 2 não foi possível detectar um padrão de visualização, pois diferente do mapa anterior o traçado do olhar não tendeu a acompanhar o traçado da via, esse fator pode estar relacionado a proporção do tamanho das

vias em relação as outras simbologias do mapa, pois neste mapa 02 as vias são estreitas.

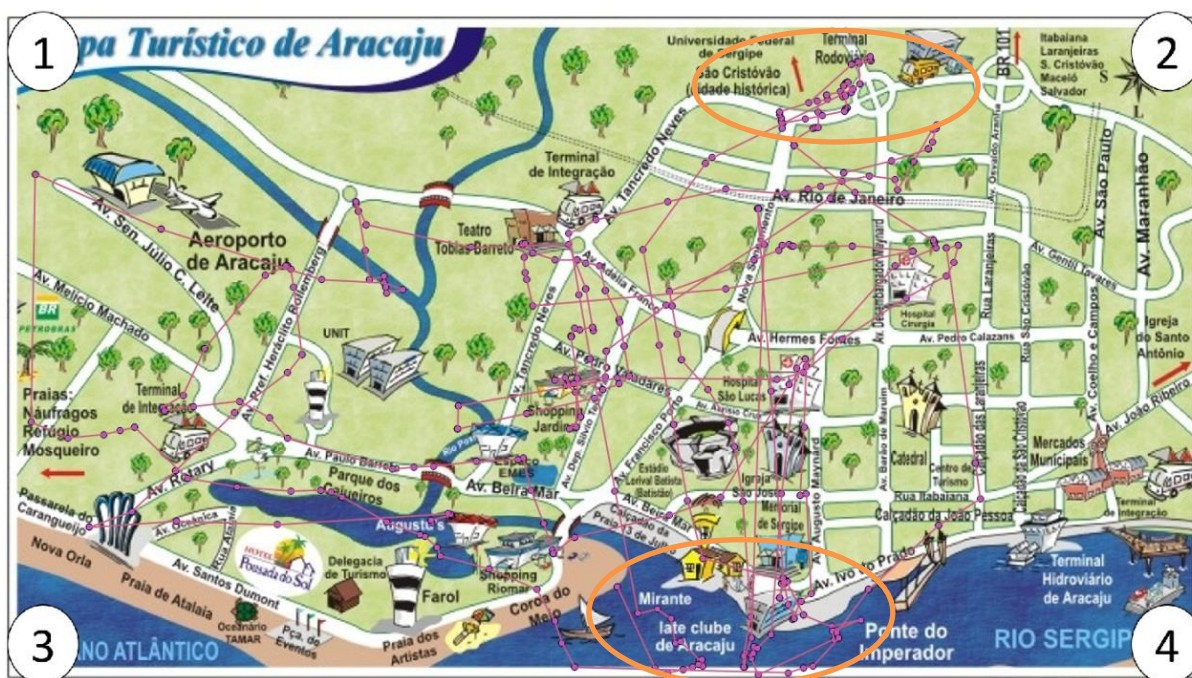


Figura 27: Análise do Trajeto-Mapa 02.

5.2.3 Mapa 3 – Recife / Pernambuco

Este mapa está caracterizado pela constante necessidade de acesso a legenda, pela análise do rastreo dos voluntários constata-se, que a legenda foi utilizada em diferentes momentos do rastreo. Para realizar a leitura do mapa foi detectado que o usuário utilizou as vias como base de leitura. Segue abaixo Figura 28.

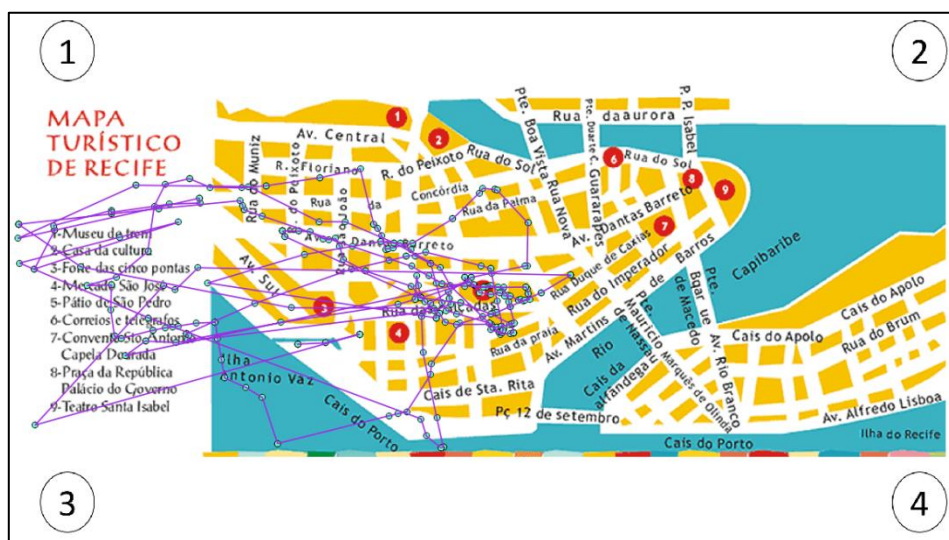


Figura 28: Análise do Trajeto-Mapa 03

5.3 Análise do Tempo de Rastreo

O tempo de rastreo está diretamente ligado a quantidade de pontos rastreados sobre o *display*, podendo dificultar algumas análises, uma vez que o usuário passa a percorrer sucessivamente variadas regiões do mapa, segue abaixo a Tabela 2 com o tempo de rastreo.

TABELA DE TEMPO / SEGUNDOS			
VOLUNTÁRIO	MAPA 1	MAPA 2	MAPA 3
1	67	52	82
2	65	90	32
3	64	122	41
4	57	91	23
5	49	114	32
6	92	NÃO REALIZOU	57
7	49	287	79
8	35	71	41
9	41	72	41
10	41	118	26
11	51	NÃO REALIZOU	39
12	50	46	64
13	42	38	49
14	44	NÃO REALIZOU	48
15	68		
16	89		
MÉDIA	57	100	47

Tabela 2: Tempo de Rastreo.

A média de tempo do rastreo do mapa 01 e do mapa 03 teve uma variação de 10 segundos, já o mapa 02 obteve uma média de tempo superior. Nas Figuras 29 e 30 abaixo verifica-se o comportamento disperso do mapa 02 e o comportamento similar entre o mapa 01 e o mapa 03.

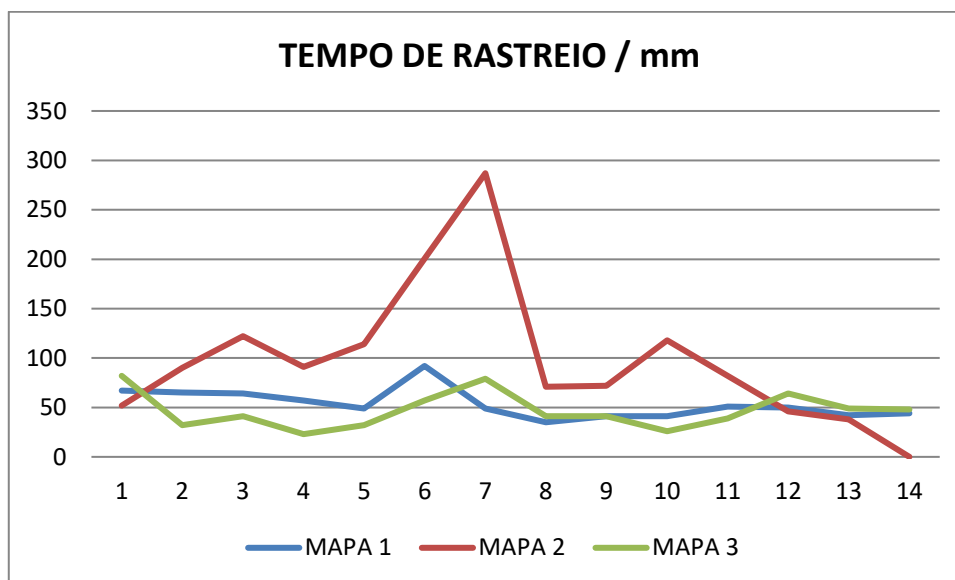


Figura 29: Gráfico do Tempo de Rastreo.

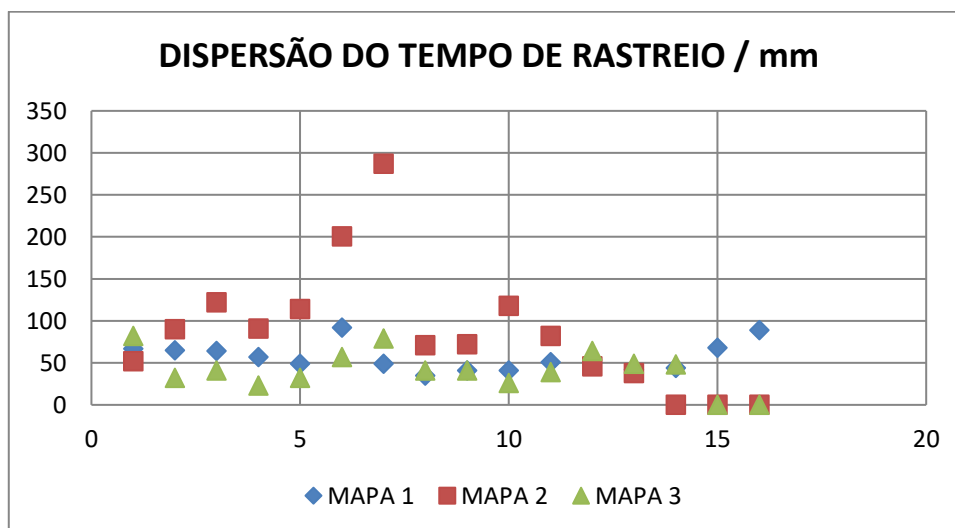


Figura 30: Gráfico de Dispersão do Tempo de Rastreo

5.4 Análise das Fixações do Rastreio

As fixações são os dados do rastreio ocular gerado a partir da identificação da pupila no momento do rastreio, esses dados são a base para análise dos mapas, neste experimento a quantidade de fixações por segundo variou de 8 (oito) 13 (treze) pontos por segundo. Após a eliminação dos *outliers*, podemos identificar o comportamento das amostras por meio de um gráfico *Boxplot*. Conforme Figura 31.

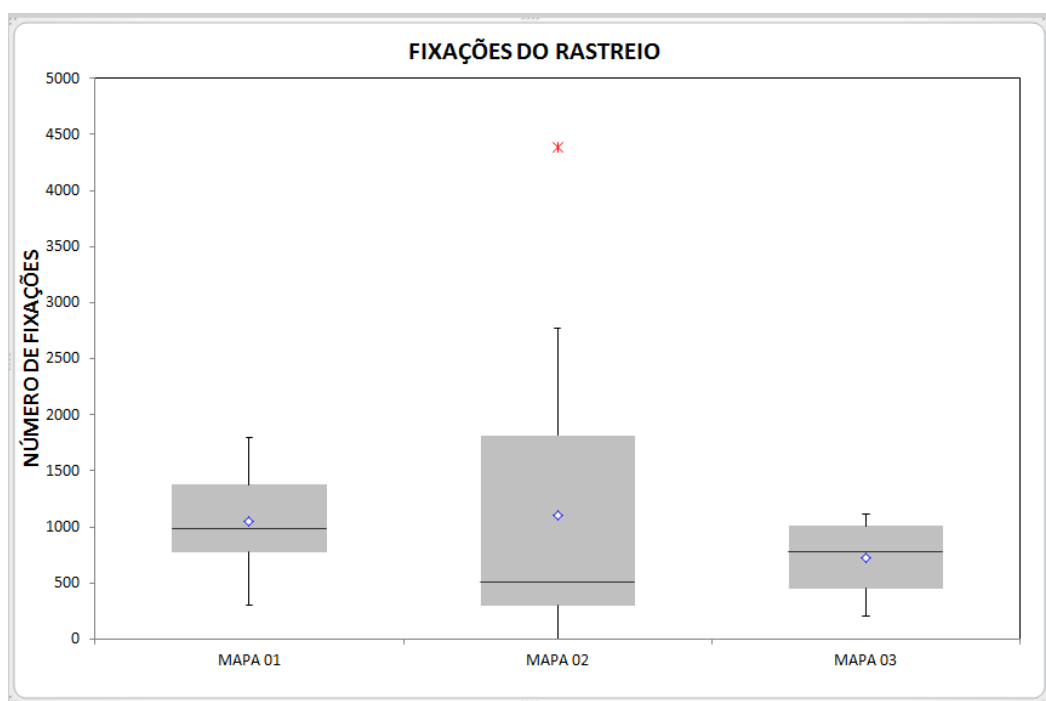


Figura 31: Gráfico *Boxplot* de Fixações do Rastreio

Analisando o gráfico das quantidades das fixações em *boxplot*, podemos identificar um ponto de *outliers* no mapa 02 e neste mesmo mapa a mediana se afasta da media dos pontos, mostrando uma discrepância entre os valores das amostras.

Os dados do mapa 01 e 03 possuem uma distribuição simétrica, o mapa 01 possui uma leve tendência para parte negativa, o mapa 03 possui uma leve tendência para parte positiva da simetria, o mapa 02 além de ser o mais disperso,

sua distribuição é assimétrica negativamente, pois sua mediana se aproxima do primeiro quartil.

5.5 Influência da Experiência Cartográfica

As análises dos mapas temáticos através do rastreamento ocular foi realizada em 16 voluntários, sendo oito com experiência cartográfica e oito sem experiência cartográfica. Três voluntários não conseguiram realizar as tarefas do mapa 02, pois excederam o tempo máximo de três minutos, esses voluntários possuíam experiência cartográfica. A média geral do tempo de rastreio dos pontos foi de 166 segundos, o voluntário que teve um tempo muito superior a média também possuía experiência cartográfica, isso pode estar relacionado a busca de elementos cartográficos no auxílio do cumprimento das tarefas. Segue abaixo a Figura 32 com análise do Gráfico *Boxplot* da experiência cartográfica.

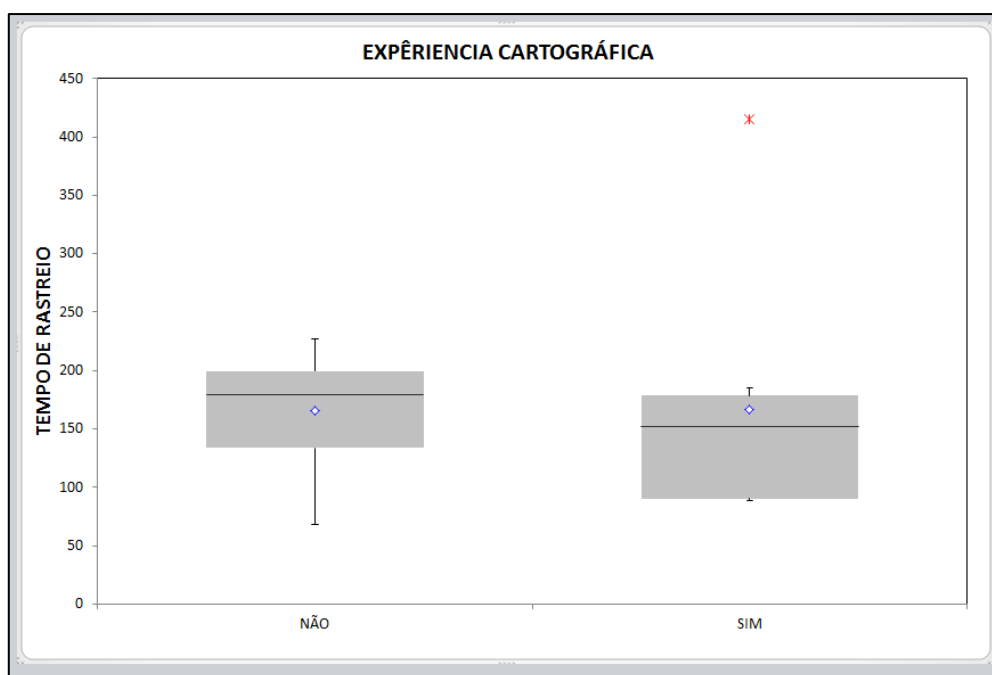


Figura 32: Gráfico *Boxplot* Experiência Cartográfica do Voluntário.

A análise temporal dos voluntários com experiência cartográfica mostra uma homogeneidade nos dados, embora uma das amostras seja discrepante, devido ao tempo de análise elevado. Todos os dados se comportaram de forma

assimétrica positivamente, ou seja, seus dados tendendo ao terceiro quartil, a análise da cauda (valores inferior e superior ao retângulo), mostra que os valores fora dos 50%, voluntários sem experiência obtiveram dados consideráveis nessa região esses pontos são chamados “*outside*” e devem ser investigados como possíveis *outleirs*.

5.6 Acurácia e Precisão do Método

As acurácia e precisão do método foram calculadas através das análises dos pontos de controle e pontos de referência (valor verdadeiro), o valor verdadeiro é o ponto indicado no mapa e os pontos de controle são os rastreados pelos voluntários. Os quatro pontos do mapa foram fixado durante o rastreio da seguinte maneira: após a calibração do sistema o voluntário foi orientado a visualizar quatro pontos, p1, p2, p3 e p4 sucessivamente, cada ponto foi rastreado individualmente, gerando uma nuvem de pontos rastreados para cada ponto de referência. A Figura 33 apresenta os pontos rastreados correlacionados ao seu homólogo no mapa e a Figura 34 mostra o detalhe de um dos conjuntos de pontos de controle correlacionado ao seu valor verdadeiro.



Figura 33: Exemplo dos Pontos de controle no Mapa 01

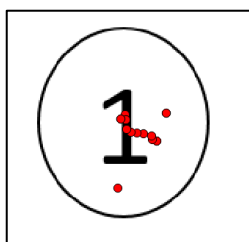


Figura 34: Detalhe dos Pontos de Controle.

A precisão do método foi baseada no cálculo da média do desvio padrão de cada conjunto de nuvem dos pontos de controle. O cálculo dos desvios foi executado em planilha eletrônica, tanto o cálculo do desvio padrão das coordenadas X e o cálculo do desvio padrão das coordenadas Y, como se trata de uma variável dependente. O cálculo da precisão final de cada ponto foi baseado na raiz do somatório do quadrado dos desvios de X e Y, conforme Tabela 3.

TABELA DE PRECISÃO E ACURÁCIA DO MÉTODO DE RASTREIO					
DESVIOS PADRÕES P1			DESVIOS PADRÕES P2		
ID	COORD. X(mm)	COORD.Y(mm)	ID	COORD. X(mm)	COORD.Y(mm)
PTC_01	73,8	-81,1	PTC_02	1948,1	-65,2
1	74,2	-78,6	1	1956,6	-66,9
2	77,2	-80,8	2	1956,7	-71,1
3	80,9	-81,1	3	1941,1	-59,1
4	85,6	-81,3	4	1949,9	-53,8
5	73,6	-71,9	5	1942,5	-73,7
6	69,9	-71,4	6	1956,1	-54,1
7	73,1	-68,5	7	1950,2	-52,7
DESVIO	4,9	5,0	DESVIO	6,1	8,2
MÉDIA	76,0	-76,8	MÉDIA	1950,2	-62,1
DESVIO ABS.		7,1	DESVIO ABS.		10,2
MÉDIA		108,1	MÉDIA		1951,1
ACURÁCIA		4,8	ACURÁCIA		3,7
DESVIOS PADRÕES P3			DESVIOS PADRÕES P4		
ID	COORD. X(mm)	COORD.Y(mm)	ID	COORD. X(mm)	COORD.Y(mm)
PTC_01	60,8	-1074,6	PTC_02	1964,9	-1073,1
1	56,1	-1076,7	1	1974,7	-1075,8
2	55,3	-1077,4	2	1977,5	-1079,8
3	51,9	-1076,7	3	1980,1	-1079,5
4	52,7	-1078,2	4	1973,6	-1070,8
5	53,2	-1079,2	5	1973,1	-1067,4
6	51,5	-1072,9	6	1975,5	-1065,4

ID	COORD. X(mm)	COORD.Y(mm)	ID	COORD. X(mm)	COORD.Y(mm)
7	50,1	-1072,5	7	1975,1	-1063,2
DESVIO	2,0	2,4	DESVIO	2,2	6,3
MÉDIA	54,0	-1076,0	MÉDIA	1974,3	-1071,9
DESVIO ABS.		3,1	DESVIO ABS.		6,7
MÉDIA		1077,4	MÉDIA		2246,5
ACURÁCIA		7,0	ACURÁCIA		9,5
CONFIABILIDADE DO MÉTODO(mm)					
PRECISÃO / DESVIO		6,7			
ACURÁCIA		6,3	MÉDIA DIST.	1345,8(mm)	

Tabela 3: Tabela de Precisão e Acurácia do Método de Rastreo

O valor da precisão da análise dos mapas turísticos baseado no rastreamento ocular apresentou a precisão de $1345,8 \pm 6,7$ mm. A acurácia foi calculada tendo como parâmetro a distância euclidiana da media dos pontos rastreados e o ponto de controle do mapa, apresentando 6,3mm. O método apresentou uma acurácia superior a precisão em 0,4mm.

6 CRONOGRAMA EXECUTADO

Atividades	TCC1 e TCC2 (8 meses)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Escolha do tema e Levantamento Bibliográfico	■	■	■					
Disciplinas					■	■	■	■
Elaboração do Projeto			■	■				
Defesa do Projeto de TCC 1				■				
Coleta de Dados					■			
Processamento dos Dados						■		
Análise dos Dados						■	■	
Redação do Trabalho				■	■	■	■	

Atividades	TCC1 e TCC2 (8 meses)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Defesa do TCC								
Ajustes Necessários Após Defesa								
Entrega								

Tabela 4: Cronograma de Execução.

7 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

7.1 Conclusão

A avaliação quantitativamente dos mapas turísticos, por meio da medição cognitiva via rastreamento ocular, se mostra como uma ferramenta importante para contribuir com as análises para o aperfeiçoamento de mapas temáticos, vários cuidados devem ser tomados na implementação e aperfeiçoamento do método de rastreio.

A técnica se mostrou muito sensível ao movimento da cabeça do voluntário. Só foi possível correlacionar os dados projetados sobre o display com os mapas temáticos, após a implementação de um suporte para restringir os movimentos da cabeça do voluntário, pois como se trata de uma metodologia experimental e de baixo custo, o sistema não possui dispositivos com sensibilidade para detectar e corrigir esses movimentos.

Vários fatores que impossibilitam a aplicação do método foram identificados durante os rastreios: excesso de luminosidade incidindo diretamente no olho do voluntário, utilização de óculos durante o rastreio, voluntário com hipermetropia, utilização de colírio antes do rastreio, movimentos bruscos da cabeça, desfocalização da câmera da cena, dispersão e falta de atenção do voluntário.

Os dados de rastreio possibilitaram a confecção de mapas de atenção, identificando quais regiões do mapa chamaram atenção do voluntário, para

detectar essas regiões foi necessário comparar os mapas de vários voluntários com a finalidade de identificar similaridades entre a avaliação de um mapa, observados por voluntários diferentes.

Os mapas de trajetos possibilitaram a identificação de regiões e ou feições que foram fixados em diferentes intervalos de rastreio, ou mesmo região de alta fixação fixadas em apenas um intervalo de tempo, como as feições determinadas na execução das tarefas. O rastreio possibilitam a identificação do movimento que o olhar do voluntário percorre durante o rastreio, proporcionando dados para outros tipos de análise.

Foi possível determinar a precisão e a acurácia do método utilizando os pontos de controle como referencia. Embora o método tenha sido mais acurado que preciso a diferença entre esses dados foi de apenas 0,4mm, podendo assim afirma que o método é preciso e acurado para atividade proposta, com o aperfeiçoamento da técnica esses fatores tendem a gerar menores resíduos, aumentar a precisão e a acurácia.

Para cada candidato foram utilizados três mapas, no entanto a calibração e o rastreio dos pontos de controle foram realizados uma única vez por candidato. A perda de qualidade dos pontos de rastreio foi detectada entre os mapas, a qualidade foi decaindo na ordem de análise. O mapa 01 foi analisado por todos os candidatos e o terceiro teve uma menor quantidade de análise, o primeiro mapa sofreu menos influência dos movimentos da cabeça.

Os resultados gerados nos permitiram identificar pontos no mapa que auxiliaram ou que prejudicaram a leitura interpretativa, possibilitando um auxílio na confecção e análise de mapas por meio dos dados de registros óticos do rastreamento ocular. O trabalho proposto permite realizar uma análise cartográfica do mapa, e a avaliação de sua eficiência na comunicação proposta.

Com a aplicação da técnica foram identificados regiões do mapa que não estavam relacionadas com as tarefas propostas, no entanto chamaram mais a atenção do voluntário. Regiões detectadas como de contraste podem ser modificadas se for detectado que a informação nela contida não é de importância para o deslocamento autoguiado no mapa, prejudicando a leitura interpretativa do mapa.

O método do rastreamento ocular para mapas temáticos se mostrou eficiente e exequível, embora ainda esteja em fase experimental ele pode ser utilizado para detectar quantitativamente os fatores que auxiliam na confecção e análise de mapas. Através de métodos estatísticos é possível identificar dados de usuários que devem ser descartados.

Os mapas analisados embora não tenham sido elaborados com elementos cartográficos fundamentais, se mostraram eficientes se for considerado que sua leitura será executada por leigos cartográficos. No entanto levando em consideração o público com experiência cartográfica esses mapas se mostraram deficientes, principalmente o mapa 02, que teve um tempo superior de análise, e três candidatos não conseguiram executar a tarefa, pois excederam o tempo máximo para sua execução.

A hipótese de que os candidatos com experiência cartográfica teriam um desempenho superior aos dos candidatos sem experiência foi negada, uma vez que eles apresentaram maiores dificuldades na execução das tarefas, tanto na identificação dos pontos e no tempo superior de análise. Os candidatos com experiência cartográfica foram os que não conseguiram executar as tarefas do mapa 02, isso pode estar relacionado a busca de elementos cartográficos no auxílio no cumprimento das tarefas.

