



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE CIÊNCIA EXATAS E NATURAIS  
FACULDADE DE COMPUTAÇÃO  
CURSO BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

KAÊ UCHÔA SARMANHO

**SMART UFPA - UMA PROPOSTA DE PLATAFORMA COLABORATIVA DE  
INFORMAÇÕES PARA A UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ**

BELÉM - PARÁ  
2018



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE CIÊNCIA EXATAS E NATURAIS  
FACULDADE DE COMPUTAÇÃO  
CURSO BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO  
KAÊ UCHÔA SARMANHO

**SMART UFPA - UMA PROPOSTA DE PLATAFORMA DE INFORMAÇÕES  
COLABORATIVA PARA A UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado para  
obtenção do grau de Bacharel em Ciência da  
Computação.

Orientador: Prof. Dr. Bianchi Serique Meiguins  
Coorientador: Prof. Dr. Sandro Ronaldo Bezerra  
Oliveira

BELÉM - PARÁ  
2018

KAÊ UCHÔA SARMANHO

**SMART UFPA - UMA PROPOSTA DE PLATAFORMA DE INFORMAÇÕES  
COLABORATIVA PARA A UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado para  
obtenção do grau de Bacharel em Ciência da  
Computação.

Data da defesa: 21 de Dezembro de 2018.

Conceito:

**Banca Examinadora**

---

**Prof. Dr. Bianchi Serique Meiguins**

Orientador

---

**Prof. Dr. Sandro Ronaldo Bezerra Oliveira**

Coorientador

---

**Prof. Dr. Carlos Gustavo Resque dos Santos**

Membro da Banca

---

**Prof. Dr. Nelson Cruz Sampaio Neto**

Membro da Banca

BELÉM - PARÁ  
2018

Dedico este trabalho para minha família que me deu todo suporte necessário durante minha graduação.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecimentos especiais a meus pais, Ruy e Andrea, e minha irmã Yasmim que sempre fizeram de tudo para que eu seguisse o caminho dos estudos, que me suportaram e deram apoio durante toda a graduação principalmente no tempo da distância. A meus amigos que me ouviram reclamar bastante dos últimos semestres e ainda assim se mantiveram ao meu lado.

A meus orientadores, Professores Bianchi e Sandro que nortearam e apararam arestas deste trabalho. E um agradecimento fundamental à Professora Ana Régia que durante o desenvolvimento da pesquisa trabalhou incansavelmente e me manteve motivado para buscar resultados, além de compartilhar da visão de uma comunidade melhor e mais forte na universidade. Por fim, não poderia deixar de agradecer ao criador da área que tanto amo, Alan Turing, pai da Ciência da Computação.

## RESUMO

Dentro do contexto de cidades inteligentes, um dos componentes fundamentais para sua consolidação é a participação ativa da população nos processos de construção desses espaços. Do mesmo modo, a universidade como um ativo da sociedade tem um papel fundamental como incentivadora e possibilitadora. Deste ponto, surge o projeto *Smart UFPA* que busca colaborar com a construção de uma plataforma de acesso à informação voltada para a comunidade universitária. Para isso, se apoia nos conceitos de *crowdsourcing* e *software livre* a fim de estabelecer uma relação direta de troca de serviços e beneficiamento com os usuários. Como produto primário da iniciativa, um aplicativo foi criado para servir à comunidade, que participou de testes e será a principal fonte para novas informações a serem inseridas na plataforma.

**Palavras-chave:** cidades inteligentes, crowdsourcing, software-livre, aplicativos android

## **ABSTRACT**

Within the context of smart cities, one of the fundamental components for its consolidation is the active participation of the population in the processes of construction of these spaces. In the same way, the university as an asset of society has a fundamental role as an incentive and an enabler. Therefore, the UFPA Smart Campus project emerges, seeking to collaborate with the construction of a platform to access information for the university community. For this, it relies on the concepts of crowdsourcing and free software in order to establish a direct relationship of service exchange and mutual benefits with users. As a primary product of the initiative, an application was created to serve the community, which participated in testing and will be the main source for new information to be inserted into the platform.

**Keywords:** smart cities, crowdsourcing, free software, android apps

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 . Percentual de domicílios com acesso à internet, segundo o equipamento utilizado.....	29
Figura 2 - Diagrama de Casos de Uso.....	32
Figura 3 - Arquitetura do Aplicativo.....	37
Figura 4 - Diagrama de Atividades Caso I.....	41
Figura 5 - Diagrama de atividades para <i>Crowdsourcing</i> .....	42
Figura 6 - Diagrama de Componentes Geral do Aplicativo.....	44
Figura 7 - Diagrama de Componentes para Mobilidade e Localização.....	46
Figura 8 - (Esquerda) Tela Inicial do App; (Centro) Tela de cadastro OSM; (Direita) Tela de login OSM.....	47
Figura 9 - (Esquerda) Tela contendo a interface do mapa; (Centro) Menu lateral com filtros de busca; (Direita) Interface do mapa com resultados da busca.....	47
Figura 10 - (Esquerda) Tela contendo a interface do mapa; (Centro) Barra de busca ativada com teclado; (Direita) <i>Bottom Sheet</i> expandida com resultados da busca.....	48
Figura 11 - (Esquerda) <i>Bottom Sheet</i> expandida com resultados do filtro para Auditórios; (Centro) Detalhes sobre o local escolhido; (Direita) Detalhes sobre local buscado.....	48
Figura 12 - (Esquerda) Mapa com informação de caminho para local; (Centro) filtros de busca ativos (Direita) Rota e paradas do ônibus circular.....	49
Figura 13 - (Esquerda) Tela contendo a interface do mapa; (Centro) interface com marcador e instrução; (Direita) Tela com categorias.....	49
Figura 14 - Telas de formulário para cadastro de local tipo “Refeição”.....	50
Figura 15 - Modelo padrão para testes SAM feitos em papel.....	54
Figura 16 - Questão sobre a utilidade da aplicação.....	56
Figura 17 - Análise das métricas de Intuitividade, Facilidade de entendimento e atratividade.....	58
Figura 18 - Análise das métricas emocionais “Satisfação, Motivação e Controle”.....	59
Figura 19 - Análise de uso de redes durante testes em cenário real.....	60
Figura 20 - Gráfico com estimativas sobre a experiência pós-uso da aplicação.....	61
Figura 21 - <i>Screenshots</i> referentes a página do aplicativo na plataforma Play Store.....	63

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Métricas do método SUXES e conceitos relacionados.....	55
Tabela 2 - Principais métricas, escalas e métodos utilizados neste trabalho....	57

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
1.1. OBJETIVOS.....	14
1.1.1. GERAL.....	14
1.1.2. ESPECÍFICOS.....	14
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	15
2.1. CIDADES INTELIGENTES.....	15
2.2. A UNIVERSIDADE EM CIDADES INTELIGENTES.....	16
2.3. PARTICIPAÇÃO POPULAR.....	17
2.4. CROWDSOURCING.....	18
2.5. SOFTWARE LIVRE.....	19
2.6. INTERAÇÃO HUMANO-COMPUTADOR E UX.....	20
3. METODOLOGIA.....	22
3.1. FRAMEWORK PARA SMART CAMPUS.....	22
3.2. PROPOSTA PARA A PLATAFORMA SMART UFPA.....	23
3.2.1. ESTABELECIMENTO DE ÁREAS.....	23
3.2.2. MOBILIDADE: COLETA DE DADOS BASE.....	25
3.2.2.1. HISTÓRIAS DO USUÁRIO.....	25
3.2.2.2. RESULTADOS.....	26
4. MODELAGEM DO APLICATIVO.....	28
4.1. DEFINIÇÃO DE PLATAFORMA.....	28
4.1.1. DISPOSITIVOS MÓVEIS E ANDROID.....	28
4.1.2. OPENSTREETMAP.....	29
4.2. FLUXO DE PROCESSO.....	30
4.2.1. ATORES.....	30
4.2.2. CASOS DE USO.....	31
4.2.3. DETALHAMENTO DOS CASOS DE USO.....	32
4.2.4. O APLICATIVO (ARQUITETURA).....	36
4.2.5. ATIVIDADES.....	38
4.2.6. COMPONENTES.....	40
4.2.6.1. A ESTRUTURA CENTRALIZADA.....	40
4.2.6.2. MÓDULO DE MOBILIDADE.....	41
4.2.7. OPERAÇÃO DO APLICATIVO.....	44

4.2.7.1. LOGIN.....	45
4.2.7.2. FILTROS DE BUSCA.....	45
4.2.7.3. BUSCA.....	45
4.2.7.4. RESULTADOS.....	45
4.2.7.5. ROTAS.....	45
4.2.7.6. ADICIONAR PONTO DE INTERESSE.....	45
5. TESTES COM OS USUÁRIOS.....	51
5.2. MÉTODO SUXES.....	51
5.2.1. PRIMEIRA FASE: INFORMAÇÃO PRÉVIA.....	52
5.2.2. SEGUNDA FASE: EXPECTATIVAS DO USUÁRIO.....	52
5.2.3. TERCEIRA FASE: EXPERIMENTO E EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO.....	52
5.2.4. QUARTA FASE: FEEDBACK.....	53
5.3. MODELO SAM.....	53
5.4. DESCRIÇÃO DOS TESTES.....	54
5.4.1. QUESTIONÁRIOS SUXES.....	55
5.4.2. MÉTODO SAM.....	56
5.4.3. MÉTRICAS DE USABILIDADE.....	56
5.5. RESULTADOS OBTIDOS.....	58
5.5.1. TESTE DE USABILIDADE NO LABORATÓRIO.....	58
5.5.2. AUTO AVALIAÇÃO DA EXPERIÊNCIA EMOCIONAL.....	59
5.5.3. TESTE DE USABILIDADE NO AMBIENTE REAL.....	59
5.5.4. EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO.....	60
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS.....	62
6.1. AVALIAÇÃO DOS TESTES.....	62
6.2. AVANÇOS PÓS-TESTES.....	62
6.3. TRABALHOS FUTUROS.....	63
REFERÊNCIAS.....	65

## 1. INTRODUÇÃO

Parte da motivação inicial deste trabalho se deu a partir do olhar obtido pela vivência dentro do campus universitário da UFPA. Deste ponto, foi possível notar a dificuldade que os docentes, discentes e visitantes sentem ao buscar informações a respeito dos mais diversos assuntos relacionados à universidade: locais, eventos, informações sobre bolsas e estágios, projetos desenvolvidos, dentre outros.

A partir de então, surge a problemática principal do projeto: como organizar uma plataforma que possibilite uma centralização maior dessas informações dentro de um só ambiente? Para além, como transformar esse meio em uma fonte atualizada e relevante de informação?

Observa-se que esse contexto se relaciona com questões abordadas dentro do campo de Cidades Inteligentes (CI), área abrangente que intui analisar, estudar e motivar a construção de cidades, centros urbanos e/ou comunidades a partir da incorporação de novas metodologias, práticas, conceitos e tecnologias no cotidiano de sua população. Além de buscar também sanar problemas causados pelo processo de urbanização nos mais diversos contextos (LEE; HANCOCK; HU, 2014; ANTHOPOULOS; FITSILIS, 2015).

Para além da ideia de Cidades Inteligentes, há neste cenário a oportunidade de buscar uma modificação sistêmica da sociedade a fim de colocar a população (ou o cidadão) no centro da transformação e como maior beneficiado por tais processos.

Assim, a definição de Cidades Inteligentes e Humanas (CIH) é introduzida: dentro da literatura trata-se como o objetivo de construir uma sociedade mais inclusiva e sustentável por meio da integração de diversos setores que fazem parte do cotidiano de uma comunidade com a finalidade de criar um novo modelo de gestão e criação de políticas públicas (OLIVEIRA; CAMPOLARGO, 2015; CONCILIO; RIZZO, 2016).

