

Iniciativa *Smart Campus*: um estudo de caso em progresso na Universidade Federal do Pará

Ana Régia de M. Neves¹, Kaê U. Sarmanho¹, Francisco C. Nascimento Jr.¹,
Bianchi S. Meiguins¹

¹Instituto de Ciências Exatas e Naturais
Departamento de Ciência da Computação - Universidade Federal do Pará (UFPA)
Caixa Postal 479 – 66.075-110 – Belém – PA – Brasil

{anaregia,bianchi}@ufpa.br,

{kae.sarmanho,francisco.nascimento}@icen.ufpa.br

Abstract. *An increasing number of researchers is working to construct smart campuses. And the universities are used as an experimentation environment to develop solutions to smart cities. Here, we present a study in progress in the Federal University of Pará toward developing a smart campus, centralized in the public engagement and collaborative design. We primarily focus on mobility aspect in the university. Thus, we designed and implemented a mobile platform for Android devices called Smart UFPA; the first step towards the development of a smart campus and an alternative solution to facilitate day-to-day of the community providing useful informations about places and services within the university.*

Resumo. *Um crescente número de pesquisadores está trabalhando para a construção de campi inteligentes. As universidades são utilizadas como um ambiente de experimentação no desenvolvimento de soluções para cidades inteligentes. Este artigo apresenta um estudo em andamento na Universidade Federal do Pará na direção de construir um campus inteligente, focando na participação e colaboração da comunidade. O projeto inicial está sendo na área de mobilidade. Assim, foi desenvolvida uma plataforma móvel para dispositivos Android, denominada Smart UFPA, como primeiro passo da iniciativa e uma solução alternativa para facilitar o cotidiano da comunidade fornecendo informações úteis sobre os locais e serviços da universidade.*

1. Introdução

Segundo o Fundo de População das Nações Unidas (UNFPA¹), 54% da população mundial está concentrada em áreas urbanas. Em 2030, espera-se que esse número cresça para 60%. No Brasil, com mais de 204 milhões de habitantes, cerca de 80% da população habita em cidades [IBGE 2016].

Com o crescimento populacional e da urbanização, as cidades enfrentam transformações sociais, econômicas e ambientais, como o aumento da desigualdade social, acesso limitado aos serviços públicos básicos, problemas de mobilidade urbana e segurança.

¹www.unfpa.org

Neste cenário, o conceito de Cidades Inteligentes, *Smart Cities*, surge como um novo paradigma a fim de encontrar soluções sustentáveis para esses problemas crescentes. Apesar de não existir uma definição universalmente aceita para Cidade Inteligente [Nam and Pardo 2011, Chourabi et al. 2012], a maioria delas é baseada no uso de Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) para prover serviços essenciais à população e assegurar um futuro mais sustentável [Lee et al. 2014, Anthopoulos and Fitsilis 2015].

Apesar disso, uma Cidade Inteligente vai além do simples uso de tecnologias. É uma visão sistêmica e holística que inclui a sociedade no processo de tomada de decisão e promove a integração de diversos setores, criando um novo modelo de gestão e definição de políticas públicas. Nesse sentido, o conceito de Cidade Inteligente evoluiu para Cidades Inteligentes e Humanas, *Human Smart Cities* (HSC), tendo a população como maior beneficiado pelo paradigma [Oliveira and Campolargo 2015, Concilio and Rizzo 2016].

Em uma Cidade Inteligente e Humana, o objetivo é o bem-estar e desenvolvimento do cidadão para a construção de uma sociedade inclusiva, sustentável e que melhore a qualidade de vida geral. As soluções para os problemas do cotidiano são definidas a partir da real necessidade da população, e não mais projetos isolados percebidos apenas por seus financiadores.

Muitas das soluções desenvolvidas para as HSC podem partir dos *campi* universitários, já que essas instituições se comparam com as cidades em vários aspectos, principalmente, em relação aos problemas de gestão, falta de infraestrutura e consequente insatisfação dos seus usuários. Assim, o modelo de uma Cidade Inteligente pode ser escalado e adaptado para as universidades criando o *Campus* Inteligente, *Smart Campus* [Schoening 2013, Pagliaro et al. 2016, Alghamdi and Shetty 2016, Bandara et al. 2016, Zhuhadar et al. 2017].

Neste contexto, este artigo apresenta a iniciativa *Smart Campus* UFPA. Um estudo em andamento que tem como objetivo principal desenvolver, testar e implantar projetos, simples ou de tecnologias avançadas, com a participação da comunidade acadêmica e de usuários, que convirjam para a melhoria da qualidade de vida e sustentabilidade do *campus*; e que também possam ser exportados para as cidades. Contribuindo para um espaço mais humano e sustentável. Além disso, apresenta a plataforma móvel *Smart* UFPA como primeiro passo na direção de um *Campus* Inteligente.