7.2 Recomendações para Trabalhos Futuros

- Devido ao movimento da cabeça do voluntário influenciar nos resultados do rastreio, recomenda-se a implementação de um sensor de movimento ao sistema.
- A calibração de cada mapa deve ser feita separadamente, portanto para cada mapa deve ser gerado um conjunto de pontos de controle.
- A elaboração de uma ferramenta de análise qualitativa.
- Elaboração de um padrão quantitativo para classificação de mapas temáticos através da análise de dados de rastreio.

8 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, regina Araujo de(Coord). Et al.. **Geografia e Cartografia para Turismo**. – ed. Rev. E ampl.—São Paulo: IPSIS, 2007.

ARCHELA, Rosely Sampaio; THÉRY, Hervé. **Orientação Metodológica para Construção e Leitura de Mapas Temáticos**. Confins [Online], 3. 2008, posto online em 23 junho 2008. Disponível em <<http://confins.revues.org/index3483.html>> Acesso em 14/05/2016.

BARCELOS, Thiago Schumacher. **Interfaces Prestativas Baseadas em Visão Computacional e Informação de Contexto**. Exame de qualificação (Mestrado em Ciências da Computação) - Instituto de Matemática e Estatística da Universidade de São Paulo, 2004.

CASTRO, Frederico do Valle Ferreira de. **Cartografia Temática**. Instituto de Geociências/IGC, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo horizonte, 2004.

CATALÃO, João. **Projeções Cartográficas**. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Departamento de Engenharia Geográfica, Geofísica e Energia. Lisboa 2010.

COUTINHO, Flavio Luiz. **Um sistema de rastreamento do olhar tolerante a movimentação da face**. São Paulo, 2006. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Instituto de Matemática e Estatística, Universidade de São Paulo, 2006.

FERNANDES, Ivanise P. C. **Mapa turístico da região central do município de Ouro Preto**. IGC – UFMG, Especialização em Geoprocessamento, 2001.

FIORI, S. R.; **Cartografia e as dimensões do lazer e turismo: o potencial dos tipos de representação cartográfica**. Revista Brasileira de Cartografia nº 62/03, 2010. Acessado em: <<http://www.lsie.unb.br/rbc/index.php?journ=rbc&page=article&op=view&path%5B%5D=252&path%5B%5D=240>> 14 de maio de 2016

GIANNOTTO, Eduardo Chimatir. **Uso de rastreamento do Olhar na Avaliação da Experiência do Tele-Usuário de aplicações de TV Interna**. São Paulo, 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2009.

Instituto de Retina. Anatomia do Olho. Disponível em 17/09/2016
<http://www.institutoderetina.com.br/home/anatomia/>

IVAMOTO, Henrique S. **Movimentos Oculares.** Santos, 2015. Artigo da Revista das Santas Casas – *Acta Medica Misericordice*, 2015. Disponível em:<
<http://www.actamedica.org.br/noticia.asp?codigo=443>> Acesso em: 7 de maio de 2016.

JESUS, Elaine G. V. Gomes De. **Cartografia Destinada ao Turismo Autoguiado Para o Centro Histórico de Salvador – Ba.** Monografia(Graduação em Geografia) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2013.

KLEIN, Ângela Inês; BULLA, Julieane Pohlmann. **Eye-Tracking e a Linguística: Aplicações e Interfaces.** Letrônica, Porto Alegre, v.3, n. 2, p.236, dez, 2010.

LOPES, Luiz Henrique Antunes; LOPES, Eleodoro Antunes. **Mapas Temáticos: Expressão Gráfica para Análise de Resultados de Pesquisas Envolvendo Espaço e Tempo.** Curitiba: Graphica, 2007.

LUBISCO, Nídia Maria L; VIEIRA, Sônia Chagas. **Manual de Estilo Acadêmico: Trabalho de conclusão de cursos, de dissertações e teses.** 5^o ed. – Salvador: EDUFBA, 2013. Disponível em <http://www.pei.ufba.br/novo/uploads/documentos/MANUAL_DE_ESTILO_ACADEMICO_2013.pdf> Acesso em 15/05/2016.

MAIA, Marcus. **Processos bottom-up e top-down no rastreamento ocular de imagens.** Juiz de Fora: Revista de estudos Linguísticos Veredas, Psicolinguística. 2/2008. Pg. 08 a 23.

MATSUNAGA, Célia. **Eyetracking: interação baseada nos olhos.** Programa de Pós- Graduação em Arte, Instituto de Artes, universidade de Brasília, [2007?].

MELCHIADES, Adriana Manso. **Parâmetros Oculares no Rastreamento Visual de Cenas com Conteúdo Emocional.** Brasília, DF. 2014. Dissertação (Mestrado em Ciências do Comportamento) - Departamento de Processos Psicológicos Básicos do Instituto de Psicologia, Universidade de Brasília, 2014.

MENEZES, Paulo M. L. de; FERNANDES, Manoel do C. **Cartografia Turística: Novos Conceitos e Antigas Concepções ou Antigos Conceitos e Novas**

Concepções. Revista Brasileira de Cartografia, n.60/01, 2008. Universidade Federal do Rio de Janeiro IGEO – Dep. Geografia, Laboratório de Cartografia (GeoCart).

MONTEIRO, Tatiane C. de Aguiar. **Avaliação de Mapa de Orientação ao Visitante do Campus de Seropédica da UFRRJ Através do Rastreamento** MOURA, Ana Clara, M; RIBEIRO, Rosemary, C; **Cartografia destinada ao Turismo Autoguiado.** Revista GISBRASIL. Curitiba, Paraná.1999. Disponível em <<http://geoproea.arq.ufmg.br/publicacoes/1999/cartografia-destinada-ao-turismo-autoguiado>>.

Ocular. Projeto Final (Conclusão do curso em Engenharia de Agrimensura) - Departamento de Engenharia, Instituto de Tecnologia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 2014.

MULER, Filipe Hilário; PIMENTA, Frederico Uemura; PASSOS, Rafael Galucci Pereira. **Sistema de Rastreamento do Olhar Baseado em Câmera.** Projeto de Formatura (Engenharia Elétrica) – Escola Politecnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais. São Paulo, 2008.

NISHIDA, Silvia M. **Sentido Da Visão.** Departamento de Fisiologia, IB Unesp - Botucatu. Apostila do Curso de Fisiologia, 2012. Botucatu, SP.

NOGUEIRA, Ruth. E; Oliveira, Kênya N.; RECH, Claudia M. C. B. **Orientações para elaborar um mapa temático turístico. Coordenadas Turismo e Gerenciamento,** Itajaí, 2005.

PENA, Rodolfo F. Alves. **Mapas temáticos.** Brasil Escola. Disponível em <<http://brasilecola.uol.com.br/geografia/mapas-tematicos.htm>>. Acesso em 12 de maio de 2016.

PEREIRA, Cristiana B. **Sistema Motor Ocular: Vias Supranucleares.** [S.L.: s.n.]. [SD]

PESSOA, Candido V. B. B; TOMANARI, Gerson Yukio. **Medidas de Controle de Estímulos: Fixações do olhar como respostas de observação naturais.** Revista Brasileira de Terapia Comportamental e Cognitiva, vol. 14 nº 3, pag 34-50, dez. 2012. Periódicos Eletrônicos em Psicologia. Disponível em:< http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S151755452012000300003> Acesso em: 7 de maio de 2016.

PINHO, Márcio Sarroglia. **Tecnologias de Rastreamento e Captura de Movimento**. Disciplina de Computação Gráfica II - Faculdade de Informática, PUCRS, [201-]

PORTELA, Filipe; GOMES, Rui. **Eye Tracking – Definição e funcionalidades: PSIM – Processamento de Sinal e Imagem**. Mestrado de informática Médica. [S.L.: s.n.], 2008.

PORTAL BRASIL, **Brasil é o 6º no Mundo em Economia do Turismo**, Disponível em <<http://www.brasil.gov.br/turismo/2014/04/brasil-e-o-6o-no-mundo-em-economia-do-turismo>> Acesso em: 10 de maio de 2016.

RAYNER, K. **Eye Movements and information Processing: 20 years of Research**. Psychological Bulletin, v. 124, n. 3, p. 372-422, 1998. Disponível em:<[http://wexler.free.fr/library/files/rayner%20\(1998\)%20eye%20movements%20n%20reading%20and%20information%20processing.%2020%20years%20of%0research.pdf](http://wexler.free.fr/library/files/rayner%20(1998)%20eye%20movements%20n%20reading%20and%20information%20processing.%2020%20years%20of%0research.pdf)> Acesso em: 9 de maio de 2016.

RECH, Claudia Maria C. B.; OLIVEIRA, Kênya Naoe de; LOCH, Ruth Emília Nogueira. **Orientações para Elaborar um Mapa Temático Turístico**. [S.l.; S.d.].

SAKITANI, Iara. **Geografia e Cartografia do Turismo**. São Paulo, 2006. Dissertação (Mestrado em Geografia)- Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Departamento de Geografia, Programa de Pós Graduação em Geografia Humana, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2006.

SANTOS, Rodrigues D. **Fotogrametria II, Sistemas e Transformações Geométricas nos Espaços 2D e 3D**. Pag 31-82, 2013. Departamento de Geomática, Universidade Federal do Paraná.

TULA, A. D.; KURAUCHI, A. T. N.; MORIMOTO, C. H.; Veitzman, S.; Ianof, J. N. **Sistema Móvel de Baixo Custo Para Rastreamento do Olhar Voltado à Identificação de Disfunções Oculomotoras**. XXIV Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica, CBEB'14. Uberlândia, MG, Brasil, p.2830-2833, out. 2014. Disponível em:< http://www.canal6.com.br/cbeb/2014/artigos/cbeb2014_submission_837.pdf > Acesso em: 7 de maio de 2016.

VIEIRA, Tiago Figueiredo. **Dispositivo de Tecnologia Assistiva Baseado no Processamento em Tempo Real de Imagens do Globo Ocular**. Dissertação

(Pós Graduação em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2009.

WATANABE, Marcus Vinícius Hideki. **Eye Tracking E Suas Aplicações**. Londrina, 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências da Computação) - Departamento de Computação da Universidade Estadual de Londrina, 2013.

XAVIER, E. A.; FONSECA, M. G.; ALGE, J. C. L.; CASTEJON E. **Implementação da Transformação Projetiva na TerraLib: Uma Análise Comparativa com a Transformação Afim**. *XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, INPE*. Florianópolis, SC, Brasil.

9 APÊNDICE A – Modelo de questionário aplicado nos voluntários



Questionário



Qual seu nome?

Qual sua idade?

Aluno ou funcionário da Universidade? Qual curso ou departamento?

Se aluno de Cartografia, qual semestre?

Possui problemas oculares?

Possui hipermetropia?

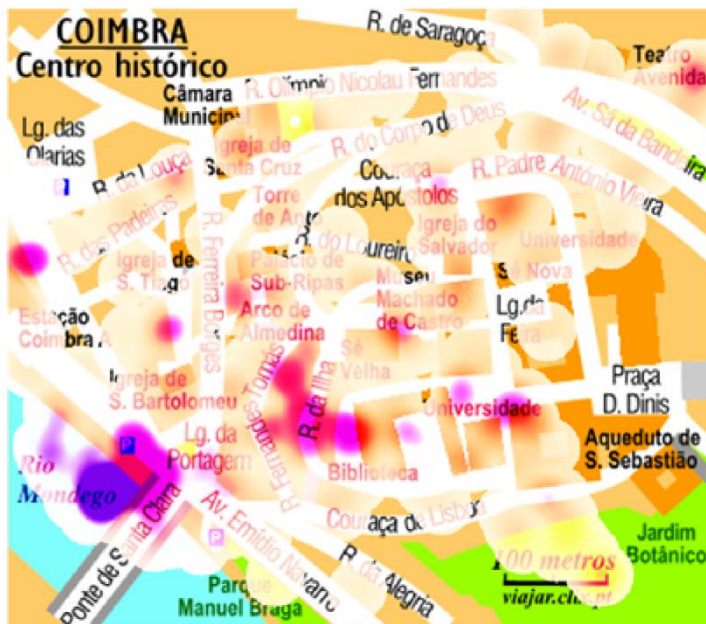
Residiu em algumas destas cidades: Coimbra/Portugal, Aracaju/ Sergipe e Recife/ Pernambuco?

10 APÊNDICE B – Mapas de atenção (mapa 1)

1º. Voluntário

MAPA DE ATENÇÃO

1



2

3

4

MAPA DE REFERÊNCIA

1



2

3

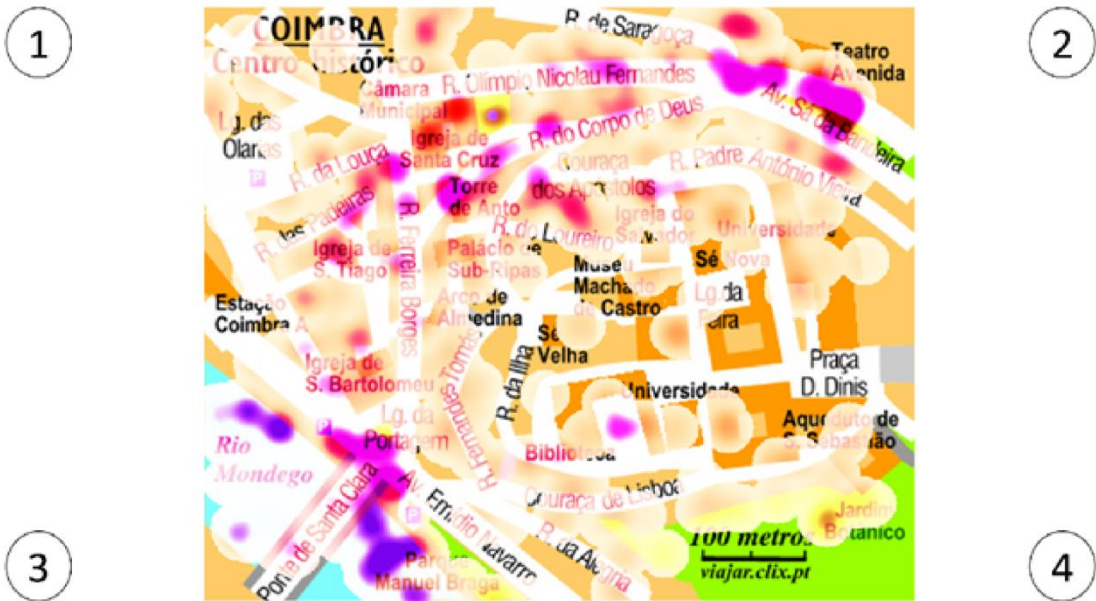
4

LEGENDA

REGIÕES DE ATENÇÃO

- 0.000000
- 0.207378
- 0.414755
- 0.622133
- 0.829511
- 1.036888
- 1.244266
- 1.451644
- 1.659022
- 1.866399
- 2.073777
- 2.281155
- 2.488532
- 2.695910

MAPA DE ATENÇÃO



MAPA DE REFERÊNCIA

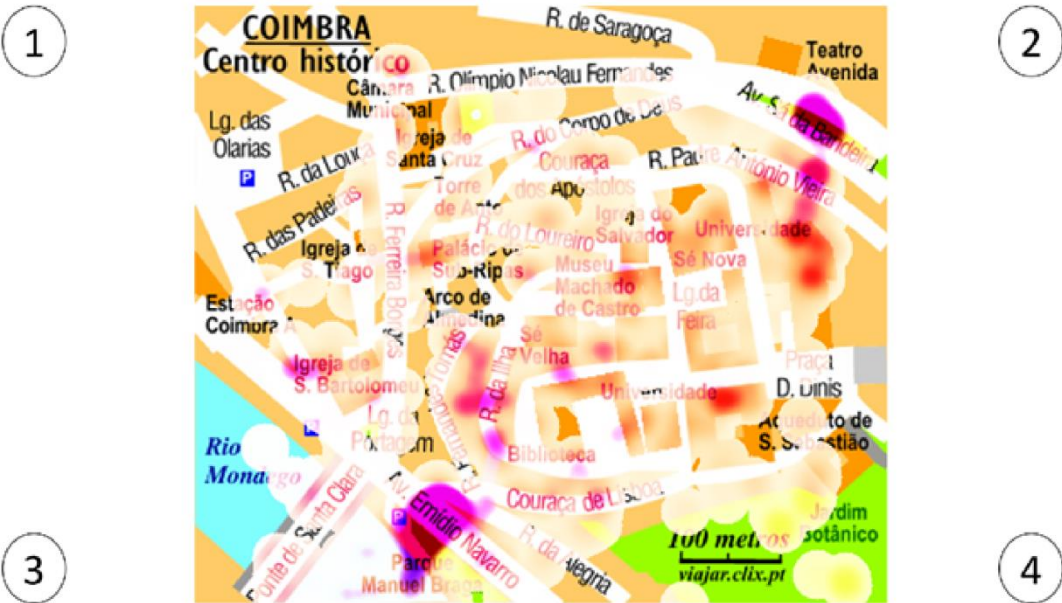


LEGENDA

REGIÕES DE ATENÇÃO

- 0.000000
- 0.207378
- 0.414755
- 0.622133
- 0.829511
- 1.036888
- 1.244266
- 1.451644
- 1.659022
- 1.866399
- 2.073777
- 2.281155
- 2.488532
- 2.695910

MAPA DE ATENÇÃO



MAPA DE REFERÊNCIA

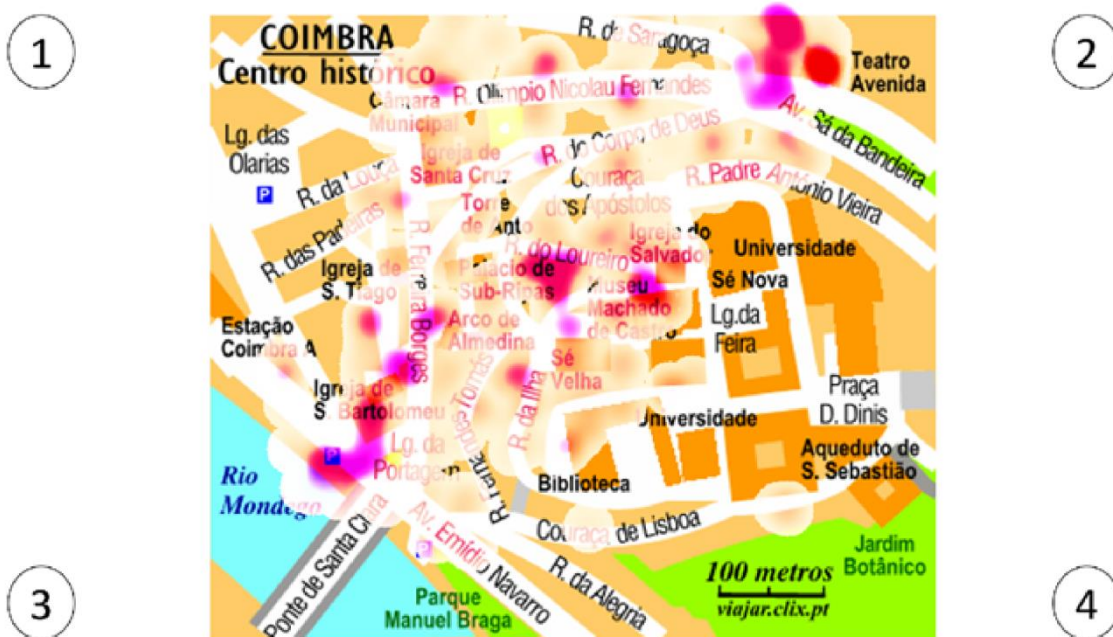


LEGENDA

REGIÕES DE ATENÇÃO

- 0.000000
- 0.207378
- 0.414755
- 0.622133
- 0.829511
- 1.036888
- 1.244266
- 1.451644
- 1.659022
- 1.866399
- 2.073777
- 2.281155
- 2.488532
- 2.695910

MAPA DE ATENÇÃO



MAPA DE REFERÊNCIA

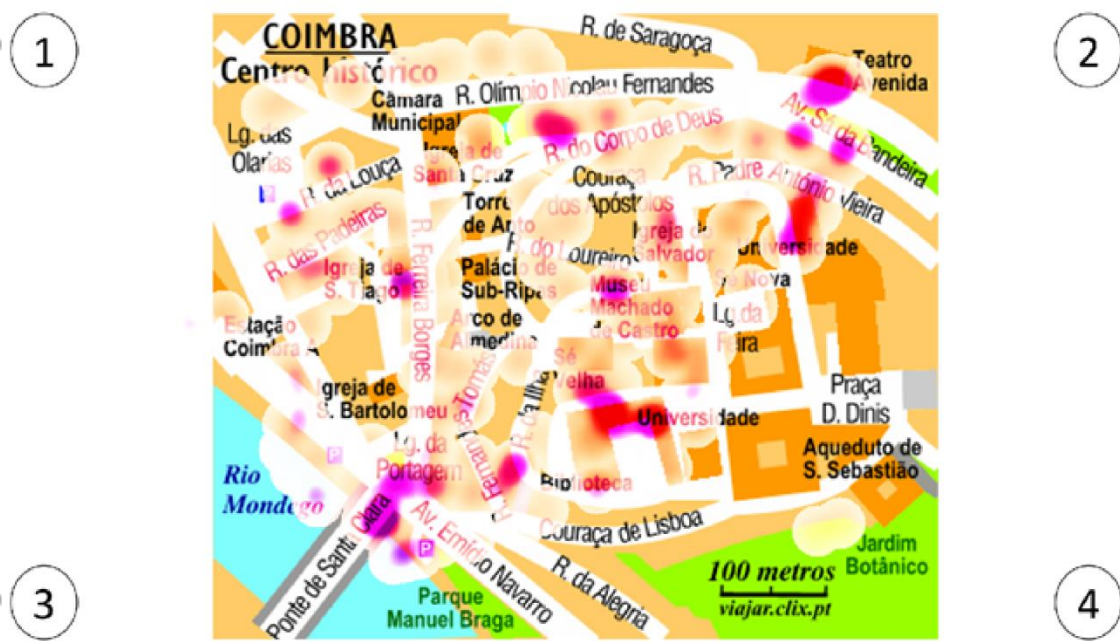


LEGENDA

REGIÕES DE ATENÇÃO

2	0.000000
	0.207378
	0.414755
	0.622133
	0.829511
	1.036888
	1.244266
	1.451644
	1.659022
	1.866399
	2.073777
	2.281155
	2.488532
4	2.695910

MAPA DE ATENÇÃO

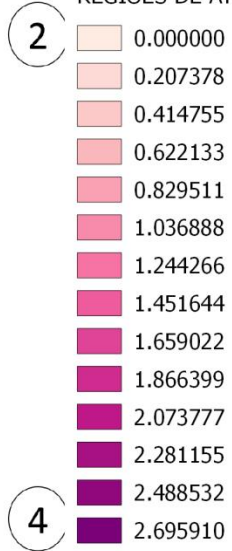


MAPA DE REFERÊNCIA



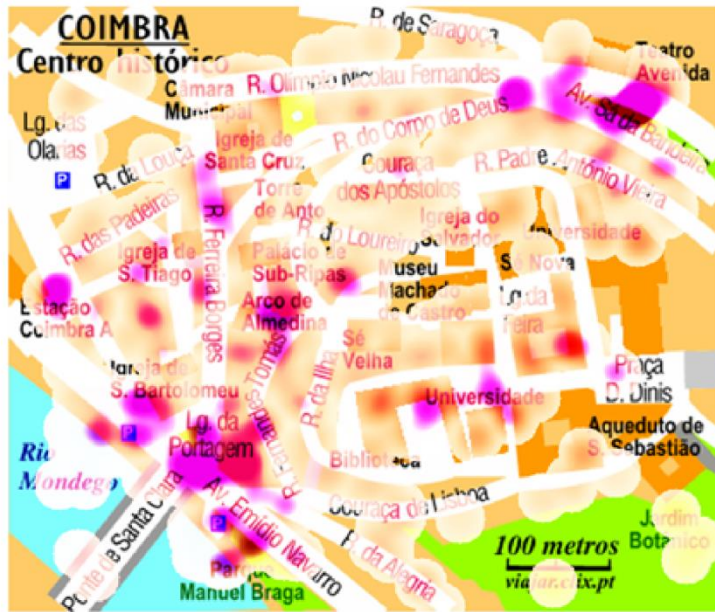
LEGENDA

REGIÕES DE ATENÇÃO



MAPA DE ATENÇÃO

1



2

3

4

MAPA DE REFERÊNCIA

1



LEGENDA

REGIÕES DE ATENÇÃO

2

- 0.000000
- 0.207378
- 0.414755
- 0.622133
- 0.829511
- 1.036888
- 1.244266
- 1.451644
- 1.659022
- 1.866399
- 2.073777
- 2.281155
- 2.488532
- 2.695910