Conforme indicado por outros trabalhos, os conceitos de CIH podem se enquadrar dentro de uma escala menor para a experimentação: a universidade. Os campi universitários mostram-se um meio viável para testes por ser estruturalmente similar às cidades. Assim, posteriormente, essas soluções podem ser escaladas para o contexto da cidade, reforçando a ideia de que a universidade deve desempenhar um papel ativo dentro da construção de uma CIH (SCHÖNING, 2013; PAGLIARO *et al.*, 2016; ALGHAMDI; SHETTY, 2016; BANDARA *et al.*, 2016; ZHUHADAR *et al.*, 2017).

Portanto, a partir da problemática inicial, este trabalho busca aprofundar os estudos sobre o assunto além de dar início a uma plataforma colaborativa que possa servir de base e incentivo para o desenvolvimento de mais projetos relacionados a Cidades Inteligentes e Humanas dentro da região, começando, especificamente, pelo ambiente da Universidade Federal do Pará.

## 1.1. OBJETIVOS

### 1.1.1. GERAL

Este trabalho tem como objetivo demonstrar a criação de um ambiente com intuito de democratizar e centrar informações relativas a universidade por meio de uma plataforma aberta a colaboração dos usuários utilizando uma ferramenta de software.

### 1.1.2. ESPECÍFICOS

A fim de atingir o objetivo geral, foram estabelecidos os seguintes marcos dentro do processo:

- Analisar possíveis áreas para o desenvolvimento do aplicativo;
- Avaliar tecnologias disponíveis para mitigar os problemas levantados;
- Estabelecer e desenvolver um produto inicial para atender a demandas;
- Engajar usuários na construção do produto;
- Utilizar conceitos de *crowdsourcing* para gerar conteúdo colaborativo para a aplicação;
- Testar e avaliar utilização do aplicativo sob a ótica da experiência do usuário;
- Aperfeiçoar e disponibilizar o produto para a comunidade;

Assim, o trabalho será dividido da seguinte forma: a Seção 2 trata da fundamentação teórica na qual a pesquisa foi baseada; a Seção 3 traz os processos e métodos utilizados para a pesquisa; a Seção 4 discorre sobre o processo de desenvolvimento do produto supracitado e sua utilização; em seguida, a Seção 5 detalha os testes realizados sobre a utilização do aplicativo e seus resultados; por fim, a Seção 6 resume as avaliações dos testes e cita pontos resultados pós-testes e expectativas para as próximas etapas.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta Seção, busca-se o aprofundamento dos conceitos introduzidos previamente e que serviram como base para o desenvolvimento do projeto. Primeiramente, serão ressaltadas definições a respeito do conceito de cidades inteligentes (CI), o papel da universidade na construção de uma CI, bem como o papel do cidadão nesse contexto.

De modo a embasar as escolhas realizadas para o desenvolvimento do produto prático, serão discutidos os conceitos de *crowdsourcing* e *software* livre. Por fim, aspectos da área de experiência do usuário (*User eXperience*) será descrita como base para os testes da aplicação desenvolvida.

### 2.1. CIDADES INTELIGENTES

Tema em voga dentro do meio acadêmico, político e social, o conceito de cidades inteligentes (CI) se demonstra um campo muito abrangente. Conforme, explicitado por Mohanty, Choppali e Kougianos (2016) além do termo “cidades inteligentes” (derivado do inglês, *smart cities*) outros nomes relacionados são encontrados na literatura, tais como: cidades digitais (*digital cities*), cidades eletrônicas (*electronic cities*), telecidades (*telicities*) e outros.

Contudo, que independente do termo utilizado, a definição perpassa, de um modo mais formal, pela ideia central que cidades inteligentes são aquelas as quais buscam inovar sua infraestrutura e seu modo de operar. Seja por meio da incorporação de instrumentos de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) ou de outros meios mais conceituais e/ou de gestão.

Deve haver também a consideração de quesitos de sustentabilidade para a garantia da manutenção dos espaços para gerações futuras, seja do ponto de vista social, econômico ou ambiental buscando melhorar a qualidade de vida, a eficiência da logística urbana e dos serviços oferecidos.

Portanto, pode-se inferir que o conceito de CI possibilita a formulação de trabalhos em diversas áreas do conhecimento acadêmico. Conforme analisado no relatório *Citizen Science And Smart Cities* (2014) em referência a projetos desenvolvidos ou em desenvolvimento na área durante o ano de 2014, foram observadas iniciativas em áreas como governança sustentável (BARTONOVA, 2014), monitoramento de qualidade do ar (STEVENOT, 2014), sistemas inteligentes de tratamento de água (CIRAVEGNA, 2014), dentre outros.

Essa interdisciplinaridade se mostra importante, já que esses conceitos, surgem dentro de um meio no qual o crescimento dos centros urbanos se dá de forma constante e em alguns casos de maneira desordenada.

A exemplo, no Brasil é possível observar que o crescimento populacional tende a se manter. Em 2018, a população brasileira registrava o número de 208.494.900 habitantes, o que representa um aumento de 0.82% em relação ao ano de 2017 (OLIVEIRA, 2018). Em mais detalhes, observa-se que das consideradas regiões metropolitanas do país, “28 têm população superior a 1 milhão de habitantes e somam 98,7 milhões [...], representando 47,3% da população total. O conjunto das 27 capitais totaliza 49,7 milhões de habitantes, reunindo 23,8% da população do país” (OLIVEIRA, 2018).

Logo, reforça-se a ideia de promover o desenvolvimento mais consciente e sustentável das metrópoles, levando em consideração diferentes problemas e ambientes com características distintas.

Contudo, é necessário entender que somente a incorporação de instrumentos tecnológicos não é suficiente para se atingir um maior nível de “inteligência” nas cidades. É de grande importância que se envolvam as mais diversas áreas do conhecimento e atores da sociedade dentro do processo de transformação.

## 2.2. A UNIVERSIDADE EM CIDADES INTELIGENTES

Importante motor de educação e conhecimento da sociedade, a universidade apresenta um papel fundamental no desenvolvimento de novas tecnologias e estudos que possam fomentar o intelecto dos indivíduos e proliferar soluções para eventuais problemas encontrados no futuro em sociedade (SEFIDVASH, 1994).

Estruturalmente, de acordo com Audy (2017), a universidade tem substituído gradativamente os antigos espaços de desenvolvimento industrial das cidades através dos chamados Parques de Tecnologia, Científicos e de Pesquisa os quais estão centrados e localizados diretamente em espaços universitários.

Para ele, esses parques disponibilizam um ambiente altamente preparado para a produção de soluções em diálogo com diversos setores sociais, através de uma estrutura que pode conter:

“(a) participação de empresas de tecnologias e inovadoras, (b) relação com Universidades e Centros de Pesquisa, (c) serviços especializados qualificados, como gestão da propriedade intelectual, acesso a redes internacionais, contato com investidores e acesso a capital de risco, uso de laboratórios de pesquisa e desenvolvimento compartilhados, (d) espaços de convivência, descompressão e tecnologias limpas e (e) acesso a redes

locais e globais, de negócios, de ciência e de tecnologias.” (AUDY, 2017, p. 81).

Além dessa estrutura que pode ser encontrada nas universidades, é possível afirmar que do ponto de vista administrativo, essas instituições se equiparam (em escala menor) com as cidades em si. Possuindo mecanismos como gestores, recursos fiscais, população (formada por docentes, discentes e corpo social visitante), infraestrutura e logística. Portanto, conforme observado por Schöning (2013), Pagliaro et al. (2016), Alghamdi e Shetty (2016), Bandara et al. (2016) e Zhuhadar et al. (2017) é possível transportar o conceito de cidades inteligentes para o campus universitário, denominando-o assim, de campus inteligente (ou *smart campus*).

Outro fator que contribui com o desempenho do papel das universidades em cidades inteligentes, são as práticas de extensão. Esta se mostra como um ponto fundamental dentro deste cenário. Para Gadotti (2017) é necessário estabelecer uma via de mão dupla entre a extensão e a sociedade, ou seja, o conhecimento de ambas as partes deve ser considerado para a construção de um meio de mudança social, conquista de direitos e democratização de conhecimento, quebrando então com a tradicional relação vertical de conhecimentos vindos da academia para o consumo da população ao redor.

De fato, há na universidade um ambiente propício à prototipação, experimentação, validação de soluções e participação popular que podem servir de base para estudos mais profundos a respeito das cidades inteligentes.

### 2.3. PARTICIPAÇÃO POPULAR

Como citado anteriormente, a população começa a ter papel relevante e ativo na reformulação das cidades. Conforme Raynes-Goldie e Walker (2008) a participação da sociedade não deve ocorrer somente em experimentações, ou em períodos e ambientes políticos, mas também no desenvolvimento direto de soluções, no dia-a-dia das tomadas de decisões e no processo criativo dos projetos. Assim, o cidadão se torna peça-chave e principal beneficiado no curso dessa transformação.

A partir de então, Baccarne et al. (2014) observam diferentes graus de participação popular dentro do segmento de construção de projetos:

- Design para os cidadãos (*design for citizens*) - compreendem as abordagens que são desenvolvidas baseadas nas necessidades da população, mas não tem a participação ativa dela;

- Design com cidadãos (*design with citizens*) - incluem a participação de modo específico, como testar diferentes soluções ou conceitos com os cidadãos; e
- Design por cidadãos (*design by citizens*) - ocorre a participação ativa da comunidade no desenvolvimento da sua própria aplicação.

Quando a população se percebe como agente central dentro do desenvolvimento de uma CI, Oliveira e Campolargo (2015) acreditam que há uma expansão no conceito, progredindo para o que chamam de Cidades Inteligentes e Humanas (CIH). Visão essa que corrobora com o modelo proposto por Carayannis e Campbell (2011) conhecido como “Hélice Quádrupla”. Nele, são estabelecidos que os componentes base para o desenvolvimento apropriado de uma CIH são formados por: (i) setor privado; (ii) governo; (iii) universidade; e (iv) sociedade civil.

#### 2.4. CROWDSOURCING

Durante os processos de participação popular em projetos, é comum ser observado abordagens que estão entre o “design para os cidadãos” e “design com cidadãos”. Esse contato entre agentes ativos e sociedade costuma acontecer por meio do desenvolvimento de produtos para um público alvo, ou de testes realizados com a população sobre determinada solução.

Para o aumento no envolvimento da sociedade no contexto de soluções, buscando atingir o degrau de “design por cidadãos”, as iniciativas de *crowdsourcing* se apresentam como uma abordagem que explora o conhecimento de uma grande rede de pessoas, denominada *crowd* (ou multidão), para a resolução de problemas ou produção de bens (BRABHAM, 2013); e tem sido utilizado pelas organizações para coletar idéias para seus produtos ou serviços. Além disso, mostra-se também como uma ferramenta com potencial de resolução de problemas para o governo e o setor de iniciativas sem fins lucrativos (BRABHAM, 2009).

De acordo com Royo e Yetano (2015), no contexto de governos, abordagens que utilizem *crowdsourcing* podem ser incorporadas a novas tecnologias, a fim de aproveitar o conhecimento do cidadão para melhorar a cidade, encontrar soluções para problemas locais, como luzes da rua danificadas e problemas de tráfego.

A exemplo disso, no Brasil existem projetos como o Colab<sup>1</sup>, desenvolvido pela empresa de mesmo nome, com o intuito de conectar os cidadãos e as prefeituras dos

---

<sup>1</sup> "Colab - Citizen to Government Engagement Platform." <https://www.colab.re/>. Acessado em 1 dez. 2018.

municípios por meio de uma “rede social” na qual os usuários podem postar comentários, fotos e informações sobre os problemas encontrados na cidade. Assim, a prefeitura pode tomar conhecimento desses problemas, dar uma resposta ao cidadão, e buscar a maneira mais rápida de resolver a situação.