O restante deste artigo é organizado como segue: a Seção 2 apresenta o conceito de *Campus* Inteligente e algumas tecnologias relacionadas. O projeto *Smart Campus* UFPA é descrito na Seção 3. A Seção 4 apresenta a aplicação móvel *Smart* UFPA. As considerações finais, as contribuições esperadas e os trabalhos futuros são apresentados na Seção 5.

2. Referencial Teórico

As pesquisas realizadas em Cidades Inteligentes focam na aplicação de TICs consideradas de nova geração para resolver os problemas urbanos, as quais são [Panham et al. 2016]: (i) Redes de Sensores; (ii) Internet das Coisas; (iii) Computação em Nuvem; e (iv) *Big Data*. A cidade de Santander, Espanha, será utilizada para descrever brevemente essas tecnologias.

A cidade de Santander foi transformada em um grande laboratório de testes para

aplicar em um cenário real o conceito de Internet das Coisas (*Internet of Things* - IoT) [Sanchez et al. 2014]. O objetivo é validar as abordagens do modelo arquitetural de IoT para reduzir as barreiras técnicas e sociais agregadas a este conceito. Além disso, prover aos pesquisadores europeus uma plataforma única, adequada à experimentação em larga escala e avaliação dos conceitos de IoT sob condições reais.

A ideia básica de IoT é que os objetos do cotidiano podem ser embutidos com identificação, sensores, rede de comunicação e capacidade de processamento. Deste modo, eles podem interagir e se conectar entre si, com outros dispositivos e serviços para alcançar um objetivo [Atzori et al. 2010, Whitmore et al. 2015]. Assim, foi instalada uma rede com doze mil sensores para coletar diferentes dados sobre a cidade, desde a iluminação pública até a qualidade do ar.

Os dados coletados na camada de sensoriamento são processados na Universidade da Cantabria e distribuídos em tempo real para quem precisar dessas informações. Por exemplo, a intensidade da iluminação pública é reduzida para poupar energia em locais onde não há pessoas.

Santander contém uma infraestrutura privada de Computação em Nuvem [Agrawal et al. 2011] para o servidor de aplicativo. Todas as informações são disponibilizadas aos cidadãos e turistas por meio do aplicativo móvel, *SmartSantanderRA*, e *site* na web². Além disso, é incentivada a comunicação da comunidade com a administração pública reportando problemas encontrados na cidade.

Aplicações baseadas em *Big Data* [Chen et al. 2014] também são testadas na cidade, como o projeto KNIME que explorou a relação entre temperatura e condições de tráfego, bem como a relação entre o comportamento humano e as condições de tráfego [Jara et al. 2015]. Segundo [Panham et al. 2016], a definição da tecnologia *Big Data* deve ir além dos três “Vs” (volume, veracidade e variedade), focando em como usá-la e mensurando o impacto causado no contexto aplicado. As análises baseadas em *Big Data* servem para auxiliar na tomada de decisão.

Neste sentido, as universidades também podem ser laboratórios para testar tecnologias inovadoras que, depois, poderão ser levadas para as cidades. De acordo com [Sanchez et al. 2014], este tipo de pesquisa experimental integra teoria e realidade, além de melhorar o impacto dos resultados.

Geralmente, as iniciativas em *Campus Inteligente* podem ser classificadas em três segmentos: (i) metodologias e *frameworks* que auxiliam a sua construção [Pagliaro et al. 2016]; (ii) aplicações desenvolvidas em uma área definida [Petcovici and Stroulia 2016, Sun et al. 2016]; e *surveys* de tecnologias específicas [Alghamdi and Shetty 2016].

Em 2012, a Universidade de Ciência e Tecnologia, na China, implementou um serviço de recomendação personalizada para os universitários. A motivação do projeto foi a grande quantidade de dados gerada no *campus* e pelo comportamento humano em diferentes contextos. Algumas das informações coletadas foram: histórico de empréstimos na biblioteca, notas e mídias sociais [Sun et al. 2016].

A Universidade de Peradeniya, Sri Lanka, desenvolveu um projeto piloto baseado

²<http://maps.smartsantander.eu/>

em Redes de Sensores Sem Fio para mapear o uso de vagas de estacionamento na universidade [Bandara et al. 2016]. O sistema consiste de sensores que captam a situação da vaga, uma rede para transferir esse dado, um servidor que processa o dado coletado e uma aplicação móvel que indica a disposição das vagas nos estacionamentos para a comunidade.

[Dong et al. 2016] desenvolveram uma aplicação móvel, denominada *OnCampus*, que infere preferências e necessidades da comunidade acadêmica. Além disso, propuseram o termo *campus emotion* para descrever a avaliação do estado emocional dos universitários. Também, apresentaram um novo algoritmo de recomendação para satisfazer as necessidades dos usuários na universidade.

