

Rio Street Museum - Viabilizando um Museu a Céu Aberto na Cidade do Rio de Janeiro

Renan Prata¹, Lisandro Lovisolo²

¹Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil

²Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

rcprata@cos.ufrj.br, lisandro@uerj.br

Abstract. *In this work, the Rio Street Museum is presented, which is a system aiming at helping to record and disseminate cultural aspects and the historical and architectural memory of the city. Rio Street Museum is an Android app presenting the main touristic sites, monuments and museums of the city and possible nearby services (restaurants, shops, coffee shops and etc) characteristics of Rio de Janeiro. The app includes an augmented reality component, which points and directs towards interesting sites. The app is available at the Google Play store and can be downloaded and installed in any mobile device running on Android 4.0 or above. Generically speaking, this work presents the app “Street Museum”, which is capable to provide a catalog of monuments, urban art, architecture highlights museums, and other sites that are relevant and of interest in a city; this eases the access to history, art and culture in a city, at the city and through the city; it is customized for “Rio de Janeiro”, therefore “Rio Street Museum”, nevertheless, it is easily adaptable to other cities.*

Resumo. *Neste trabalho apresentamos o Rio Street Museum, uma ferramenta que visa auxiliar o registro e a disseminação de aspectos culturais e a memória histórica e arquitetônica da cidade. O Rio Street Museum é um aplicativo Android que construído para apresentar os principais pontos turísticos, monumentos e museus da cidade e possíveis serviços próximos (restaurantes, lojas, cafés e etc.) característicos do Rio de Janeiro. O aplicativo contém um módulo de realidade aumentada que aponta os locais de interesse. O aplicativo está na loja Google Play e pode ser instalado em qualquer dispositivo móvel com versão Android acima da 4.0. De forma mais genérica, tem-se um aplicativo “Street Museum” (um museu pelas ruas) capaz de fornecer um catálogo de monumentos, arte urbana, arquitetura relevante e interessante, museus, e outros sítios de interesse da cidade; isso facilita o acesso à história, à arte e à cultura da cidade, na cidade e pela cidade; ele é customizado para a cidade do Rio de Janeiro, perfazendo o “Rio Street Museum”, porém, o sistema apresentado é facilmente adaptável para outras cidades.*

1. Introdução

A cidade do Rio de Janeiro recebeu eventos importantes (como, por exemplo, as Olimpíadas) que trouxeram grande visibilidade. Porém, apesar de ser já uma cidade turística, devido a suas belezas naturais, topografia, construções e musicalidade, a cidade do Rio de Janeiro não apresenta nem infraestrutura e nem recursos diferenciados

para auxiliar os visitantes (e nem mesmo seus moradores) a descobrir seus encantamentos. Para prover essas ferramentas, a “informatização” da cidade do Rio de Janeiro é necessária. Neste quesito, alguns esforços têm surgido no sentido de armazenar e disponibilizar informações sobre o trânsito, informações culturais e diversos outros dados, como por exemplo, os referentes a hospitais e escolas. Por outro lado, há iniciativas para o cadastro de alguns desses dados em um banco de dados próprio da cidade do Rio de Janeiro, entretanto muito ainda precisa e pode ser feito para melhorar os serviços públicos e o acesso aos mesmos. Quanto ao lazer e à cultura, informações relevantes para turistas e cariocas podem ser encontradas em diferentes sítios dispersos pela Internet. Para uso de algumas dessas informações é necessário dispor de aplicações capazes de acessar os dados e disponibilizá-los.

A disponibilização informatizada de dados sobre a cidade e as iniciativas decorrentes (serviços, aplicativos, etc.) não afetam apenas a infraestrutura da cidade e seu uso, podem também impulsionar a divulgação de negócios locais. Tal ferramental pode também permitir coletar informações e estatísticas de usuários (servidores públicos, moradores, turistas, etc.), que podem auxiliar no projeto e otimização da mobilidade urbana, ou simplesmente ajudar a propagar informações úteis em tempo real, transformando-a no que se convencionou chamar de uma cidade inteligente, numa Smart City (Schaeffers, 2011).

Considerando esse cenário, neste trabalho, apresenta-se o sistema Rio Street Museum (RSM). Esse sistema objetiva auxiliar a descoberta de sítios turísticos, culturais e de interesse e prover informações relacionadas a atividades culturais na cidade do Rio de Janeiro. O Rio de Janeiro é bastante rico em termos culturais, artísticos e históricos, assim o RSM pretende ser um aplicativo que disponibiliza um catálogo de pontos de interesse, eventos e atrações turísticas de forma a impulsionar a cidade. O RSM objetiva fornecer informações turísticas, históricas e culturais sobre locais do Rio de Janeiro e disponibilizá-las para os usuários de maneira simples e agradável através de um aplicativo Android. Nesse contexto, emprega-se Realidade Aumentada para orientar o usuário na descoberta de sítios através da tela do aplicativo, em função do posicionamento da câmera do dispositivo. Além disso, o aplicativo fornece uma lista de serviços locais próximos às atrações apresentadas.

