

Sinalização Virtual – Estudo de Caso para o Caminho das Capelas - MG

Virtual Signage – Case Study for Caminho das Capelas - MG

Señalización Virtual – Estudio de Caso para Caminho das Capelas – MG

Recebido: 25/04/2022 | Revisado: 02/05/2022 | Aceito: 08/05/2022 | Publicado: 14/05/2022

Larissa Pereira Prates

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5017-0989>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, Brasil

E-mail: larissa.prates@alunos.ifsuldeminas.edu.br

Fabio Luiz Albarici

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4436-0561>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, Brasil

E-mail: fabio.albarici@ifsuldeminas.edu.br

Resumo

A procura por lazer em espaços abertos e isolados teve seu crescimento com a pandemia de COVID-19. Com a flexibilização das normas sanitárias, este crescimento teve um aumento exponencial, principalmente a caminhada em trilhas de peregrinação pré-definidas. Neste contexto, os usuários aproveitam para se conectar com a natureza e principalmente com sua religião e cultura. Uma problemática destas trilhas é a sua sinalização, onde muitas vezes os usuários ficam em dúvida de qual caminho seguir, pois as placas de sinalização estão destruídas. Dessa forma, essa destruição deixam resíduos, causando um turismo não sustentável. Diante dessa dificuldade, uma solução é o uso de tecnologias para apoiar essa sinalização e planejamento, a fim de se obter um turismo mais sustentável e sem resíduos. Diante do exposto, este trabalho tem o objetivo de desenvolver um aplicativo para equipamentos móveis, onde ter-se-á placas virtuais de sinalização para o Caminho das Capelas, uma rota de 75km que passa pela cidade de Inconfidentes-MG. Contudo, o aplicativo é capaz de realizar a localização do usuário, utilizando a rede de telefonia (4G) associada com GNSS, ou apenas por GNSS, além de apresentar as sinalizações de navegação. Os resultados obtidos apontam que as médias das distâncias em que o aplicativo envia as notificações são estatisticamente iguais, ou seja, que o aplicativo é capaz de orientar o usuário pelo circuito com tempo hábil para a tomada de direção nas diferentes situações a que será exposto.

Palavras-chave: Sinalização virtual; Aplicativo móvel; *Smart tourism*; *Google maps*; Geolocalização; Ensino de turismo.

Abstract

The demand for leisure in open and isolated spaces grew with the COVID-19 pandemic. With the relaxation of health regulations, this growth had an exponential increase, especially walking on pre-defined pilgrimage trails. In this context, users take the opportunity to connect with nature and especially with their religion and culture. A problem with these trails is their signage, where users are often in doubt about which way to go, as the signposts are destroyed. In this way, this destruction leaves residues, causing unsustainable tourism. Faced with this difficulty, a solution is the use of technologies to support this signage and planning, in order to obtain a more sustainable and waste-free tourism. Given the above, this work aims to develop an application for mobile devices, where there will be virtual signposts for the Caminho das Capelas, a 75km route that passes through the city of Inconfidentes-MG. However, the application is able to perform the user's location, using the telephone network (4G) associated with GNSS, or just by GNSS, in addition to presenting navigation signals. The results obtained indicate that the averages of the distances at which the application sends notifications are statistically equal, that is, that the application is able to guide the user through the circuit in a timely manner to take a direction in the different situations to which it will be exposed.

Keywords: Virtual signaling; Mobile App; Smart tourism; Google maps; Geolocation; Tourism teaching.

Resumen

La demanda de ocio en espacios abiertos y aislados creció con la pandemia del COVID-19. Con la flexibilización de las normas sanitarias, este crecimiento tuvo un aumento exponencial, especialmente caminando por caminos de peregrinación predefinidos. En este contexto, los usuarios aprovechan para conectarse con la naturaleza y en especial con su religión y cultura. Un problema de estos senderos es su señalización, donde los usuarios a menudo tienen dudas sobre qué camino tomar, ya que las señales están destruídas. De esta forma, esta destrucción deja residuos, provocando un turismo insostenible. Ante esta dificultad, una solución es el uso de tecnologías para apoyar esta señalización y planificación, con el fin de obtener un turismo más sostenible y libre de residuos. Teniendo en cuenta lo anterior, este trabajo tiene como objetivo desarrollar una aplicación para dispositivos móviles, donde habrá carteles virtuales para el Caminho das Capelas, una ruta de 75 km que pasa por la ciudad de Inconfidentes-MG. Sin embargo, la aplicación es

capaz de realizar la ubicación del usuario, utilizando la red telefónica (4G) asociada a GNSS, o solo por GNSS, además de presentar las señales de navegación. Los resultados obtenidos indican que los promedios de las distancias a las que la aplicación envía notificaciones son estadísticamente iguales, es decir, que la aplicación es capaz de guiar al usuario por el circuito de manera oportuna para tomar una dirección en las diferentes situaciones a las que estará expuesto.

Palabras clave: Señalización virtual; Aplicación móvil; *Smart Tourism*; *Google Maps*; Geolocalización; Enseñanza del turismo.