No Brasil, a Faculdade de Sorocaba, *Smart Campus Facens*, apresenta um escopo bem definido no sentido de *Campus Inteligente*. Os projetos na faculdade são categorizados em nove áreas, que são [Pinto et al. 2017]: (i) educação; (ii) energia; (iii) indústria e negócios; (iv) meio ambiente, (v) mobilidade e segurança; (vi) saúde e qualidade de vida; (vii) TIC; (viii) urbanização; e (ix) núcleo facilitador. Essas áreas serviram como base para a definição do projeto *Smart Campus UFPA* que será descrito na próxima seção.

Entende-se que o processo de construção um *Campus Inteligente* envolve um modelo multidisciplinar e a definição de uma estratégia integrada e estruturada, articulando diversos setores e atores.

Além disso, ressalta-se a importância da circulação da informação entre os projetos e a comunidade, bem como a participação dos cidadãos, visto que o objetivo é o bem-estar social, que, neste caso, envolve os usuários do *campus*. Somado a isso, é agregado à universidade o papel de ambiente de experimentação para desenvolvimento e testes de projetos pilotos passíveis de serem adaptados e escalados em outros lugares.

Assim, esse processo é mais do que o simples uso de TICs dentro das universidades. De acordo com [Schoening 2013], ele deve ser feito para os cidadãos e suas necessidades, permitir o acesso aos dados coletados e criar experiências, não serviços.

3. Smart Campus UFPA

A Universidade Federal do Pará (UFPA) foi criada em 1957 e, atualmente, é constituída por doze *campi*, os quais são³: Abaetetuba, Altamira, Ananindeua, Belém, Bragança, Breves, Cametá, Capanema, Castanhal, Salinópolis, Soure e Tucuruí. Em 2015, o *campus* UFPA Belém apresentava 70 cursos regulares e um total de 21.325 alunos matriculados.

A iniciativa *Smart Campus*⁴ UFPA terá sede no *campus* Belém e, como descrito na Seção 1, o objetivo é criar uma universidade integrada e participativa, que busque soluções para os problemas reais do cotidiano a fim de melhorar a qualidade de vida e sustentabilidade no *campus*. Assim, a universidade servirá como um ambiente de experimentação de alternativas que possam ser adaptadas para as cidades.

A missão do projeto é tornar a UFPA um modelo de referência nas iniciativas de *Campus Inteligente* para outras instituições de ensino.

Para isso, uma metodologia deve ser especificada auxiliando na construção da

³www.ufpanumeros.ufpa.br/

⁴<http://smartufpa.ufpa.br/>

visão sistêmica do projeto, bem como na definição das etapas e das áreas a serem incluídas. A iniciativa é baseada no *framework* conceitual definido pela Universidade de Sapienza, Itália, o qual pode ser adaptado e escalado para diferentes contextos, como uma cidade [Pagliaro et al. 2016]. O *framework* é constituído de seis fases, a saber:

- Fase I - Planejamento preliminar: enfatiza o estudo exploratório da universidade como um todo para planejar e gerenciar o que será feito nas próximas fases. É um levantamento prévio que tem como objetivo enumerar os desafios e as potencialidades reais do local, definir as áreas que serão investigadas, bem como os usuários beneficiados. Também, quais os dados que serão coletados, como será feita essa coleta e a viabilidade dos projetos. É uma fase que abrange todo o ciclo do *framework*;
- Fase II - Identificação das áreas: objetiva o refinamento das áreas elencadas na fase anterior e será descrita na Seção 3.1;
- Fase III - Aquisição de dados: é caracterizada pelo levantamento dos dados na área selecionada para a construção de uma base. As ferramentas utilizadas nessa fase são aplicação de questionários, entrevistas, pesquisas e realização de oficinas que promovam a participação da comunidade;
- Fase IV - Análise dos dados: agregação e avaliação dos dados coletados para extração de conhecimento baseado no objetivo definido;
- Fase V - Categorização dos problemas: a partir da análise dos dados, é possível identificar as deficiências de cada área; e
- Fase VI - Definição das estratégias: a última fase consiste na definição das melhores estratégias a serem desenvolvidas para cada área.

Esta metodologia foi utilizada tanto na descrição geral da iniciativa *Smart Campus* UFPA, como também para auxiliar o desenvolvimento de um projeto após a seleção da área que passará por melhorias.

3.1. Identificação das áreas

A definição de quais áreas seriam incluídas no projeto *Smart Campus* UFPA foi baseada nas seis dimensões que identificam uma Cidade Inteligente [Deakin 2013]: (i) economia; (ii) mobilidade; (iii) ambiente; (iv) pessoas; (v) qualidade de vida; e (vi) governança, bem como nas nove áreas definidas pelo *Smart Campus* Facens especificadas na Seção 2.