Para conceber o RSM, inspiramo-nos em alguns sistemas já propostos ou desenvolvidos para cidades como Londres (Museum of London, 2013) e Amsterdam (Westergard-Nielsen, 2014). O “Street Museum” desenvolvido em Amsterdam é um sistema que cria um roteiro para o usuário com informações geradas dinamicamente dependendo da localização do usuário. O princípio que permeia esses sistemas é a integração de dados na nuvem com o geoposicionamento para trilhar um passeio histórico em uma determinada cidade. Alguns sistemas propõem o emprego de Realidade Aumentada para fundir a cidade de hoje com a do passado. No RSM, pretende-se implementar algumas dessas funcionalidades e outros incrementos, tendo como cenário a cidade do Rio de Janeiro.

Observa-se que a quantidade de usuários de smartphones e tablets além de grande é crescente. Consequentemente, o mercado de dispositivos móveis e de aplicações para os mesmos é cada vez mais relevante na economia (Statista, 2017), o que motiva a proposta pelo desenvolvimento de um app. Nesse, todos os conteúdos são facilmente acessados pelo usuário através da tela de um smartphone ou tablet. Para

testar tal conceito, uma prova experimental se faz necessária. Dentre os sistemas operacionais empregados por dispositivos móveis, o Android é mais popular que os concorrentes (Windows Phone e iOS) (Savov, 2016) e tem sido também apontado como o mais simples para o desenvolvimento de aplicativos móveis, principalmente devido ao baixo custo inicial (Furlan, 2017).

Este artigo descreve a solução Rio Street Museum. Na Seção 2, apresenta-se uma visão geral da solução, sua arquitetura e princípios de funcionamento. Posteriormente, na Seção 3 descreve-se com um pouco mais de detalhes o RSM; primeiramente descrevem-se aspectos da aplicação (cliente), depois do servidor e do banco de dados e as tecnologias empregadas. Por fim, na Seção 4, apresenta-se alguns resultados, referentes ao uso e disseminação do aplicativo e conclusões. A Seção 5 traz algumas conclusões.

2. O Sistema Rio Street Museum

O Rio Street Museum é um aplicativo que tenta catalogar e transformar a cidade do Rio de Janeiro em um museu a céu aberto (Open Air Museum). O principal objetivo é criar e publicar um grande banco de dados de locais da cidade que seria acessível através de uma aplicação Android, de maneira clara e simples, não só para usuários frequentes de aplicativos, mas também para aqueles pouco acostumados a seus usos. Com esse intuito, utiliza-se da tecnologia de Realidade Aumentada para fornecer ao usuário uma visão diferente e diferenciada de como chegar a um determinado sítio da cidade. O sistema foi desenvolvido por um desenvolvedor. Empregou-se a metodologia SCRUM no gerenciamento do processo de desenvolvimento. Para cada semana de trabalho impunha-se um objetivo de desenvolvimento e as tarefas eram criadas de maneira dinâmica, conforme as necessidades de projeto observadas no decorrer do mesmo.

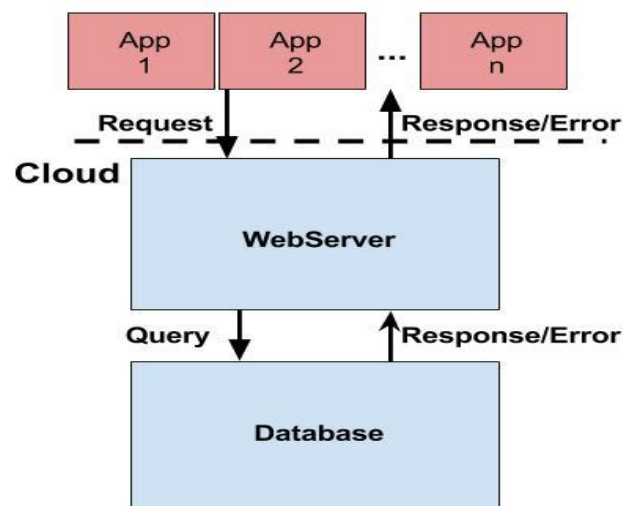


Figura 1 – Componentes do sistema Rio Street Museum.

Na Figura 1 nota-se o desacoplamento entre banco de dados e servidor. No caso, o servidor provê uma API (Application Programming Interface) ReST (Representational State Transfer) entre aplicações e o banco de dados, gerenciando assim os acessos por

usuário/aplicação. Conforme a imagem, essa API comunica-se simultaneamente com múltiplas aplicações.