1. Introdução

O turismo de natureza tem ganhado cada vez mais destaque na escolha dos cidadãos, que em busca de tranquilidade em meio a uma rotina cada vez mais acelerada buscam estes locais para o lazer. Durante a pandemia de 2020 este também foi evidenciado, visto ser um turismo com maior “isolamento”, onde a maioria das práticas (como caminhadas e ciclismo) são atividades individuais e em espaços abertos. Carvalho e Alves (2021) abordam que o turismo de caminhada ainda vai além de uma alternativa mais saudável aos seus interessados, mas também minimiza a sazonalidade do turismo em regiões de montanha, aquecendo a economia local e sendo assim um dos segmentos do turismo de natureza com crescente importância.

A procura por este turismo evidenciou dois grandes problemas, sendo eles que estes não são plenamente planejados a fim de evitar danos ambientais e a necessidade de sinalização como forma de infraestrutura para uma boa experiência do usuário (Gadelha & Alecrim, 2006; Rudzewicz, 2006; Madeira et al., 2019). É por meio da sinalização que o turista pode usufruir por completo dos atrativos ali oferecidos, valorizando assim o local e sua estrutura bem como a experiência do visitante (Madeira et al., 2019). O uso de tecnologia atrelado ao turismo de natureza é uma realidade em outros países, mas no Brasil Neves, Souza e Carvalho (2020) atestaram por sua pesquisa que além de escassas, as aplicações existentes não usufruem de toda a potencialidade que possuem, como por exemplo, sistemas que auxiliem o usuário nas trilhas.

Steil e Carneiro (2008) discorrem em seu trabalho sobre a importância do caminho, sendo este a verdadeira experiência, seja ela motivada por aspectos históricos, ecológicos, culturais ou religiosos, e sendo a experiência do turista neste um agregador de valor ao ser humano, um momento de reflexão e ressignificados.

A peregrinação é um movimento humano ligado principalmente a interesses religiosos, pode-se citar nesse contexto o Caminho de Santiago na Espanha que hoje recebe pessoas do mundo todo e também o Caminho da Fé que passa pelos estados brasileiros de São Paulo e Minas Gerais (Capra, 2018). O Caminho das Capelas é um circuito de peregrinação majoritariamente no município de Inconfidentes-MG que possui um total de 75km de trajeto e foi recentemente sinalizado com totens físicos. A peregrinação é dividida em três dias e passa por aproximadamente 30 capelas, sendo a escolha de peregrinos que buscam atrativos religiosos, naturais e culturais (Capelas, 2022).

O presente trabalho tem por objetivo desenvolver um aplicativo para equipamentos móveis, onde tem-se as placas virtuais de sinalização para o Caminho das Capelas, uma rota de 75km que passa pela cidade de Inconfidentes-MG. O aplicativo é capaz de realizar a localização do usuário, utilizando a rede de telefonia (4G) associada com GNSS, ou apenas por GNSS, além de apresentar as notificações de navegação. Para avaliar a confiabilidade da visualização da placa virtual (notificação) com disponibilidade de rede de telefonia móvel e sem a disponibilidade desta, utilizou-se um teste estatístico de análise de variância (Anova).

A pesquisa trata assim de uma abordagem quantitativa, acerca da coleta das distâncias entre as novas tomadas de direção e o ponto em que as notificações (placas virtuais) são enviadas ao usuário para que este tome a direção indicada, e análise destes valores obtidos por meio de técnicas matemáticas (Pereira et al., 2018).

2. Fundamentação Teórica

2.1 Smart tourism

Os circuitos/trajetos de caminhada são um segmento do turismo de natureza que vem ganhando força nacional e internacionalmente, como é tratado por Carvalho e Alves (2021) que em sua pesquisa aborda a crescente procura dos turistas por este tipo de lazer e apresenta os benefícios ao turista como por exemplo o contato profundo com a natureza e cultura local, quanto à comunidade como incentivo à economia local e inclusive de interação entre ambos promovendo trocas de experiências.

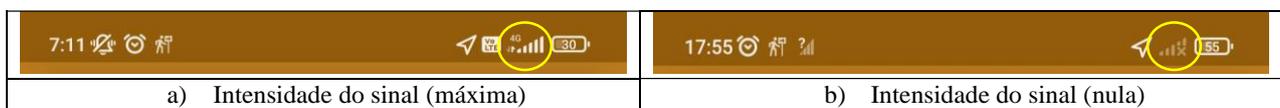
O *Smart Tourism* vem sendo bastante visado pelos praticantes e acadêmicos principalmente no segmento de tecnologia na percepção, comportamento e experiência dos turistas; visto o ritmo acelerado de desenvolvimento tecnológico em que nos encontramos (Ye et al., 2020). Dentre os segmentos de tecnologia destacam-se ainda a IoT (Internet das Coisas) e os aplicativos móveis como formas de gerar, armazenar e recuperar *big data* que pode assim ser utilizado a vários propósitos. Como exemplo o aprimoramento da experiência turística, por um melhor planejamento da visitação e deslocamento (Araújo et al., 2021; Carvalho & Moreira, 2019; Neri et al., 2020).