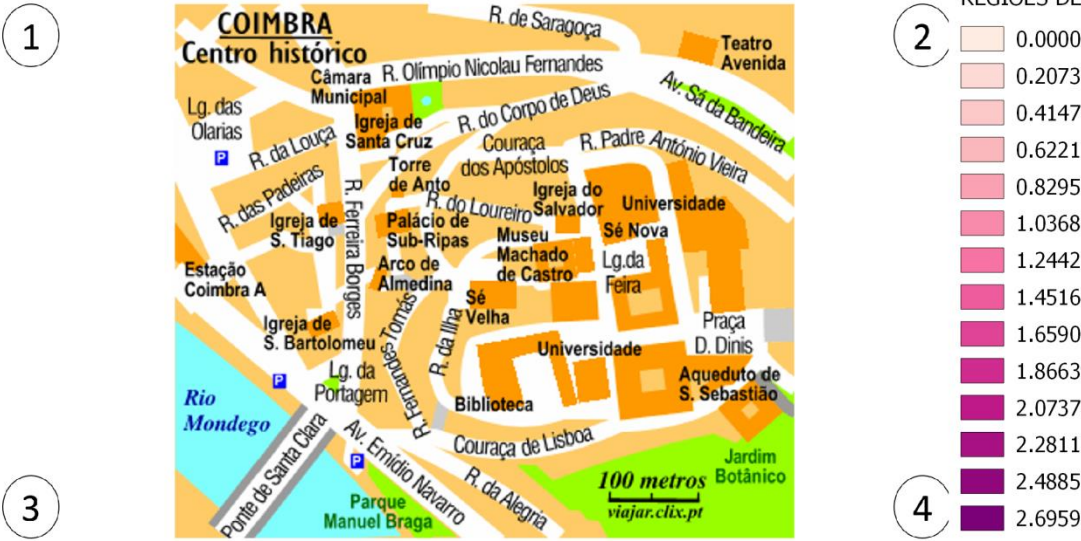
3

4

MAPA DE ATENÇÃO

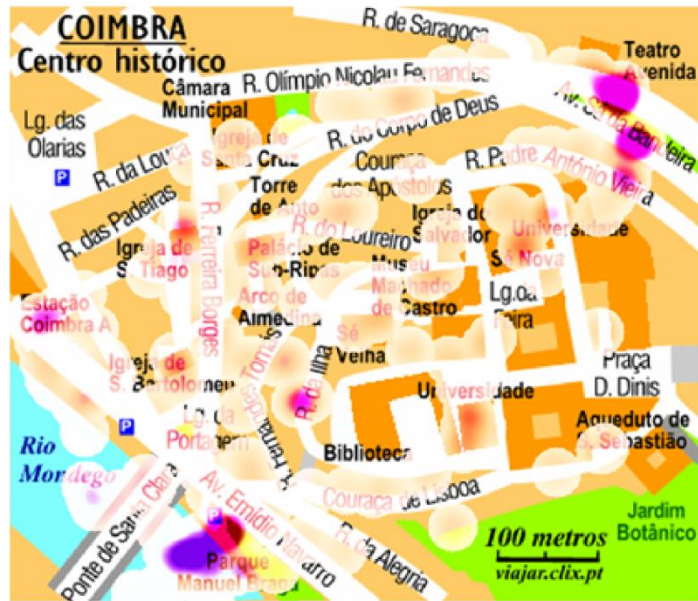


MAPA DE REFERÊNCIA



MAPA DE ATENÇÃO

1



2

3

4

MAPA DE REFERÊNCIA

1



2

3

4

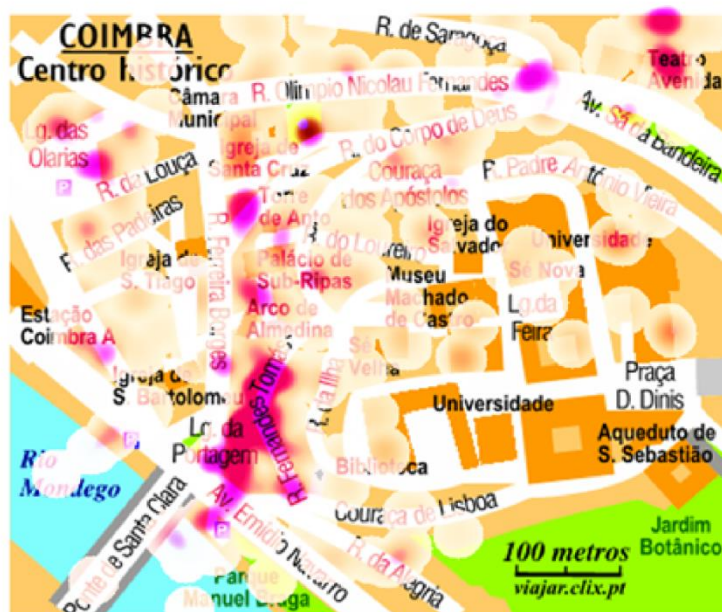
LEGENDA

REGIÕES DE ATENÇÃO

- 0.000000
- 0.207378
- 0.414755
- 0.622133
- 0.829511
- 1.036888
- 1.244266
- 1.451644
- 1.659022
- 1.866399
- 2.073777
- 2.281155
- 2.488532
- 2.695910

MAPA DE ATENÇÃO

1



2

3

4

MAPA DE REFERÊNCIA

1



3

LEGENDA

REGIÕES DE ATENÇÃO

2

0.000000

0.207378

0.414755

0.622133

0.829511

1.036888

1.244266

1.451644

1.659022

1.866399

2.073777

2.281155

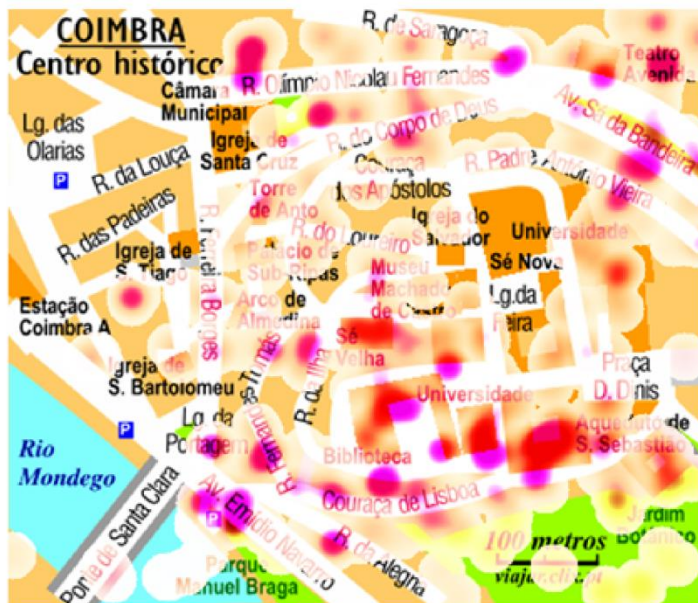
2.488532

2.695910

4

MAPA DE ATENÇÃO

1



2

3

4

MAPA DE REFERÊNCIA

1



2

3

4

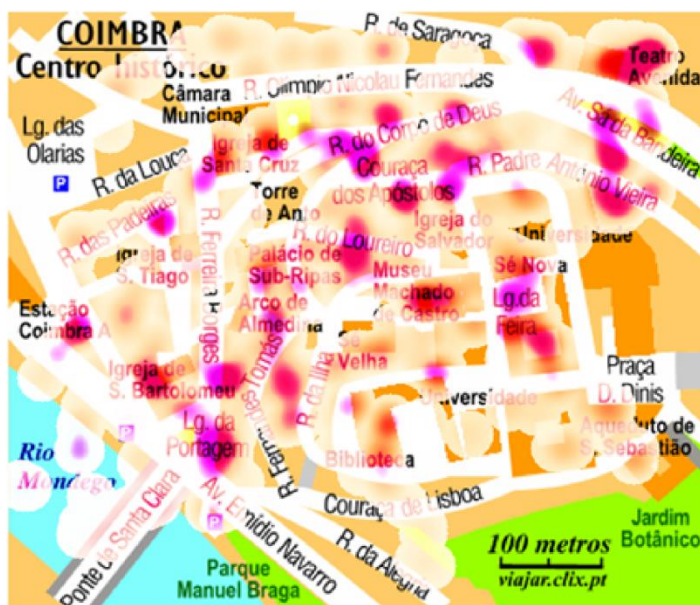
LEGENDA

REGIÕES DE ATENÇÃO

- 0.000000
- 0.207378
- 0.414755
- 0.622133
- 0.829511
- 1.036888
- 1.244266
- 1.451644
- 1.659022
- 1.866399
- 2.073777
- 2.281155
- 2.488532
- 2.695910

MAPA DE ATENÇÃO

1



2

3

4

MAPA DE REFERÊNCIA

1



LEGENDA

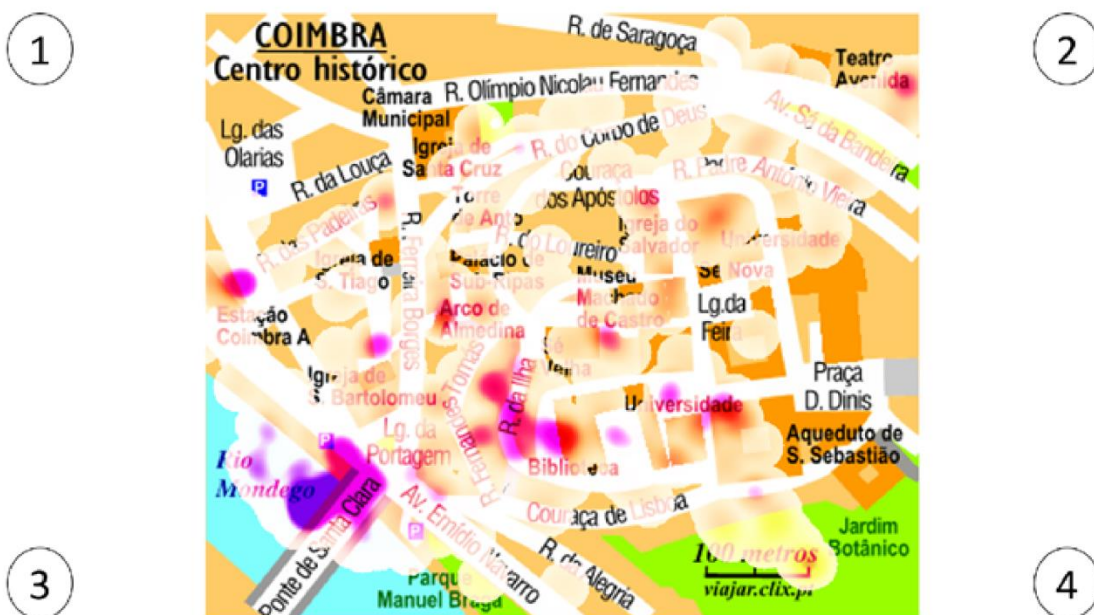
REGIÕES DE ATENÇÃO

2

- 0.000000
- 0.207378
- 0.414755
- 0.622133
- 0.829511
- 1.036888
- 1.244266
- 1.451644
- 1.659022
- 1.866399
- 2.073777
- 2.281155
- 2.488532
- 2.695910

4

MAPA DE ATENÇÃO



MAPA DE REFERÊNCIA

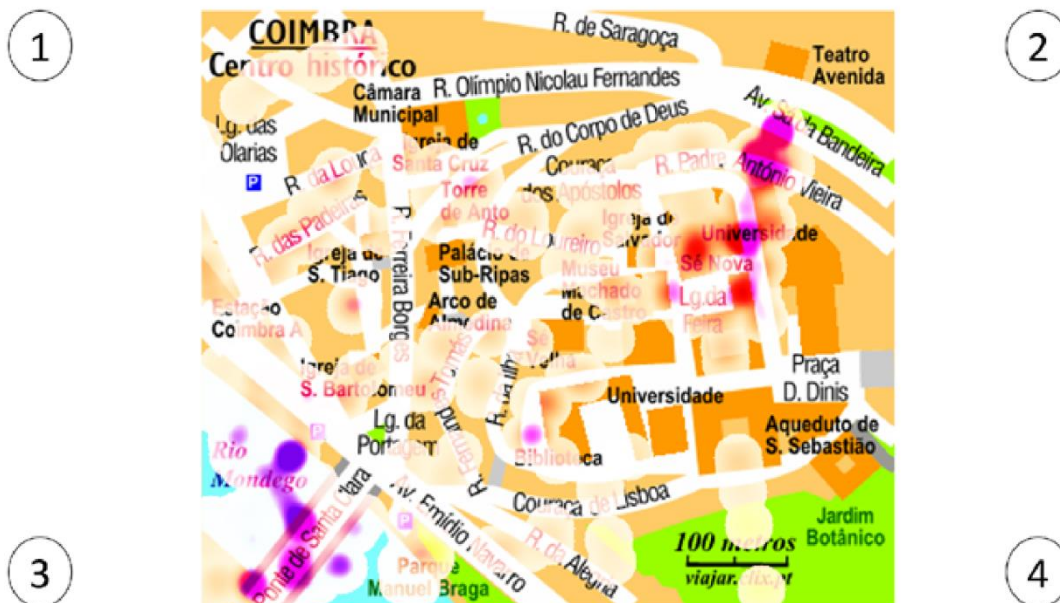


LEGENDA

REGIÕES DE ATENÇÃO

0.000000
0.207378
0.414755
0.622133
0.829511
1.036888
1.244266
1.451644
1.659022
1.866399
2.073777
2.281155
2.488532
2.695910

MAPA DE ATENÇÃO

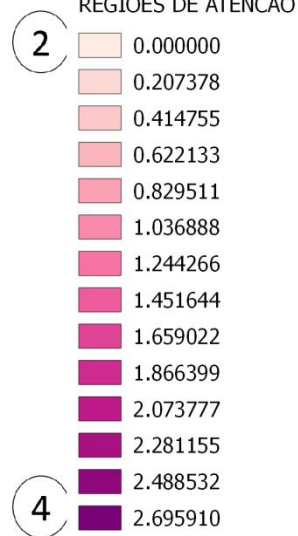


MAPA DE REFERÊNCIA



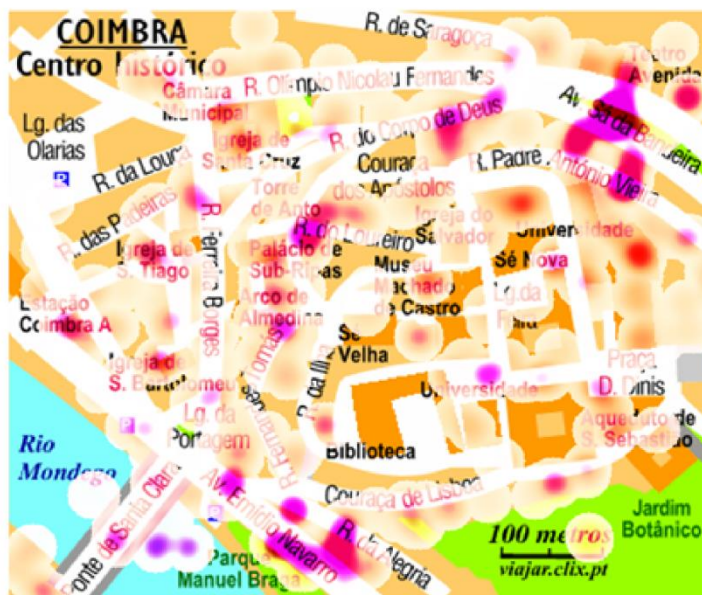
LEGENDA

REGIÕES DE ATENÇÃO



MAPA DE ATENÇÃO

1



2

3

4

MAPA DE REFERÊNCIA

1



LEGENDA

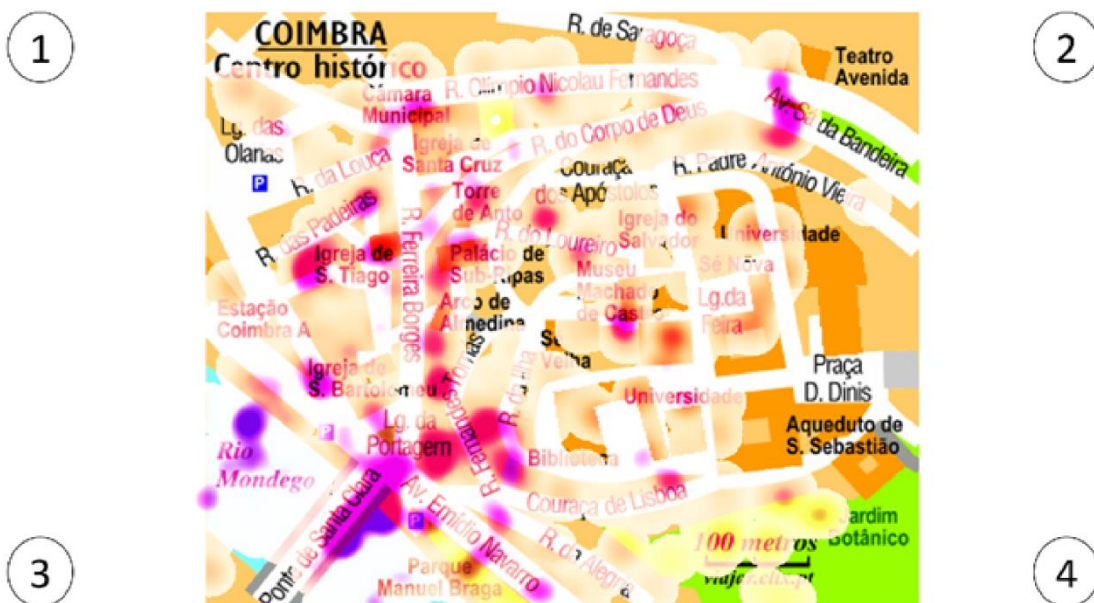
REGIÕES DE ATENÇÃO

2

- 0.000000
- 0.207378
- 0.414755
- 0.622133
- 0.829511
- 1.036888
- 1.244266
- 1.451644
- 1.659022
- 1.866399
- 2.073777
- 2.281155
- 2.488532
- 2.695910

4

MAPA DE ATENÇÃO



MAPA DE REFERÊNCIA

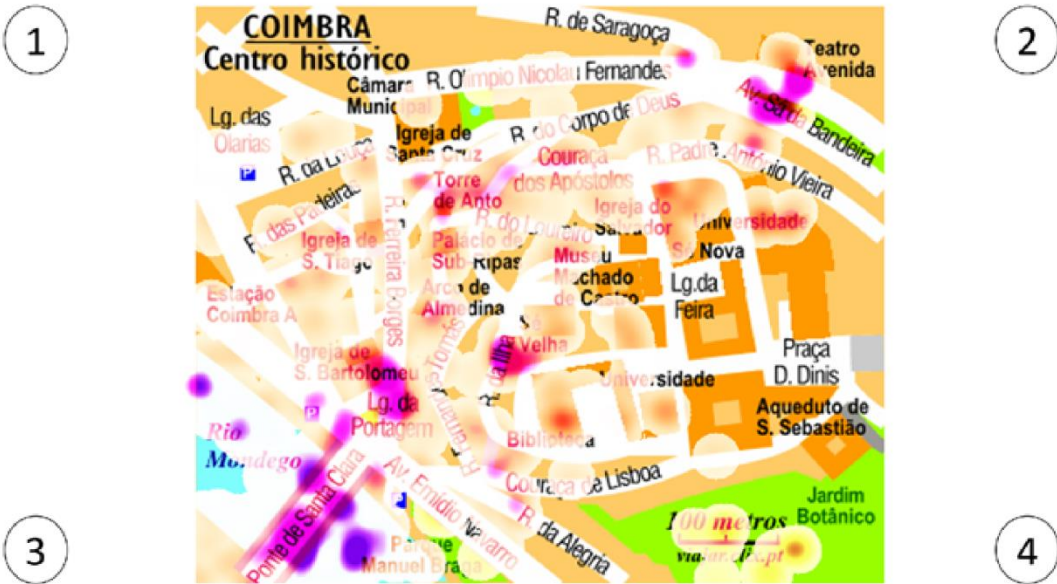


LEGENDA

REGIÕES DE ATENÇÃO

0.000000
0.207378
0.414755
0.622133
0.829511
1.036888
1.244266
1.451644
1.659022
1.866399
2.073777
2.281155
2.488532
2.695910

MAPA DE ATENÇÃO



MAPA DE REFERÊNCIA



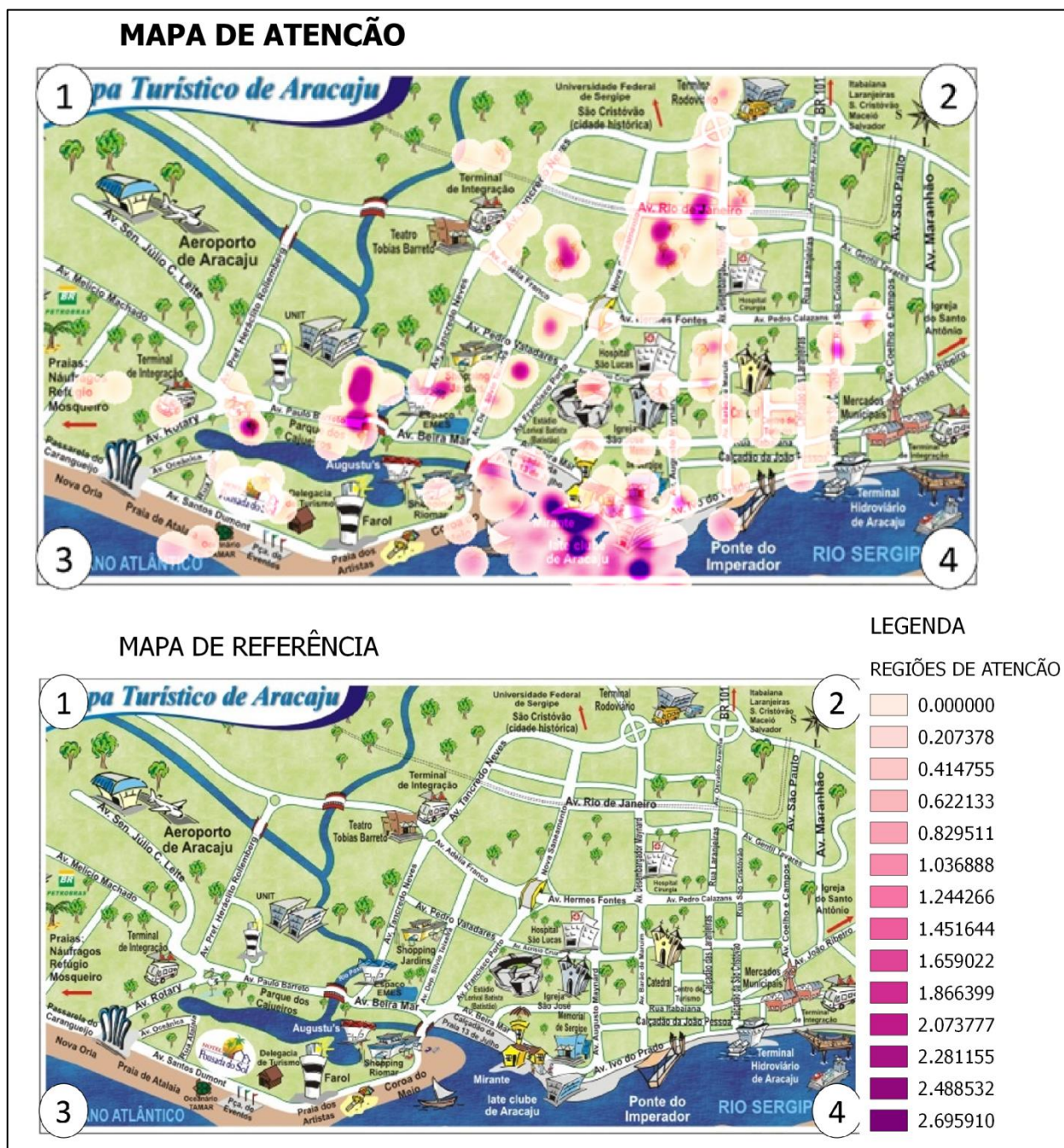
LEGENDA

REGIÕES DE ATENÇÃO

2	0.000000
	0.207378
	0.414755
	0.622133
	0.829511
	1.036888
	1.244266
	1.451644
	1.659022
	1.866399
	2.073777
	2.281155
	2.488532
4	2.695910

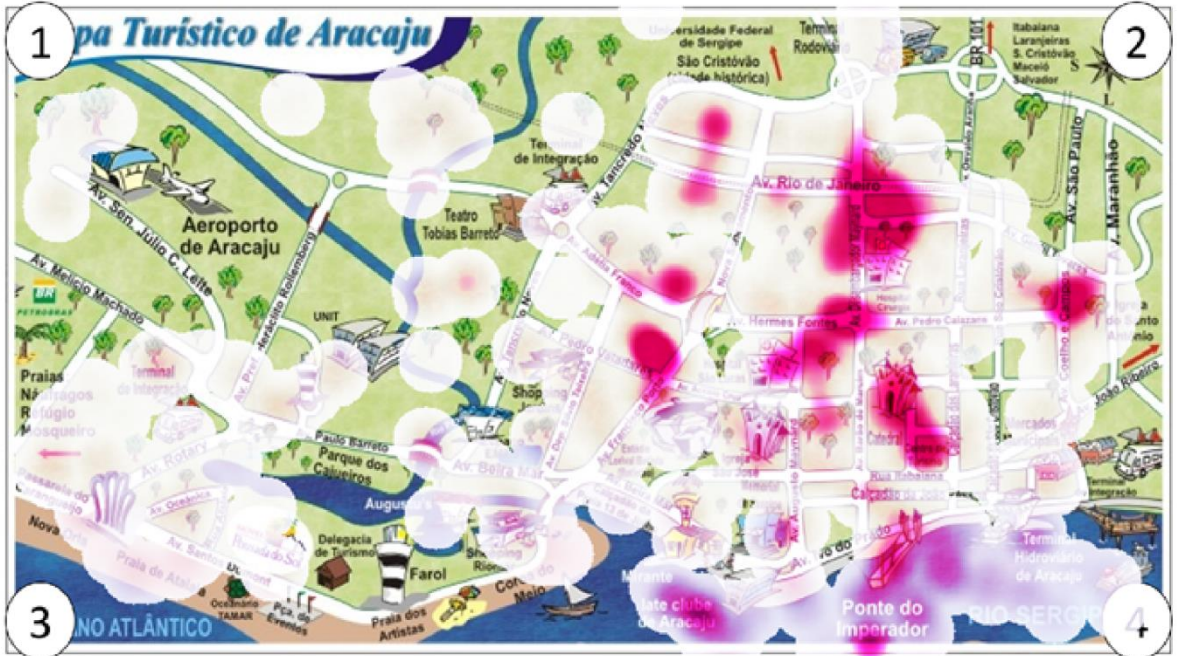
11 APÊNDICE C – Mapas de atenção (mapa 2)