No caso das cidades, é possível inferir que os cidadãos têm um melhor entendimento a respeito do que está acontecendo em sua área local em comparação aos políticos eleitos ou funcionários municipais; além disso por meio de sua contribuição em plataformas como as citadas, eles terão benefícios diretos como retorno.

Vale ainda ressaltar que a colaboração pode acontecer, em alguns cenários, em tempo real e por consequência, gerando um nível de conhecimento o qual tem potencial para ajudar os funcionários locais a obter uma visão otimizada em tempo do status das infraestruturas e serviços da cidade possibilitando uma tomada de decisões com base em mais informações e com mais precisão.

## 2.5. SOFTWARE LIVRE

Dentro do mercado de desenvolvimento de software, existem duas grandes vertentes quando se fala de licenciamento de produtos: licenças proprietárias e licenças livres.

A primeira, e mais comumente vista é a licença definida por suas restrições de uso e de compartilhamento. Segundo a *Free Software Foundation* (2018a), software não-livre (ou seja, que utiliza licenças proprietárias) “é qualquer software que não é livre. Seu uso, redistribuição ou modificação é proibido, ou requer que você peça permissão, ou é restrito de tal forma que você não possa efetivamente fazê-lo livremente”. Um exemplo comum de software proprietário é sistema operacional Windows que são vendidos como um produto comum em lojas e não se tem acesso ao código-fonte do mesmo.

Adicionalmente, também define, em oposição, softwares livres como

“aquele software que respeita a liberdade e senso de comunidade dos usuários. Grosso modo, isso significa que os usuários possuem a liberdade de executar, copiar, distribuir, estudar, mudar e melhorar o software. Assim sendo, “software livre” é uma questão de liberdade, não de preço” (*Free Software Foundation, 2018b*)

Há uma grande preocupação da comunidade de software livre com o acesso à informação e democratização da mesma. É comum defenderem que todos devem ter

o direito de utilizar esses produtos, bem como de modificá-los de acordo com os seus interesses.

É possível então, encontrar sinergia entre a filosofia por trás da comunidade de *software* livre e os preceitos defendidos por pesquisadores e estudantes da área de Cidades Inteligentes. Desse modo, foi estabelecido que seriam utilizados neste trabalho, softwares que seguissem essa linha ou que mais se aproximasse dela. Bem como, decidiu-se que a própria ferramenta seria distribuída em plataformas gratuitas e sob licenciamento livre.

## 2.6. INTERAÇÃO HUMANO-COMPUTADOR E UX

Responsável por estudar a relação entre usuários e sistemas de software, a área de IHC é vista com demasiada importância dentro do processo de desenvolvimento de software. Uma área importante no campo, a usabilidade, trata especificamente dos critérios de eficiência na utilização de um sistema, analisando critérios como produtividade, facilidade de uso e agradabilidade (ABNT, 2011). Para Cybis, Betiol e Faust (2017)

“a usabilidade é a qualidade que caracteriza o uso dos programas e aplicações. Assim ela não é uma qualidade intrínseca de um sistema. Mas depende de um acordo entre as características de sua interface e as características de seus usuários ao buscarem determinados objetivos em determinadas situações de uso”.

Contudo, para autores como Norman (2016), e Hassenzahl, Diefenbach e Göritz (2010) análises focadas em quesitos de usabilidade restringem o escopo da pesquisa para aspectos muito práticos e ligados somente ao uso da aplicação, e acreditam que o estudo mais amplo com o olhar para a experiência do usuário por completo com o produto sejam mais válidas. Deste modo, surgem os estudos da experiência do usuário (do inglês, *User eXperience*).

Como um dos primeiros estudiosos da área, Norman (2016) acredita que o estudo da experiência do usuário perpassa por todos os aspectos de uso do produto e não só pela experiência com a aplicação em si. Por exemplo, na compra de um computador, os quesitos da experiência do usuário irão desde a compra na loja, embalagem do produto, facilidade na montagem, na configuração, até enfim à utilização do computador. Assim, avaliar a experiência seria analisar os aspectos qualitativos e quantitativos durante essa interação com um produto.

Contudo, ao observar a literatura, nota-se que não há um consenso exato sobre quais critérios avaliativos devem ser levados em consideração para estudos de

UX (LAW; VAN SCHAİK; ROTO, 2014). A exemplo, Albert e Tullis (2013) acreditam que aspectos pragmáticos e de desempenho são suficientes, enquanto Norman (2009) e Hassenzahl, Diefenbach e Göritz (2010) tratam de uma abordagem mais ligada a perspectivas emocionais do usuário com sendo o ponto chave para a avaliação.

### 3. METODOLOGIA

Nesta seção serão abordados em detalhes os quesitos analisados para a conceituação da plataforma e conseqüentemente do aplicativo, além da metodologia aplicada durante a pesquisa.

#### 3.1. FRAMEWORK PARA SMART CAMPUS

Em trabalho realizado na Universidade de Sapienza na Itália, Pagliaro et al. (2016) construiu um *framework* com o intuito de auxiliar a elaboração de trabalhos similares na área de cidades inteligentes. Os autores fazem uso do espaço da universidade para estabelecer fases que podem ser seguidas para a construção de um *smart* campus, fazendo assim um paralelo com a ideia já citada de escalar soluções da universidade para a cidade e vice-versa. Assim, o *framework* proposto pelo autor é constituído de seis fases:

1. Planejamento Preliminar: fase comum em qualquer concepção de projeto, busca analisar em detalhes o contexto no qual o *framework* será aplicado. É necessário observar os principais eixos de funcionamento do campus e como as propostas se encaixam nele, bem como os possíveis resultados que podem ser obtidos e como eles podem afetar o cotidiano da universidade. É importante ressaltar que essa fase não acaba ao início da segunda. Ela deve ser continuada e tomada como uma análise constante de todas as etapas de implementação;
2. Identificação de áreas de ação: após o planejamento inicial, é necessário agrupar o conhecimento adquirido em eixos que possibilitem a organização das ações a serem tomadas nas próximas etapas para que as mesmas tenham coerência e compartilhem de uma mesma base de informações;
3. Aquisição de dados: conforme citado, é necessária a criação de uma base de conhecimentos a respeito do funcionamento do campus e que será agrupada de acordo com as áreas definidas no passo anterior. É importante que se tenha como objetivo nesta fase, a transparência no acesso aos dados tendo em vista que problemas de gerência de projetos em diversas escalas são ocasionados pela falta de acesso a dados a respeito dos mesmos;
4. Análise de dados: nesta fase, a filtragem de dados se torna importante para que sejam separadas informações que serão realmente importantes para os projetos individuais e para a contexto de construção do *smart* campus em si; É nessa fase que também é possível gerar indicadores de performance nas

áreas selecionadas a fim de melhorar a tomada de decisão dentro dos projetos;

5. Categorização de problemas: Nesta fase, busca-se olhar para os problemas inferidos a partir da análise de dados e traçar metas para a resolução desses problemas
6. Definição de estratégias: última fase do *framework*, a definição de estratégias é vital para o estabelecimento dos conceitos de campus inteligente. É nela que será condensado todo o conhecimento e análises adquiridos nas fases anteriores a fim de mitigar os problemas e melhorar ações com uma abordagem adequada para cada área proposta.

A partir desse embasamento, serão descritos os passos seguidos dentro do processo de elaboração da proposta para a plataforma *Smart UFPA* e respectivo aplicativo.

### 3.2. PROPOSTA PARA A PLATAFORMA SMART UFPA

A partir da concepção inicial da plataforma mencionada, e seguindo os preceitos do *framework* citado na Seção 3.1, se fez necessária a definição de áreas para agrupar projetos e análises para este trabalho. Assim, foram investigadas iniciativas similares a fim de guiar a construção de tal base.

Por meio das pesquisas, chegou-se ao projeto *Smart Campus Facens*, desenvolvido na Faculdade Sorocaba o qual busca caminhar de encontro aos conceitos de cidades inteligentes.

Conforme definido por Pinto, Romano e Tomoto (2016), foi estabelecido que os projetos desenvolvidos dentro da faculdade estariam classificados de acordo com nove áreas: (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.

Além destas áreas, foi possível observar na literatura outros tipos de categorias voltadas a projetos de cidades inteligentes. Deakin (2013) indica seis campos: (i) economia; (ii) mobilidade; (iii) ambiente; (iv) pessoas; (v) qualidade de vida; e (iv) governança.

#### 3.2.1. ESTABELECIMENTO DE ÁREAS

Com base nas 15 áreas analisadas, foi possível propor as áreas que servem de eixo para o avanço do *framework* no campus da UFPA:

- Gestão: deve buscar a expansão de uma estrutura de gerência em que a participação da comunidade seja parte fundamental na cocriação de serviços, tenha-se ênfase na transparência dos processos, além de fomentar a publicação de dados a respeito da universidade de modo aberto em uma plataforma centralizada;
- Núcleo Integrador: deve incentivar a centralização e comunicação entre projetos que integram o meio acadêmico de modo a firmar parcerias internas mais fortes, assim como a busca de colaborações público-privadas que consequentemente devem ter seus resultados divulgados para promoção de maior engajamento social;
- Conectividade: área responsável por estabelecer uma infraestrutura tecnológica para suprir as necessidades do campus e agregar os projetos que assim necessitarem;
- Educação: deve desenvolver um aprofundamento nas práticas que incentivem e melhorem o processo de aprendizagem para os discentes dentro do meio acadêmico através da utilização de tecnologias e que possam também, reforçar a aliança dos quesitos teóricos aos práticos aplicados em problemas reais;
- Mobilidade e Acessibilidade: deve manter a responsabilidade de incentivar projetos que busquem soluções de transportes eficientes e ecologicamente viáveis no campus, ou de viés alternativo. Além de apresentar ferramentas e/ou estruturas que facilitem a locomoção no campus bem como aspectos relacionados à localização e identificação dos serviços de transporte universitários já disponibilizados;
- Saúde e Qualidade de Vida: deve conter ações que busquem o melhor uso dos espaços de lazer do campus, que promova eventos culturais e cidadãos para ajuda na melhoria prática do bem-estar da comunidade frequentadora do campus. Além de agregar quesitos de segurança física e virtual da universidade que também se enquadrem nesta área; e
- Meio ambiente: deve ressaltar e corroborar com projetos que tenham teor sustentável e de preservação do espaço do campus, especialmente das áreas verdes. Do mesmo modo, deve estimular práticas de conscientização a respeito de desperdícios e eficiência na gestão de recursos naturais que envolvem a universidade.

A partir da definição das áreas, foram analisadas quais delas poderiam ser atendidas de modo mais imediato para o desenvolvimento. A área de Mobilidade e Acessibilidade foi definida como a primeira a ser atendida, o que levou então, a proposição do aplicativo produto que será detalhado na Seção 4.

### 3.2.2. MOBILIDADE: COLETA DE DADOS BASE

Para iniciar o produto, era necessário transformar as problemáticas da área de Mobilidade em questões mais palpáveis e menos especulativas de modo a fornecer uma visão diferenciada ou assertiva a respeito dos problemas. Assim, foi proposto que a participação do público seria vital para descrever em mais detalhes as dificuldades que a própria comunidade encontrava no seu dia-a-dia.

Para atender a essa necessidade, avaliaram-se opções de ferramentas para coleta de dados do público. Dentre elas, foram levantadas:

1. Entrevistas diretas com o público;
2. Formulário impresso para distribuição direta ao público; e
3. Formulário online e divulgação em redes sociais.

Em vista disso, após avaliação, as duas primeiras foram preteridas dada a demanda de tempo que exigiam, bem como do material necessário para a produção, coleta dos dados e tempo de análise. Finalmente, optou-se pela aplicação de um formulário *online*.

Com a divulgação feita em redes sociais, observou-se a tendência de um número de maior de dados coletados em comparação ao estimado para as opções 1 e 2. Além disso, a partir da utilização de uma ferramenta digital, a análise dos dados poderia ser feita de forma mais rápida e precisa.