Silveira (2021) em sua pesquisa nos traz a ligação do *Smart tourism* com o turismo sustentável, onde aborda que as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) são facilitadoras na melhoria da experiência do turista bem como na absorção de conhecimento sobre o local. O uso destas tecnologias é fundamental para desenvolvimento de uma sociedade sustentável, e consequentemente um turismo sustentável também requer a disponibilidade de infraestrutura ligada ao Smart tourism, a fim de ajudar o turista a ser mais responsável com o local que visita, atendendo os três pilares do turismo sustentável: ecológico, sociocultural e econômico (Silveira, 2021).

2.2 Geolocalização em aparelhos Android

Os aparelhos celulares dependem de uma rede de telefonia celular para receber e enviar voz e dados, sendo esta rede formada por antenas inscritas em hexágonos (células); a conexão a esta rede é feita no celular por um chip (SIM Card) que é disponibilizado pelas diversas operadoras de serviço telefônico e a intensidade de sinal (Figura 1) que um aparelho recebe depende diretamente da cobertura de uma rede de telefonia, visto esta ser o resultado da comunicação de um SIM Card à uma antena da rede (Silva, 2021).

Figura 1 - Ilustração da intensidade do sinal que um aparelho Android recebe.



Fonte: Autores (2022).

Estes aparelhos contam ainda com um GPS de navegação integrado, que fornece seu posicionamento em tempo real a partir da disponibilidade de satélites GNSS (Sistema Global de Navegação por Satélite) como o NAVSTAR – GPS, GLONASS e Galileo; sendo este posicionamento determinado pela medida de pseudodistância entre o receptor e no mínimo quatro satélites visíveis e a correção do erro do relógio (Monico, 2008).

A geolocalização de aparelhos celulares, incluindo Android, pode ser feita então por triangulações com a rede de telefonia, redes Wi-fi e GPS de navegação integrado, sendo este último mais abrangente, visto o sinal GPS ser de cobertura global (desde que em área sem obstruções).

Em um aplicativo Android, é possível ter acesso a localização do usuário, porém para proteger a privacidade deste, são necessárias solicitações de permissões de acesso a estas localizações, que se dividem em duas categorias de precisão: *coarse*

location, que utiliza dados móveis e Wi-Fi para determinar a localização e *fine location* que determina a localização mais exata possível com base nos provedores de local disponíveis (dados móveis, Wi-Fi e GPS) (Google, 2022a).

3. Metodologia

O aplicativo para sinalização virtual foi elaborado para o Caminho das Capelas, que é um circuito de peregrinação localizado no Município de Inconfidentes no estado de Minas Gerais que conta com 75km de percurso e percorre as capelas situadas em todos os bairros do município (Figura 2), sendo que a maior parte destas estão localizadas em zona rural e em certos locais sem cobertura de sinal de telefonia móvel.

Figura 2 - Caminho das Capelas.



Fonte: Capelas (2022).

Toda a implementação do aplicativo móvel foi realizada na IDE Android Studio versão 4.2 e a linguagem Kotlin; a IDE é a oficial para desenvolvimento Android e Kotlin é a linguagem recomendada pela Google para o mesmo. O aplicativo foi projetado para receber três telas : 1) Mapa: o mapa de navegação no modo híbrido (imagem de satélite e arruamentos) que contém a localização atual do usuário (sinalizada pelo círculo azul padrão do Google), a localização das placas (definidas por *waypoints*), a orientação da bússola e o botão de redirecionamento para o local atual; 2) Capelas: onde serão apresentadas imagens das capelas bem como informações sobre tais; e por último 3) Informações: onde serão encontradas instruções de como usar o aplicativo e contatos úteis para os usuários; para tanto foi utilizada o modelo de *activity Bottom Navigation Activity* onde foram trabalhadas as três telas. As telas 2 e 3 não foram ainda implementadas sendo objeto de estudo deste trabalho a tela 1. A Figura 3 ilustra as informações contidas na tela 1.

Figura 3 – Tela Mapa



Fonte: Autores (2022).

Para o menu mapa (tela principal) foi utilizada a Google Maps SDK Android, que fornece a visualização do mapa e obtenção da localização do usuário. Foi definido o estilo de mapa híbrido por conter além dos arruamentos a visualização de imagens de satélite o que é um facilitador na orientação do usuário. O mapa foi definido para abrir no nível de zoom de cidade (Google, 2022b) a partir de um ponto aproximadamente central a fim de ser possível visualizar todo o caminho ao abrir o aplicativo. Caso o mapa seja rotacionado (não esteja com o norte na parte superior) é apresentada na tela um botão representativo da bússola no canto superior esquerdo com a ponta vermelha indicando o norte, clicando neste o mapa é novamente rotacionado para o norte na parte superior e o botão é escondido.

Para a localização do usuário são solicitadas as permissões de *fine location* e *coarse location*, pelo método *Fused Location Provider* (API de localização do Google Play Services) que oferece as opções de escolha do intervalo de obtenção da posição e uso de bateria do aparelho, sendo, portanto, uma opção mais adequada a se utilizar, devido o tempo de peregrinação. A localização é determinada com base nos provedores disponíveis (Dados e GNSS) e sua precisão depende da disponibilidade destes bem como das permissões de localização solicitadas (Google, 2022c). Esta posição é mostrada na tela ao usuário por um ponto azul (padrão do Google Mapas) com uma pequena seta indicativa da direção que o usuário está tomando (bússola). Para acessar facilmente a localização do usuário é apresentado na tela o botão “Meu local” que quando clicado leva a visualização do mapa com centro na localização do usuário no mesmo zoom em que o mapa se encontra.