Estas quinze áreas foram analisadas e combinadas para estabelecer um conjunto de sete eixos fundamentais, a saber:

- Gestão: tem como objetivo o estudo de um novo modelo de gestão, enfatizando a transparência dos processos, a participação da comunidade na cocriação de serviços, a integração dos diversos setores e a disponibilidade de dados abertos em uma plataforma única;
- Núcleo integrador: com característica multidisciplinar tem como função a integração e coordenação dos diversos projetos da iniciativa, a busca de parcerias público-privadas, a divulgação de oportunidades e dos resultados encontrados nas pesquisas, e na promoção do engajamento e inclusão social;
- Conectividade: responsável pela infraestrutura tecnológica no *campus* e pelo estudo de soluções inovadoras na área de TIC;

- Educação: com foco no processo de aprendizagem ao longo da vida acadêmica, tornando-o mais intuitivo, inovador e interessante. Responsável por elaborar projetos que alinhem os conceitos expostos em sala de aula com possíveis aplicações práticas em problemas reais;
- Mobilidade e Acessibilidade: responsável por estudar soluções de transporte limpos e eficientes, bem como estimular o uso de transportes alternativos. Além disso, visa soluções que auxiliem a navegação na universidade e o monitoramento do transporte público, disponibilizando informações úteis e em tempo real para os usuários, como a localização do ônibus e o tempo estimado de chegada no ponto que o usuário se encontra;
- Saúde e Qualidade de vida: integra ações que tenham como objetivo o melhor aproveitamento dos espaços de lazer dentro do *campus*, a promoção de eventos culturais e de cidadania; além de estudos de características que impactam diretamente a qualidade de vida da comunidade. Também, identificar e propor soluções alternativas para aumentar a segurança física e virtual na universidade, bem como do patrimônio público; e
- Meio ambiente: tem como objetivo elaborar projetos que reduzam os impactos ambientais causados pelo desperdício, estimular práticas sustentáveis e promover a eficiência na utilização dos recursos, como a gestão da água e a utilização de energias renováveis.

4. Primeiros passos em Mobilidade

Em consonância com o *framework* apresentado na Seção 3, após a primeira fase, planejamento preliminar, o projeto inicial está sendo desenvolvido na área de Mobilidade. Essa seleção ocorreu depois de analisados os meios disponíveis para localização e navegação dentro do *campus* Belém da UFPA.

No levantamento realizado, poucos mapas físicos foram encontrados. Também, apresentam condições precárias e não são informativos o suficiente (Figura 1).



Figura 1. Mapa de localização no *campus* Belém da UFPA.

Previamente, uma solução móvel para a localização na universidade, UFPA RA⁵, foi proposta pelo Laboratório de Tecnologias Livres (LabLivre) vinculado ao projeto UFPA 2.0. O aplicativo tem como objetivo auxiliar na localização dos institutos, locais de lazer e eventos acadêmicos por meio de um mapa virtual. Além disso, permite o registro de pontos pela comunidade.

⁵<http://forumlandi.org/ufpa/>

Dessas soluções analisadas, algumas limitações podem ser identificadas: (i) falta de auxílio na navegação dentro da universidade; (ii) não é possível identificar o melhor caminho a ser escolhido; (iii) falta de identificação dos serviços existentes; (iv) falta de informação física sobre os pontos de ônibus; (v) qual a rota realizada pelo ônibus universitário; e (vi) quais os horários de circulação desse ônibus. Essa falta de informação pode prejudicar a locomoção de um visitante ou calouro no *campus*.

A terceira fase da metodologia aplicada (Seção 3), aquisição de dados, ressalta a participação da comunidade no levantamento de problemas e propostas de soluções alternativas na área selecionada - a qual foi definida na fase dois, identificação das áreas. Neste sentido, foi aplicado um questionário *online* para coletar as percepções dos usuários sobre mobilidade no *campus* Belém da UFPA.

Este questionário foi baseado nos artefatos de desenvolvimento “Histórias de Usuário”, *User Stories* [Cohn 2004], em que a comunidade relatou os problemas encontrados na universidade e possíveis soluções.

Na fase IV, análise dos dados, observou-se que os mesmos problemas elencados no mapeamento também foram descritos pelos usuários; dois ponto-chaves foram ressaltados: (i) a dificuldade para encontrar a localização de prédios e serviços ofertados; e (ii) a falta de informação, em tempo real, sobre o ônibus universitário.

As fases V e VI, categorização dos problemas e definição das estratégias, foram caracterizadas por debates entre a equipe do projeto a fim de buscar soluções alternativas que melhorem as condições de mobilidade no campus e estejam alinhadas às reais necessidades da comunidade; considerando o uso de dispositivos móveis e contemplando a acessibilidade universal. Os questionamentos foram:

- “Quais os meios alternativos que podem ser desenvolvidos para auxiliar a localização e navegação na universidade de modo eficiente?”
- “É possível permitir a identificação de serviços relevantes dentro do campus, como caixas eletrônicos, paradas de ônibus?”
- “Como informar a comunidade sobre as condições desses serviços, por exemplo, movimento do restaurante universitário (RU), fila do caixa eletrônico e horários dos ônibus, em tempo real?”
- “Qual o melhor modo para apresentar informação útil à comunidade a fim de evitar o desenvolvimento de simples aplicativos desconectados?”
- “Como engajar a comunidade acadêmica a contribuir e utilizar essas informações?”