2.1. Estrutura de Serviços

O Rio Street Museum é composto por dois subsistemas, o cliente (aplicação) e o servidor (webserver e banco de dados). O servidor recebe requisições, acessa o banco de dados e retorna a resposta à solicitação (ou uma mensagem de erro por não encontrar determinado dado). Assim, podemos descrever o servidor como composto de um webserver e um banco de dados, conforme a Figura 1. O webserver recebe o contato da aplicação, consulta o banco de dados e envia a resposta corretamente encapsulada para o usuário - o aplicativo usando protocolo web.

O aplicativo RSM interage com os usuários através de 8 telas, sendo 4 delas dinâmicas. A primeira tela é de apresentação do aplicativo e pode ser vista na esquerda da Figura 2. Após, o tempo de apresentação (em torno de 3 segundos) surge a tela de menu principal, também conhecida como dashboard, que pode ser vista na direita da Figura 2. Nessa tela o usuário pode selecionar qual opção deseja seguir, ou seja, ele pode ir para opção de “Mapa”, “Dicas e Serviços”, “Locais” e “Street Museum”.

O fluxo da aplicação RSM é apresentado na Figura 3. Tem-se as opções:

- i. Na opção “Mapa”, o usuário tem a possibilidade de acessar um dos marcadores que está no mapa e com isso acessar informações específicas do marcador;
- ii. Nas opções “Locais” ou “Dicas e Serviços”, o usuário pode acessar mais informações de um determinado local ou serviço e obter o melhor trajeto entre a localização presente do terminal e o ponto selecionado;
- iii. Na opção “Street Museum”, o usuário acessa o conteúdo de realidade aumentada da aplicação;
- iv. Por fim, o usuário dentro da dashboard tem a opção de sair do aplicativo e finalizar a aplicação.

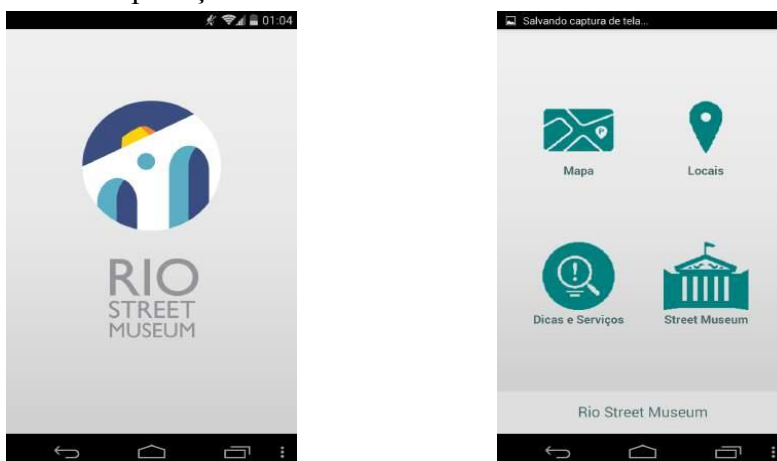


Figura 2 – Interface do aplicativo Rio Street Museum – a tela de abertura é apresentada na esquerda (inspirada nos arcos da Lapa, Rio de Janeiro) e o menu de apresentação é apresentado na direita.

Como pode ser observado na Figura 3, após o usuário iniciar a aplicação ele tem acesso ao dashboard com todas as opções da aplicação. Essas opções são inter-relacionadas e tornam simples o uso do aplicativo. O usuário consegue acessar mais informações sobre um determinado ponto turístico através das opções: “Mapa”, que fornece os pontos turísticos e negócios locais dispostos sobre um mapa da região turística; e “Locais”, que apresenta os pontos turísticos ordenados em lista, com imagens e resumos correspondentes. A opção “Dicas e Serviços” é também uma lista ordenada como a última, mas desta vez contendo restaurantes, hotéis e lojas na vizinhança. A opção “Street Museum” emprega Realidade Aumentada para ajudar o usuário a chegar a sítios de interesse.