1º. Voluntário

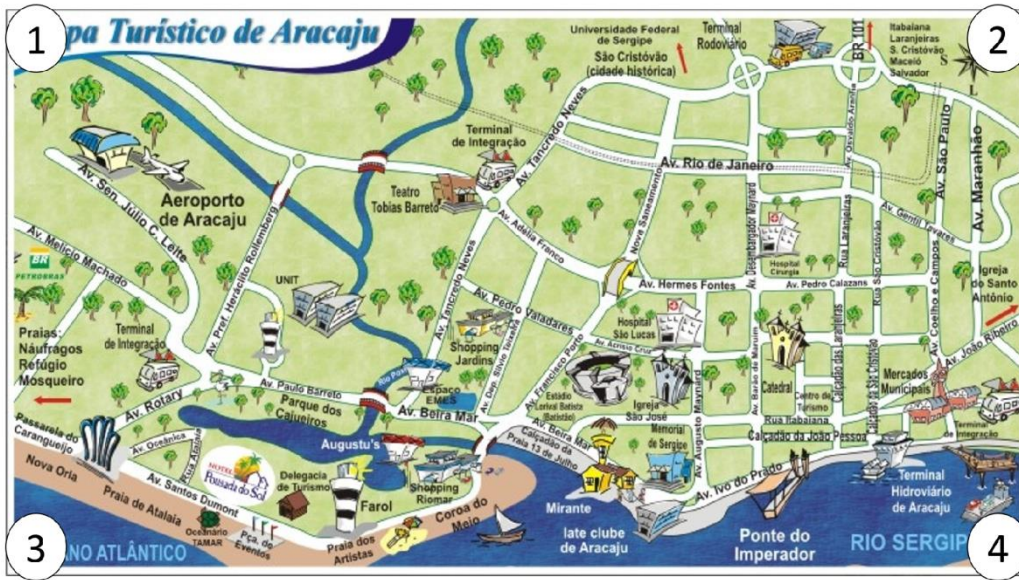


2º. Voluntário

MAPA DE ATENÇÃO

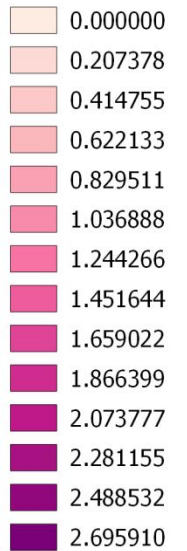


MAPA DE REFERÊNCIA



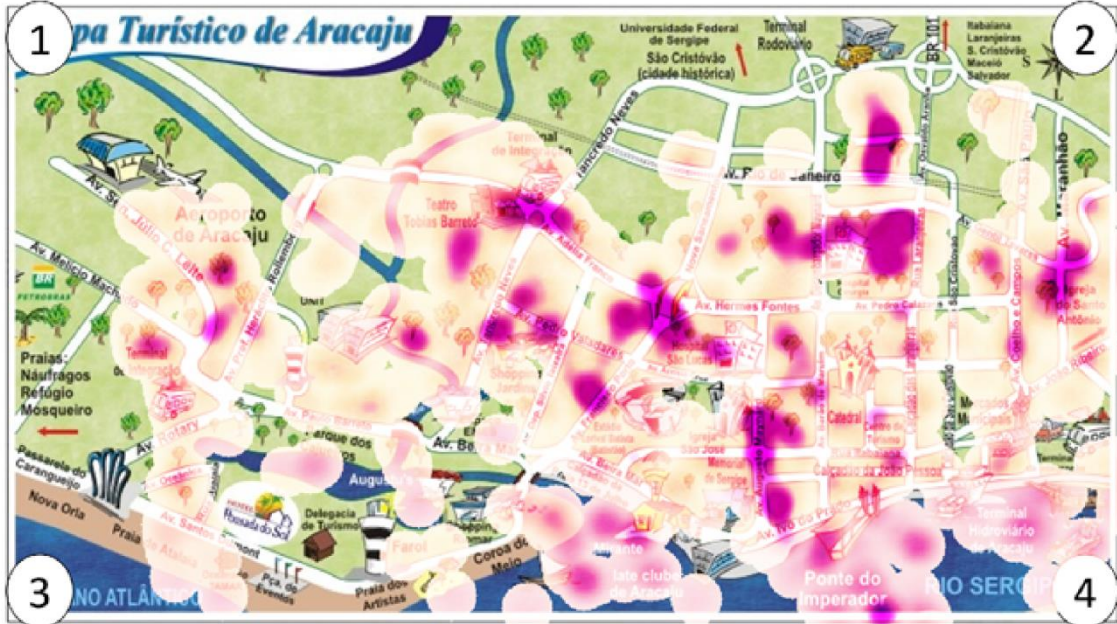
LEGENDA

REGIÕES DE ATENÇÃO

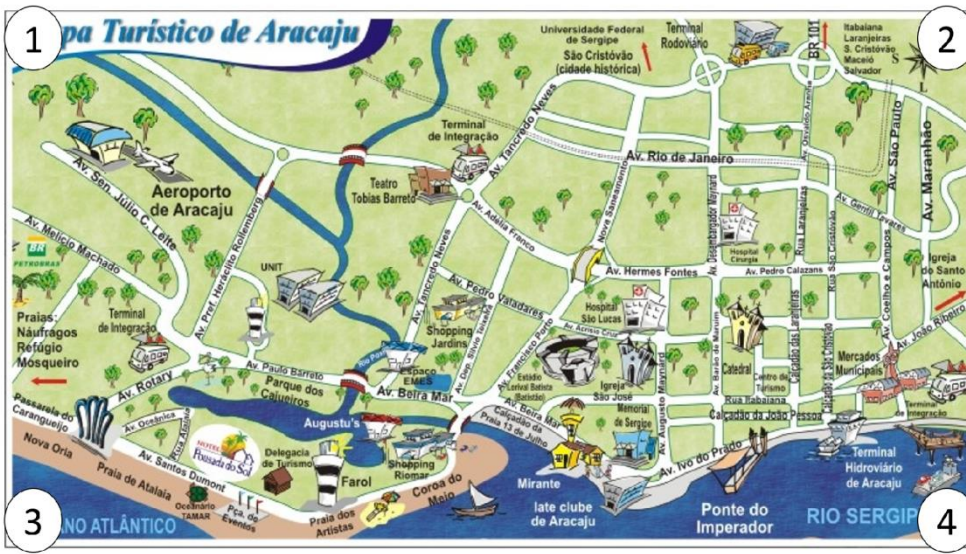


3º. Voluntário

MAPA DE ATENÇÃO



MAPA DE REFERÊNCIA



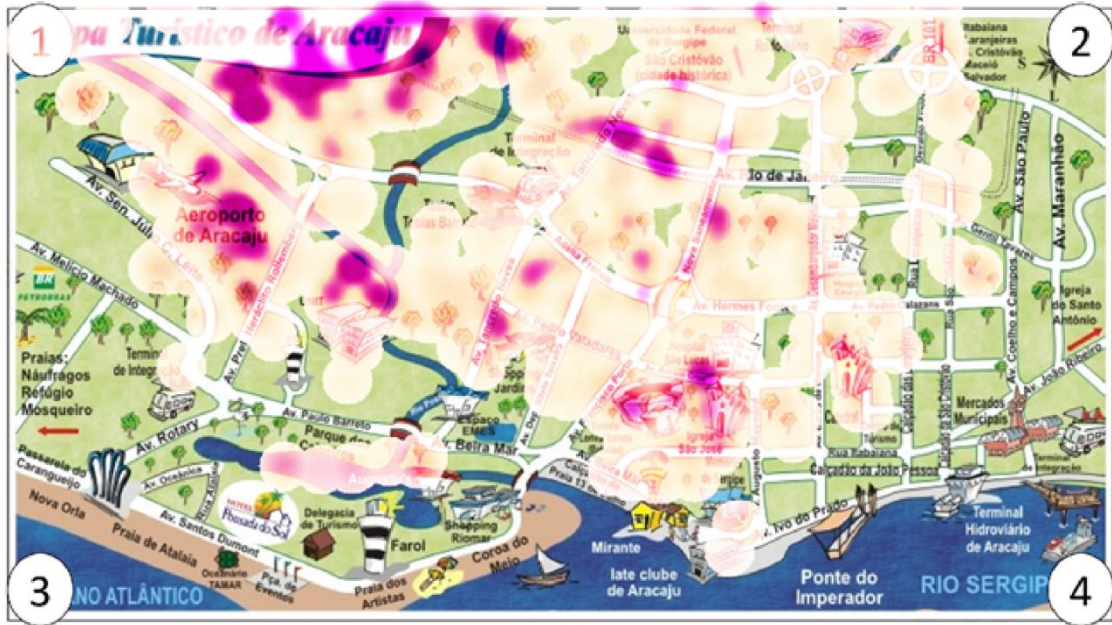
LEGENDA

REGIÕES DE ATENÇÃO

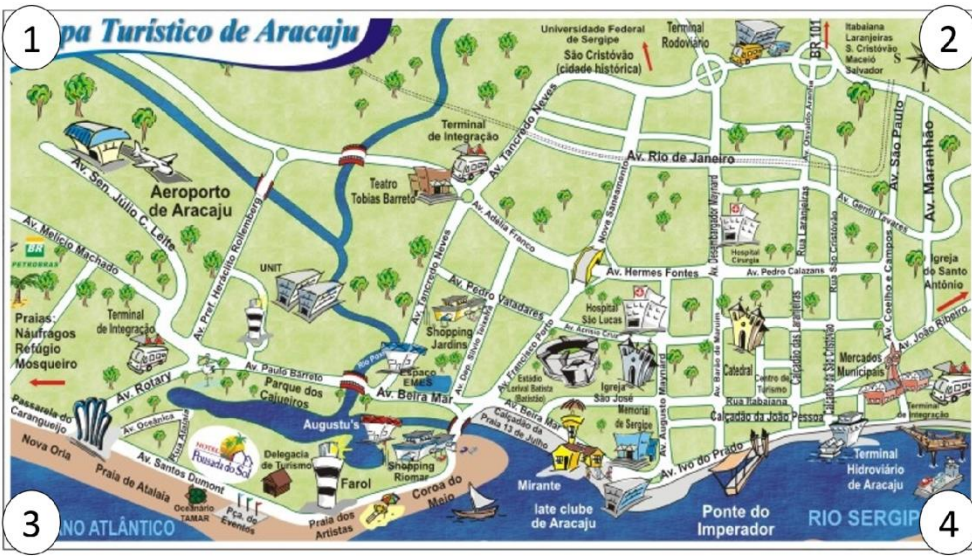
- 0.000000
- 0.207378
- 0.414755
- 0.622133
- 0.829511
- 1.036888
- 1.244266
- 1.451644
- 1.659022
- 1.866399
- 2.073777
- 2.281155
- 2.488532
- 2.695910

4º. Voluntário

MAPA DE ATENÇÃO



MAPA DE REFERÊNCIA

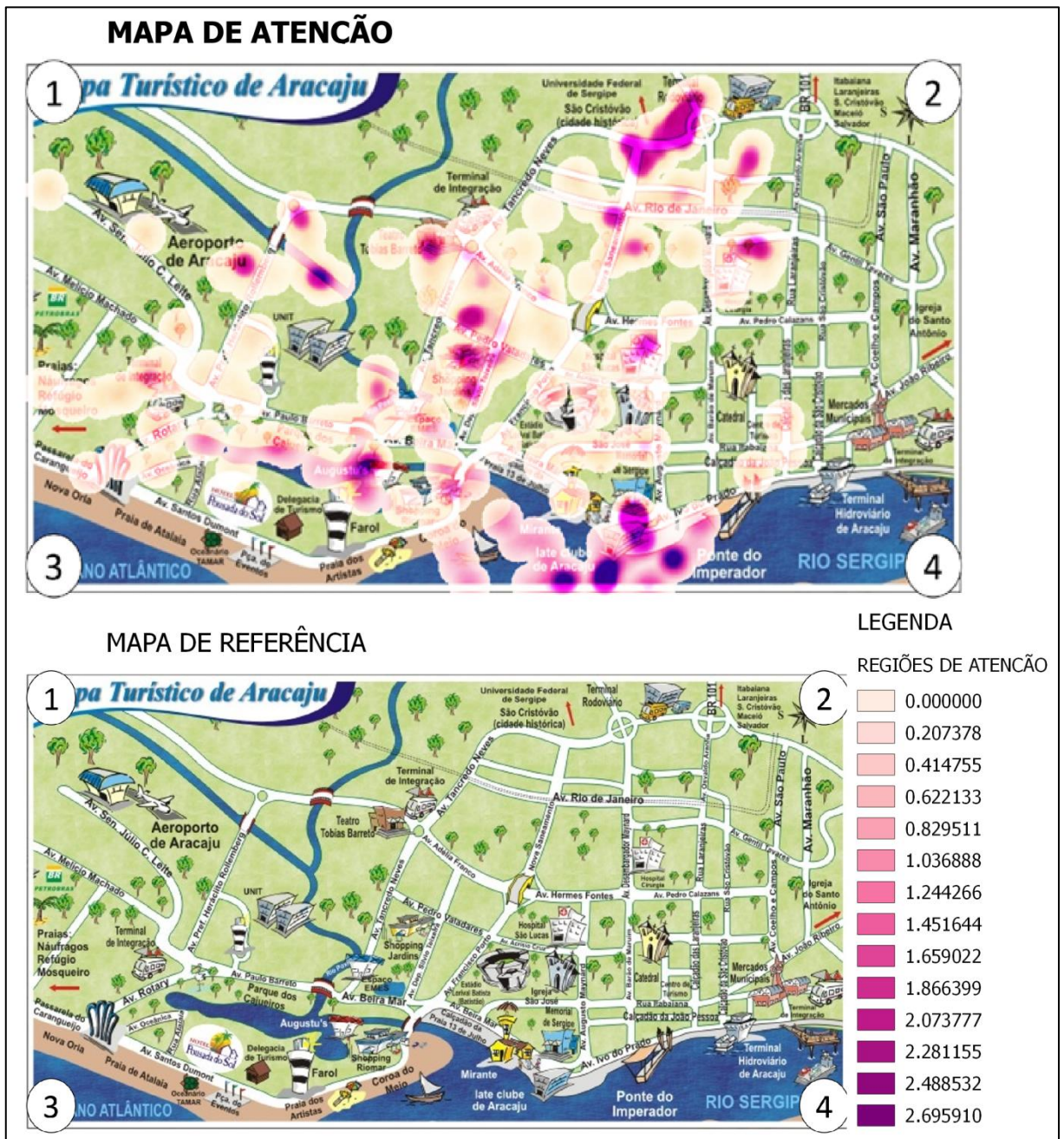


LEGENDA

REGIÕES DE ATENÇÃO

- 0.000000
- 0.207378
- 0.414755
- 0.622133
- 0.829511
- 1.036888
- 1.244266
- 1.451644
- 1.659022
- 1.866399
- 2.073777
- 2.281155
- 2.488532
- 2.695910

5º. Voluntário

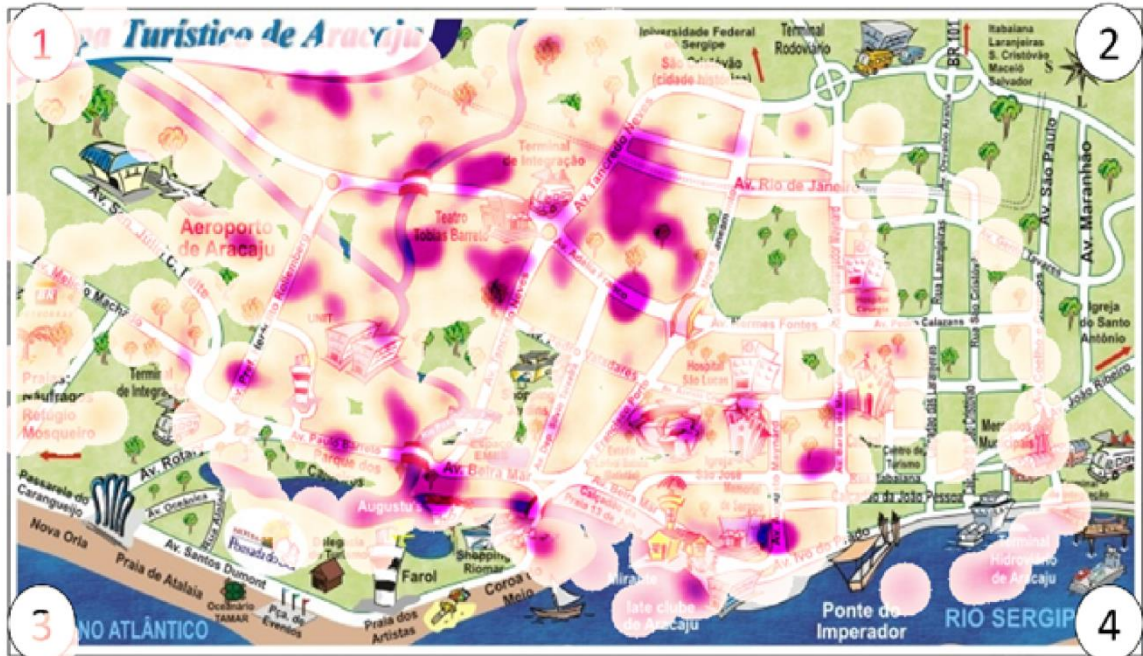


6º. Voluntário

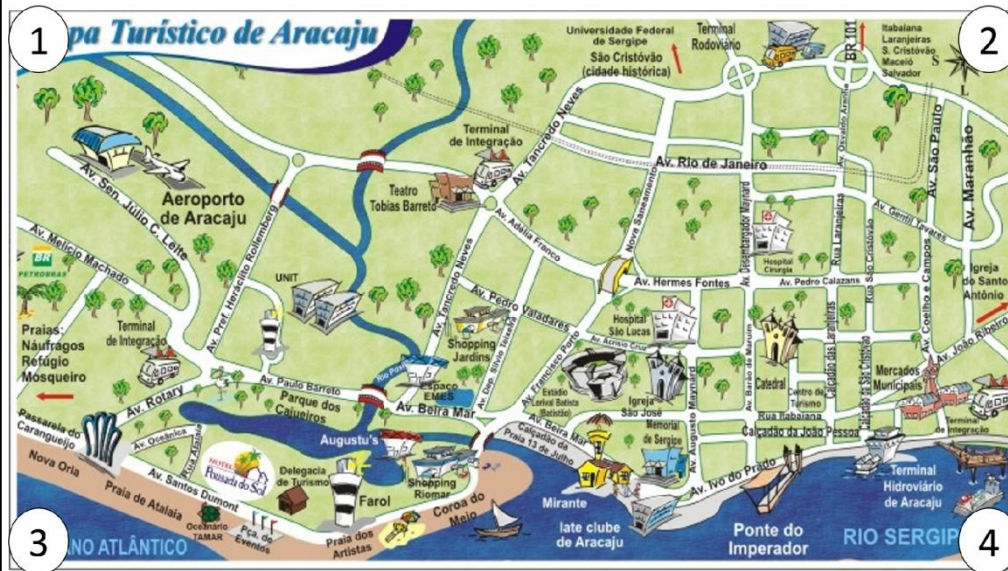
NÃO CONSEGUIU EXECUTAR A TAREFA (exedeu o tempo de três minutos sem identificar o primeiro ponto, passando assim para o mapa seguinte).

7º. Voluntário

MAPA DE ATENÇÃO



MAPA DE REFERÊNCIA



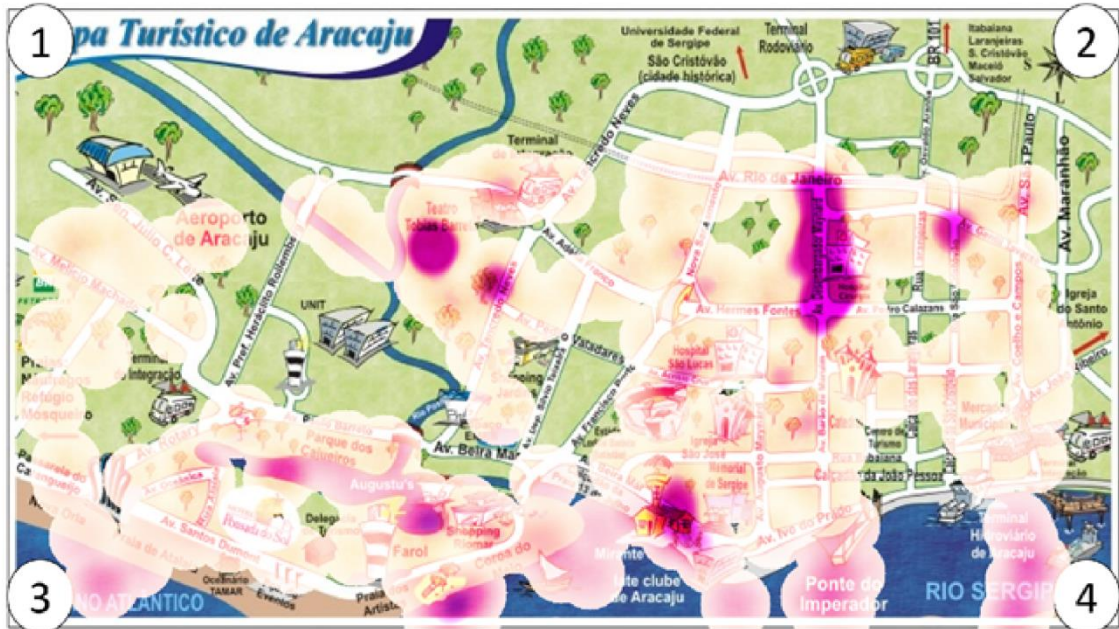
LEGENDA

REGIÕES DE ATENÇÃO

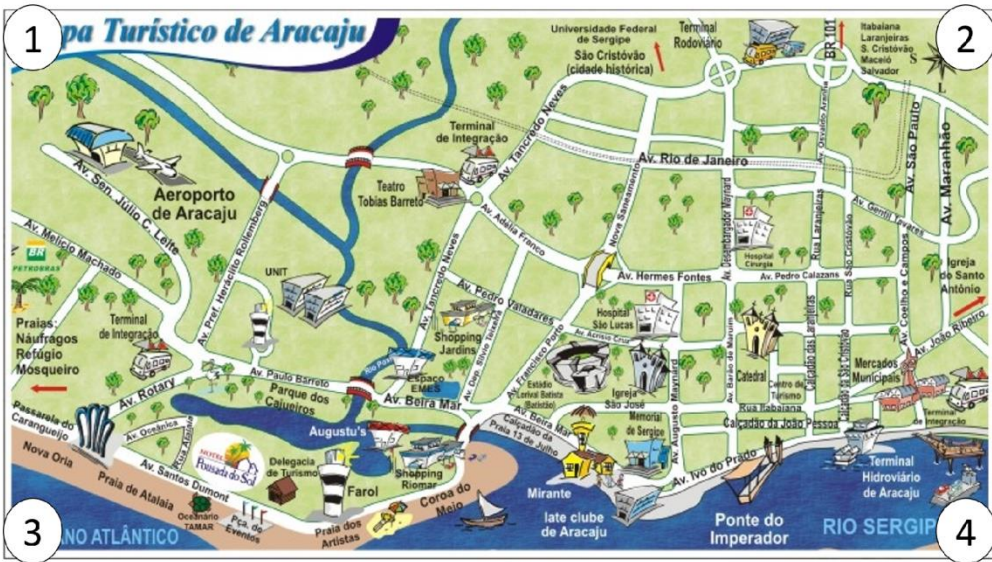
- 0.000000
- 0.207378
- 0.414755
- 0.622133
- 0.829511
- 1.036888
- 1.244266
- 1.451644
- 1.659022
- 1.866399
- 2.073777
- 2.281155
- 2.488532
- 2.695910