Para a sinalização das direções a serem tomadas, optou-se pelo uso do serviço de atualização de local (*Location Updates Service*), que solicita atualizações regulares da localização do dispositivo em intervalos definidos na sua implementação. A partir disto uma notificação é enviada toda vez que o usuário estiver perto de uma localização armazenada no próprio código. Esta proximidade é definida por um raio também definido na implementação, sendo neste trabalho utilizado o raio de 50m. Foi necessário também solicitar a localização mesmo que o aplicativo esteja em segundo plano (*foreground*), a fim de não ser

necessário ficar com o aplicativo aberto o tempo todo e consequentemente reduzir o consumo de bateria, dado este fato é apresentada também uma notificação quando o aplicativo está em segundo plano a fim de informar o usuário de que sua localização está sendo requisitada (Figura 4a). Esta última é uma notificação fixa (permanente), ou seja, não pode ser dispensada pelo usuário e quando clicada não realiza nenhuma ação. Já a notificação de informação (Figura 4b) de direção pode ser dispensada e quando clicada abre o aplicativo na tela Mapa no zoom inicial.

Figura 4 – Tipos de notificação enviadas ao usuário



a) Notificação permanente da informação de obtenção da localização em segundo plano

b) Notificação de informação da tomada de direção

Fonte: Autores (2022).

Os *Waypoints* utilizados como marcadores no mapa com o ícone da placa virtual correspondente são também a localização das coordenadas armazenadas para o envio da notificação. Estes pontos foram retirados de um mapa web existente, elaborado pelos criadores do caminho das Capelas na plataforma Google Maps, onde já se encontravam as direções a serem tomadas. Foi preciso uma grande revisão destes pontos, verificando se indicavam a direção correta, se estavam sobrepostos (mais de um ponto no mesmo raio), e algumas coordenadas precisaram ser ajustadas para o local correto. Entende-se que não há necessidade de precisão nestas coordenadas sendo assim a utilização destes pontos adequada aos fins. Ao serem clicados os marcadores mostram uma caixa com a direção a ser seguida pela placa. A Figura 5 mostra esta situação.

Figura 5 - Caixa de diálogo com indicação de direção dos marcadores/placas.



Fonte: Autores (2022).

A fim de verificar a funcionalidade e acurácia da aplicação foram realizados testes em três situações. No primeiro momento o teste foi realizado no período da tarde a uma velocidade de até 30km/h (bicicletas), num segundo momento o teste foi realizado no período da manhã, a uma velocidade de até 30km/h e por fim mais um teste foi realizado no período da tarde, a mesma velocidade. Estes horários foram escolhidos pois são mais propícios e mais utilizados pelos peregrinos. Os testes foram realizados em pontos localizados em área com cobertura celular e sem cobertura celular, e onde possível com utilização de dados móveis e/ou rede Wi-Fi. O aparelho utilizado para os testes foi um smartphone Redmi Note 10S (Modelo M2101K7BI) com Android 11, 64GB de armazenamento e 6GB de RAM, e seu sistema de orientação por satélite utiliza os sistemas GPS, GLONASS, BeiDou e Galileo. Os testes não foram realizados em emulador, pois a precisão não seria real dado a inexistência de obstáculos existentes nas áreas reais, como construções ou cobertura de árvores.

O método *Location Updates* necessita de um raio de trabalho para que possa enviar as notificações a tempo. O raio de 50m foi definido por ser um tempo hábil do usuário perceber a mudança de direção e se preparar para esta, esta distância foi definida pelo fato de alguns pontos estarem localizados na zona urbana do município, onde caso o raio fosse maior existiriam muitas sobreposições destes raios pela proximidade dos pontos, e como existem pontos em áreas onde a localização dependeria somente do GPS do smartphone (menos precisa) este raio também não poderia ser menor pois implicaria numa maior chance de não serem enviadas as notificações nestas áreas.

Durante os testes realizados, foi possível mensurar (aproximadamente) a distância do local em que era mostrada a posição do usuário até o ponto de interesse (*Waypoint/Placa*) de onde se tomaria uma nova direção. Estas distâncias foram anexadas a uma tabela para posterior análise estatística pelo software *Sisvar*, realizando um teste de análise de variância (Anova), do Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), onde foi utilizada a média de distâncias em cada um dos 3 tratamentos (testes) sendo que cada tratamento teve 18 repetições (ponto/placa) para a área com cobertura de sinal da telefonia celular e 15 repetições

para a área sem cobertura; a análise estatística utilizou-se do Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4. Resultados e Discussão

No que tange ao tratamento de exceções o aplicativo foi desenvolvido para a versão mínima do SDK API 16 Android 4.1 (*Jelly Bean*) o que atende a 100% dos dispositivos móveis Android segundo a distribuição da versão do Android mostrada no Android Studio (Google, 2022).