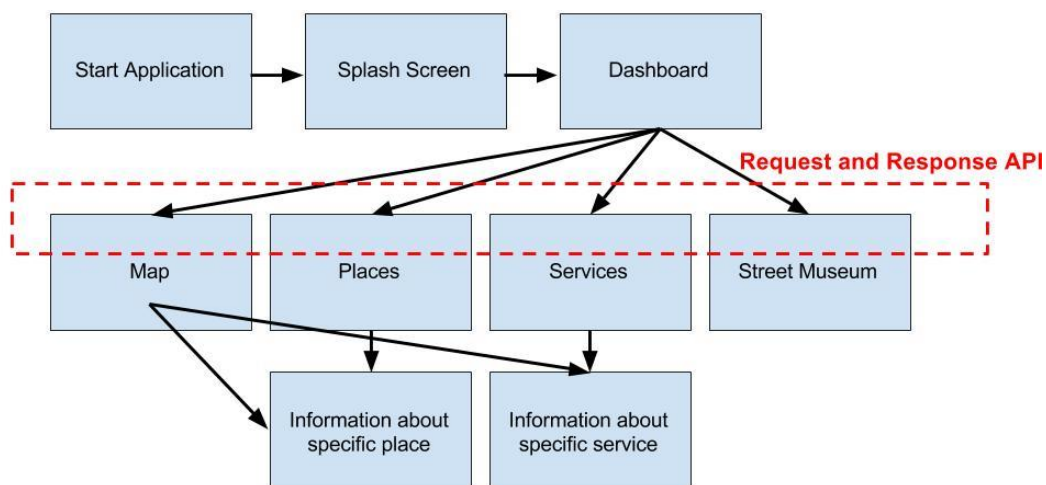


Figura 3 - Fluxo de Informações no Rio Street Museum – O diagrama ilustra a relação do usuário com interações da aplicação. Nele enfatiza-se o papel da API do RSM.

3. A Aplicação RSM

Esta seção apresenta um pouco mais detalhadamente a interação entre o aplicativo e o usuário. A opção “Mapa”, emprega a biblioteca Google Maps para renderizar na superfície do celular um mapa sobreposto por marcadores de locais e serviços que estejam cadastrados no banco, isso é exemplificado pela imagem esquerda na Figura 4. Essa tarefa é realizada considerando as localizações geográficas dos sítios e a do usuário e em tempo real. Todo o fluxo de informação ocorre através de requisições http. O usuário pode interagir com o mapa selecionando um marcador, a partir dessa interação, recebendo em resposta informações relevantes sobre o local escolhido.

A opção “Locais” apresenta uma lista dos pontos turísticos listados, com imagens associadas (thumbnails) acompanhadas de pequenas descrições sobre, conforme a imagem central na Figura 4. O usuário pode acessar qualquer um dos itens da lista para obter mais informações. No momento em que um dos itens é selecionado, uma nova tela surge para o usuário, essa tela traz uma breve descrição, o horário de funcionamento, o telefone, o e-mail, o endereço do local e uma opção “Como chegar?”, como ilustrada pela imagem direita na Figura 4. Essa opção leva o usuário a uma nova tela com um mapa e a melhor rota para chegar ao local (via web service Google). As

funcionalidades disponíveis na opção “Dicas e Serviços” são similares às disponíveis na opção “Locais”, porém sobre serviços diversos (similar à imagem central na Figura 4). Por último, mencionamos a opção “Street Museum”. Esta emprega realidade aumentada: visão da câmera com alguns itens sobrepostos em função de suas localizações relativas, conforme ilustrado na Figura 5.

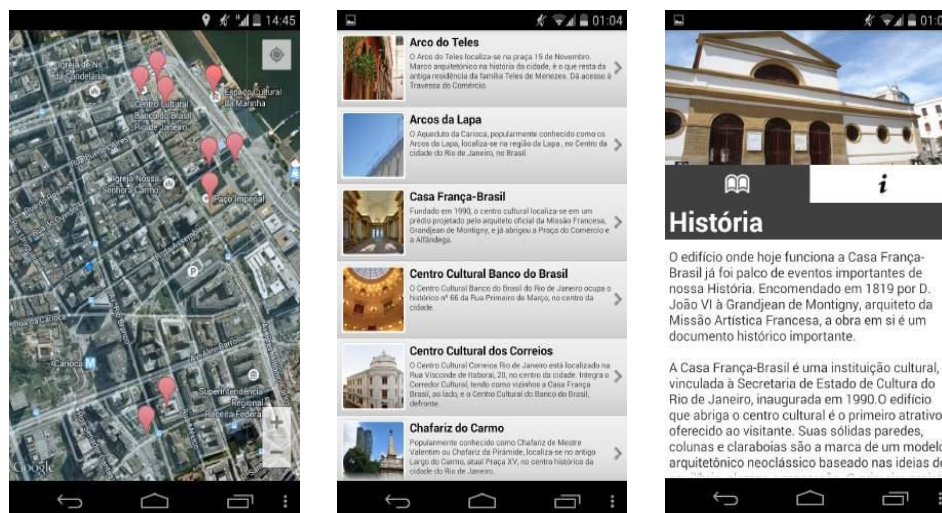


Figura 4 –Telas correspondentes as funcionalidades/telas "Mapa" (esquerda) e "Locais" (centro) e “Locais” estendida do aplicativo RSM.



Figura 5 – A tela da função “Street Museum”, uso de realidade aumentada para ajudar na orientação dos usuários.