8º. Voluntário

MAPA DE ATENÇÃO



MAPA DE REFERÊNCIA

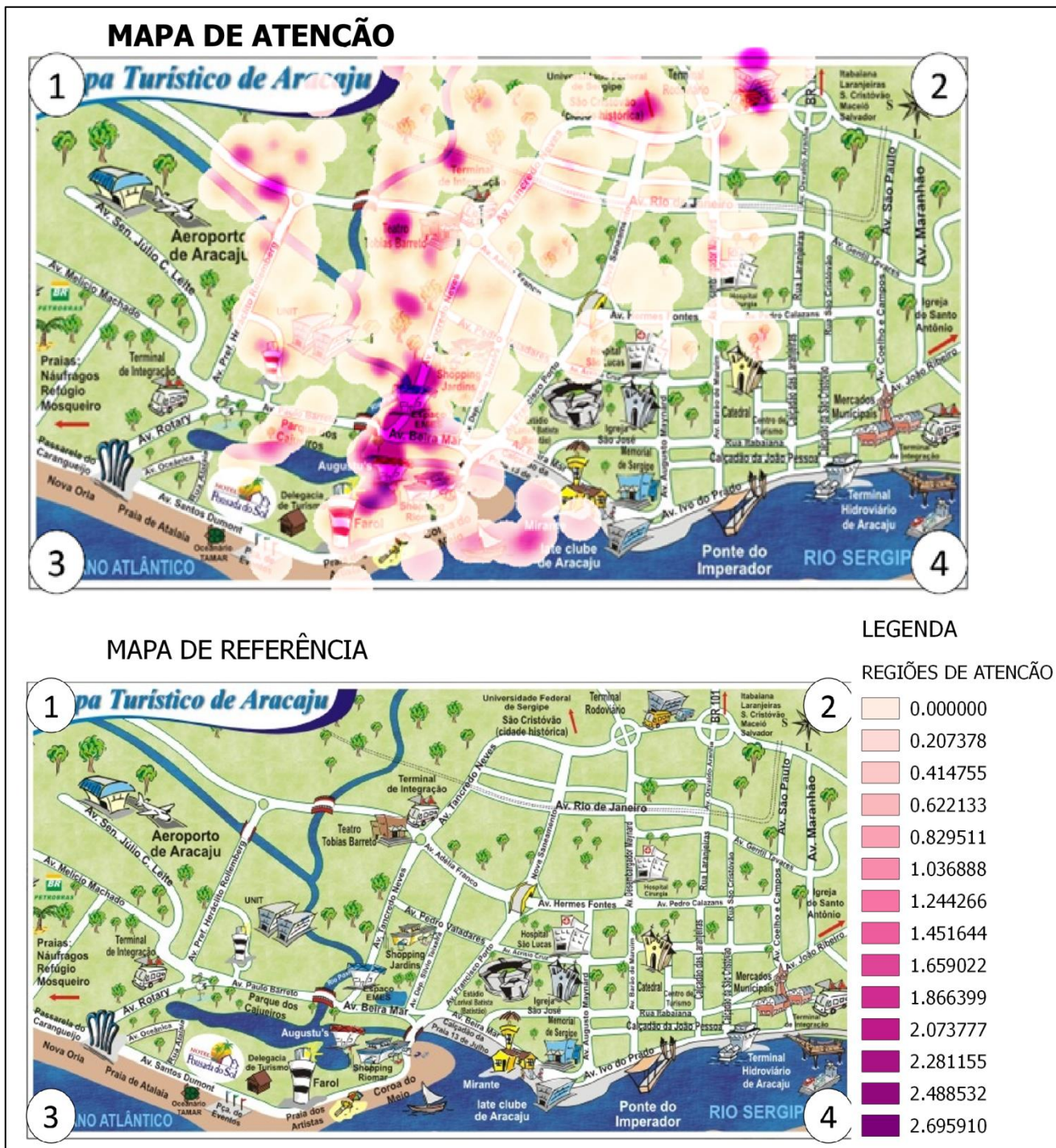


LEGENDA

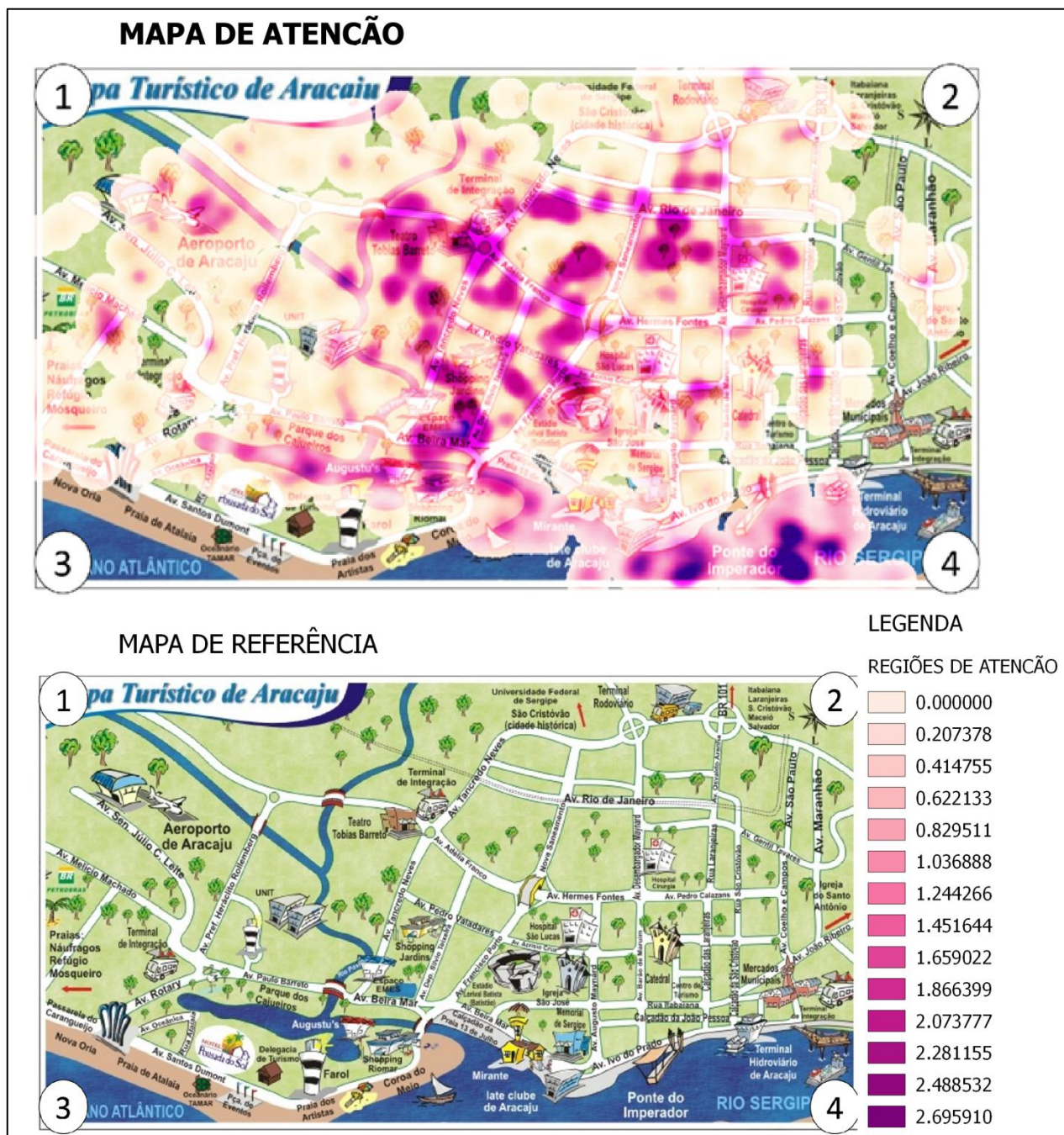
REGIÕES DE ATENÇÃO

- 0.000000
- 0.207378
- 0.414755
- 0.622133
- 0.829511
- 1.036888
- 1.244266
- 1.451644
- 1.659022
- 1.866399
- 2.073777
- 2.281155
- 2.488532
- 2.695910

9º. Voluntário



10º. Voluntário

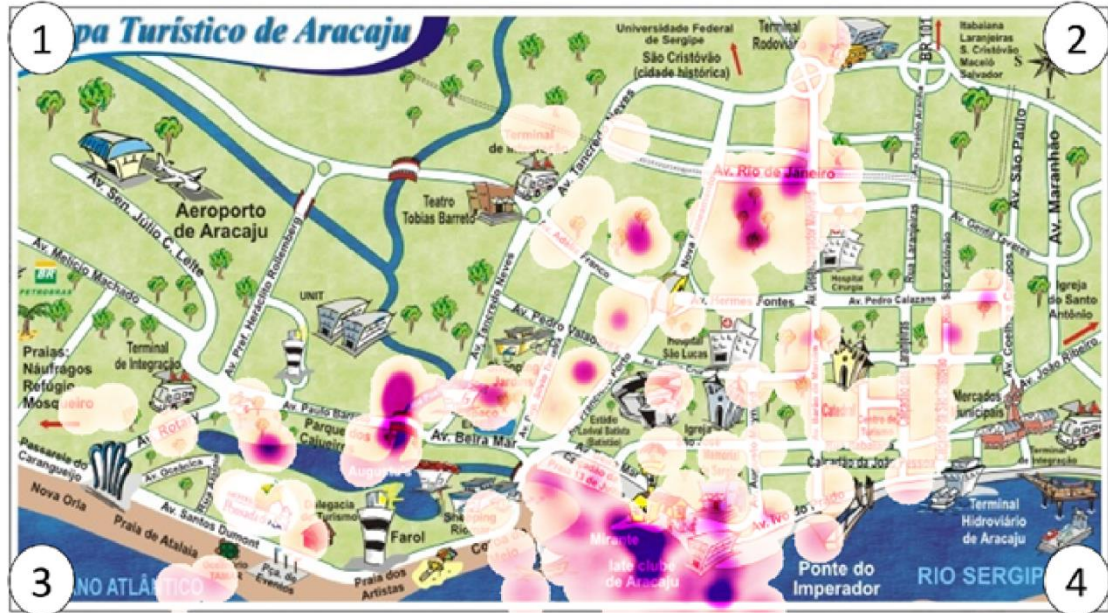


11º. Voluntário

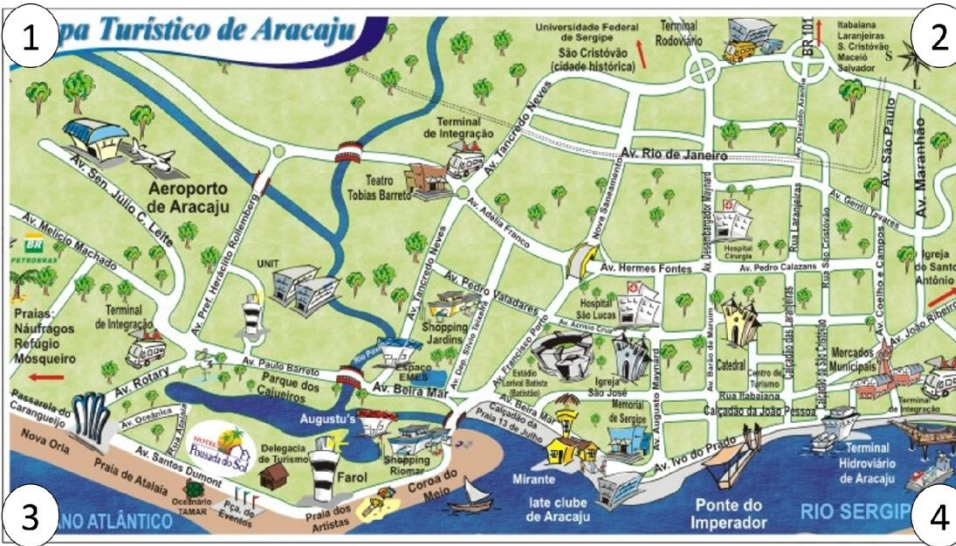
NÃO CONSEGUIU EXECUTAR A TAREFA (exedeu o tempo de três minutos sem identificar o primeiro ponto, passando assim para o mapa seguinte

12º. Voluntário

MAPA DE ATENÇÃO



MAPA DE REFERÊNCIA



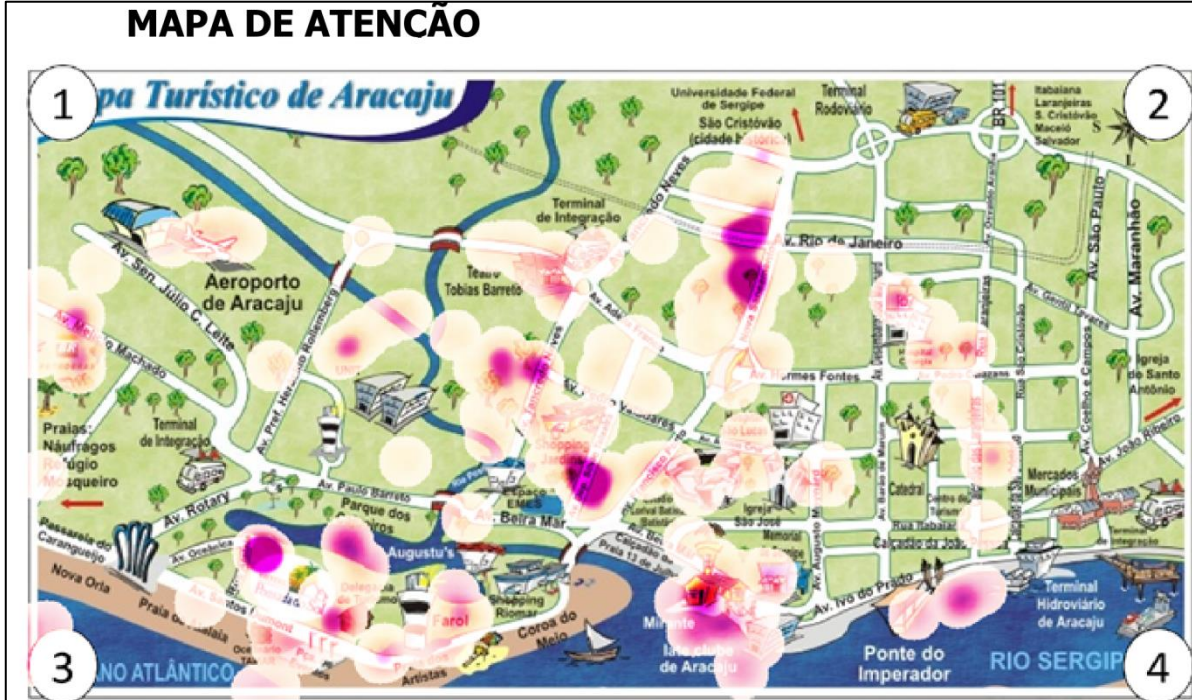
LEGENDA

REGIÕES DE ATENÇÃO

- 0.000000
- 0.207378
- 0.414755
- 0.622133
- 0.829511
- 1.036888
- 1.244266
- 1.451644
- 1.659022
- 1.866399
- 2.073777
- 2.281155
- 2.488532
- 2.695910

13º. Voluntário

MAPA DE ATENÇÃO



MAPA DE REFERÊNCIA



LEGENDA

REGIÕES DE ATENÇÃO

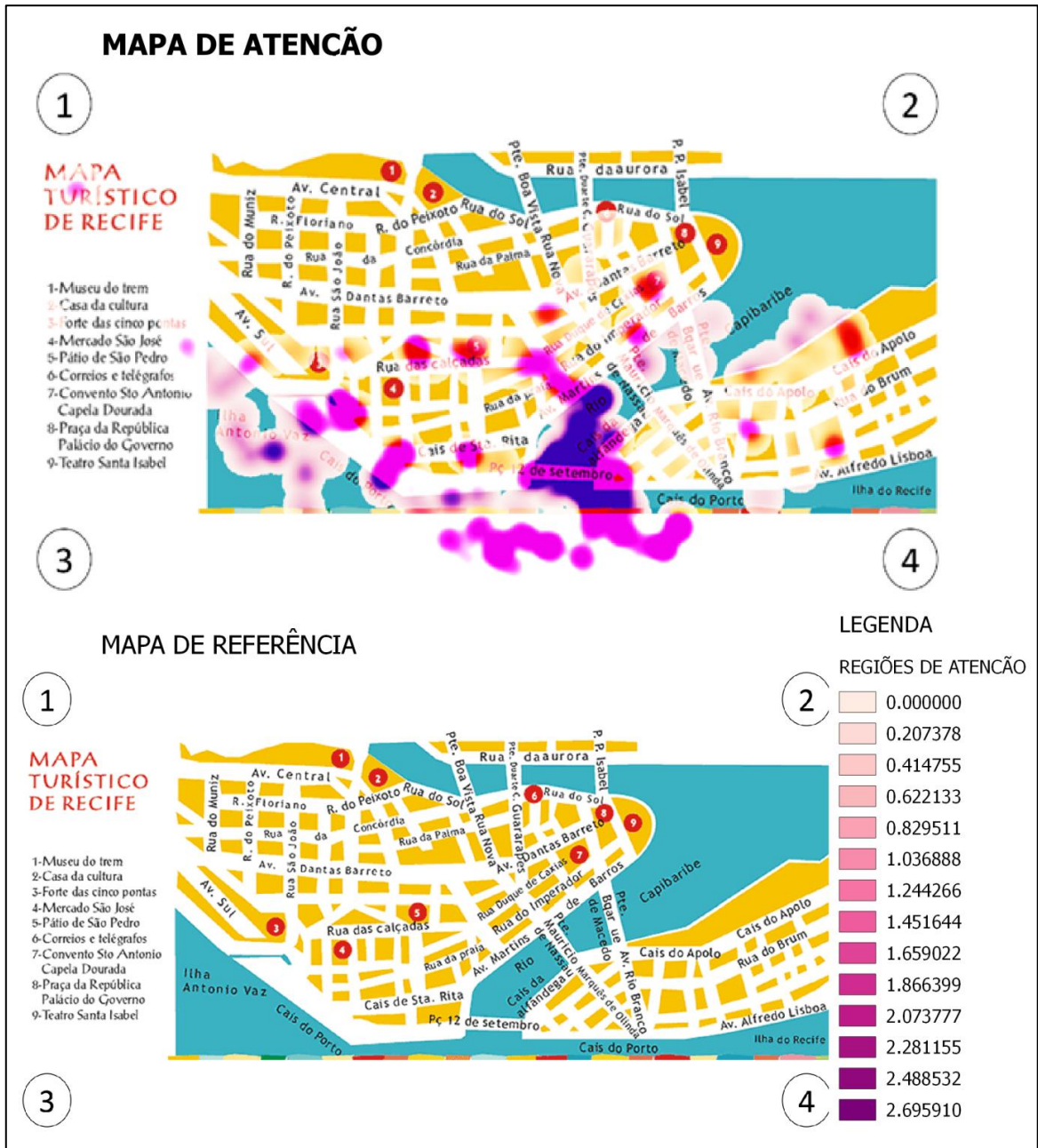
- 0.000000
- 0.207378
- 0.414755
- 0.622133
- 0.829511
- 1.036888
- 1.244266
- 1.451644
- 1.659022
- 1.866399
- 2.073777
- 2.281155
- 2.488532
- 2.695910

14º. Voluntário

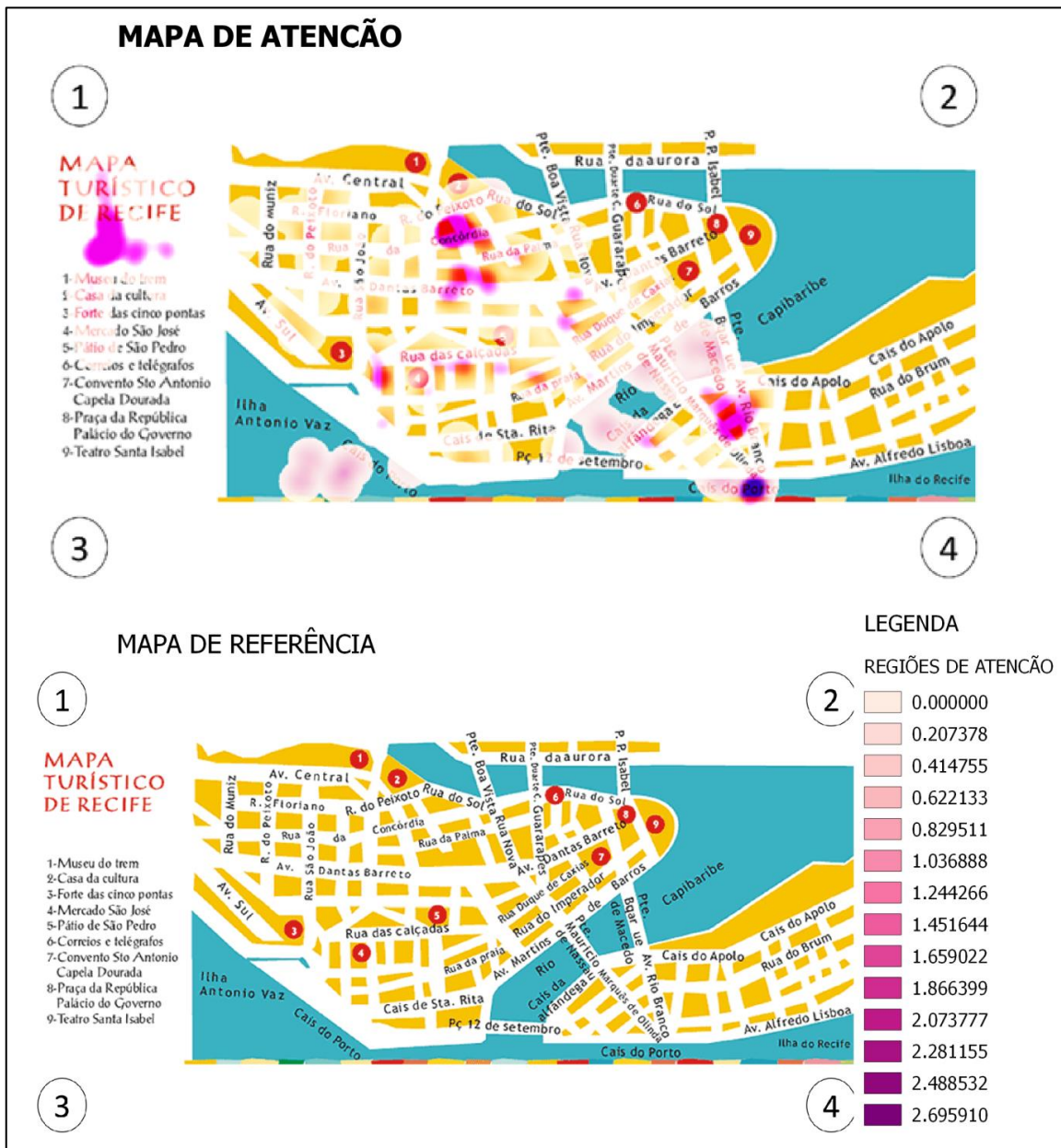
NÃO CONSEGUIU EXECUTAR A TAREFA (exedeu o tempo de três minutos sem identificar o primeiro ponto, passando assim para o mapa seguinte).