Além disso, na fase VI, as soluções alternativas foram identificadas em uma matriz de complexidade e impacto para priorizar as propostas de baixa complexidade de execução e alto impacto em termos de atendimento aos objetivos [Gupta and Kar 2015].

Assim, foi desenvolvido o aplicativo móvel *Smart* UFPA que visa integrar todas as informações sobre as áreas elencadas na Seção 3.1. Facilitando e melhorando o cotidiano da comunidade do *campus* Belém da UFPA.

4.1. Sobre a aplicação móvel

A aplicação *Smart UFPA* foi desenvolvida para Android e usa o sistema de mapeamento aberto *OpenStreetMap* (OSM)⁶ a fim de permitir a edição colaborativa dos locais na universidade. A escolha desse sistema se justifica porque o OSM valoriza e permite a edição feita pela comunidade para adicionar informações, bem como para moderar e mantê-las atualizadas.

Além disso, oferece dados abertos para que qualquer pessoa possa utilizá-los sob a licença *Creative Commons Attribution-ShareAlike 2.0 Generic*, a qual permite o livre uso de seu acervo e documentação com a única restrição de citar a instituição responsável.

As primeiras informações sobre os locais no *campus* foram inseridos no OSM pela equipe do projeto baseado no conhecimento e pesquisa local. É importante ressaltar que estas informações inicialmente se restringem ao *campus* 1 (conhecido como básico) da universidade.

Foram selecionadas bibliotecas de código aberto já existentes e que permitissem a integração com o OSM, sendo elas: (i) *Osmdroid* [Osmdroid 2017], que oferece as funcionalidades básicas, como configuração do mapa, camada de informação sobre transporte público, utilização de marcadores e mapas *offline*; e (ii) *Osmbonuspack* [MKergall 2015], que disponibiliza complementos à primeira, com a possibilidade de implementar uma ferramenta de buscas ao mapa, cálculo de rotas e funções de navegação.

O desenvolvimento do aplicativo *Smart UFPA* foi baseado em uma arquitetura composta por quatro módulos, sendo eles (Figura 2):

- Navegação: utiliza as bibliotecas supracitadas, *Osmdroid*, *Osmbonuspack*, as quais apresentam a cartografia baseada nos dados do OSM;
- Busca: as consultas feitas dentro do aplicativo - filtros de serviços e barra de busca - utilizam a chamada *OverpassAPI*⁷ que realiza requisições HTTP aos bancos de dados do OSM e permite a utilização do sistema de etiquetas retornando dados em formato JSON. É importante ressaltar que o uso do sistema de etiquetas possibilita realizar buscas por atributos específicos de um local;
- Localização circular: um pequeno aparelho GPS é instalado no veículo e este é responsável por enviar sua localização para o módulo Servidor local; e
- Servidor local: processa os dados recebidos pelo módulo de Localização circular e envia para o aplicativo mediante a solicitação do usuário.

A lógica de uso do *Smart UFPA* busca ser intuitiva e apresenta o seguinte fluxo (Figura 3): (1) o usuário pode acessar o mapa da universidade como guia de navegação tradicional, apenas via consulta visual; (1.1) utilizar a barra de busca e realizar consultas usando o nome oficial do local, apelidos dados pela comunidade, porções do nome - por exemplo, “física” - e por fim, a sigla atribuída ao local; (1.2) escolher um dos filtros de serviços pré-estabelecidos no menu lateral da aplicação e, então, selecionar uma das opções apresentadas.

De acordo com a ação executada nos passos (1.1) ou (1.2), os resultados podem ser: (2) um ou vários locais disponibilizados no mapa. Em caso de resultados únicos

⁶<http://openstreetmap.org/>

⁷http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Overpass_API

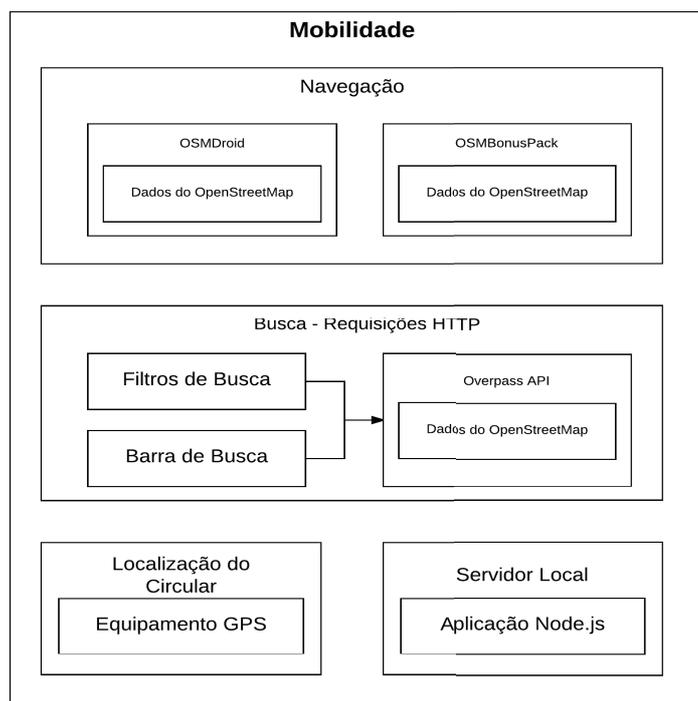


Figura 2. Arquitetura com os módulos do aplicativo.