3.1. Realidade Aumentada no RSM

O RSM emprega realidade aumentada na opção “Street Museum” de forma a ajudar os usuários a localizarem sítios específicos de interesse. Genericamente, essa interface funciona da seguinte maneira. Ela acessa a câmera e funde a imagem capturada com informações sobre os objetos de interesse (previamente catalogados) que estejam dentro de um raio de alcance (previamente determinado) do terminal. Em sua versão mais

simples, a interface usando realidade aumentada provê marcadores que indicam orientação e distância de sítios de interesse, relativamente ao terminal, com os nomes dos mesmos. Isso é feito dinamicamente, acompanhando mudanças de posição e orientação do usuário/terminal. A Figura 5 e a Figura 6 apresentam resultados deste processo, com informações de locais apontados sobrepostas à imagem da câmera a diferentes distâncias de pontos de interesse.

Para poder atualizar dinamicamente a interface “Street Museum”, os dados GPS (Global Positioning System) (Campos, 2015), em verdade a posição do terminal, são atualizados periodicamente. A partir dessa localização, é possível, por exemplo, verificar quais locais e/ou serviços estão próximos ao dispositivo dentro de um raio predefinido (esse raio pode ser definido em função do meio de transporte empregado pelo usuário, como, por exemplo, um raio de 20 km para bicicleta, o que empregamos, mas é parametrizável). Porém, para que essa informação seja disposta de forma inteligível, devemos considerar as condições de visualização, o que deve abarcar não só a imagem e a posição do terminal, mas, também, a sua orientação e o campo de visão. Isto é, o que se pretende é indicar na tela a direção dos sítios/locais.



Figura 6 – Uso de Realidade Aumentada no RSM.

3.2. Algoritmo Apontador

Para apontar na tela os sítios de interesse, primeiramente, calculam-se as posições relativas dos locais ou serviços cadastrados ao dispositivo/terminal a partir das posições GPS dos mesmos. Os objetos que se encontram dentro do raio de exibição (que é configurável) são classificados em quadrantes. A Figura 7 ilustra esse procedimento. Filtram-se os objetos que estão na visão da câmera em função da bússola (orientação) e, a partir disso, o dispositivo apresenta na tela da câmera somente os objetos que estão à frente da câmera. Assume-se um campo de visão angular tanto vertical (altura) como horizontalmente (largura). Esse ângulo sólido aproxima o campo de visão humana, utilizamos 135° nas duas direções, mas o valor é parametrizável. Somente objetos que

se encontram dentro desse campo de visão terão suas referências e distâncias sobrepostas à imagem capturada pela câmera do dispositivo.

A Figura 8 ilustra o algoritmo apontador. Cabe mencionar que antes desse laço há um passo de calibração dos sensores (Titterton, 2004). A seguir, requisita-se ao servidor todos os lugares e serviços dentro do raio de interesse. Filtra-se esses objetos em função de sua pertinência ao campo de visão da câmera, isto é, verifica-se sua presença na direção em que o celular está apontando e no correspondente campo de visão (135° em relação aos eixos horizontal e vertical). Com isso gera-se os gráficos correspondentes que são então sobrepostos à imagem da câmera para apresentação ao usuário.

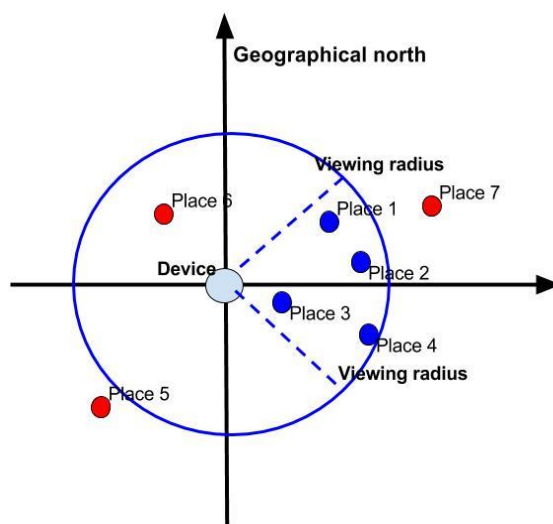


Figura 7 – Funcionamento do apontador RSM. Os pontos em vermelho indicam sítios que não devem ser superpostos à imagem da câmera (por estarem fora do raio de visão e/ou fora de alcance), e os pontos em azul, lugares que devem ser apresentados ao usuário.

3.3 Servidor RSM

O WebServer é composto por uma API (Application Programming Interface) ReST (Representational State Transfer) que faz acessos ao banco de dados, o controle de acesso, o tratamento de erros e o envio de mensagens correspondentes para as aplicações que a utilizam (ver Figuras 1 e 3). No caso, a API foi desenvolvida sobre o Express (Holmes, 2015), utilizando o NodeJS (Holmes, 2015) como plataforma de desenvolvimento. A Tabela 1 apresentado o contrato da API de acordo com sua funcionalidade.