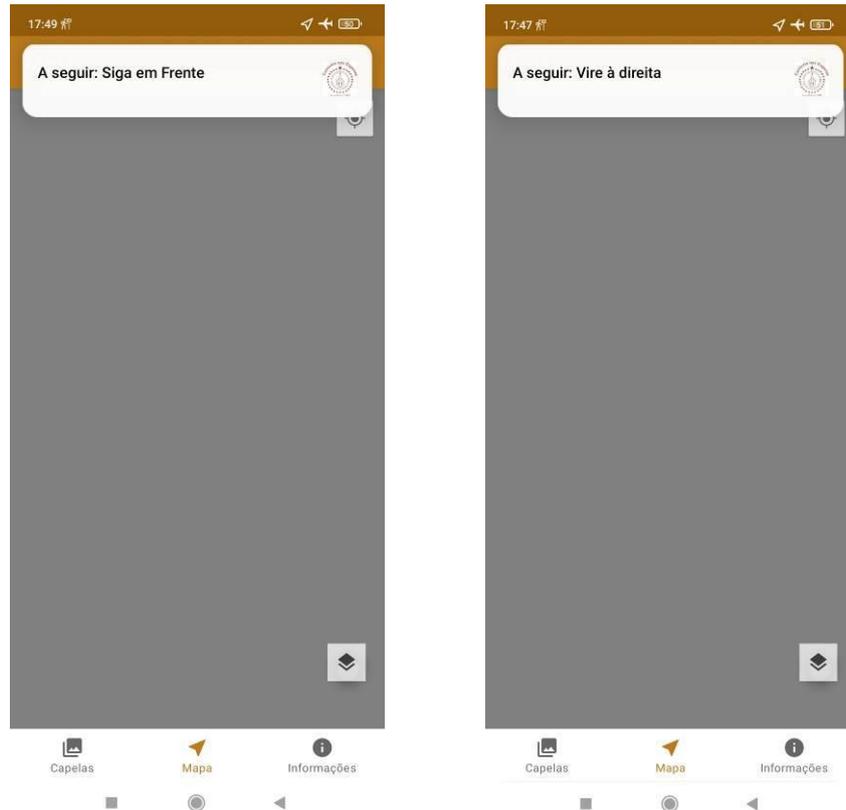
A visualização do mapa necessita do uso de dados, ou seja, o mapa não é mostrado quando a aplicação é iniciada a primeira vez sem *SIM Card* (Chip) ou em modo avião, no entanto uma vez aberto com a disponibilidade de dados e o mapa carregado este fica disponível offline ao usuário (com um nível de zoom aceitável). Nos três testes realizados a visualização do mapa foi apresentada, sendo o nível de zoom e qualidade das imagens prejudicados nas áreas sem sinal de telefonia celular. Observou-se também que quando a imagem de satélite era difícil de ser visualizada nestas áreas os arruamentos ainda eram visíveis por conta da utilização do mapa híbrido, mantendo assim uma referência para o usuário.

Nos testes feitos a localização do usuário é sempre mostrada, tendo sido observada uma precisão menor em dias com condições climáticas ruins (nublado e chuvoso) pelo círculo opaco que envolve o ponto azul da localização com um raio maior.

As notificações com indicação de direções foram mostradas em 73,7% dos pontos onde havia cobertura do sinal e em 60% dos pontos onde não havia no primeiro teste realizado. Estes erros foram devidos dois fatores principais: os textos das notificações eram os mesmos e como o aplicativo foi programado para não enviar a mesma notificação (a fim de evitar inúmeros disparos) ele não enviava esta nova notificação pois entendia ser a mesma anterior e o outro fator era a ocorrência de pontos muito próximos (dentro do raio de 50m uns dos outros) e então o aplicativo acabava enviando apenas uma notificação. Os erros foram corrigidos alterando as mensagens das notificações para que não se repetissem em postos consecutivos e os pontos muito próximos foram excluídos ou alterados, se possível. No segundo e terceiro teste as notificações foram enviadas em 100% dos pontos onde havia cobertura do sinal e onde esta era faltosa. É importante citar que as notificações não são cumulativas, caso o usuário não dispense uma notificação de direção, quando a direção seguinte for acionada tomará o lugar desta, ou seja, sempre será visível apenas uma notificação de direção a ser tomada, e caso o usuário a dispense não retornará a vê-la pois não são enviadas notificações com mesmo texto em sequência, sendo que este poderá se orientar pelo texto/ícone da placa definido no *waypoint* ou pelo totem físico (se possível).

Ainda no que tange às notificações foram programadas para serem enviadas em primeiro plano (aplicativo aberto na tela Mapa) e em segundo plano (qualquer outra tela), porém as notificações só foram enviadas em segundo plano quando o aparelho estava em uma área com cobertura de sinal celular. Nas áreas sem cobertura a notificação não foi enviada, mas assim que o aplicativo era aberto na tela Mapa o local do usuário era atualizado e a notificação enviada. As notificações foram enviadas nos casos do aplicativo em modo avião e sem o *SIM Card* mesmo quando o mapa não era mostrado - na tela Mapa – (Figura 6).

Figura 6 - Notificações enviadas com aparelho em modo avião.