12 APÊNDICE D – Mapas de atenção (mapa 3)

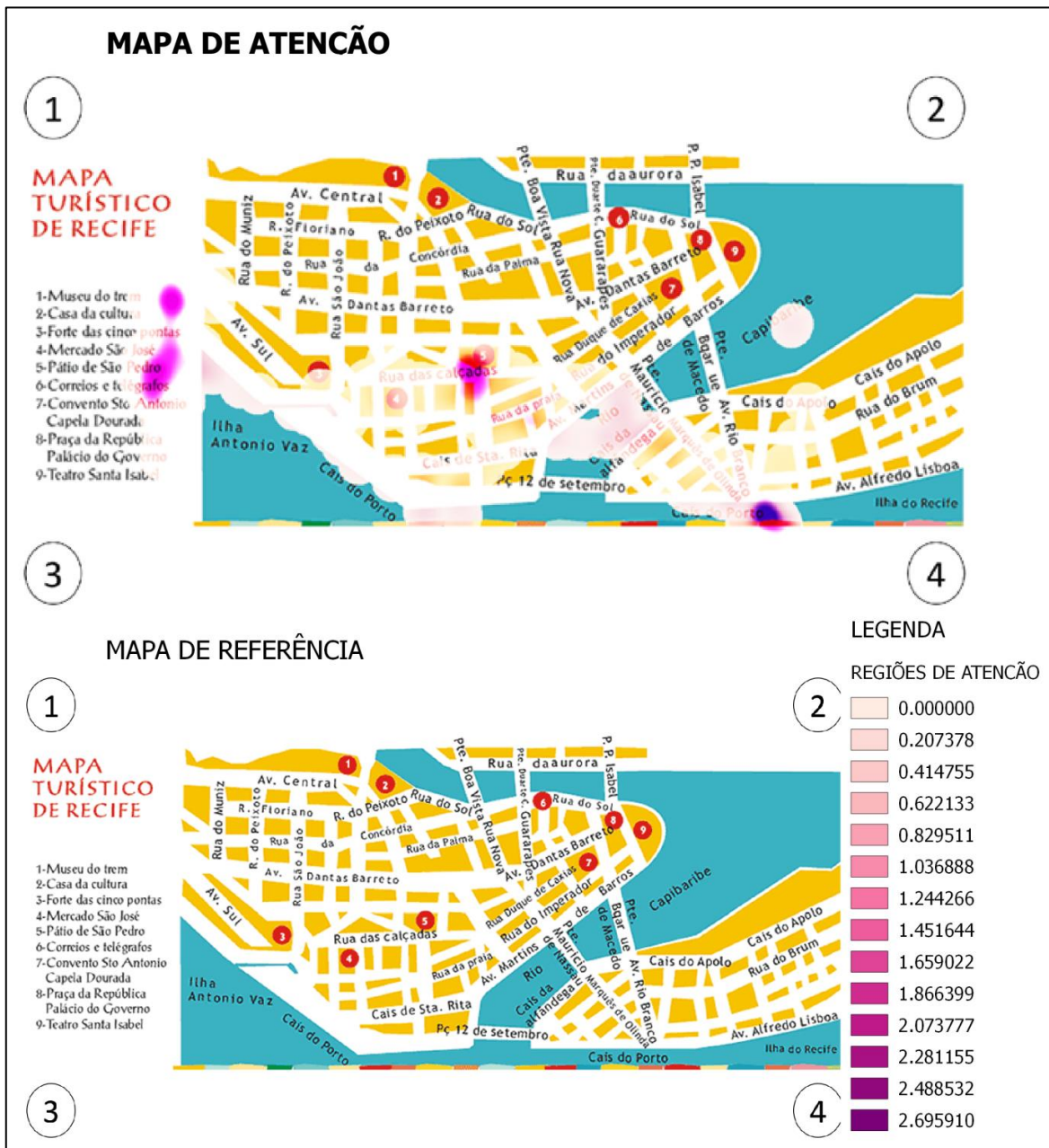
1º. Voluntário



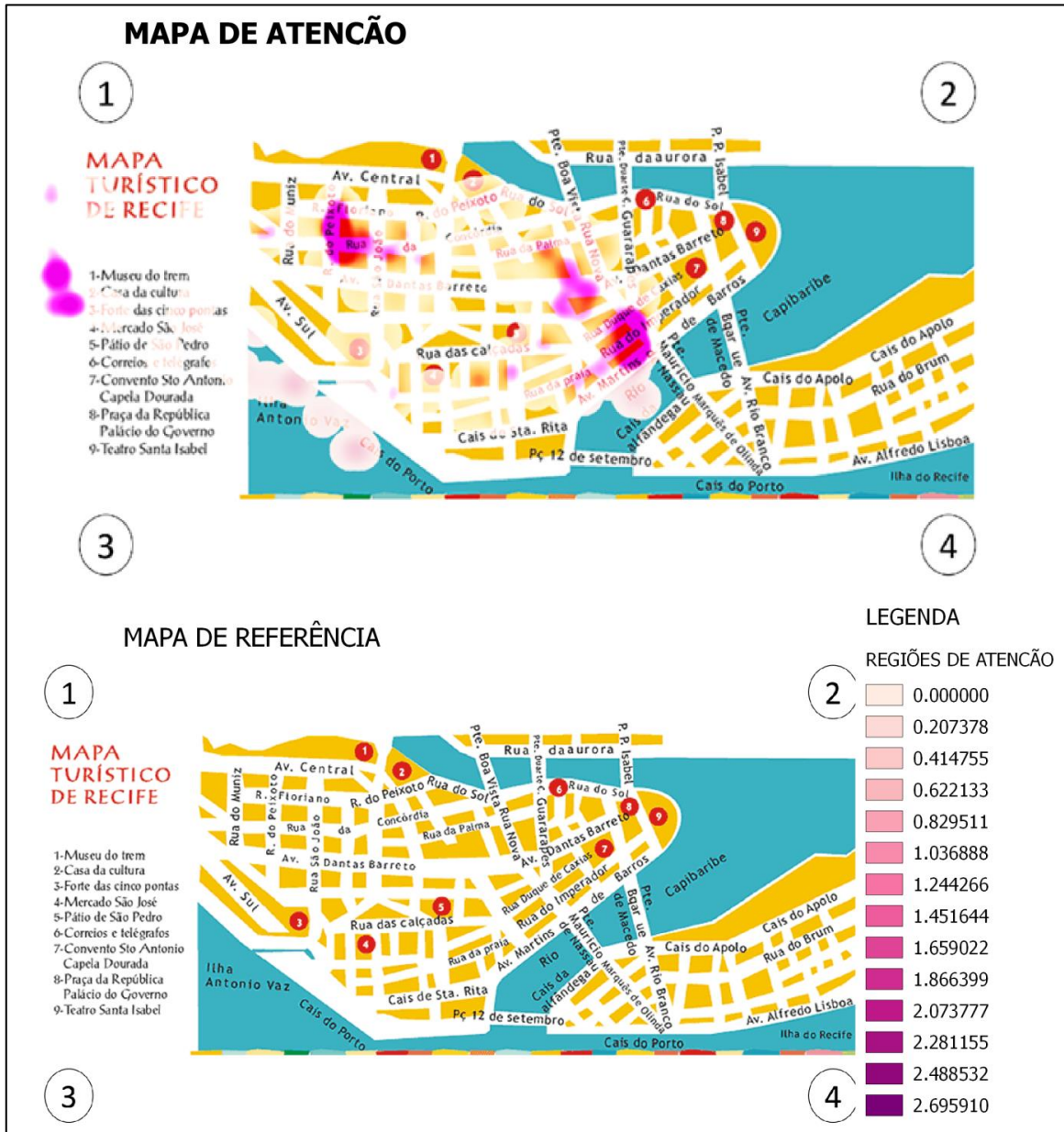
2º. Voluntário



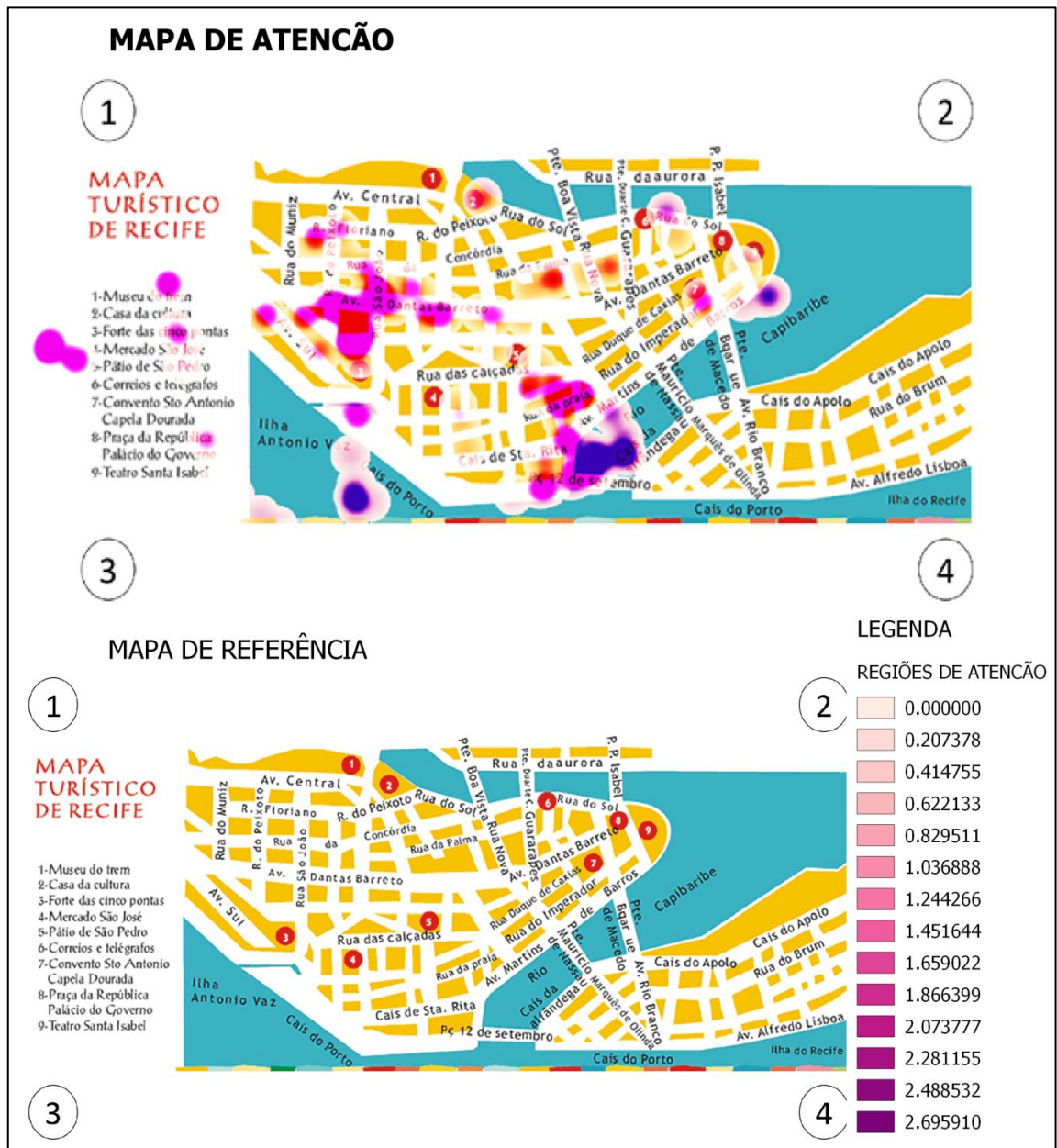
3º. Voluntário



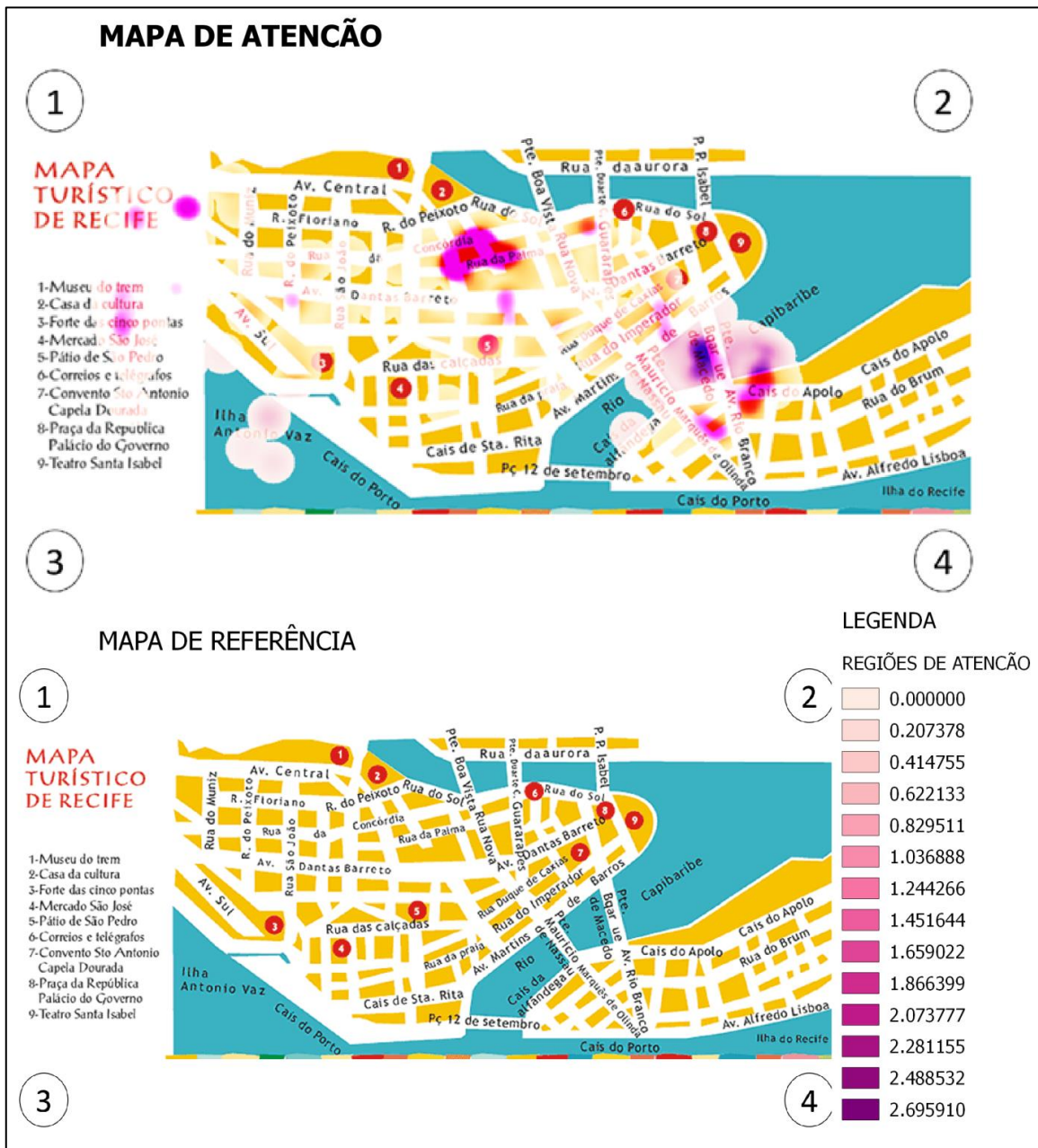
4º. Voluntário



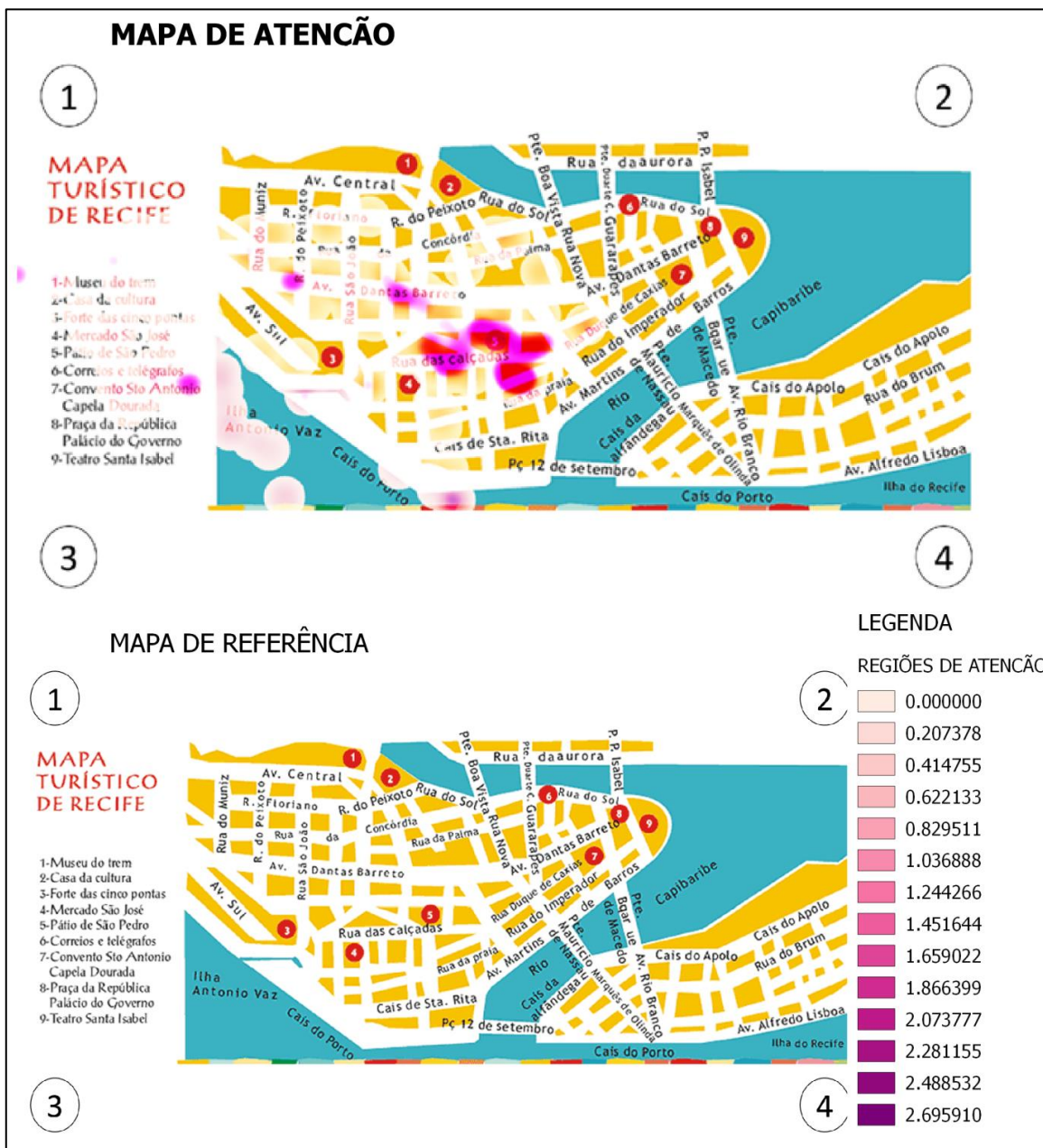
5º. Voluntário



6º. Voluntário



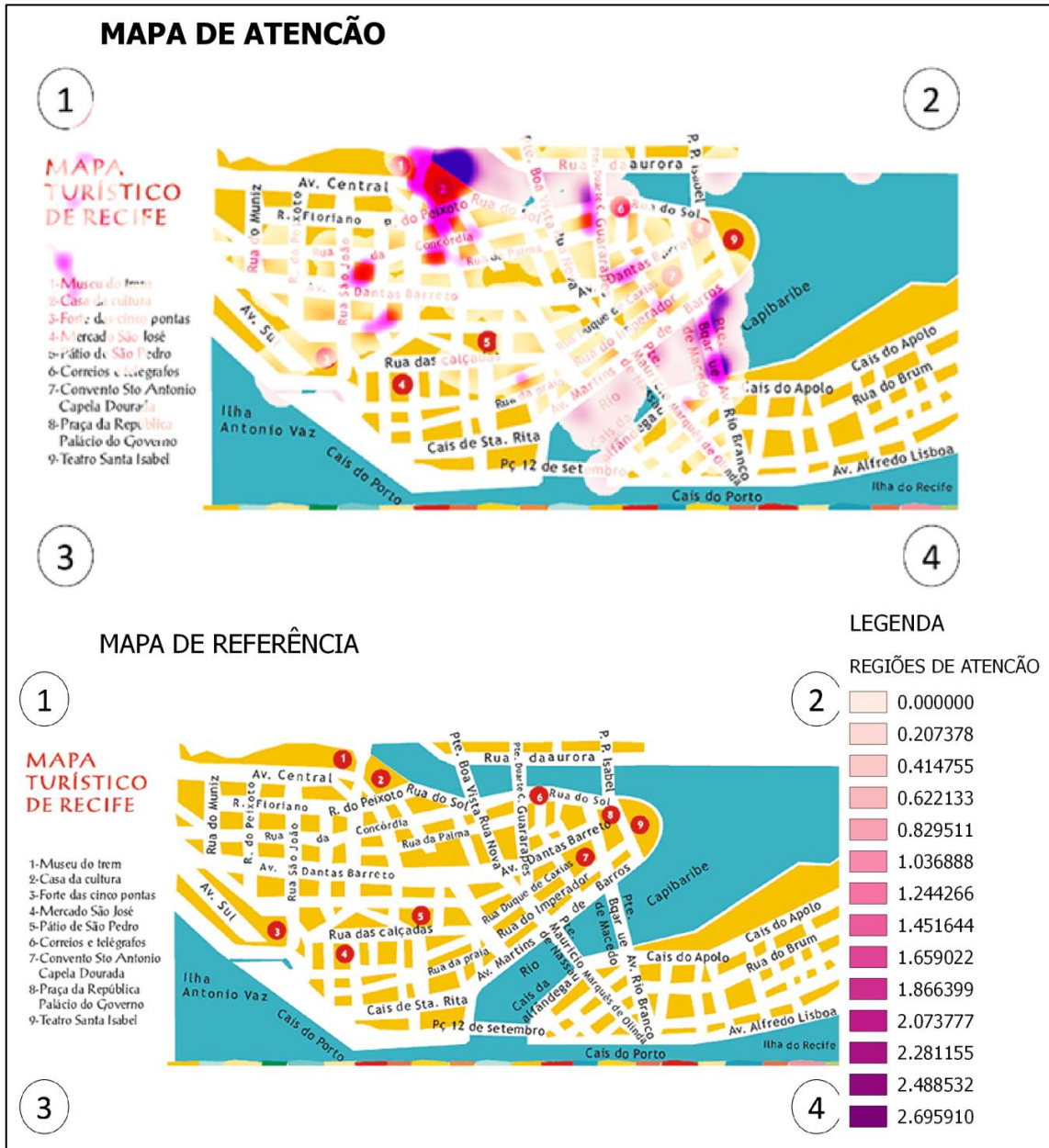
7º. Voluntário



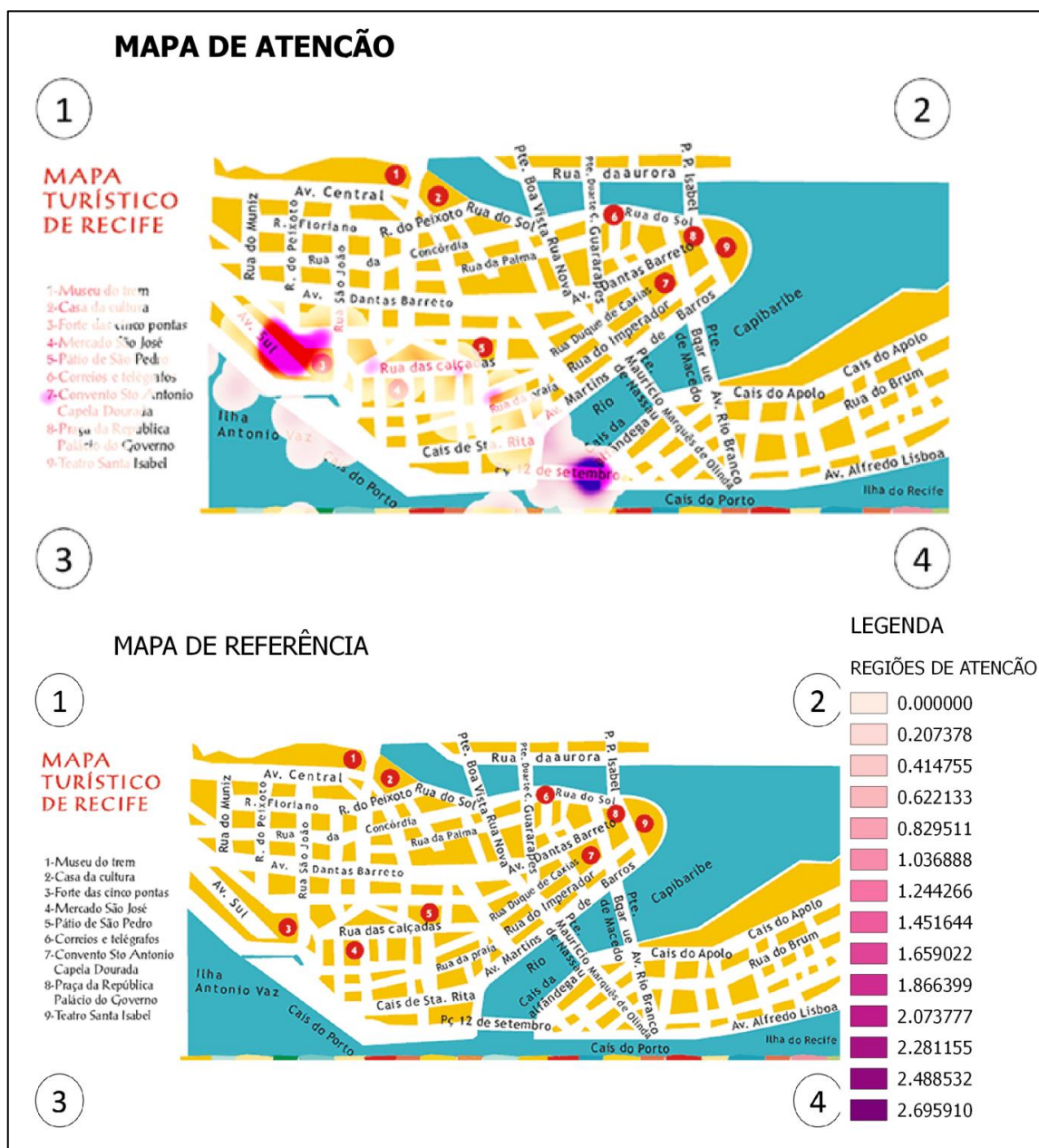
8º. Voluntário

DADOS INCONSISTENTES.