3.3.1 Banco de Dados no RSM

O banco de dados do RSM é composto por uma parte relacional e outra não relacional. O banco relacional é uma coleção de tabelas relacionadas entre si através do uso de chaves primárias e estrangeiras. Já, o banco dito não relacional emprega pares de chaves (hash) e valores permitindo uma organização mais leve, o que facilita a utilização em projetos de alta escalabilidade.

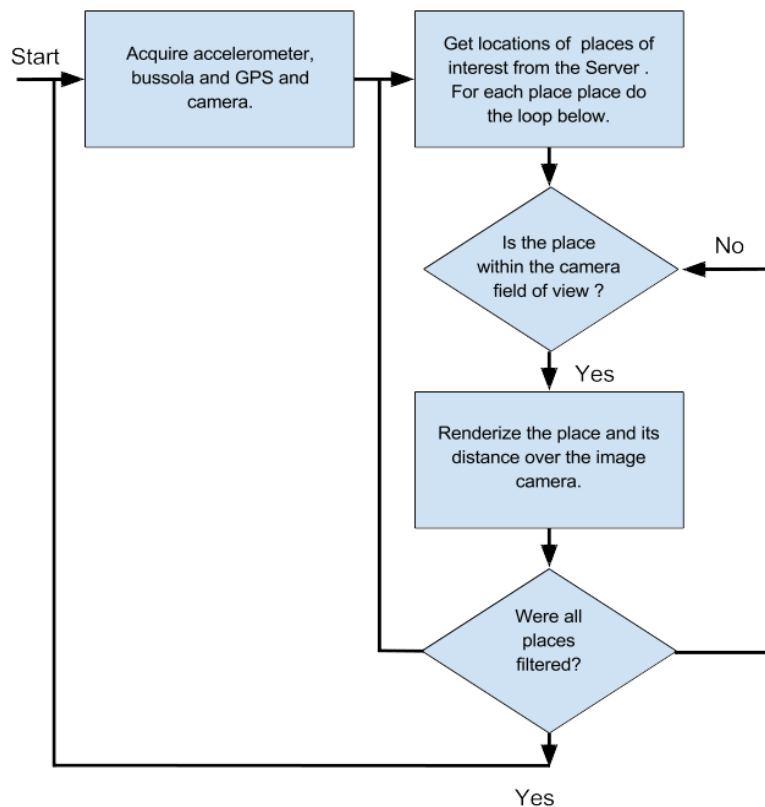


Figura 8 – Fluxo do procedimento que emprega realidade aumentada para superpor os locais dentro do alcance do terminal sobre a imagem da câmera.

No RSM, utilizamos um banco relacional (PostgreSQL) para os dados pouco voláteis e de baixa taxa de atualização no próprio dispositivo. Isto é, o banco relacional é empregado para armazenar e disponibilizar informações que não sofrem muita atualização e que possuem estruturas de relacionamento entre si. Esse é o caso das informações disponibilizadas pelas opções “Mapas”, “Locais” e “Dicas e Serviços”. Além desses dados não serem substituídos com grande frequência, a aplicação apenas necessita ser atualizada quando o usuário entra na aplicação.

Tabela 1 – Contrato da API ReST do sistema RSM.

Comandos	Funcionalidade
<i>GET /all</i>	Retorna todos os lugares e serviços
<i>GET /services</i>	Retorna todos os serviços
<i>GET /places</i>	Retorna todos os lugares
<i>GET /services/:id</i>	Retorna o serviço que contem aquele identificador
<i>GET /places/:id</i>	Retorna o lugar que contem aquele identificador

Na opção “Street Museum”, há necessidade de acessos frequentes ao banco de dados, pois a interface deve ser atualizada em tempo real. Por este motivo, para evitar uma possível sobrecarga e para tornar mais eficiente a aplicação neste ponto, esta opção requisita a tabela JSON (JavaScript Object Notation) do banco de dados (parte NoSQL - não relacional). A Tabela 2 apresenta a estrutura dos dados do banco. A Figura 9 ilustra um exemplo do conteúdo JSON do sistema.