#### 3.2.2.1. HISTÓRIAS DO USUÁRIO

Para a formulação do questionário, tomou-se como base a teoria construída por Cohn (2004) conhecida como *User Stories* (Histórias do usuário). O autor afirma que durante a construção de um software existe a necessidade de estabelecer uma conversa entre os dois lados da história: aqueles que querem vender (produtores/criadores) e aqueles que irão consumir a solução (usuários).

Para que essa tarefa seja bem sucedida, acredita que a conversa com o usuário deve se dar de modo mais casual e com mais liberdade de descrição sobre as situações que se apresentam como problemáticas a serem atendidas pelo software em potencial.

Para atingir o objetivo estabelecido, a ferramenta escolhida foi a plataforma *Google Forms*<sup>2</sup> (ou, Google Formulários). Formada por um conjunto pré-moldado de componentes que se fazem necessários e úteis para a construção de qualquer tipo de formulário avaliativo.

Por meio dele, o usuário tem a opção de montar questionários contendo diversos formatos de perguntas. Por exemplo: questões de múltipla escolha, com resposta curta ou longa, escalas, caixas de seleção (para marcação de um ou mais itens), dentre outras. Ademais, oferece suporte para a avaliação de resultados com geração automática de gráficos e permite o compartilhamento livre do documento através de um link de acesso (URL).

- Assim, formulou-se a seguinte estrutura para o questionário que conteria:
- Um breve texto introdutório descrevendo de modo conciso a proposta do projeto;
- Uma pergunta, com a opção de “resposta curta” configurada. Sendo a pergunta no seguinte formato:  
 “1. Sou \_\_\_\_\_ 2. estava \_\_\_\_\_ 3. minha dificuldade foi \_\_\_\_\_.”
- Um texto de apoio para detalhar a intenção da questão:  
 “Para nos ajudar, sua resposta deve seguir esse padrão mas não se preocupe em se ater totalmente a ele. Por exemplo, ‘Sou calouro, fui fazer a minha habilitação e tive dificuldade em localizar o prédio que estava sendo oferecido este serviço’, ou ‘não sei aonde posso fazer cópia (xerox) de uma apostila’, ou ‘até que horas funciona tal atividade’” .

### 3.2.2.2. RESULTADOS

O formulário foi mantido e divulgado durante 5 dias (em dias úteis) através de redes sociais como *Facebook*, *WhatsApp* e *Instagram* e foram obtidas um total de 37 respostas dentre as quais somente duas tiveram de ser desconsideradas devido à incompletude da resposta.

Dentro do grupo que atendeu ao questionário, foi possível identificar alguns perfis de usuários:

- Discentes de Graduação (veteranos e calouros) e Pós-graduação;

---

<sup>2</sup> "Google Forms: Free Online Surveys for ...." <https://www.google.com/forms/about/>. Acessado em 1 dez. 2018.

- Intercambistas;
- Bolsistas;
- Ex-alunos; e
- Servidores e Técnicos (funcionários terceirizados);

Nota-se então, que a pesquisa atingiu boa parte dos grupos inseridos dentro do ambiente do campus, estando ausente somente o grupo considerado “Visitantes”. Deste modo, foi possível corroborar os pontos já especulados e encontrar novas demandas como:

- a dificuldade de encontrar locais específicos e pontos de parada do ônibus circular, além da localização de restaurantes;
- a ausência de sinalização física observada no cotidiano no campus;
- incapacidade de encontrar rotas para locais;
- dificuldade em divulgar e encontrar eventos realizados na instituição;
- inacessibilidade a cardápios dos restaurantes; e
- a falta de informações sobre horários de funcionamento de prédios e áreas comuns da universidade.

Assim, esses problemas ressaltados pelos usuários, foram norteadores na definição dos casos de uso para o aplicativo em questão.

## 4. MODELAGEM DO APLICATIVO

Nesta seção serão demonstrados os passos de desenvolvimento do aplicativo Smart UFPA, produto inicial para contribuir com a construção de um campus inteligente na Universidade Federal do Pará.

### 4.1. DEFINIÇÃO DE PLATAFORMA

Além dos conceitos já explicitados na Seção 2, a lógica para definir quais ferramentas seriam utilizadas no trabalho foi baseada na dificuldade de desenvolvimento para o *software* e opções de plataformas que pudessem atender à demanda levantada inicialmente.

Como havia a necessidade de sanar problemas de localização e locomoção dentro do campus, a ferramenta desenvolvida precisava ser simples e de boa adaptabilidade, além de atender aos conceitos de cidades inteligentes e fornecer abertura à participação da comunidade acadêmica.

As plataformas escolhidas foram as seguintes e serão brevemente analisadas nas subseções que seguem:

- Dispositivos Móveis;
- Sistema operacional Android;
- Plataforma OpenStreetMap para a cartografia;

#### 4.1.1. DISPOSITIVOS MÓVEIS E ANDROID

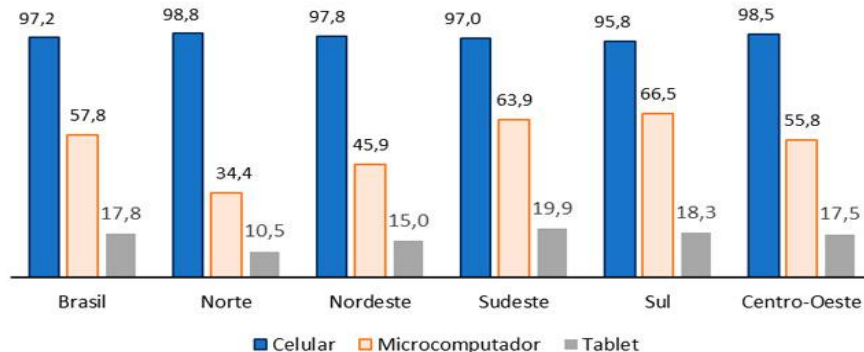
Segundo o Oliveira (2018), em PNAD (Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios) realizada em 2017 pelo IBGE, 92,6% dos domicílios brasileiros possuíam ao menos um celular e  $\frac{3}{4}$  da população de 10 anos ou mais já dispunham de um aparelho pessoal. Afirmam ainda, que o celular se transformou na principal fonte de acesso a internet tomando a frente de dispositivos como microcomputadores e *tablets*, conforme observado na Figura 1; sendo a principal fonte de acesso em 97,2% dos casos e fonte exclusiva em 38,6% dos casos.

Nota-se que a utilização de dispositivos móveis ocorre de maneira muito natural no cotidiano dos brasileiros configurando assim, uma plataforma viável para o desenvolvimento da ferramenta proposta. A partir de então, ao analisar o mercado de telefones móveis, observa-se que os aparelhos com sistemas Android e iOS são os mais comuns entre os consumidores.

Dispositivos Android representam a maior fatia de mercado de *smartphones*, foram registrados pelo menos 1 bilhão de aparelhos ativos no mundo desde 2014,

além de representarem uma estimativa de até 82,47% dos sistemas operacionais para celulares utilizados no Brasil em 2018 (MÜLLER, 2014; STATCOUNTER, 2018).

Figura 1. Percentual de domicílios com acesso à internet, segundo o equipamento utilizado.



Fonte: PNAD 2018 - IBGE. Disponível em <https://bit.ly/2C4SCOv>

A plataforma Android utiliza atualmente como base para o desenvolvimento as linguagens de programação Java, Kotlin e Xml, além de possuir suporte para inclusão de bibliotecas em outras linguagens como C, por exemplo.

Baseado nesses dados, é possível afirmar que a utilização de dispositivos móveis com sistema operacional Android é apropriada a proposta do projeto e permitem uma boa abrangência de público com capacidade para expansão.

#### 4.1.1.2. OPENSTREETMAP

A plataforma *OpenStreetMap* (OSM) é definida como

“uma iniciativa para criar e fornecer dados geográficos gratuitos, como mapas de ruas, para qualquer pessoa e dedica-se a incentivar o crescimento, o desenvolvimento e a distribuição de dados geoespaciais gratuitos e a fornecer dados geoespaciais para uso e compartilhamento por qualquer pessoa” (*OpenStreetMap Foundation, 2018*).

Hoje, conta com um suporte para 93 línguas, incluindo o português brasileiro, 5.055.575 usuários<sup>3</sup> e opera sob a licença *Open Database License*<sup>4</sup> (ODbL) que regulamenta o uso de bancos de dados para compartilhamento, modificação e uso com garantias de liberdade para usuários posteriores.

Vem sendo utilizado em projetos de cidades inteligentes como cartografia base pela sua capacidade de oferecer os dados livremente e de permitir a edição de sua cartografia a partir da criação de uma conta de usuário simples. Além disso,

<sup>3</sup> "OpenStreetMap Statistics." [https://www.openstreetmap.org/stats/data\\_stats.html](https://www.openstreetmap.org/stats/data_stats.html). Acessado em 1 dez. 2018.

<sup>4</sup> "Open Database License (ODbL) v1.0 | Open Data Commons." <https://opendatacommons.org/licenses/odbl/1-0/index.html>. Acessado em 1 dez. 2018.

mostra-se eficiente ferramenta ao ser utilizado por empresas e softwares como MapQuest<sup>5</sup>, Moovit<sup>6</sup>, Strava<sup>7</sup> e Snapchat<sup>8</sup>.

#### 4.2. FLUXO DE PROCESSO

Para dar início ao processo de desenvolvimento do aplicativo, foram definidas as seguintes etapas de planejamento e construção que serão descritos nas subseções posteriores:

1. Identificação de atores;
2. Definição de requisitos básicos para a aplicação
3. Formulação de casos de uso;
4. Definição da arquitetura;
5. Composição do fluxo de atividades;
6. Estabelecimento de componentes;
7. Elaboração do fluxo de operação do aplicativo;

Conforme elaborado, a proposta do aplicativo se dá na área de Mobilidade e Acessibilidade dentro do que foi elaborado para o projeto. É importante ressaltar que o produto, se apresenta como uma base ou estrutura para fornecer um ambiente que pode conter diversas categorias de informações a respeito do campus, sendo possível agregar no futuro mais estruturas a sua própria, portanto, o objetivo aqui proposto não é o de apresentar a ferramenta em sua versão final.

Baseando-se na avaliação dos dados levantados a partir do questionário, foi possível identificar os atores e casos de uso que estão envolvidos na construção do aplicativo, bem como as funcionalidades iniciais para o sistema.

##### 4.2.1. ATORES

Os atores dos casos de uso são entendidos como as partes que compõem o sistema em estudo e que podem fornecer algum tipo de serviço no fluxo de uso ou que interajam direta ou indiretamente com o sistema, por exemplo, os usuários do aplicativo.

- Para este produto, foram identificados os seguintes atores para a modelagem:

<sup>5</sup> "About Us - Your Online Mapping Company | MapQuest for Business." <https://business.mapquest.com/company/>. Acessado em 1 dez. 2018.

<sup>6</sup> "Moovit: Your Public Transit Guide." <https://moovit.com/>. Acessado em 1 dez. 2018.

<sup>7</sup> "Strava." <https://www.strava.com/>. Acessado em 1 dez. 2018.

<sup>8</sup> "Snapchat - The fastest way to share a moment!." <https://www.snapchat.com/>. Acessado em 1 dez. 2018.

- Usuário: este representa todo e qualquer usuário que utilize o sistema. No contexto do projeto, podem ser citados: alunos, técnicos administrativos, docentes, pessoas da comunidade local e/ou visitantes;
- Servidor Local: este representa uma máquina física na qual um servidor web contendo estrutura para armazenamento de dados mais granulados a respeito dos locais da universidade;
- *OpenStreetMap*: este representa o provedor da cartografia utilizada pelo sistema que é acessado de acordo com as necessidades dos projetistas do sistema;
- *Graphhopper*: este representa o provedor de rotas/caminhos que são mostrados dentro do sistema. Ele é responsável pelo cálculo do melhor caminho possível entre dois pontos de escolha.