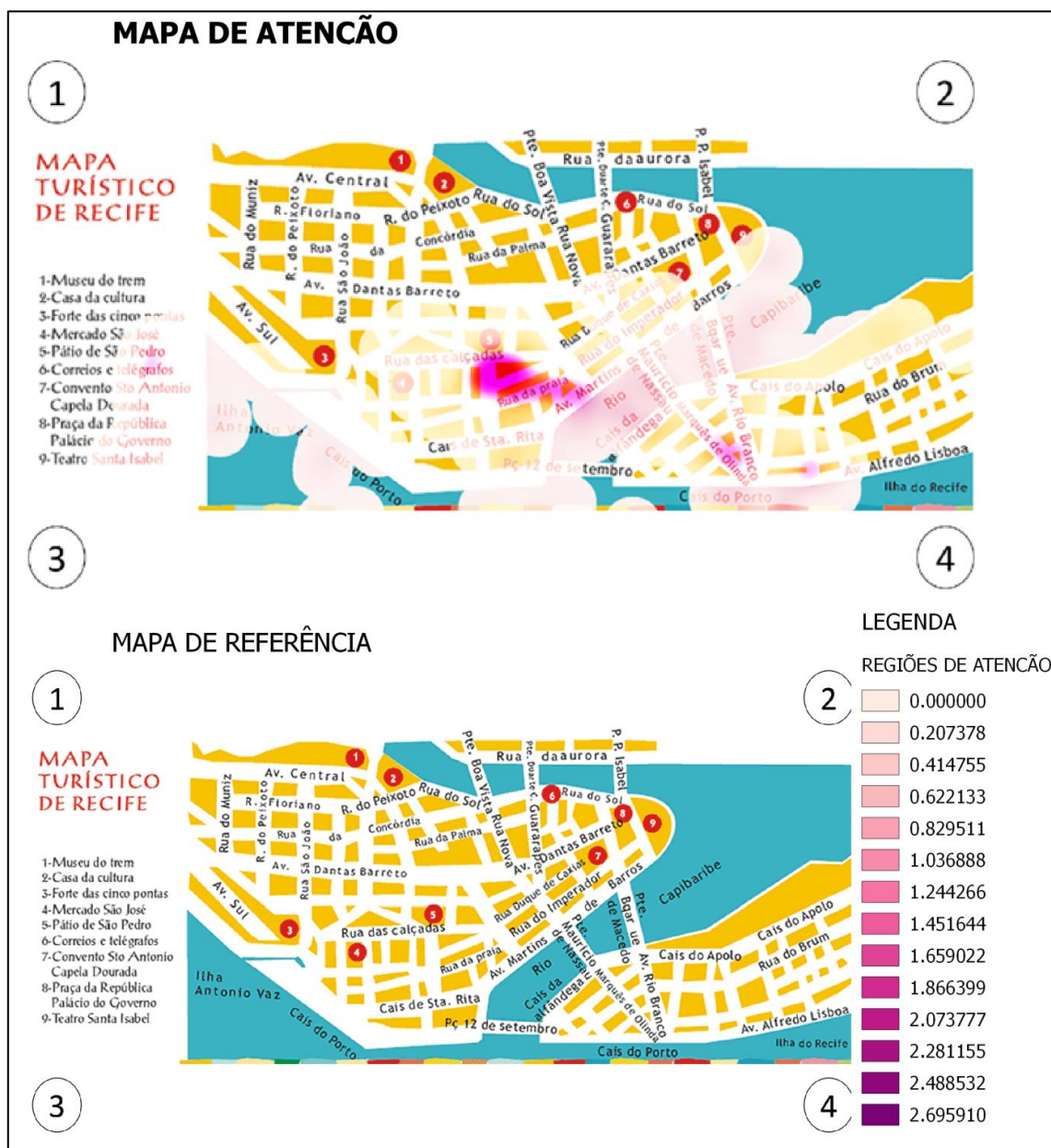
9º. Voluntário



10º. Voluntário



11º. Voluntário



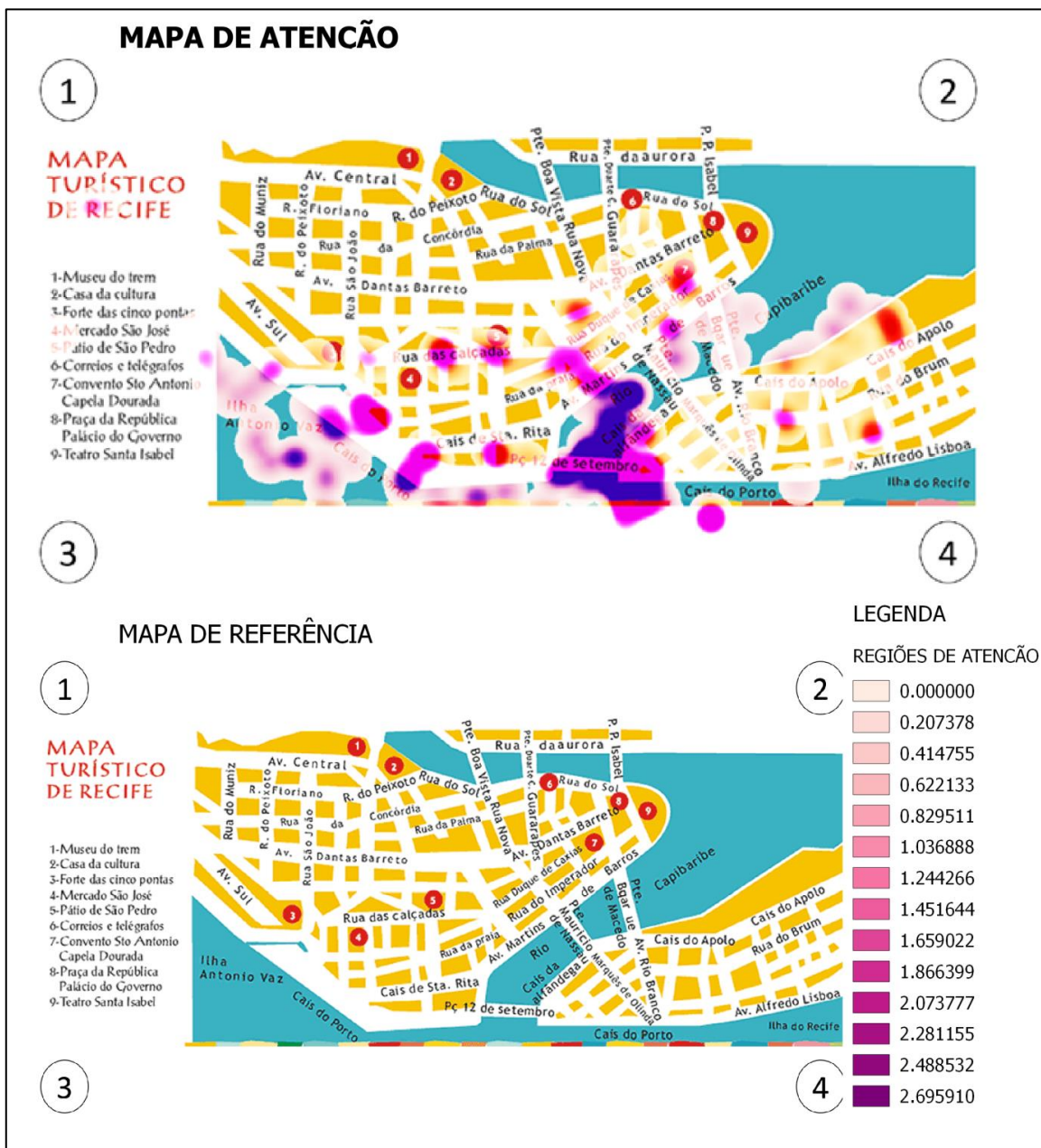
1

2

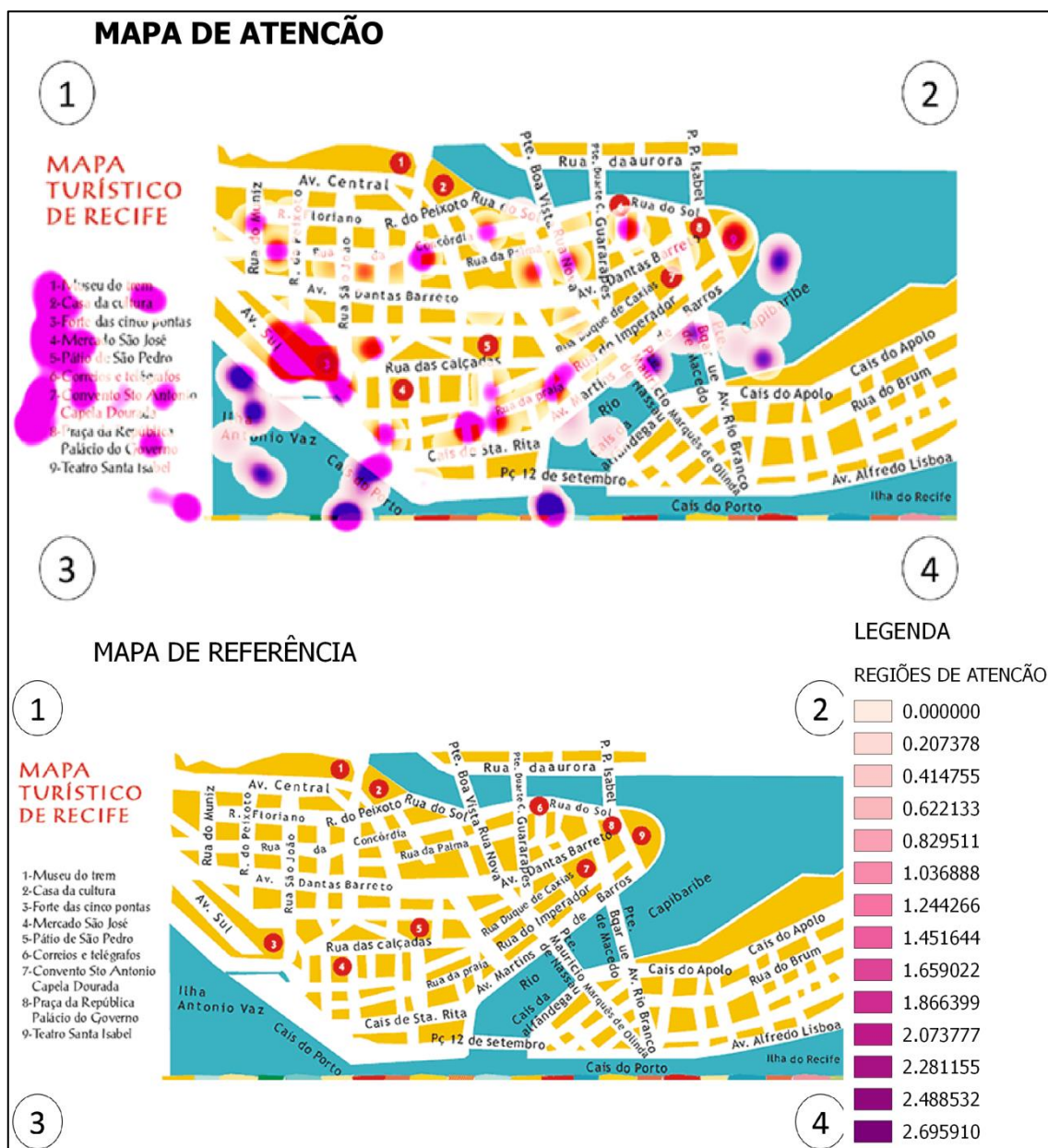
3

4

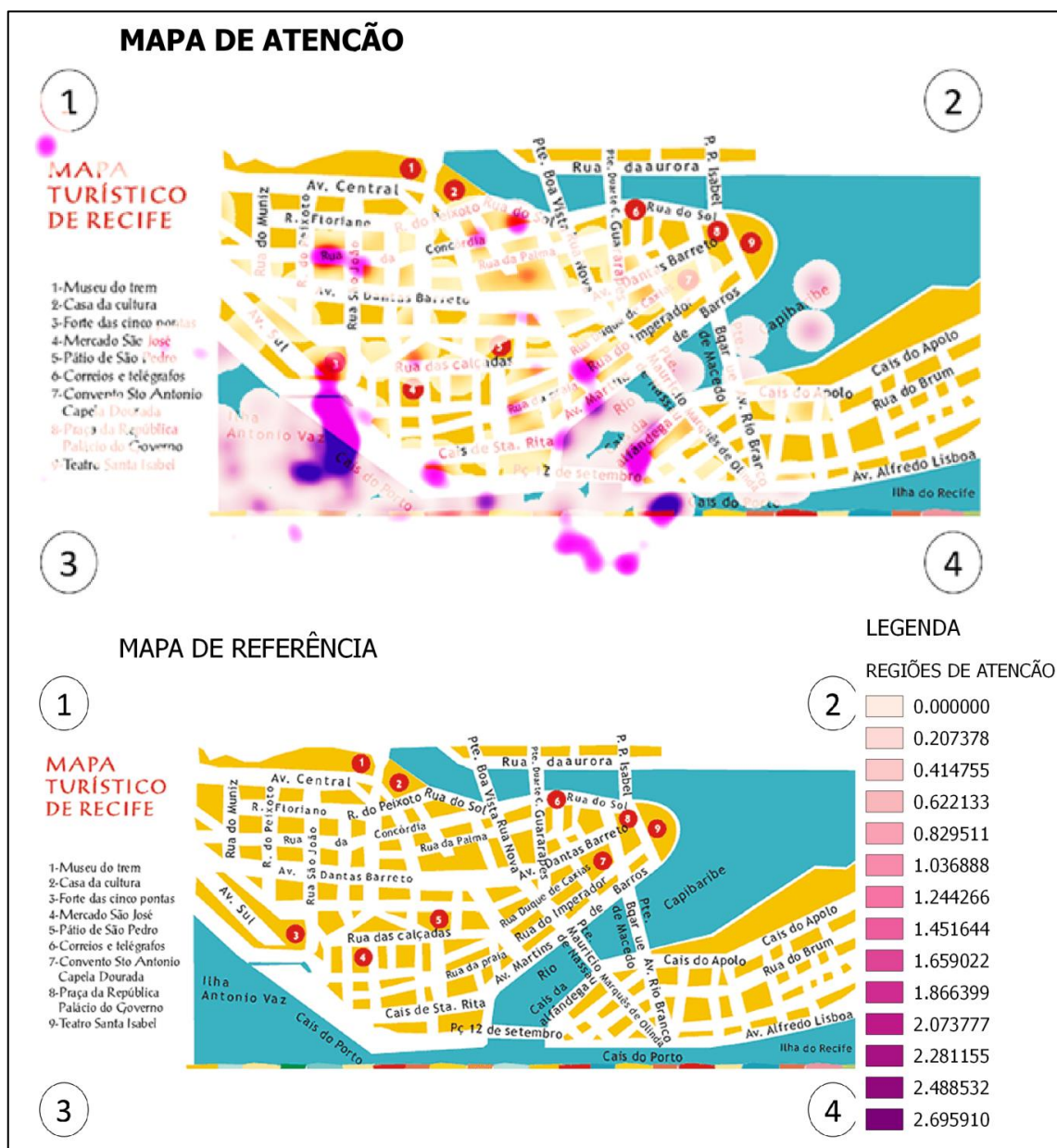
12º. Voluntário



13º. Voluntário

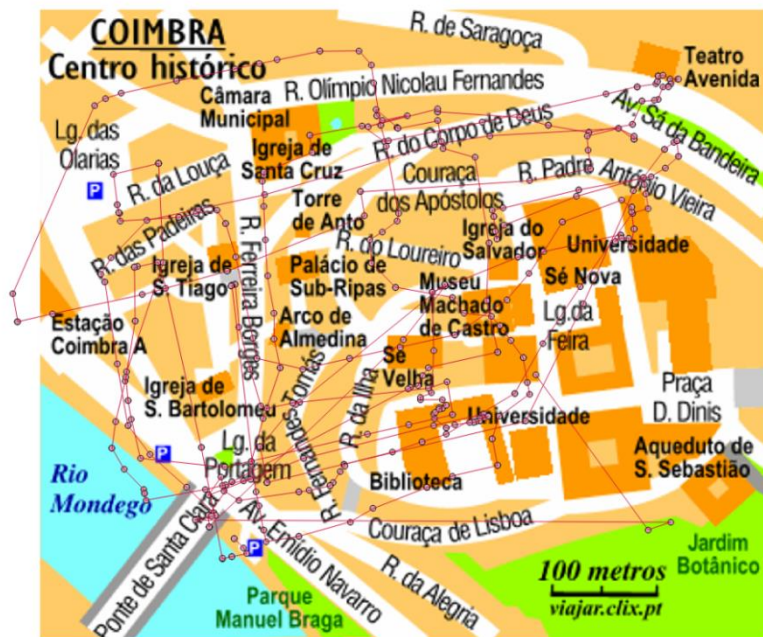


14º. Voluntário



5º. Voluntário

1



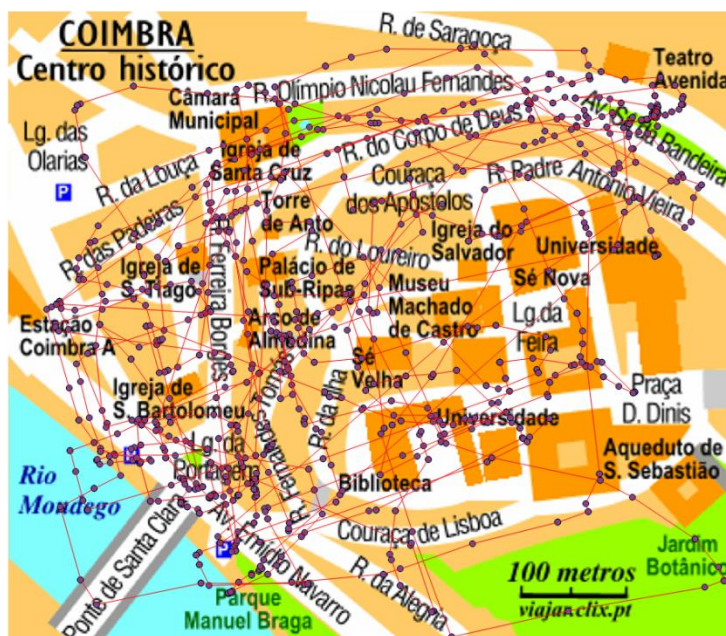
2

3

4

6º. Voluntário

1



2

3

4

7º. Voluntário

1

2

3

4



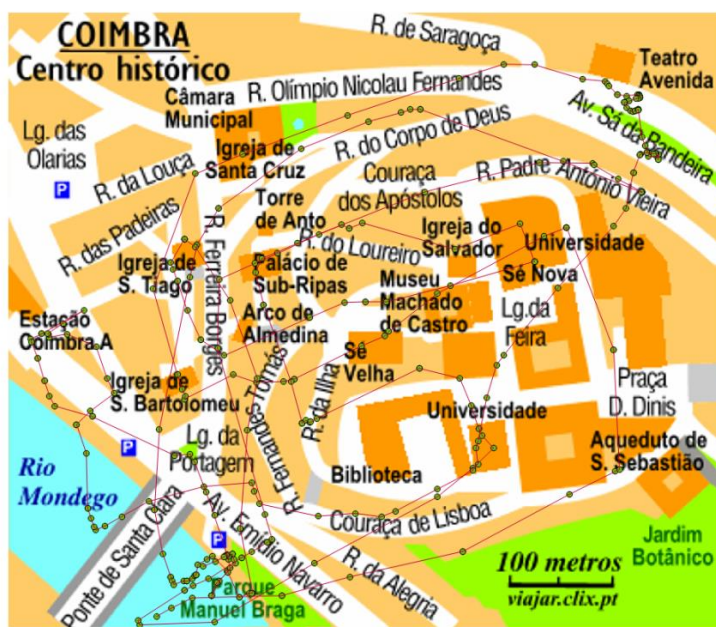
8º. Voluntário

1

2

3

4



9º. Voluntário

1



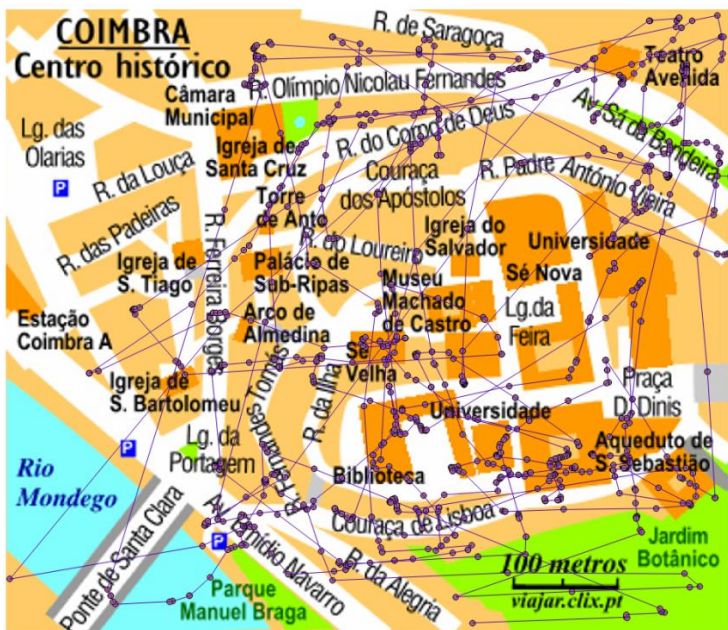
2

3

4

10º. Voluntário

1



2

3

4

13º. Voluntário

1



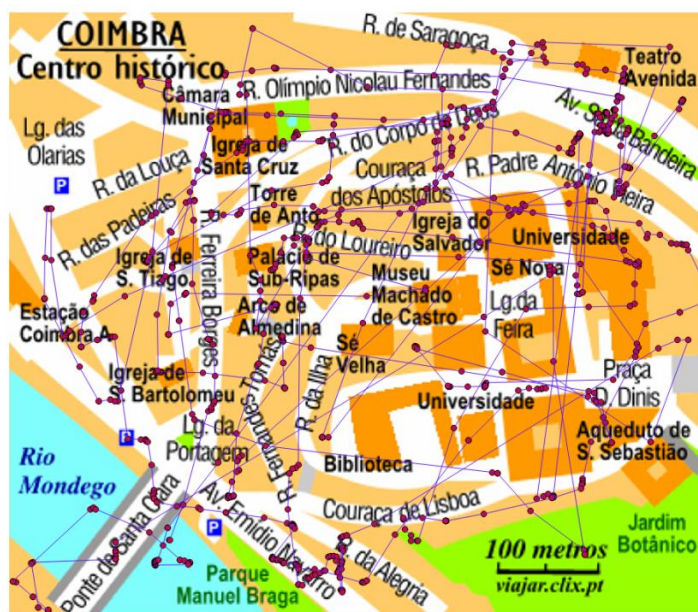
2

3

4

14º. Voluntário

1



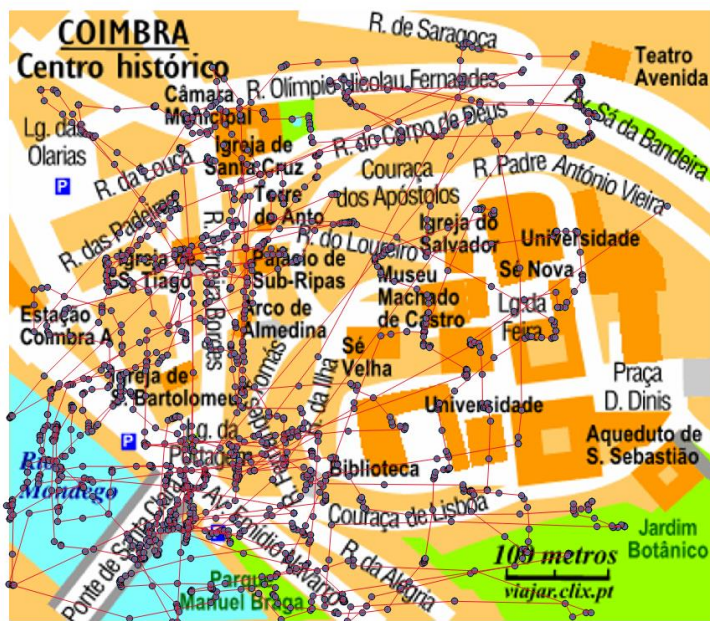
2

3

4

15º. Voluntário

1



2

3

4

16º. Voluntário

1

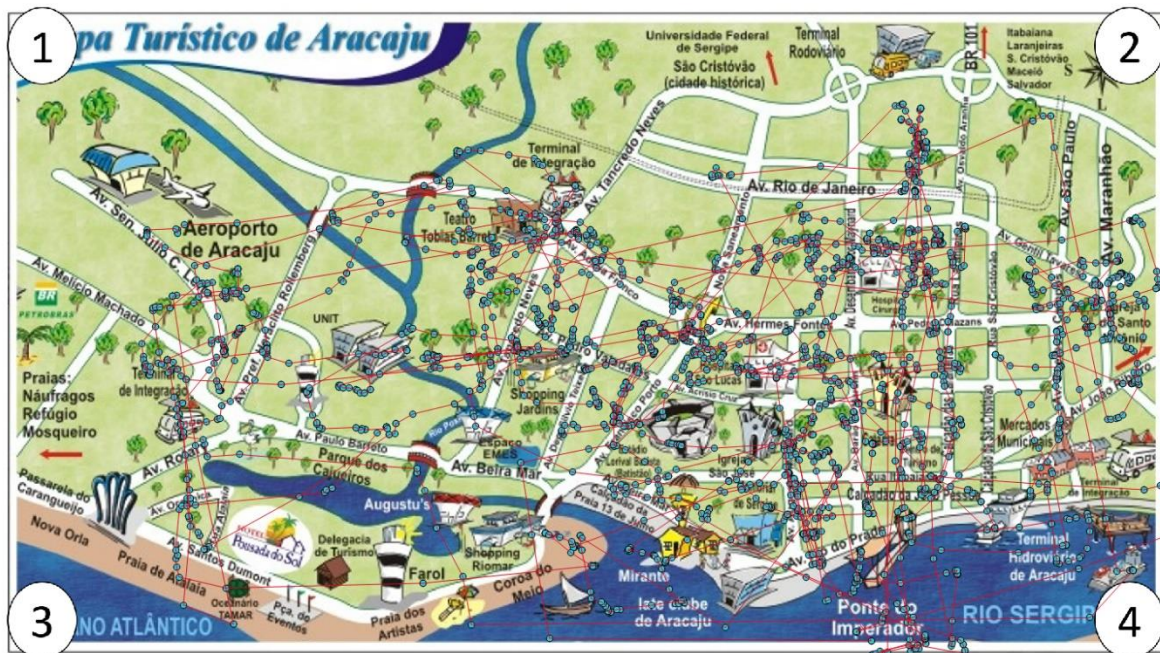


2

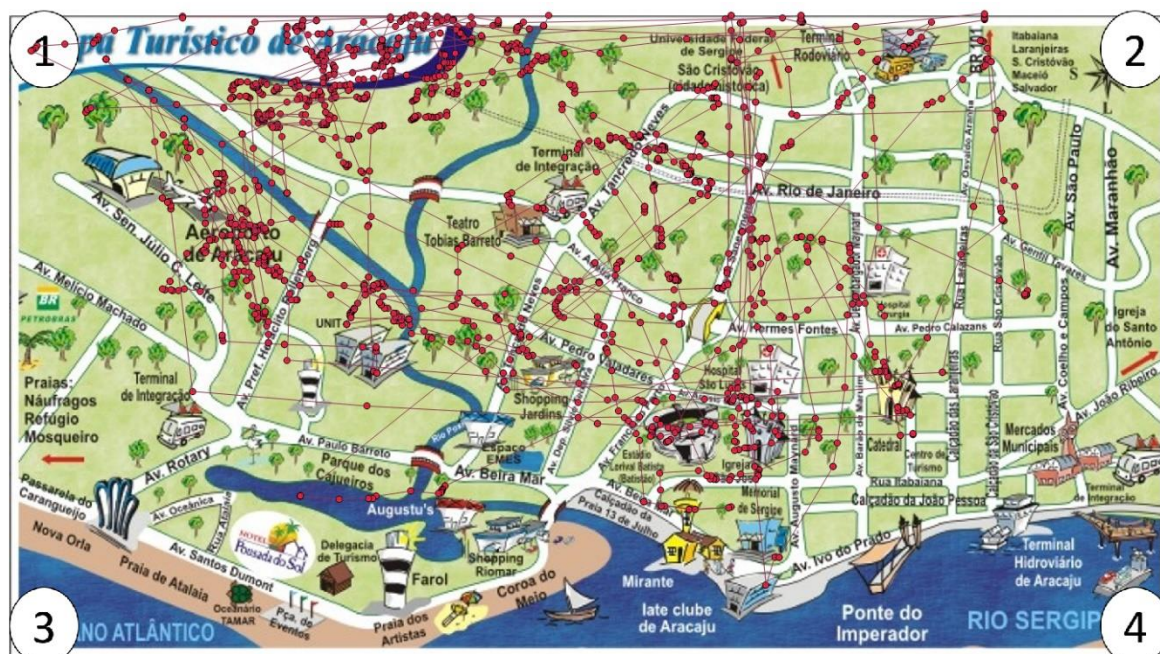
3

4

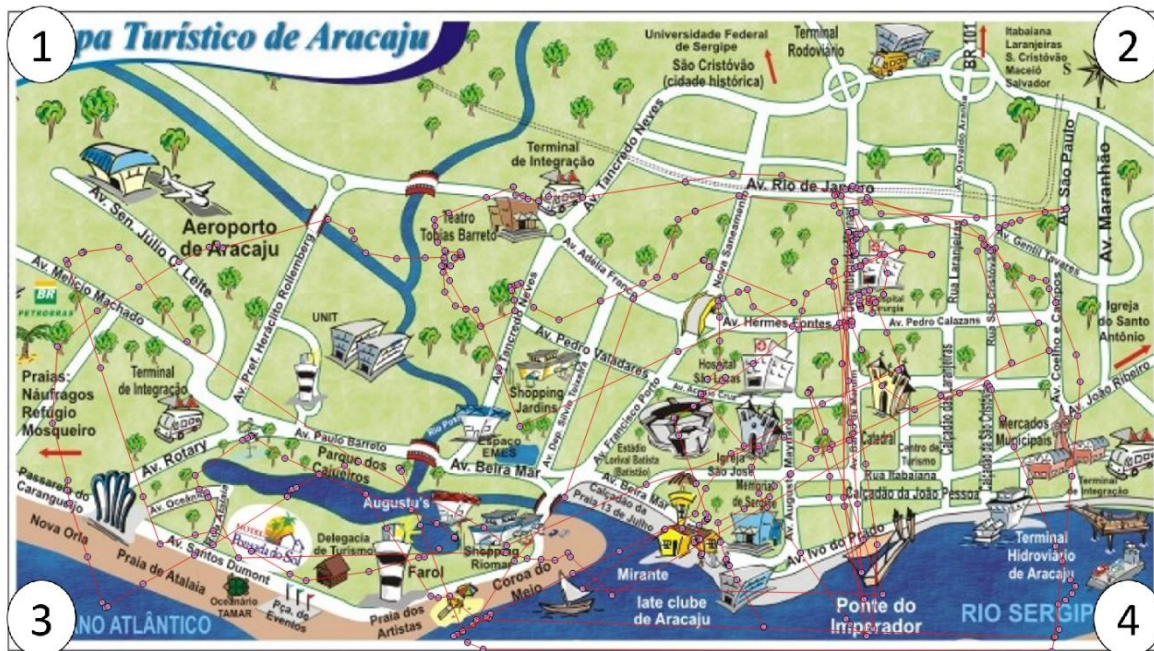
3º. Voluntário



4º. Voluntário



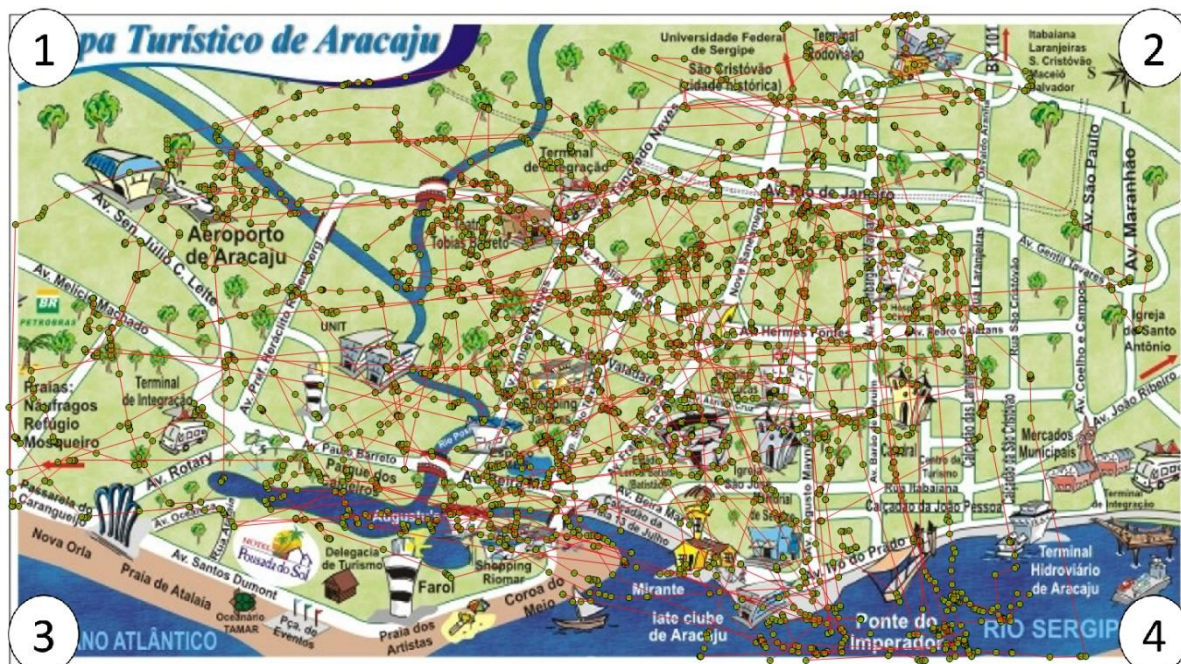
8º. Voluntário



9º. Voluntário



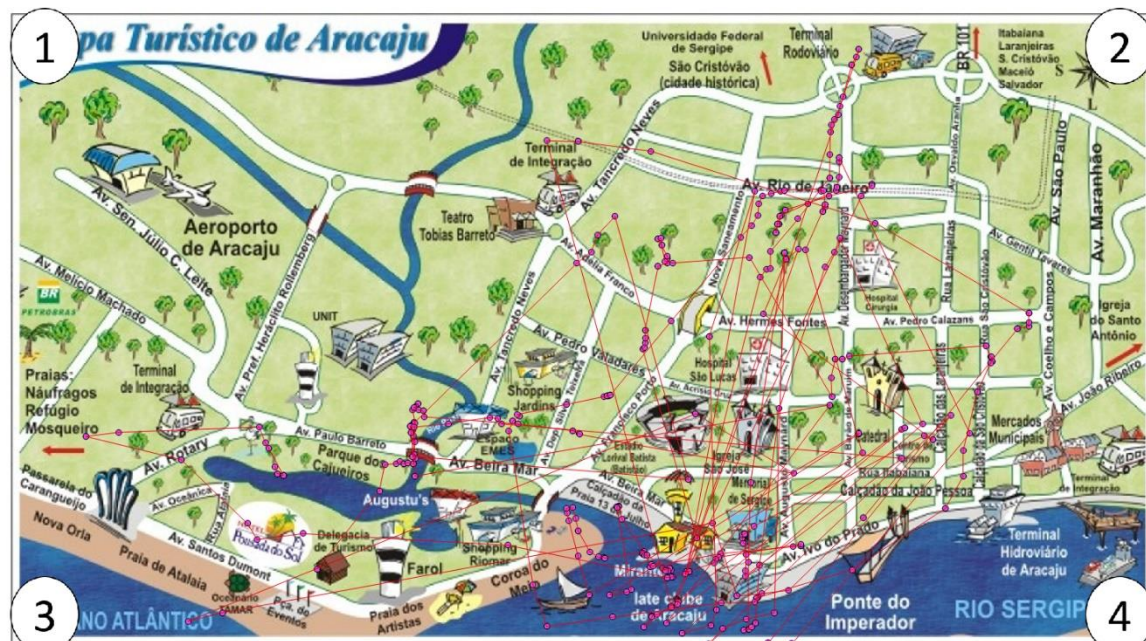
10º. Voluntário



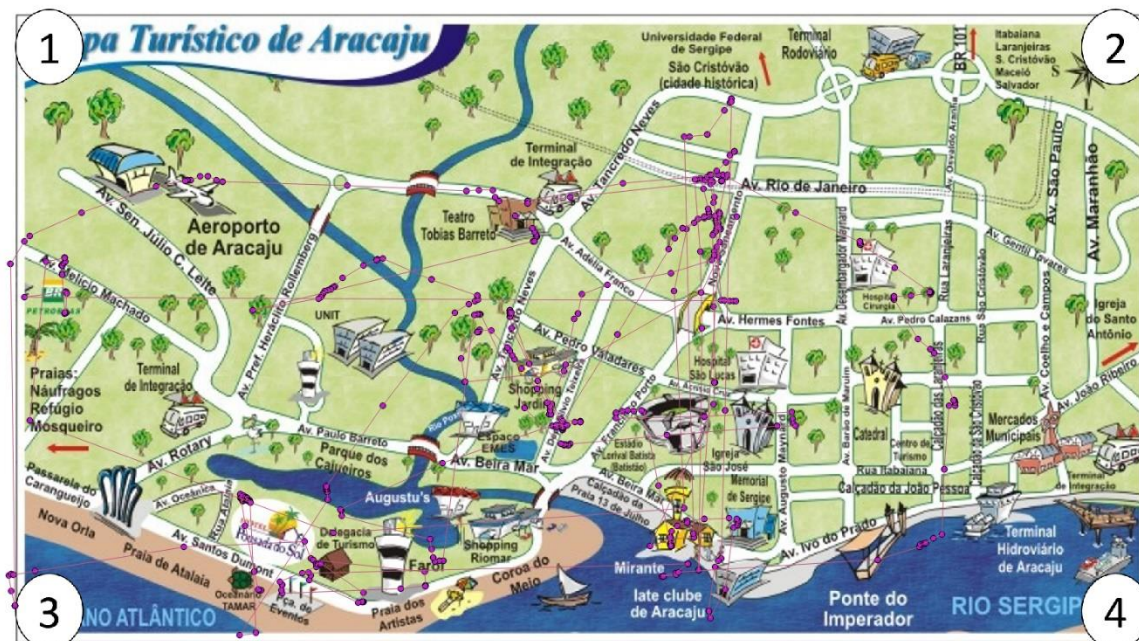
11º. Voluntário

NÃO CONSEGUIU EXECUTAR A TAREFA (exedeu o tempo máximo de três minutos).

12º. Voluntário



13º. Voluntário

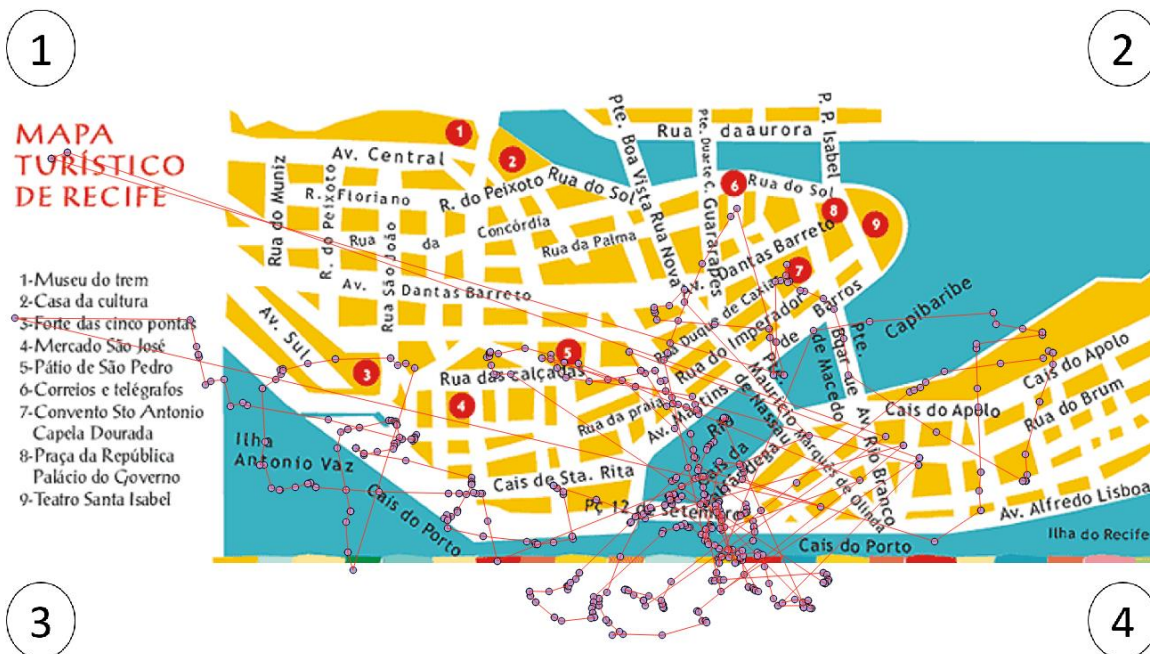


14º. Voluntário

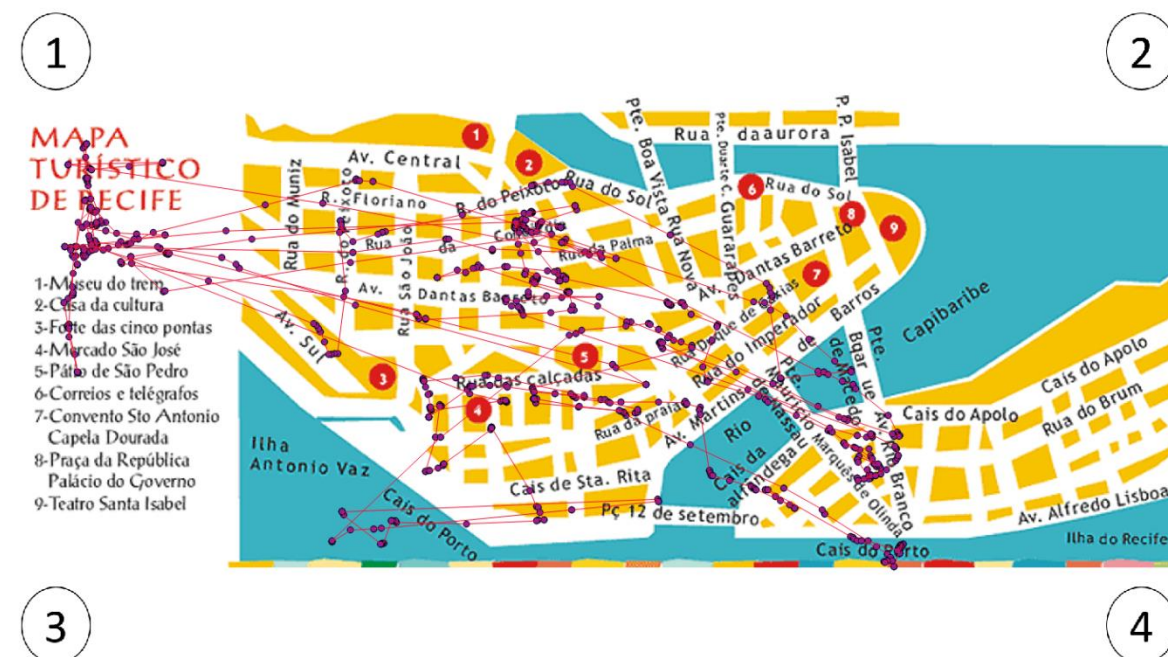
NÃO CONSEGUIU EXECUTAR A TAREFA (exedeu o tempo máximo de três minutos).

15 APÊNDICE G – Mapas de trajeto (mapa 3)

1º. Voluntário



2º. Voluntário



3º. Voluntário