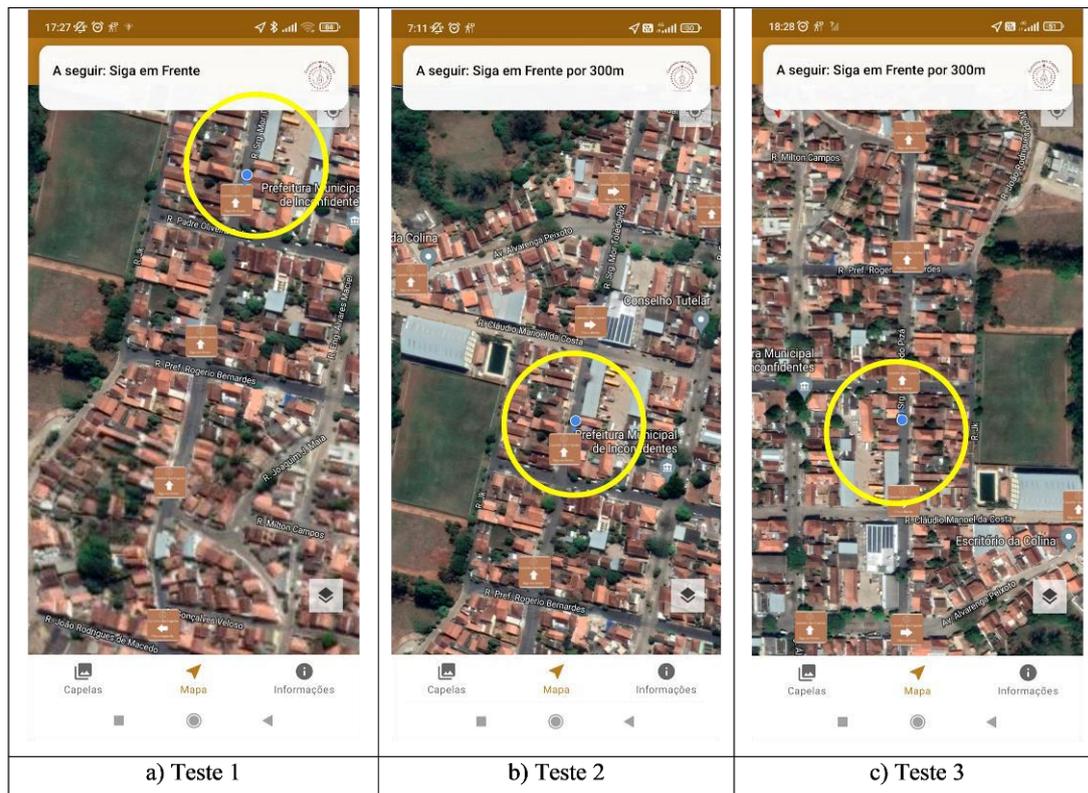


Fonte: Autores (2022).

Foi possível observar durante os testes que as notificações eram mostradas mais tardiamente (mais próximas ao ponto de tomada de direção) em locais com muitas construções tanto na área com sinal quanto na área sem sinal, sendo este efeito do multicaminhamento e um empecilho já previsto.

Nos três testes realizados as notificações foram mostradas em diferentes distâncias (Figura 7) do ponto de interesse (entre 10 e 50m) sendo que apesar dos pontos de a área com rede terem maior precisão na obtenção das coordenadas devido a densidade dos pontos nesta área sua média foi próxima à da área sem disponibilidade de sinal (Quadro 1 e Quadro 2).

Figura 7 - Notificações enviadas para a mesma placa nos três testes.



Fonte: Autores (2022).

Na figura 7c o mapa está rotacionado para a direção da rota, enquanto que nas figuras 7a e 7b o mapa está orientado para o norte. É possível notar, referenciando ao barracão próximo da localização do usuário (em destaque no círculo amarelo) que a placa/notificação foi mostrada em diferentes posições em cada teste e em todas com tempo hábil para a tomada de direção.

A análise estatística possibilitou validar a confiabilidade do aplicativo, onde testou-se se há diferença entre distribuição de uma medida pela Anova. Para a área com sinal (Área 1) pela Anova e teste de Tukey não houve diferença estatística significativa entre os dados, conforme o Quadro 1. Para a área sem cobertura de sinal (Área 2) também foi rejeitada a hipótese nula, ou seja, pelas médias de distâncias em que as notificações foram enviadas nos três testes, as notificações são enviadas em distâncias estatisticamente iguais (Quadro2).

Quadro 1 – Médias e desvio-padrão de distâncias até a placa/ponto em que a notificação foi mostrada na Área 1

Área com rede móvel	
Teste	Média de distância até a placa/ponto (m)
Teste 1	18,89 ± 15,23 a
Teste 3	24,44 ± 13,66 a
Teste 2	27,22 ± 12,12 a

Médias de tratamento seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Fonte: Autores (2022).

Quadro 2 – Médias e desvio-padrão de distâncias até a placa/ponto em que a notificação foi mostrada Área 2

Área com rede móvel	
Teste	Média de distância até a placa/ponto (m)
Teste 1	16,33 ± 17,17 a
Teste 2	25,00 ± 16,02 a
Teste 3	26,67 ± 11,93 a

Médias de tratamento seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Fonte: Autores (2022).