#### 4.2.2. CASOS DE USO

De modo a facilitar o entendimento sobre o sistema, dentro da área de engenharia de software utiliza-se o conceito de casos de uso, sendo este uma descrição detalhada dos elementos envolvidos na interação entre o usuário e o sistema durante o processo de realizar uma determinada tarefa. Além disso, esses casos de usos podem ser descritos de maneira resumida através de um diagrama UML (Linguagem de Modelagem Unificada) de casos de uso (PRESSMAN; MAXIM, 2016).

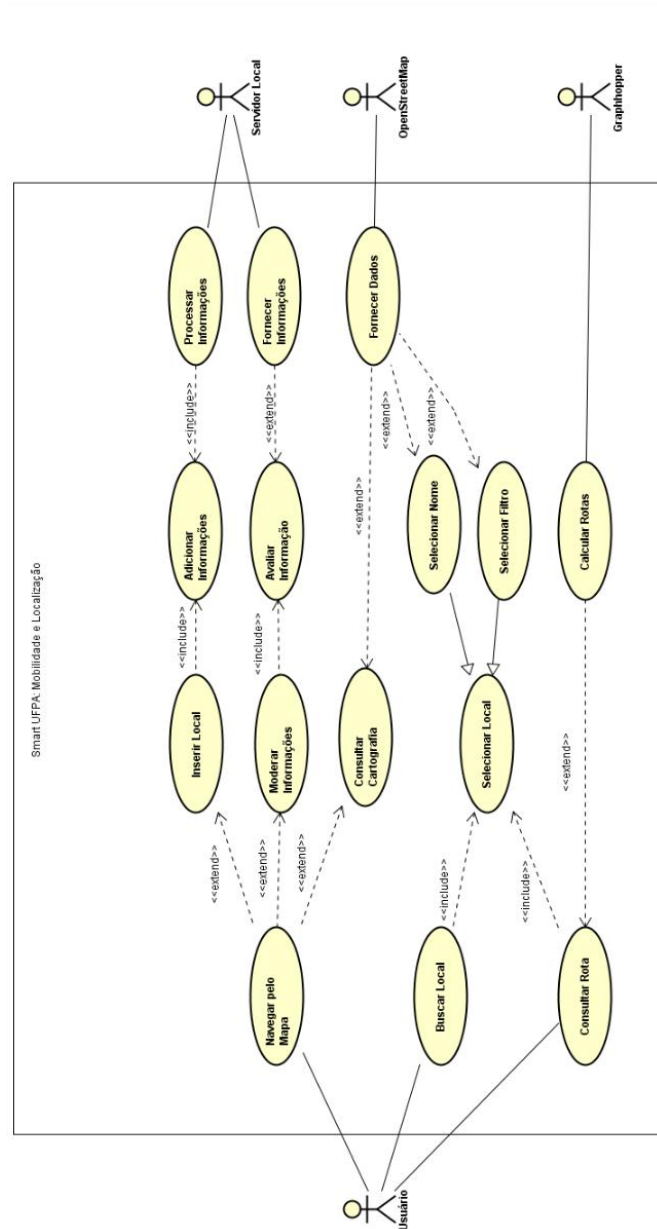
A partir de então, como base para a definição dos casos de uso, as seguintes funcionalidades foram estabelecidas:

- Um mapa interativo da universidade (campus Guamá, Belém);
- Indicadores da rota que o ônibus circular percorre no campus, junto a suas paradas durante o trajeto;
- Um serviço de busca por nome ou siglas relacionadas a locais de interesse do usuário;
- Uma ferramenta que apresente caminhos possíveis para que o usuário possa seguir de um ponto a outro na universidade;
- Um sistema de formulários que permita aos usuários adicionar informações ao mapa como locais ausentes na cartografia oferecida;

### 4.2.3. DETALHAMENTO DOS CASOS DE USO

Com os atores definidos, foram especificados os seguintes casos de uso para a aplicação conforme a Figura 2:

Figura 2 - Diagrama de Casos de Uso



Fonte: Elaborado pelo Autor

- **MCU 01 - Navegar pelo Mapa**

- Descrição: Este caso de uso oferece ao usuário a possibilidade de utilizar o mapa para navegação simples, de maneira similar à utilização de mapas físicos (papel ou pôster). Ou seja, o usuário visualiza e segue o mapa de acordo com seu interesse de modo visual;

- Entrada: Interação do Usuário;
- Processamento: Carregamento do Mapa
- Saída: Visualização do Usuário.
- **MCU 02 - Inserir Local**
  - Descrição: Este caso de uso oferece ao usuário a possibilidade de inserir locais na cartografia da universidade a partir da identificação de um Ponto de Interesse ausente. Este é uma extensão do caso de uso 01 por partir da navegação/busca pelo mapa para que a identificação ocorra. Do mesmo modo, o usuário precisa indicar no mapa, utilizando um marcador, qual a posição (coordenadas) do local a ser adicionado. Contudo, o usuário não é obrigado a contribuir com tais inserções.
  - Entrada: marcador indicando um ponto com latitude e longitude;
  - Processamento: Extração de coordenadas;
  - Saída: Coordenadas do local escolhido.
- **MCU 03 - Adicionar Informações**
  - Descrição: Se ao passar pelo caso de uso 01 o usuário escolher seguir pelo caso de uso 02, ele será requisitado a preencher um formulário com campos para informações básicas e detalhadas sobre o local que o mesmo deseja adicionar ao mapa;
  - Entrada: Dados do formulário;
  - Processamento: Coleta de dados do formulário;
  - Saída: *payload*<sup>9</sup> para envio ao servidor.
- **MCU 04 - Moderar Informações**
  - Descrição: Este caso de uso oferece ao usuário a possibilidade de moderar informações sobre os locais apresentados na cartografia, buscas, filtros, etc;
  - Entrada: Interação do Usuário;
  - Processamento: Visualização do Usuário;
  - Saída: Local a ser avaliado (identificador).
- **MCU 05 - Avaliar Informações**
  - Descrição: Subsequentemente ao caso 04, será oferecida ao usuário, uma interface gráfica a qual permitirá uma avaliação e/ou validação da

---

<sup>9</sup> Payload - objeto que contém dados empacotados em um formato específico.

informação mostrada no mapa. Essa validação indicará se os dados apresentados estão corretos ou se precisam de alteração (atualização, inclusão e/ou exclusão de dados);

- Entrada: Avaliação do Usuário;
  - Processamento: Construção do *payload* ou acesso a API do Servidor Local;
  - Saída: *Payload* para envio ao servidor.
- **MCU 06 - Consultar Cartografia**
    - Descrição: Este caso de uso oferece ao usuário a possibilidade de utilizar os indicadores visuais do mapa fornecido pelo ator *OpenStreetMap* para a obtenção de mais informações sobre Pontos de Interesse na universidade. Por exemplo, a cartografia possui indicadores (ícones) específicos para caixas eletrônicos, paradas de ônibus, alimentação, dentre outros;
    - Entrada: Interação do Usuário;
    - Processamento: Carregamento do mapa;
    - Saída: Mapa com indicadores.
  - **MCU 07 - Encontrar Local**
    - Descrição: Este caso de uso oferece ao usuário a possibilidade de buscar um local na universidade a partir de um critério específico de sua escolha. Para este caso de uso, o usuário deve obrigatoriamente prosseguir para o caso de uso 08 que será descrito em seguida;
    - Entrada: Interação do Usuário;
    - Processamento: Avaliação das opções;
    - Saída: Opção escolhida pelo Usuário.
  - **MCU 08 - Selecionar local**
    - Descrição: Neste caso de uso se faz necessária a escolha de um local específico para dar sequência a utilização da funcionalidade. É um caso de uso geral que possui especializações que serão explicitadas a seguir.
  - **MCU 09 - Selecionar Nome**
    - Descrição: Neste caso de uso o usuário deve fazer uma seleção baseada no nome do local a partir da interface apresentada como uma barra de busca. Esse nome deve atender a um dos seguintes critérios: ser (i) o nome completo ou parcial do local (ex.: Ciências ou Instituto de Ciências Exatas e Naturais); (ii) uma sigla que representa o nome completo do local

(ex.: ICEN); ou (iii) o nome local ou “apelido” de um local (ex.: Hangarzinho, correspondente ao Auditório Benedito Nunes);

- Entrada: *Query*<sup>10</sup> de busca contendo o nome do local;
- Processamento: Envio de requisição à API;
- Saída: *payload* com os locais encontrados pela API.

- **MCU 10 - Selecionar Filtro**

- Descrição: Neste caso de uso, o usuário deve fazer uma seleção baseada no tipo do local a partir da interface apresentada como um menu lateral que contém filtros de busca pré-definidos (ex.: Banheiros, bibliotecas e auditórios);
- Entrada: *Query* de busca contendo o filtro escolhido;
- Processamento: Envio de requisição à API;
- Saída: *payload* com os locais encontrados pela API.

- **MCU 11 - Consultar Rotas**

- Descrição: Este caso de uso oferece ao usuário a possibilidade de solicitar o cálculo de uma rota a pé a partir do seu local de origem até um ponto de interesse de sua escolha (que será definido por meio dos casos de uso 08 e subsequentes);
- Entrada: *Query* de busca contendo as coordenadas de origem e destino;
- Processamento: Envio de requisição à API;
- Saída: *payload* com a rota encontrada pela API.

- **MCU 12 - Processar Informações**

- Descrição: Este caso de uso é realizado pelo ator Servidor Local, o qual será o componente responsável por fazer a leitura e processamento dos dados sobre um ponto de interesse inserido pelo usuário na base de dados no caso de uso 03 e então adicioná-lo a cartografia;
- Entrada: *payload* gerado no MCU 03;
- Processamento: Leitura dos dados e adição ao painel de moderação;
- Saída: Resposta de sucesso ou falha.

- **MCU 13 - Fornecer Informações**

- Descrição: Este caso de uso é realizado pelo ator Servidor Local, o qual fornecerá informações mais detalhadas sobre os locais na universidade que serão visualizadas no caso de uso 05. Essas informações farão parte

---

<sup>10</sup> Query: uma expressão utilizada para consultar dados de algum servidor ou banco de dados

de um grupo de dados que a cartografia base do *OpenStreetMap* não pode oferecer nativamente;

- Entrada: Ponto de interesse escolhido pelo usuário;
- Processamento: Requisição ao servidor local;
- Saída: *payload* contendo as informações sobre o local.

- **MCU 14 - Fornecer Dados**

- Descrição: Este caso de uso é realizado pelo ator *OpenStreetMap* que é responsável por oferecer a cartografia base do aplicativo bem como dados básicos sobre os locais. Esses dados e a cartografia são utilizados no caso de uso 06;
- Entrada: ID de identificação do app;
- Processamento: Realizado internamente pelo ator;
- Saída: Cartografia e dados.

- **MCU 15 - Calcular Rotas**

- Descrição: Este caso de uso é realizado pelo ator *Graphhopper* que é responsável por calcular a rota que será oferecida no caso de uso 11;
- Entrada: *Query* contendo as coordenadas de origem e destino;
- Processamento: Realizado internamente pelo ator;
- Saída: *Payload* com a rota entre os locais.