(3), são apresentados detalhes sobre o local: uma descrição curta, abreviação do nome do local e o apelido (caso existente); além disso, é exibida a opção de calcular a rota. A partir desse momento, o usuário pode consultar, novamente, o item (1) ou solicitar ao aplicativo o cálculo da rota a pé mais curta até o ponto escolhido no mapa (4).

Para múltiplos pontos (3.1), uma lista com os resultados será apresentada ao usuário para que possa escolher o Ponto de Interesse (POI) desejado, os quais também são exibidos no mapa por meio de marcadores. Ao selecionar um ponto, o usuário será redirecionado para o item (3).

O primeiro protótipo *Smart UFPA* contém as seguintes funcionalidades:

- Visualização do mapa da universidade utilizando os dados do OSM;
- Visualização da localização do usuário no mapa;
- Filtro de serviços: estes foram definidos como locais que são relevantes para acesso imediato sem utilização da barra de busca. Para esta versão os seguintes filtros são apresentados: xerox, restaurantes, banheiros, bibliotecas, auditórios e rota do ônibus universitário;
- Ferramenta de busca sobre locais na universidade; e
- Visualização de rotas de pedestre entre dois pontos (localização atual do usuário e destino final).

Algumas telas desse protótipo são apresentadas nas Figuras 4(a), 4(b) e 4(c); e representam respectivamente as telas (i) menu de seleção para direcionamento à aplicação; (ii) de menu lateral com opções pré-estabelecidas; e (iii) dos serviços implementados apresentados no mapa.

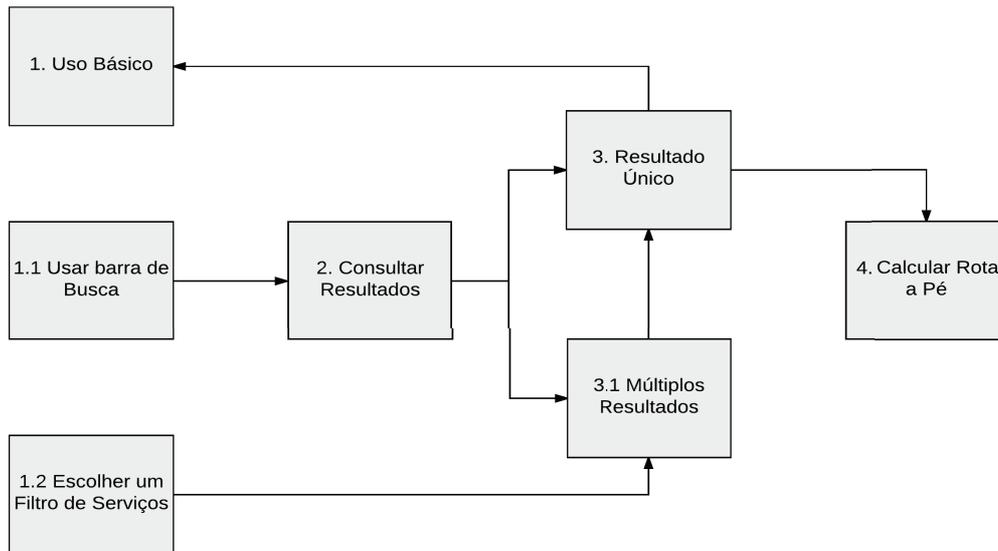


Figura 3. Fluxograma de execução de busca.

Na Figura 4(c), é possível identificar alguns recursos, os quais são: (1) a barra de busca; (2) os marcadores de filtro de serviço; (3) a rota do ônibus universitário e seus pontos de parada; e (4) a posição do usuário e rota entre seu local atual e o ponto escolhido.