Apesar da notificação ser mostrada em diferentes distâncias em cada teste, esta é sempre mostrada ao usuário. Dentre os pontos com sinal de rede de telefonia móvel disponíveis testados 24,07% mostraram a notificação entre 40-50m como pode ser visto no Quadro 3, que é considerado um tempo mais que suficiente para o usuário ver a notificação, a maioria dos pontos (66,67%) encontram-se em uma faixa de 10-39m considerando assim um tempo suficiente para o usuário visualizar a notificação e tomar sua direção indicativa e apenas 9,26% dos pontos encontram-se na faixa de 0-9m sendo estes pontos os que não mostraram a notificação no primeiro teste, onde não se tinha conhecimento dos erros grosseiros que poderiam ser encontrados e que foram corrigidos nos testes seguintes com alteração no código implementado; uma solução para extinguir este tipo de erro seria realizar um teste piloto como Neri et al. (2020). É possível observar este erro grosseiro também nas médias dos Quadros 1 e 2 onde a média do teste 1 é inferior à dos demais testes nas duas áreas e o desvio padrão muito próximo ($18,89m \pm 15,23m$) ou ainda maior que o valor da média ($16,33m \pm 17,17m$).

Quadro 3 – Proporção de pontos em cada faixa de distância até a placa/ponto nas Áreas 1 e 2

Sinal de rede	Distância até a placa	Número de pontos	Proporção
Disponível	0-9m	5,0	9,26%
	10-39m	36,0	66,67%
	40-50m	13,00	24,07%
Indisponível	0-9m	6,0	13,33%
	10-39m	28,0	62,22%
	40-50m	11,00	24,44%

Fonte: Autores (2022).

Em ambas as áreas o percentual de pontos na faixa média de distância é o maior, sendo para a área sem disponibilidade de sinal o valor de 62,22% para esta faixa de distância, o percentual de pontos na faixa de 40-50m foi próximo ao da área com cobertura de sinal (24,44%), enquanto que o percentual na faixa de distância menores foi maior se comparado a área com cobertura de sinal (13,33%).

5. Conclusão

A maior proporção das placas/notificações foi enviada ao usuário na faixa de distância entre 10m e 39m, em ambas as áreas (com e sem cobertura de sinal de telefonia móvel) o que é considerada uma distância com tempo suficiente para o usuário tomar a nova direção; pela análise de variância obteve-se que não há diferença estatística entre as médias de distância que cada placa/notificação foi mostrada nos testes realizados, o que considera que o aplicativo irá sempre sinalizar ao usuário sua tomada

de direção, dentro do raio de 50m, mesmo que em diferentes distâncias.

O mapa apresentado no modo híbrido funciona também como um norteador ao usuário, que com base no que vê na realidade pode se localizar no mapa virtual. As notificações sucintas e objetivas não tomam tempo do usuário e permitem uma fácil leitura e compreensão do que deve ser feito a seguir.

Como era previsto, as notificações na área com cobertura celular foram enviadas em distâncias maiores (maior tempo para tomada de direção) e tiveram menos pontos com problema no primeiro teste, sendo isto devido aos pontos/placas destas áreas terem mais referências para triangulação da posição (Dados móveis, Wi-Fi e GPS) e conseqüentemente uma maior precisão desta. Apesar de os pontos na área sem cobertura dependerem apenas da disponibilidade de satélites (GPS) para determinação da posição, foram enviadas 100% das placas/notificações no segundo e terceiro teste, sendo este resultado bastante satisfatório, visto que a maioria dos aplicativos para navegação requerem o uso de rede.

A proposta do trabalho de desenvolvimento de um aplicativo móvel para sinalização virtual de um circuito de peregrinação através de notificações enviadas ao usuário em uma distância passível de tomada de direção tanto em áreas com cobertura de sinal de telefonia móvel, quanto em áreas sem esta cobertura foi plenamente atendido, a partir do exposto e dos testes e análises realizados. Sendo assim entende-se que a aplicação é capaz de orientar o usuário pelo circuito com tempo hábil para a tomada de direção nas diferentes situações a que será exposto.

O uso desta aplicação em outros caminhos pode reduzir os custos de implantação de roteiros turísticos, bem como sua manutenção, visto que toda e qualquer alteração pode ser realizada de maneira mais fácil e eficiente que nos modos tradicionais de placas físicas; além da redução de danos ambientais gerados pelos resíduos de objetos de sinalização porventura degradados ou que necessitem ser trocados por motivos diversos, além de que não há interferência no meio ambiente com a sua implantação/manutenção mantendo assim a beleza natural de cada lugar; tornando este parte de um turismo sustentável.

Como proposta pra trabalhos futuros podem-se citar o traçado da rota por linhas contínuas, a rotação automática do mapa para a orientação do usuário e mostrar os quilômetros percorridos na tela Mapa, bem como a implementação das demais telas (Capelas e Informações), além de testes de experiência do usuário.