#### 4.2.4. O APLICATIVO (ARQUITETURA)

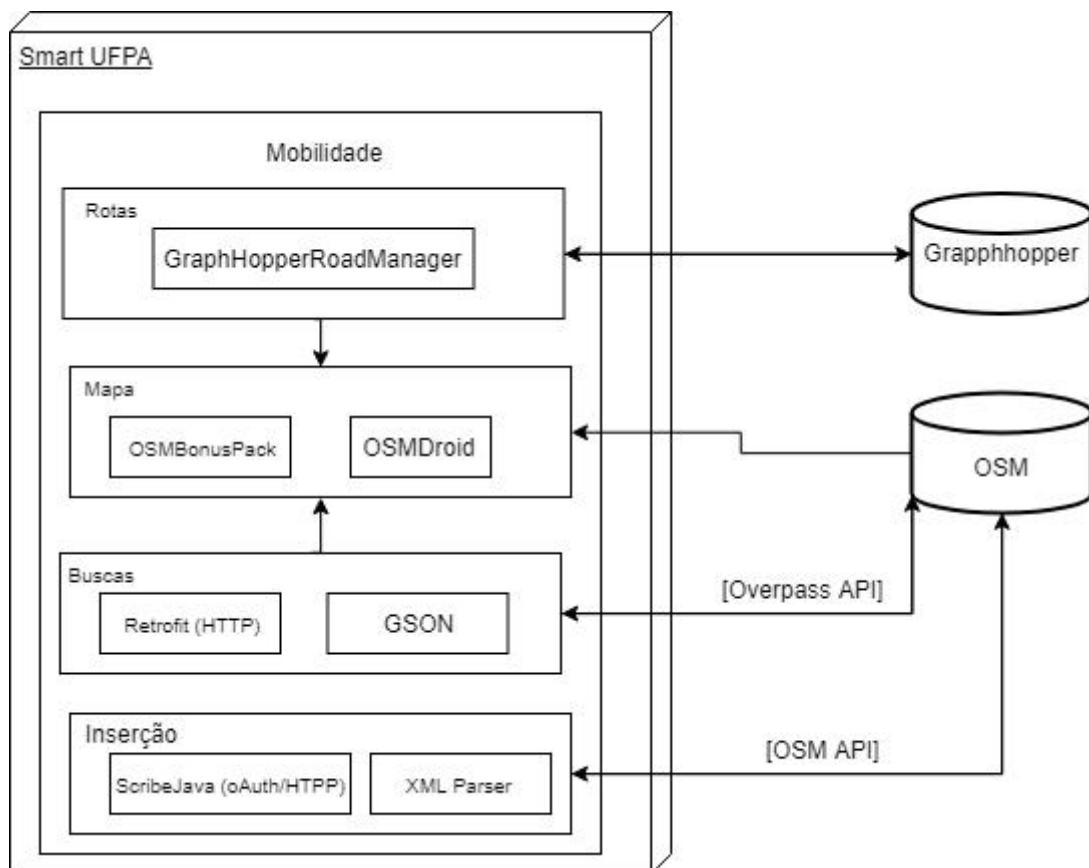
Conforme citado nas Seções 1 e 4.1, o aplicativo Smart UFPA foi proposto com o intuito de: (i) ser o primeiro passo a ser dado para estruturar o projeto na área de Mobilidade e Acessibilidade; (ii) servir de base para centralizar os dados sobre a universidade oferecendo uma visualização mais espacial utilizando o mapa; e (iii) mitigar os problemas levantados com relação à localização dentro do campus.

Também já mencionado anteriormente, o sistema operacional Android foi escolhido por ter uma plataforma de desenvolvimento popular, livre e gratuita utilizando as linguagens de programação Java, Kotlin e Xml, além do uso da cartografia do *OpenStreetMap* para apoio e base das funcionalidades de *crowdsourcing*.

Conforme a Figura 3, a arquitetura se define com os seguintes componentes:

- Mapa: estrutura principal responsável por renderizar a cartografia e funcionalidades referentes a manipulação do mapa. É alimentada pelos servidores do *OpenStreetMap*.
- Rotas: estrutura responsável por calcular rotas para utilização dos pedestres. Utiliza a API do *Graphhopper* para gerar rotas.
- Buscas: parte que lida com as buscas por filtro e por nome. Realiza chamadas HTTP utilizando a biblioteca *Retrofit* através da *Overpass API* e ao receber os resultados, usa a biblioteca GSON para processar os dados;

Figura 3 - Arquitetura do Aplicativo



Fonte: Elaborado pelo Autor

- Inserção: módulo que lida com o envio de informação para serem inseridas nos servidores do OSM. Para tal, é necessário autenticar os usuários na plataforma do OSM. Assim, utiliza-se a biblioteca `ScribeJava` para suportar a operação do protocolo `oAuth`<sup>11</sup> que opera com requisições HTTP para a OSM API. Por fim, se faz necessário o uso de um processador de XML para coletar e inserir dados nos `payloads`.

<sup>11</sup> "OAuth Community Site." <https://oauth.net/>. Acessado em 11 dez. 2018.

#### 4.2.5. ATIVIDADES

Após a definição da arquitetura e dos casos de uso, estabeleceu-se o fluxo de atividades o qual os usuários seguiriam para ter acesso às funcionalidades definidas. Para melhor compreensão, foram desenvolvidos dois diagramas UML de atividades que compreendem duas etapas de uso do aplicativo: (i) uso para consultas; e (ii) uso para inserção de dados no mapa;

O fluxo de atividades para o caso I (Figura 4) se apresenta da seguinte forma:

1. Realizar login: para possibilitar a inserção de dados na cartografia do *OpenStreetMap*, é necessário utilizar a autenticação de usuário da própria plataforma. Assim, o primeiro passo é realizar o Login dentro da área de acesso do OSM;
  - a) Criar Login: caso o usuário não esteja cadastrado na plataforma do OSM, será oferecido o redirecionamento para a página de cadastro da mesma;
2. Fornecimento de dados: após o login do usuário, será requisitado ao servidor do OSM a cartografia base para o aplicativo gerando assim um objeto contendo o Mapa para o aplicativo;
3. Navegar no mapa: para esta ação, o usuário contará com duas opções.
  - a) Consultar cartografia: para esta opção, o usuário poderá utilizar o mapa para consultar informações através dos ícones oferecidos nativamente pela plataforma assim como através das informação plotadas por meio das demais ações no aplicativo;
  - b) Buscar Local: para esta opção serão oferecidas dois fluxos para o usuário.
    - i. Usar barra de busca: o usuário deve entrar com o um nome específico para consultar a cartografia, por exemplo, “Instituto de Ciências Exatas e Naturais” e então confirmar para ativar a ação;
  - c) Abrir Menu Lateral: o usuário deve abrir o menu lateral e fazer uso dos filtros pré-estabelecidos para consultar a cartografia;
4. Gerar *Query*: a partir da opção utilizada no passo 3, o aplicativo deve gerar uma *query* de consulta para buscar o(s) local(is) na base de dados do *OpenStreetMap*;
5. Processar *query*: nesta etapa, os servidores do OSM irão receber os dados da *query* do usuário e processar a solicitação gerando um *payload* com zero, um ou mais resultados;

6. Processar *payload*: ao receber os resultados do servidor, o aplicativo deve então processá-los e manipulá-los para apresentar ao usuário;
7. Selecionar resultado: em casos de resultados múltiplos, o usuário deve escolher um deles para ver as informações detalhadas no passo 8;
8. Visualizar resultado: em casos de resultados únicos, o usuário será redirecionado diretamente a visualização detalhada sobre o local consultado; A partir de então, ele deve escolher entre utilizar a ação “Consultar Cartografia” e “Consultar Rota”;
9. Consultar rota: se essa opção for escolhida pelo usuário, ela irá acionar o servidor para encontrar uma rota entre a localização atual do usuário e o ponto escolhido;
10. Gerar *query*: processo similar ao passo 4, contudo, neste, o aplicativo deve empacotar os dados de localização do usuário na *query*;
11. Processar *query*: durante essa ação, o servidor da API *Graphhopper* deve processar a *query* do usuário e gerar os resultados contendo uma série de coordenadas que formam o caminho a ser indicado para o usuário;
12. Mostrar Resultados: por fim, o aplicativo deve plotar no mapa o caminho para o usuário seguir, o que o leva de volta para a ação 3.1;

Para o fluxo de atividades para o caso II (Figura 5) temos os seguintes passos:

1. Navegar no mapa: o usuário através da navegação no mapa pode observar que existe uma informação ausente na cartografia;
2. Adicionar marcador: ao posicionar a câmera na posição desejada o usuário deve selecionar a opção de adicionar marcador e então ajustá-lo sobre o local desejado;
3. Escolher categoria: para iniciar o processo de adição de informações, o usuário deve selecionar uma categoria na qual o novo local se encaixa;
4. Preencher formulário: nessa etapa, o usuário deve preencher formulários com informações sobre o local a ser adicionado;
5. Adicionar comentário de inserção: conforme requerido pela plataforma do OSM, os usuários devem fornecer um comentário a respeito da inserção de dados no mapa. Assim, nesse passo, o usuário precisa descrever brevemente as informações que inseriu;
6. Gerar *payload*: após a confirmação de envio, o aplicativo precisa empacotar os dados em um *payload* que será enviado ao servidor do OSM;

7. Processar *payload*: ao receber as informações através de sua API, o servidor processa essas informações e checa se os requisitos para inclusão foram atendidos;
8. Mostrar confirmação: o aplicativo deve mostrar ao usuário uma indicação da finalização de sua ação de inserção, sendo ela positiva ou negativa, após receber a resposta do servidor do OSM;

#### 4.2.6. COMPONENTES

##### 4.2.6.1. A ESTRUTURA CENTRALIZADA

Durante a concepção do projeto, foi possível observar que as informações a respeito do campus universitários existem em algum tipo de mídia, seja a partir de sites de institutos, mapas físicos em condições precárias, quadros de avisos ou mesmo através do conhecimento da comunidade, contudo, sempre de forma descentralizados, dificultando assim o acesso imediato ou uma busca a respeito dessas informações.

Com base nessa problemática e as áreas propostas o projeto, foram selecionadas seis categorias (componentes) de informações que podem ser incorporadas ao aplicativo e se integram utilizando interfaces cuja sua funcionalidade será de prover os dados armazenados no banco de dados para o aplicativo conforme mostrado no diagrama de componentes da Figura 6.

Os componentes se detalham da seguinte forma:

- Mobilidade e Localização: módulo central conterà o mapa que servirá de base consulta e para plotar as informações;
- Oportunidade: módulo que contém informações sobre bolsas e estágios oferecidos na universidade;
- Segurança: módulo responsável por agrupar informações sobre ocorrências na universidade e serviços oferecidos;
- Alimentação: módulo responsável por conter informações referentes a locais para refeições, bem como seus cardápios;
- Eventos e informações: componente responsável por agrupar dados a respeito de eventos que acontecem na universidade;