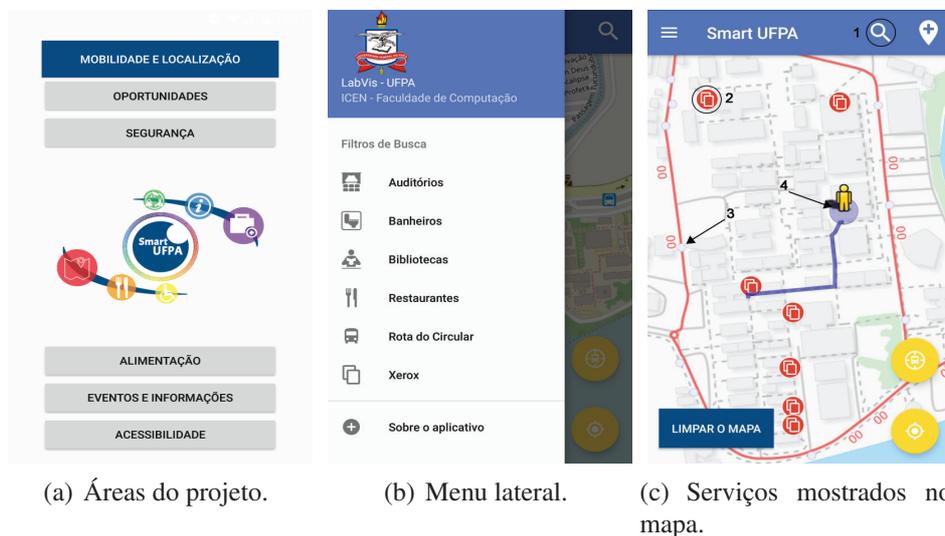


Figura 4. Telas do primeiro protótipo *Smart UFPA*.

A aplicação móvel *Smart UFPA* se encontra em fase de testes. Nesta etapa, o protocolo aplicado é baseado na área de *User Experience* (UX) [Hassenzahl and Tractinsky 2006]; usuários reais avaliam o aplicativo descrevendo a experiência de uso da plataforma, a descrição das emoções relacionadas ao uso, os pontos fortes e fracos observados, a utilidade para o cotidiano, bem como sugestões de melhorias.

5. Considerações Finais e Trabalhos Futuros

A iniciativa *Smart Campus* UFPA idealiza estimular a participação de pesquisadores e comunidade para o desenvolvimento cooperativo de projetos que visem o bem-estar de seus usuários e na melhoria dos serviços prestados pela universidade. É um processo incremental e dinâmico, o qual pode servir como base para testar soluções urbanas inteligentes.

Com a implementação da iniciativa são esperadas as seguintes contribuições:

- O mapeamento mais efetivo e sistêmico da universidade;
- A identificação dos problemas no *campus* por meio da participação da comunidade;
- O desenvolvimento de soluções alternativas baseado nas reais necessidades da comunidade e que possam ser adaptadas para as cidades;
- O crescimento do engajamento social da comunidade acadêmica;
- Uma plataforma integrada que contenha informações úteis e de fácil acesso sobre a universidade;
- Informações disponíveis em tempo real para a comunidade sobre os horários do ônibus universitário e condições de serviços;
- Mapas interativos que facilitem a localização e navegação no *campus* com a descrição dos pontos-chave da instituição;
- Um *dashboard* que apresente claramente os resultados da iniciativa para a comunidade baseado em dados abertos; e
- O desenho de uma nova arquitetura tecnológica integrada com base nos conceitos de *Smart Campus*.

Estudos futuros serão direcionados para instalação de aparelhos de GPS nos ônibus universitários e a evolução da plataforma considerando o modelo *crowdsourcing*; além da agregação de informações sobre acessibilidade. Também, planeja-se utilizar a plataforma de *middleware* FIWARE⁸ para o desenvolvimento de aplicações e infraestrutura voltadas para a criação de Cidades Inteligentes.

Alguns desafios podem ser especificados, como a motivação da comunidade para utilizar e colaborar com a plataforma, a hesitação do compartilhamento de informação pela comunidade acadêmica ou pelos gestores, a infraestrutura necessária para o desenvolvimento dos conceitos de *Smart Campus*, a falta de integração entre os setores da universidade, bem como a segurança dos dados.

É importante ressaltar que um *Campus* Inteligente é dinâmico e deve ser continuamente adaptado. Ademais, as necessidades da comunidade podem mudar, por isso, a evolução das soluções é um processo que nunca termina.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão das bolsas de estudo.