Referências

- Araújo, D. R. B. de., Nóbrega, O. de O., Fonseca, V. M. F., Nascimento, J. C. do., Felix, E. F., & Fonsêca, E. L. A. da. (2021). Uma solução baseada em internet das coisas para apoiar o turismo de natureza. *Research, Society and Development*, 10(9), e32210918271. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i9.18271>
- Capelas, C. (2022). Caminho das Capelas: Um pedacinho de Minas Gerais na sola dos pés!. *Caminho das Capelas*. <https://caminhodascapelas.com/>
- Capra, L. A., Filho. (2018). *Memórias enquadradas e tradições inventadas na gestão de percurso: uma experiência no Caminho do Sol em São Paulo (Brasil)* (Dissertação de Mestrado). Universidade La Salle, Canoas, RS.
- Carvalho, E. H. D. & Moreira, J. C. (2019). *Processo de desenvolvimento de um aplicativo móvel para unidades de conservação: O Parque Nacional dos Campos Gerais (PR) e "O Trevo"*. *ACTA Geográfica*, 13(32), 171-185. <http://dx.doi.org/10.5654/acta.v13i32.5469>
- Carvalho, P. & Alves, L. (2021). Pedestrianismo, festivais de caminhadas e turismo de natureza O exemplo do Pampilhosa da Serra Walking Weekend. *Cadernos de Geografia*, (43), 25-38. https://doi.org/10.14195/0871-1623_43_2
- Gadelha, E. M., & Alecrim, J. D. (2006). Turismo: impactos nos aspectos geomorfológicos da área de proteção ambiental Presidente Figueiredo Caverna do Maroaga - AM. *Caderno Virtual de Turismo*, 6 (2),19-24. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=115416203003>
- Google. (2022a). Dados de local. *Plataforma Google Maps*. https://developers.google.com/maps/documentation/android-sdk/location?hl=pt_br
- Google. (2022b). Câmera e visualização. *Plataforma Google Maps*. <https://developers.google.com/maps/documentation/android-sdk/views?hl=pt-br>
- Google. (2022c). Simple, battery-efficient location API for Android. *Fused Location Provider API*. <https://developers.google.com/maps/documentation/android-sdk/views?hl=pt-br>
- Google. (2022d). Distribution dashboard. *Developers*. <https://developer.android.com/about/dashboards>
- Madeira, P., Coelho, M., Loubach, M., Rufino, B., & Martins, A. (2019). Tecnologia para o turismo: sinalizar para orientar. In Anais do *Encontro Virtual de Documentação em Software Livre e Congresso Internacional de Linguagem e Tecnologia Online*, 7(1). http://www.periodicos.letras.ufmg.br/index.php/anais_linguagem_tecnologia/article/view/15052

- Monico, J. F. G. (2008). Posicionamento e navegação: Conceitos preliminares. In *Posicionamento pelo GNSS* (2ª ed., Cap. 1.2, pp. 31–33). Fundação Editora da UNESP (FEU).
- Neri, T. B., Louro, T. V., Neto, F. M. P., Brancher, J. D., Fontenele, H. B., & Silva, C. A. P., Junior (2020). Desenvolvimento de aplicativo móvel (Safe Bike Route - SBR) para identificação, caracterização e alerta de locais potencialmente perigosos a pedestres e ciclistas. In *Anais do 9º CONGRESSO LUSO-BRASILEIRO para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável: Pequenas cidades, grandes desafios, múltiplas oportunidades* (p. 1085). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP). <https://doi.org/10.21814/pluris21>
- Neves, C. S. B., Souza, W. F. L. de, & Carvalho, I. de S. (2020). Tecnologia e espaços turísticos: aplicativos de turismo em áreas naturais no Brasil. *Geografia: Publicações Avulsas*, 2(1), 331-352. <https://revistas.ufpi.br/index.php/geografia/article/view/10725>
- Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). Método qualitativo, quantitativo ou quali- quanti. In *Metodologia da Pesquisa Científica* (1ª ed., Cap. 4.1, pp. 67-69). Santa Maria, RS: Núcleo de Tecnologia Educacional da Universidade Federal de Santa Maria. https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Rudzewicz, L. (2006) Avaliação do Impacto Ambiental dos Visitantes em Áreas Protegidas: o Estudo de Caso da Reserva Nacional Las Chinchillas, Chile. In *Anais do IV SEMINTUR – Seminário de Pesquisa em Turismo do Mercosul*, Caxias do Sul, RS.
- Silva, W. F. d. (2021). *Aplicativo móvel para monitoramento de qualidade de sinal georreferenciado* [Monografia, Universidade Federal Fluminense]. <https://app.uff.br/riuff/handle/1/22993>
- Silveira, J. P. A. (2021). *Turismo sustentável nos Açores: Uma visão sobre o que o smart tourism poderá oferecer à região* (Dissertação de mestrado), Repositório do ISCTE – Instituto Universitário de Lisboa. <http://hdl.handle.net/10071/24207>
- Steil, C. A. & Carneiro, S. de S. (2008) Peregrinação, turismo e nova era: caminhos de Santiago de Compostela no Brasil. *Religião & Sociedade*, 28 (1), 105-124. <https://doi.org/10.1590/S0100-85872008000100006>
- Ye, B. H., Ye, H., & Law, R. (2020). Systematic Review of Smart Tourism Research. *Sustainability*, 12(8), 3401. <https://doi.org/10.3390/su12083401>