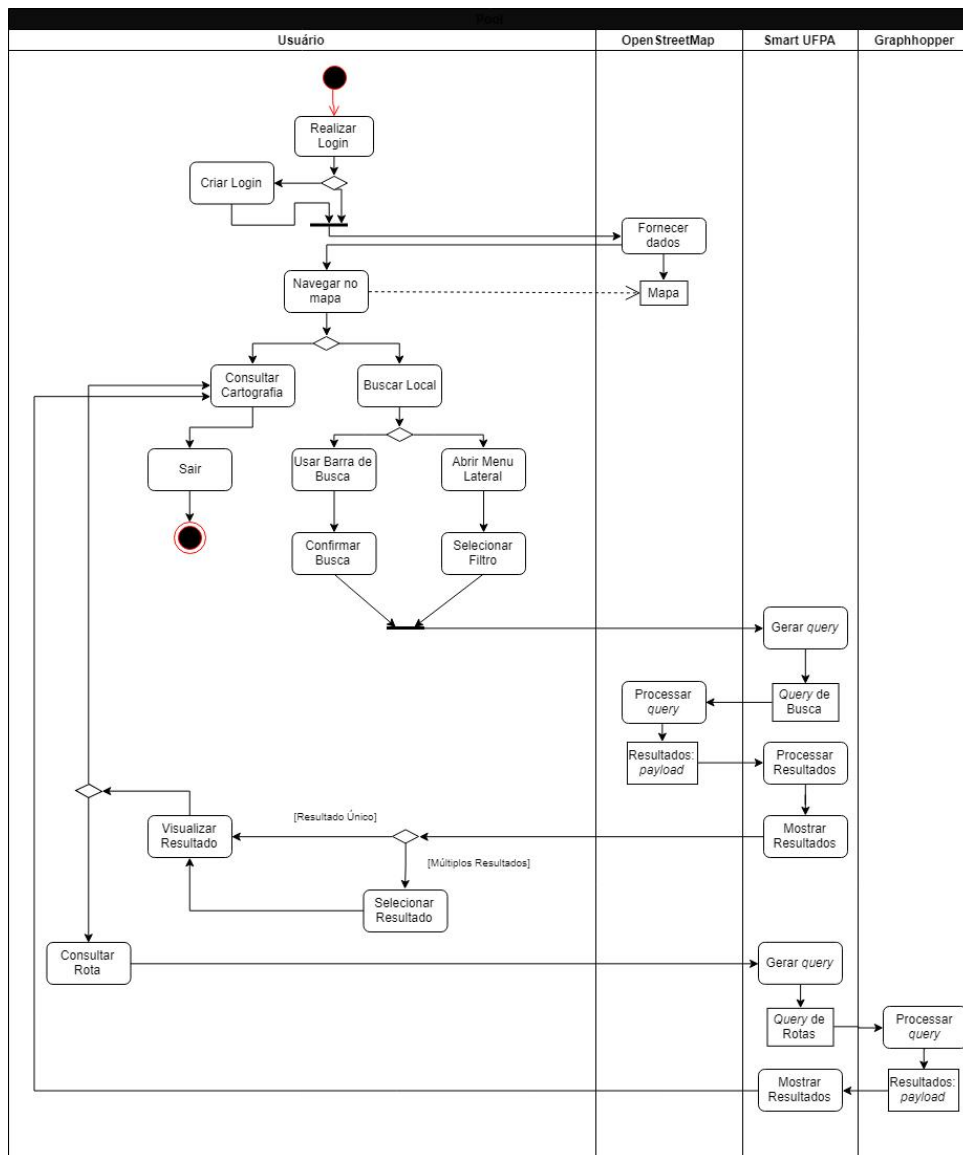
Desse modo, é possível utilizar o mapa para agregar os demais componentes e atrelar as informações a locais específicos que podem ser consultados, visualizados, localizados pelos usuários.

#### 4.2.6.2. MÓDULO DE MOBILIDADE

Sendo o primeiro módulo a ser desenvolvido, este apresenta os seguintes componentes conforme explicitado no diagrama UML da Figura 7:

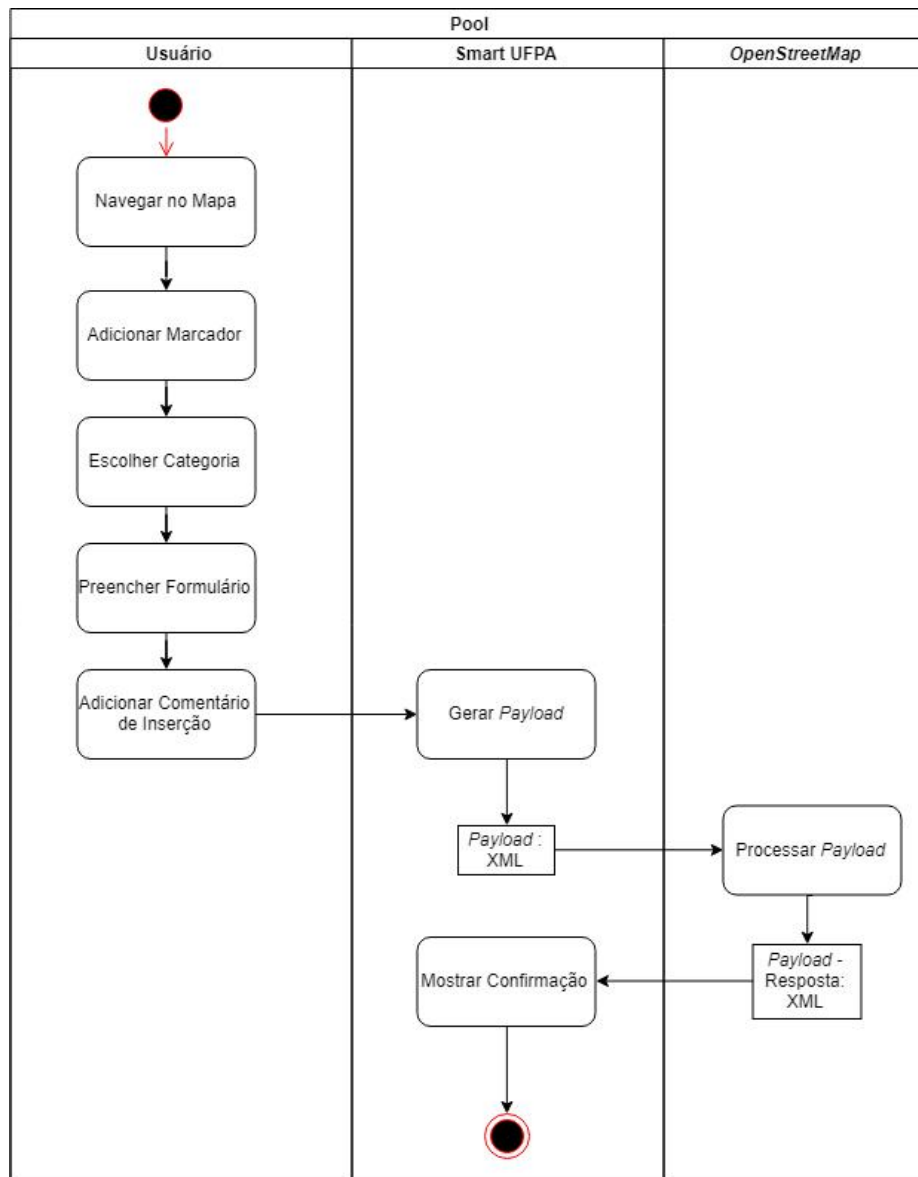
- *OpenStreetMap*: Módulo externo já mencionado anteriormente, responsável por ceder dados de cartografia;
- *OverpassAPI*<sup>12</sup>: componente de acesso a dados no formato de API. Utiliza *queries* de entrada para realizar consultas detalhadas à cartografia do OSM. Retorna um *payload* (opcionalmente nos formatos JSON ou XML) contendo informações baseadas na *query* inserida;

Figura 4 - Diagrama de Atividades Caso I



Fonte: Elaborado pelo Autor

<sup>12</sup> "Overpass API - OpenStreetMap Wiki." [https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Overpass\\_API](https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Overpass_API). Acessado em 12 de Dezembro de 2018 .

Figura 5 - Diagrama de atividades para *Crowdsourcing*

Fonte: Elaborado pelo autor

- *Retrofit*<sup>13</sup>: Biblioteca para o sistema operacional Android responsável por realizar requisições HTTP, processar os *payloads* e convertê-los em classes de projeto. No caso deste projeto, serão retornados objetos da classe “*OverpassModel*” a fim de se adequar a resposta da *OverpassAPI*;
- *BottomSheet*: componente visual da biblioteca *AppCompat* oferecida nativamente para Android, serve de *container* para outras *views* de forma aninhada;

<sup>13</sup> "Retrofit - Square Open Source." <https://square.github.io/retrofit/>. Acessado em 12 de Dezembro de 2018

- *SearchResultFragment*: componente estrutural (*Fragment*) nativo do Android, será responsável por listar os resultados encontrados através dos componentes “Menu Lateral” e “*Toolbar*”;
- *PlaceDetailsFragment*: componente similar ao “*SearchResultFragment*” porém, será responsável por mostrar informações a respeito de um Ponto de Interesse (POI - *Point of Interest*) específico;
- Menu Lateral: módulo implementado na tela do usuário que permite o acesso a um menu a partir do lado esquerdo da tela. Contém opções de busca no mapa utilizando uma lista pré-definida de categorias;
- *Toolbar*: barra de ferramentas que abriga itens que lançam ações no aplicativo. Neste caso, é utilizado para solicitar uma busca por nome no mapa;
- *MapFragment*: outro componente do tipo *Fragment* responsável por conter o mapa e seus elementos através dos componentes externos “*OsmDroid*” e “*OsmBonusPack*”; É também nele que se encontra a interface que permite buscar rotas através do uso das informações detalhadas do POI em “*PlaceDetailsFragment*”;
- *OsmDroid*<sup>14</sup>: Biblioteca responsável por oferecer ferramentas básicas para uso do mapa do OSM, como controle de câmera e controle de camadas de informações;
- *OsmBonusPack*<sup>15</sup>: biblioteca com um conjunto de ferramentas extras para utilização sobre o mapa do OSM, como aglomeração de marcadores, rotas e direções, *geocoding* e *reverse geocoding*;
- *Graphhopper*<sup>16</sup>: biblioteca especializada em busca de rotas baseadas em coordenadas geográficas para o OSM;

Assim, por meio desses componentes, foi possível atingir as funcionalidades básicas propostas para a parte de consulta ao mapa. As funções de inserção relacionadas ao *crowdsourcing* serão detalhadas posteriormente como uma estrutura a parte para melhor compreensão, apesar de fazer parte do módulo de Mobilidade e Localização.

<sup>14</sup> "GitHub - osmdroid/osmdroid: OpenStreetMap-Tools for Android."

<https://github.com/osmdroid/osmdroid>. Acessado em 12 de Dezembro de 2018

<sup>15</sup> "MKergall/osmbonuspack - GitHub." <https://github.com/MKergall/osmbonuspack>. Acessado em 12 de Dezembro de 2018.

<sup>16</sup> "GraphHopper." <https://www.graphhopper.com/>. Acessado em 12 de Dezembro de 2018.



#### 4.2.7.1. LOGIN

Conforme observado na Figura 8, o fluxo de login apresenta ao usuário a opção de entrar com sua conta da plataforma do OSM já existente e para criar sua conta caso não possua uma. Nota-se que ambas as operações acarretam em um redirecionamento para a página do próprio *OpenStreetMap*. Ao realizar a operação dentro da plataforma, o usuário é redirecionado para o aplicativo novamente.

#### 4.2.7.2. FILTROS DE BUSCA

Ao iniciar a sessão com sucesso, o usuário visualiza o mapa e na barra superior (*Toolbar*) apresentada pode utilizar o ícone mais à esquerda para abrir um menu com opções pré-estabelecidas de busca que foram chamadas no contexto da aplicação de “Filtros de Busca”. Ao clicar em um desses, os resultados serão listados (usando a estrutura da *Bottom Sheet*) e mostrados no mapa através de ícones que representam a categoria (Figura 9).

#### 4.2.7.3. BUSCA

A funcionalidade de busca permite que os usuários façam consultas ao mapa a partir do nome de um local. Esse nome pode ser o nome completo, ou parte do nome. Também podem ser utilizados abreviaturas conforme observado na Figura 10 na qual uma busca pelo nome “ICEN” foi utilizada. Os resultados retornados são todos aqueles que contém totalmente ou parcialmente o nome buscado.

#### 4.2.7.4. RESULTADOS

A estrutura de *Bottom Sheet* já mencionada, se apresenta como container para mostrar os resultados de buscas, sejam pelos filtros ou pela barra de busca. Através dela, se tem acesso aos detalhes e às ações relacionadas (Figura 11).