Tabela 2 – Tabela do Banco de Dados do Sistema RSM

Tabela RSM	
Campo	Funcionalidade
<i>id</i>	Identificador único
<i>type</i>	Tipo (Service/Place)
<i>title</i>	Nome do Serviço/Lugar Histórico
<i>content</i>	Pequeno texto sobre o Serviço/Lugar histórico
<i>thumburl</i>	URL da imagem referente ao <i>Thumbnail</i> local
<i>description</i>	Texto detalhado sobre o Serviço/Lugar Histórico
<i>opening_hours</i>	Horário de funcionamento
<i>phone</i>	Telefone
<i>address</i>	endereço
<i>e-mail</i>	E-mail
<i>wallpaperurl</i>	Imagem maior e mais detalhada
<i>address</i>	Endereço
<i>latitude</i>	Latitude
<i>longitude</i>	Longitude
<i>altitude</i>	Altitude média da região que está localizada o local

3.4 Tecnologias

De forma a atingir os objetivos, emprega-se um conjunto de tecnologias na confecção do RSM. Para o banco de dados, emprega-se PostgreSQL (versão 9.4), fornecendo uma estrutura relacional (um banco SQL), porém, usa-se uma característica dessa função, conhecida como JSONB (JSON Binary) (PostgreSQL.ORG), para que um dos campos

seja um JSON, criando assim um banco NoSQL. Utilizaram-se o NodeJS e o Express para a criação de uma API ReST com baixo footprint. Com isso, foi possível tornar a API mais leve (de menor footprint) e genérica possível, potencializando seu uso por outras aplicações.

A aplicação Rio Street Museu é implementada em JAVA com o uso do SDK (Software Development Kit) do Android (versão 4.0). O SDK abrange funcionalidades nativas necessárias para a aplicação, como, por exemplo, o acesso à rede de dados, a posição GPS, a captura da câmera e outros sensores do smartphone, como bússola e giroscópio necessários para a funcionalidade de realidade aumentada.

```
{
  "id": "4939383438430",
  "type": "Place",
  "title": "Paço Imperial",
  "content": "O Paço Imperial é um edifício colonial localizado na atual Praça XV de Novembro, no centro histórico da cidade do Rio de Janeiro, Brasil.",
  "thumbnail": "https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/8/85/PacoImperial1.jpg/300px-PacoImperial1.jpg",
  "description": "Construído no século XVIII para residência dos governadores da Capitania do Rio de Janeiro, passou a ser a casa de despachos, sucessivamente, do Vice-Rei do Brasil, do Rei de Portugal Dom João VI e dos imperadores do Brasil. Atualmente é um centro cultural. Pela sua importância histórica e estética, o Paço Imperial é considerado o mais importante dos edifícios civis coloniais do Brasil.",
  "opening_hours": "9:00 - 18:00",
  "wallpaperurl": "https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/8/85/PacoImperial1.jpg/300px-PacoImperial1.jpg",
  "phone": "(21)2228-2991",
  "email": "",
  "address": "Praça Quinze de Novembro, 48 - Centro, Rio de Janeiro - RJ, 20010-010",
  "latitude": "-22.98359",
  "longitude": "-43.1742752",
  "altitude": "15"
}
```

Figura 9 – Exemplo do conteúdo JSON enviado pelo WebServer.

4. Resultados

Com o uso da metodologia conhecida como Mínimo Produto Viável (MPV) (Ries, 2011). Conseguiu-se implementações da API e da aplicação funcionais. Para obter um MPV, o banco de dados teve poucas informações cadastradas. Para uma prova de conceito está aceitável, entretanto, para uma aplicação real isso é insuficiente. Porém, os componentes reunidos forneciam aos usuários tanto os principais monumentos históricos existentes no centro da cidade do Rio de Janeiro como os museus nessa região, apresentando-os de maneira interativa e usando realidade aumentada para orientar como alcançá-los, se desejado. Essa versão do produto contava com 10 locais cadastrados, dentro de um raio de aproximadamente 10 Km. O período de teste foi aproximadamente de 2 meses

A plataforma Android para desenvolvimento do sistema mostrou-se satisfatória e o Market Share da mesma possibilitou difundir a aplicação desenvolvida sem grande esforço. O serviço Rio Street Museum foi disponibilizado e o aplicativo difundido através da loja Google Play. Após três meses, houve mais de 5000 downloads, sendo instalado em aproximadamente 50 modelos diferentes de smartphones. O aplicativo apresentou poucos erros de instalação ou crash, ou seja, demonstrando a portabilidade da aplicação desenvolvida para diversos aparelhos. A nota dos usuários para a aplicação (o MPV) foi em torno de 4.0 (em uma faixa de 0.0 a 5.0). Conclui-se que o resultado foi satisfatório para uma aplicação Android.

Além disso, foram realizados alguns testes de validação e de portabilidade, principalmente em função do algoritmo apontador com realidade aumentada. Para isso

foram utilizados três modelos de smartphones diferentes. Os modelos high-end Moto G Dual, processador Qualcomm MSM8226 Snapdragon 400, Quad Core 1,2 GHz, Cortex-A7, o modelo LG Nexus 4 E960, processador Qualcomm APQ8064 Snapdragon, Quad-core 1.5 GHz Krait, e o modelo Samsung A3 com processador Qualcomm Snapdragon 410, Quad Core 1,2 GHz, Cortex-A53. Com os três obteve-se resultados e precisões satisfatórias do algoritmo apontador (como dos outros recursos, também). Outro aspecto importante é que a precisão do algoritmo se mostrou satisfatória independentemente da plataforma, cremos que o motivo é a precisão dos sensores embarcados nesses dispositivos.