⁸<https://www.fiware.org/>

Referências

- Agrawal, D., Das, S., and El Abbadi, A. (2011). Big data and cloud computing: Current state and future opportunities. In *Proceedings of the 14th International Conference on Extending Database Technology, EDBT/ICDT '11*, pages 530–533, New York, NY, USA. ACM.
- Alghamdi, A. and Shetty, S. (2016). Survey toward a smart campus using the internet of things. In *2016 IEEE 4th International Conference on Future Internet of Things and Cloud (FiCloud)*, pages 235–239.
- Anthopoulos, L. G. and Fitsilis, P. (2015). Understanding smart city business models: A comparison. In *Proceedings of the 24th International Conference on World Wide Web, WWW '15 Companion*, pages 529–534, New York, NY, USA. ACM.
- Atzori, L., Iera, A., and Morabito, G. (2010). The internet of things: A survey. *Comput. Netw.*, 54(15):2787–2805.
- Bandara, H. M. A. P. K., Jayalath, J. D. C., Rodrigo, A. R. S. P., Bandaranayake, A. U., Maraikar, Z., and Ragel, R. G. (2016). Smart campus phase one: Smart parking sensor network. In *2016 Manufacturing Industrial Engineering Symposium (MIES)*, pages 1–6.
- Chen, M., Mao, S., and Liu, Y. (2014). Big data: A survey. *Mob. Netw. Appl.*, 19(2):171–209.
- Chourabi, H., Nam, T., Walker, S., Gil-Garcia, J. R., Mellouli, S., Nahon, K., Pardo, T. A., and Scholl, H. J. (2012). Understanding smart cities: An integrative framework. In *2012 45th Hawaii International Conference on System Sciences*, pages 2289–2297.
- Cohn, M. (2004). *User Stories Applied: For Agile Software Development*. Addison-Wesley Professional, 1 edition.
- Concilio, G. and Rizzo, F., editors (2016). *Human Smart Cities: Rethinking the Interplay between Design and Planning*. Number 1. Springer International Publishing.
- Deakin, M. (2013). *Smart Cities: Governing, Modelling and Analysing the Transition*. Routledge, 1 st edition.
- Dong, X., Kong, X., Zhang, F., Chen, Z., and Kang, J. (2016). Oncampus: a mobile platform towards a smart campus. *SpringerPlus*, 5(1).
- Gupta, M. and Kar, A. (2015). How to make a smart campus - smart campus programme in iit delhi. Technical report, Indian Institute of Technology Delhi.
- Hassenzahl, M. and Tractinsky, N. (2006). User experience – a research agenda. *Behaviour & Information Technology*, 25(2):91–97.
- IBGE (2016). Estimativas da população residente nos municípios e para as unidades da federação brasileiros. Technical Report 97868, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Coordenação de População e Indicadores Sociais.
- Jara, A. J., Genoud, D., and Bocchi, Y. (2015). Big data for smart cities with knime a real experience in the smartsantander testbed. *Software: practice and experience*, 45(8):1145–1160.

- Lee, J. H., Hancock, M. G., and Hu, M.-C. (2014). Towards an effective framework for building smart cities: Lessons from seoul and san francisco. *Technological Forecasting and Social Change*, 89(C).
- MKergall (2015). A third-party library of (very) useful additional objects for osmdroid. <https://github.com/MKergall/osmbonuspack>. Accessed: 2017-05-04.
- Nam, T. and Pardo, T. A. (2011). Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions. In *Proceedings of the 12th Annual International Digital Government Research Conference: Digital Government Innovation in Challenging Times*, dg.o '11, pages 282–291, New York, NY, USA. ACM.
- Oliveira, . and Campolargo, M. (2015). From smart cities to human smart cities. In *2015 48th Hawaii International Conference on System Sciences*, pages 2336–2344.
- Osmdroid (2017). Openstreetmap-tools for android. <http://osmdroid.github.io/osmdroid/>. Accessed: 2017-05-04.
- Pagliaro, F., Mattoni, B., Gugliermenti, F., Bisegna, F., Azzaro, B., Tomei, F., and Catucci, S. (2016). A roadmap toward the development of sapienza smart campus. In *2016 IEEE 16th International Conference on Environment and Electrical Engineering (EEEIC)*, pages 1–6.
- Panham, A., Mendes, L., and Breda, G. (2016). *Construindo Cidades Inteligentes*. Appris, 1 st edition.
- Petcovici, A. and Stroulia, E. (2016). Location-based services on a smart campus: A system and a study. In *2016 IEEE 3rd World Forum on Internet of Things (WF-IoT)*, pages 94–99.
- Pinto, L. G. P., Romano, R. R., and Tomoto, M. A. (2017). *From the University to Smart Cities—How Engineers Can Construct Better Cities in BRIC’s Countries: A Real Case from Smart Campus FACENS*, pages 347–354. Springer International Publishing, Cham.
- Sanchez, L., Muñoz, L., Galache, J. A., Sotres, P., Santana, J. R., Gutierrez, V., Ramdhany, R., Gluhak, A., Krco, S., Theodoridis, E., and Pfisterer, D. (2014). Smart-santander: Iot experimentation over a smart city testbed. *Comput. Netw.*, 61:217–238.
- Schoening, J. (2013). Does a smart campus create smart people? from smart cities to smart campuses – supporting the campus citizens. In *Proceedings of the UCSB Specialist Meeting on Advancing the Spatially Enabled Smart Campus*, pages 1–3.
- Sun, G., Zhou, Y., and Li, J. (2016). Build smart campus using human behavioral data. In *2016 Intl IEEE Conferences on Ubiquitous Intelligence Computing, Advanced and Trusted Computing, Scalable Computing and Communications, Cloud and Big Data Computing, Internet of People, and Smart World Congress (UIC/ATC/ScalCom/CBDCCom/IoP/SmartWorld)*, pages 133–136.
- Whitmore, A., Agarwal, A., and Xu, L. (2015). The internet of things—a survey of topics and trends. *Information Systems Frontiers*, 17(2):261–274.
- Zhuhadar, L., Thrasher, E., Marklin, S., and de Pablos, P. O. (2017). The next wave of innovation – review of smart cities intelligent operation systems. *Computers in Human Behavior*, 66:273 – 281.