1

2



3

4

4º. Voluntário

1

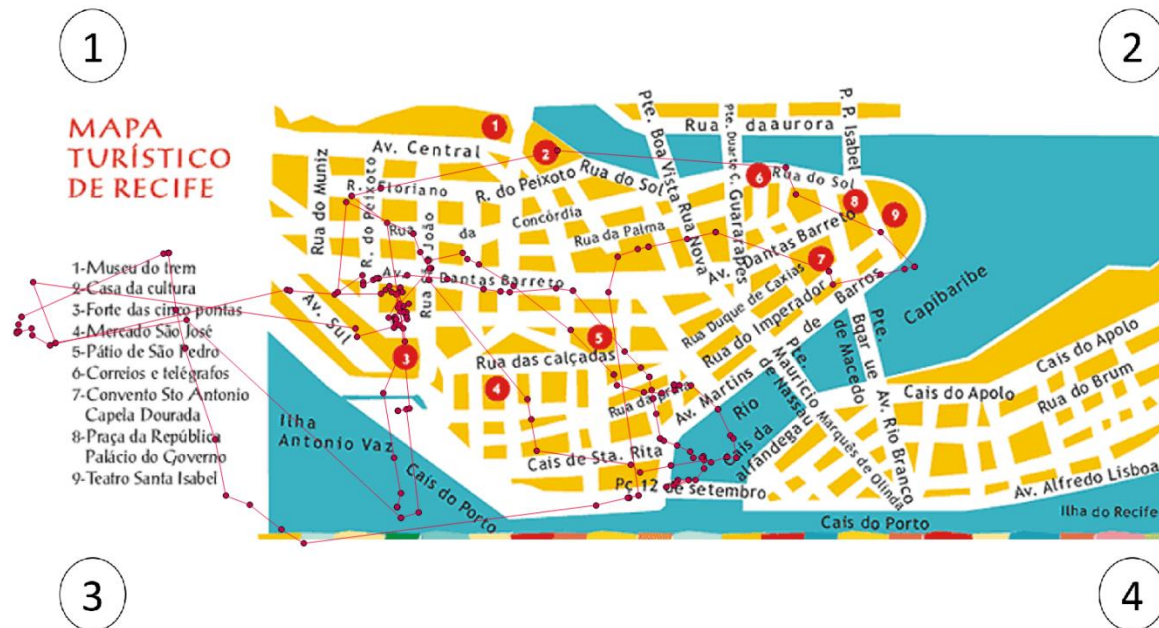
2



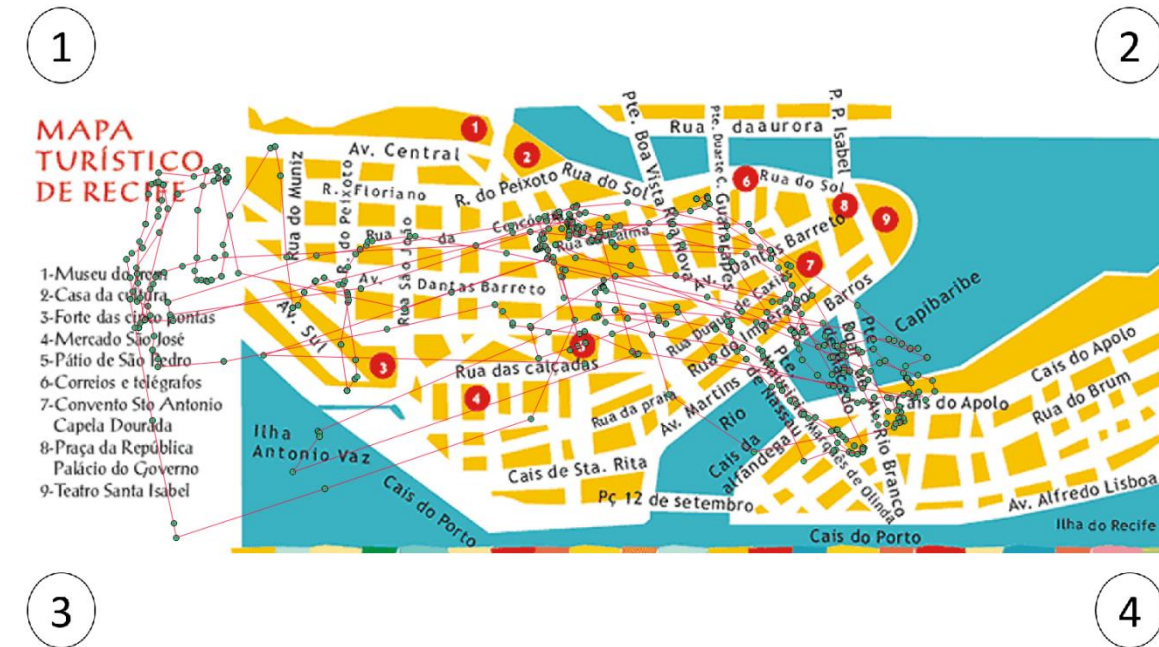
3

4

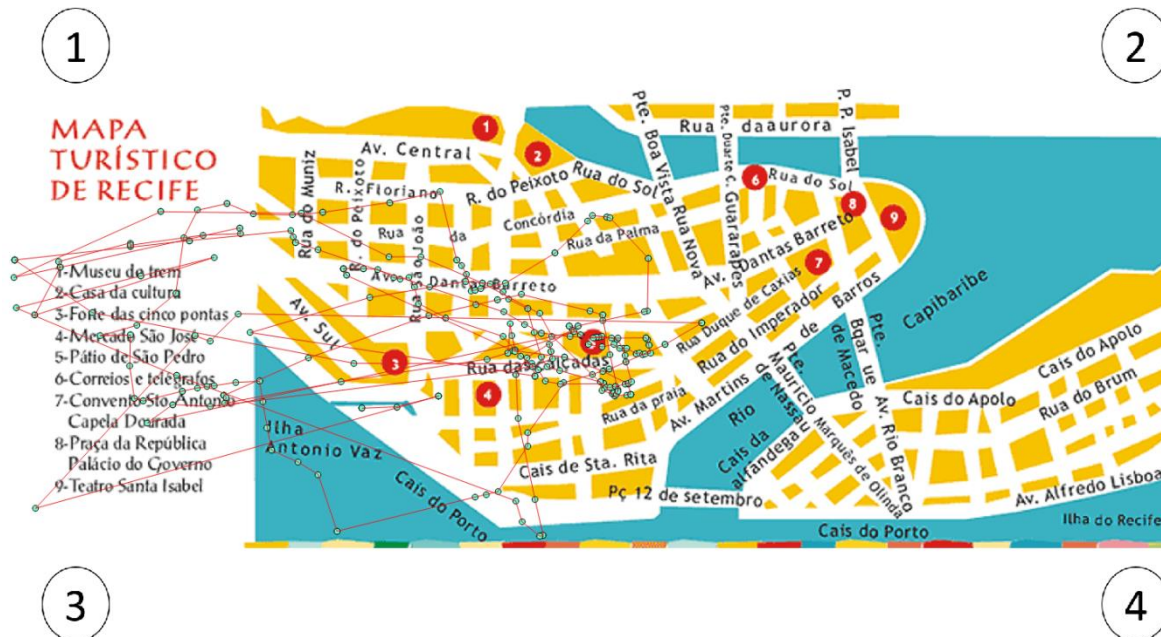
5º. Voluntário



6º. Voluntário



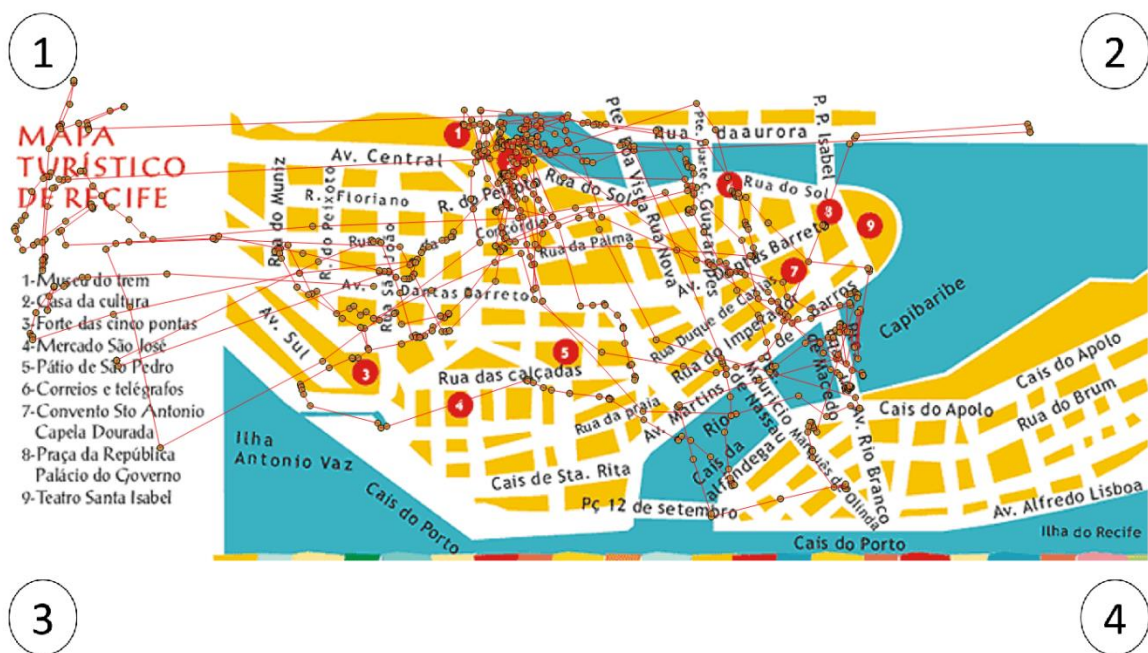
7º. Voluntário



8º. Voluntário

DADOS INCONSISTENTES.

9º. Voluntário



10º. Voluntário

1

2

MAPA
TURÍSTICO
DE RECIFE

- 1-Museu do trem
- 2-Casa da cultura
- 3-Forte das cinco pontas
- 4-Mercado São José
- 5-Pátio de São Pedro
- 6-Correios e telégrafos
- 7-Convento São Antonio
- 8-Capela Dourada
- 9-Praca da República
- 10-Palácio do Governo
- 11-Teatro Santa Isabel



3

4

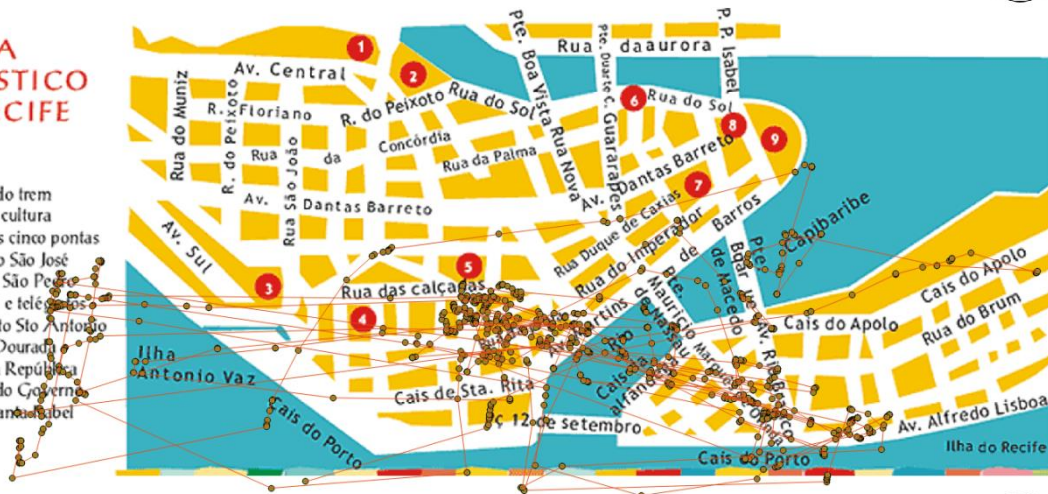
11º. Voluntário

1

2

MAPA
TURÍSTICO
DE RECIFE

- 1-Museu do trem
- 2-Casa da cultura
- 3-Forte das cinco pontas
- 4-Mercado São José
- 5-Pátio de São Pedro
- 6-Correios e telégrafos
- 7-Convento São Antonio
- 8-Capela Dourada
- 9-Praca da República
- 10-Palácio do Governo
- 11-Teatro Santa Isabel



3

4

12º. Voluntário

1

2

MAPA
TURÍSTICO
DE RECIFE

- 1-Museu do trem
- 2-Casa da cultura
- 3-Forte das cinco pontas
- 4-Mercado São José
- 5-Pátio de São Pedro
- 6-Correios e telégrafos
- 7-Convento Sto Antonio
Capela Dourada
- 8-Praça da República
Palácio do Governo
- 9-Teatro Santa Isabel



3

4

13º. Voluntário

1

2

MAPA
TURÍSTICO
DE RECIFE

- 1-Museu do trem
- 2-Casa da cultura
- 3-Forte das cinco pontas
- 4-Mercado São José
- 5-Pátio de São Pedro
- 6-Correios e telégrafos
- 7-Convento Sto Antonio
Capela Dourada
- 8-Praça da República
Palácio do Governo
- 9-Teatro Santa Isabel



3

4