Fez-se testes de usabilidade e desempenho do aplicativo. No caso de usabilidade, utilizou-se métricas disponibilizadas por uma API da aplicação do servidor: frequência de acesso das telas e navegações pelos usuários da aplicação. Considerando as métricas de usabilidade, percebeu que a tela de maior acesso eram as de informação de cada local, seguida da tela de “Rio Street Museum” (realidade aumentada). Em relação ao desempenho, empregou-se a diferença de tempo de renderização de cada elemento na tela de realidade aumentada; considerando essa medida, o dispositivo que apresentou melhor desempenho foi o LG Nexus 4.

4.1. Melhorias Futuras

Alguns pontos do Rio Street Museum que podem ser melhorados em desenvolvimentos/evoluções futuras, são:

- Monetização do aplicativo com parcerias com estabelecimentos locais para divulgação através da opção “Serviços” do aplicativo;
- Automatização do processo de inserção de dados no banco RSM, permitindo aos próprios usuários destacar sítios específicos da cidade;
- Expansão das interações via realidade aumentada, talvez, superpondo imagens de arquivo sobre as da câmera em vez de um simples apontador com o nome do local;
- Criação de módulos de gamification, ou seja, adicionar características competitivas entre os usuários, para tornar a aplicação mais popular e com mais necessidade de uso;
- Criação de solução indoor que complemente a proposta.

5. Conclusão

O mercado de aplicativos para smartphones é cada vez mais relevante. Esses dispositivos facilitam e resolvem problemas e necessidades corriqueiras, simplificando aspectos cotidianos. Consequentemente, apps têm se tornados comuns para usuários de todas as faixas etárias. Neste trabalho, apresentamos um aplicativo que pretende ajudar a valorizar o espaço da cidade, facilitando o acesso a sítios arquitetônica, histórica ou culturalmente relevantes. Na verdade, disponibilizamos uma API ReST através de um servidor que com o devido preenchimento de um banco de dados permite andar pelas ruas da cidade como por um museu – um museu a céu aberto. Essas ferramentas foram customizadas para prover o Rio Street Museum: um aplicativo Android que fornece um catálogo de monumentos, arte urbana, arquitetura relevante e interessante, museus, etc de uma cidade; isso permite facilitar o acesso à história, à arte e a cultura da cidade, na

cidade e pela cidade do Rio de Janeiro. O aplicativo contém um módulo no qual realidade aumentada é utilizada para apontar os locais de interesse. O aplicativo está na loja Google Play e pode ser instalado em qualquer dispositivo móvel com versão Android acima da 4.0. O sistema é facilmente adaptável a outras cidades, bastando para isso o banco de dados adequado ou correspondente à cidade que se deseja.

6. Referências

- Schaffers, H., Komninos, N., Pallot, M., Trousse, B., Nilsson, M., & Oliveira, A. (2011, May). Smart cities and the future internet: Towards cooperation frameworks for open innovation. In *The future internet assembly* (pp. 431-446). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Museum of London (2014); (<http://museumoflondon.org.uk/>).
- Savov, Vlad. (2016) The entire history of iPhone vs. Android summed up in two charts. The Verge (<http://www.theverge.com/2016/6/1/11836816/iphone-vs-android-history-charts>, Jun 1, 2016).
- Statista. (2017) Forecast of Smartphone users in the US. (<https://www.statista.com/statistics/201182/forecast-of-smartphone-users-in-the-us/>, Abril 1, 2017)
- Furlan, Alberto. (2017) Android Development Tools: Business of Apps (<http://www.businessofapps.com/guide/android-development-tools/>, Abril, 2017)
- Titterton, D., & Weston, J. (2004). Strapdown inertial navigation technology (Radar, Sonar and Navigation Series 17). IET.
- Westergard-Nielsen, N., & Norgard, M. C. (2014). Street museum: Explore your neighborhood with the smartphone. *Consumer Electronics Times* (v. 2, p. 158–162), World Academic Publishing.
- Campos, R. S., & Lovisolo, L. (2015). *RF Positioning: Fundamentals, Applications, and Tools*. Artech House.
- Holmes, Simon. (2015). *Getting MEAN with Mongo, Express, Angular, and Node*. Manning Publications Co..
- JSON (2014); (<https://www.json.org/>)
- PostgreSQL (2014); (<https://www.postgresql.org/>)
- Ries, E. (2011). *The lean startup: How today's entrepreneurs use continuous innovation to create radically successful businesses*. Crown Business.