#### 4.2.7.5. ROTAS

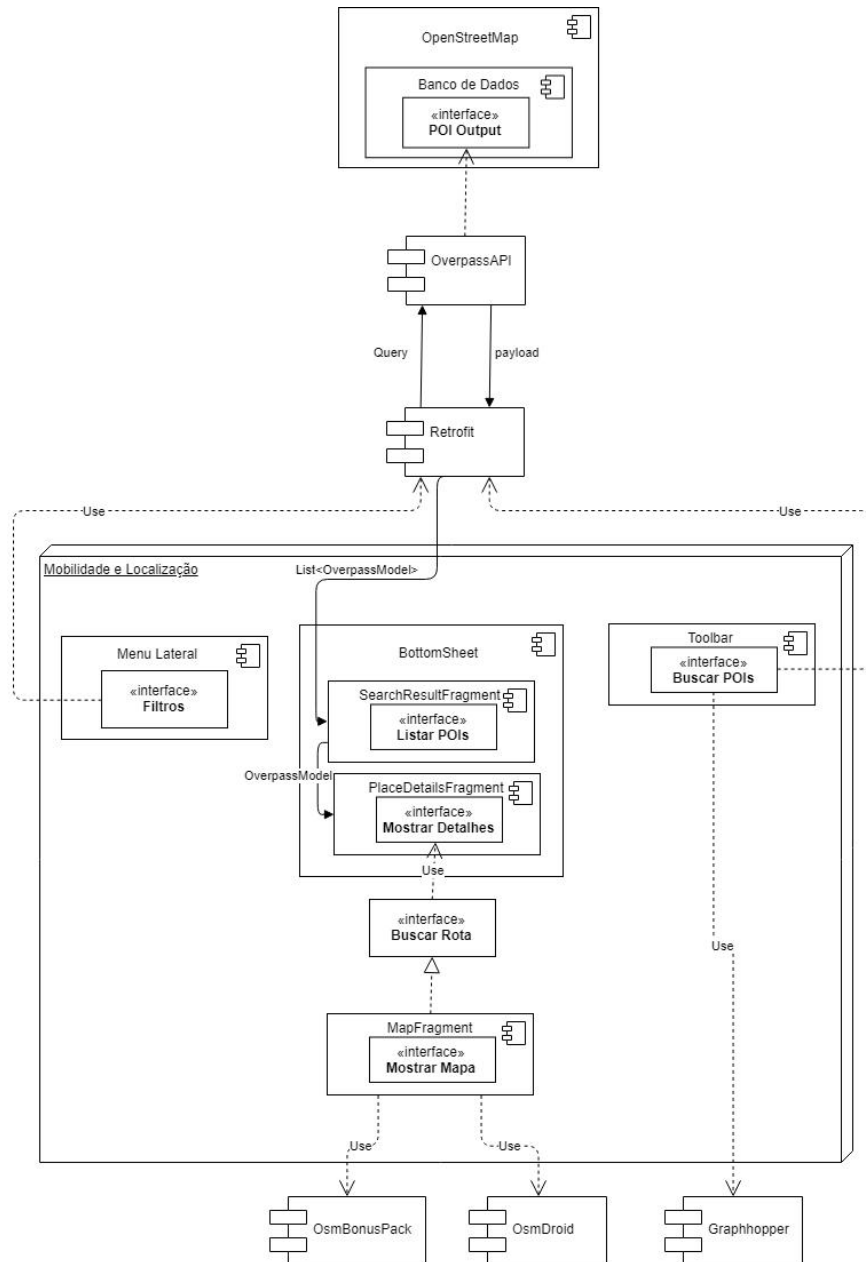
A partir da localização dos pontos de interesse, se o usuário decidir buscar a rota para esse caminho, o aplicativo irá traçar no mapa um possível caminho que ele possa se locomover até o destino. Outra opção de rota (inserida no menu lateral) é a consulta a rota do ônibus circular e suas paradas (Figura 12).

#### 4.2.7.6. ADICIONAR PONTO DE INTERESSE

A partir da utilização do ícone mais à direita na barra superior, o usuário pode adicionar mais locais ao mapa. Um marcador é adicionado na interface para que o

usuário possa posicionar sobre o local onde ele deseja inserir o novo ponto. A partir de então, ele é direcionado para a tela de categorias (Figura 13).

Figura 7 - Diagrama de Componentes para Mobilidade e Localização

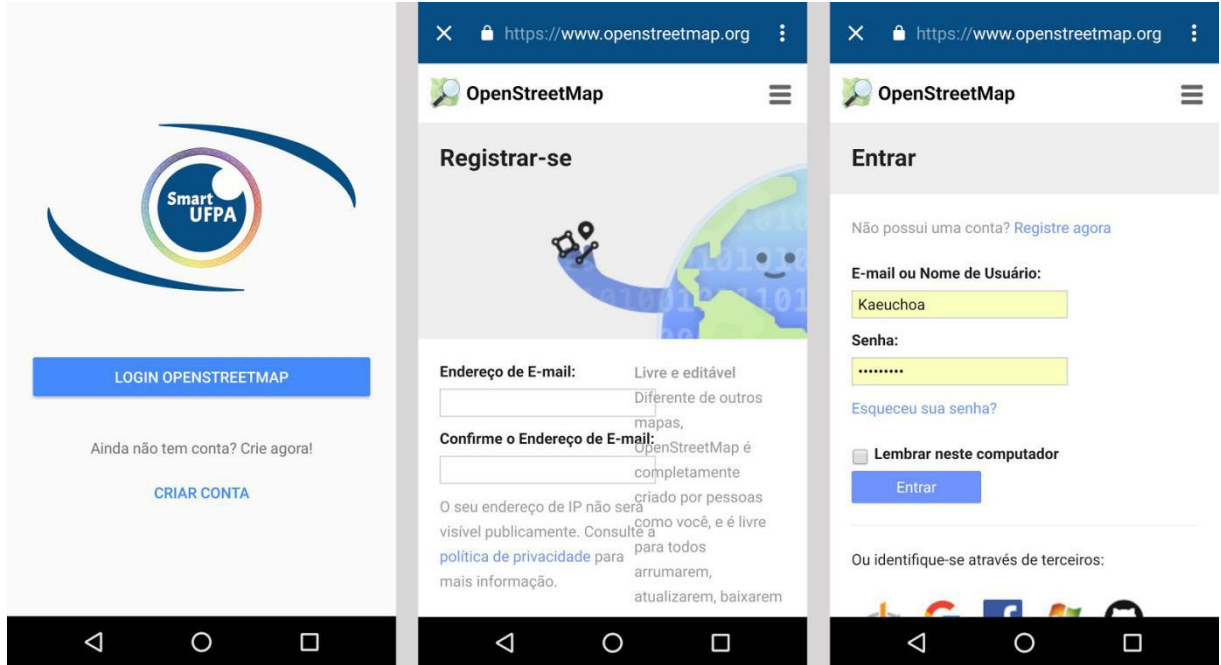


Fonte: Elaborado pelo autor

Para prosseguir o processo, o usuário seleciona uma categoria e nesse momento será direcionado para a tela de preenchimento de informações a respeito do local. Alguns dados como nome e abreviatura são compartilhados entre todas as categorias, contudo, há uma seção de informações específicas de cada categoria

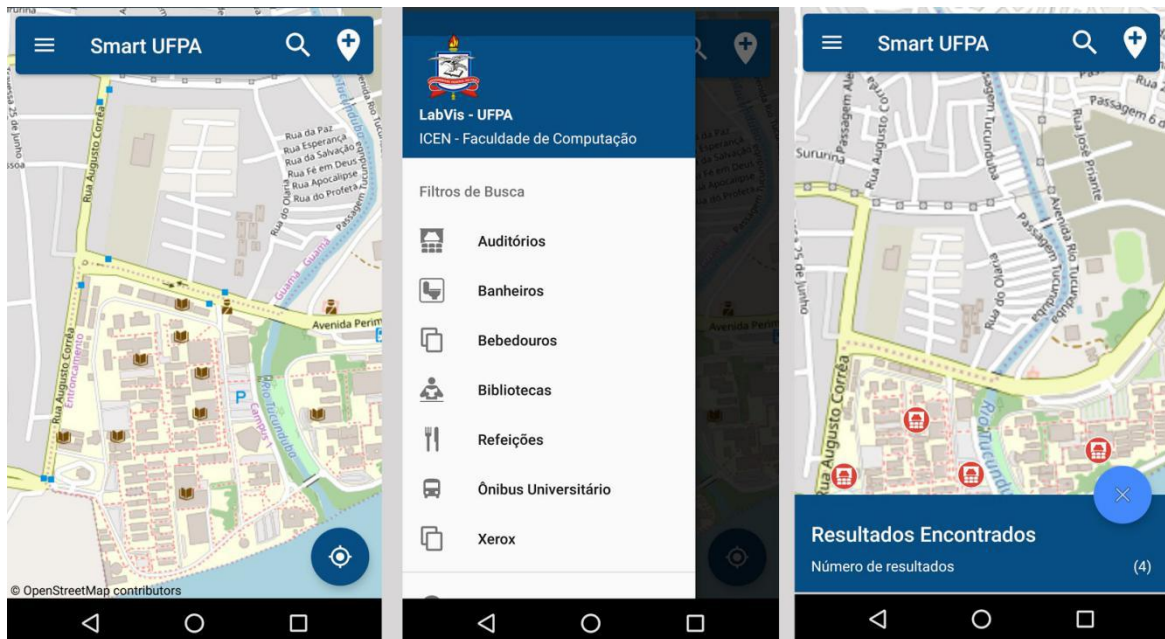
(Figura 14). Elas são divididas em três etapas: (i) Informações básicas; (ii) detalhes - dados específicos; e (iii) extras;

Figura 8 - (Esquerda) Tela Inicial do App; (Centro) Tela de cadastro OSM; (Direita) Tela de login OSM.



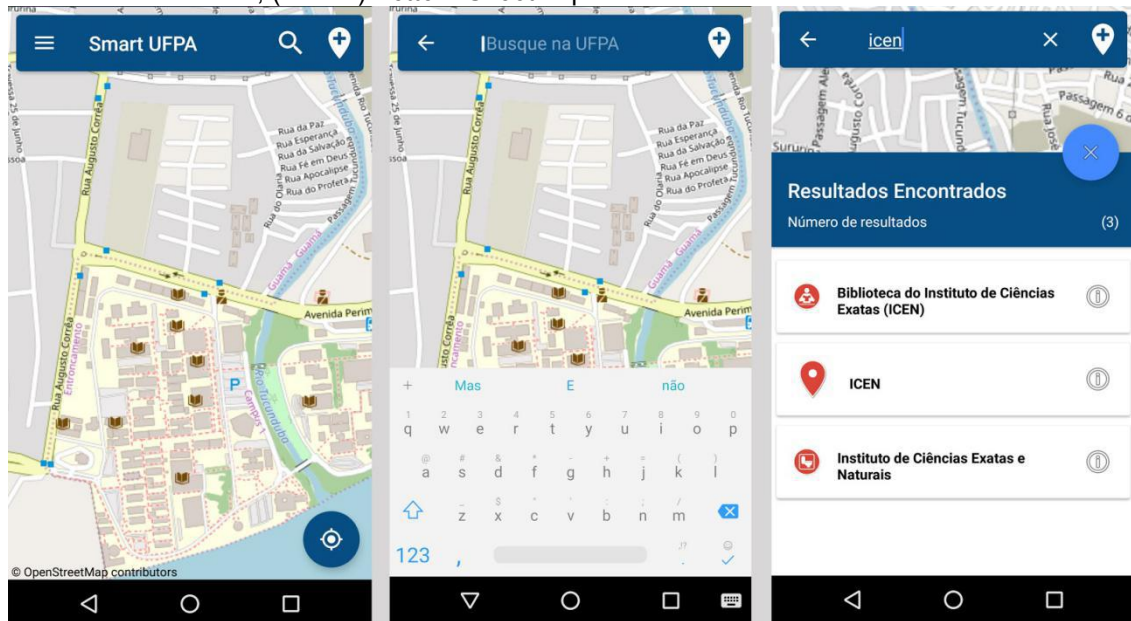
Fonte: Elaborado pelo Autor

Figura 9 - (Esquerda) Tela contendo a interface do mapa; (Centro) Menu lateral com filtros de busca; (Direita) Interface do mapa com resultados da busca.



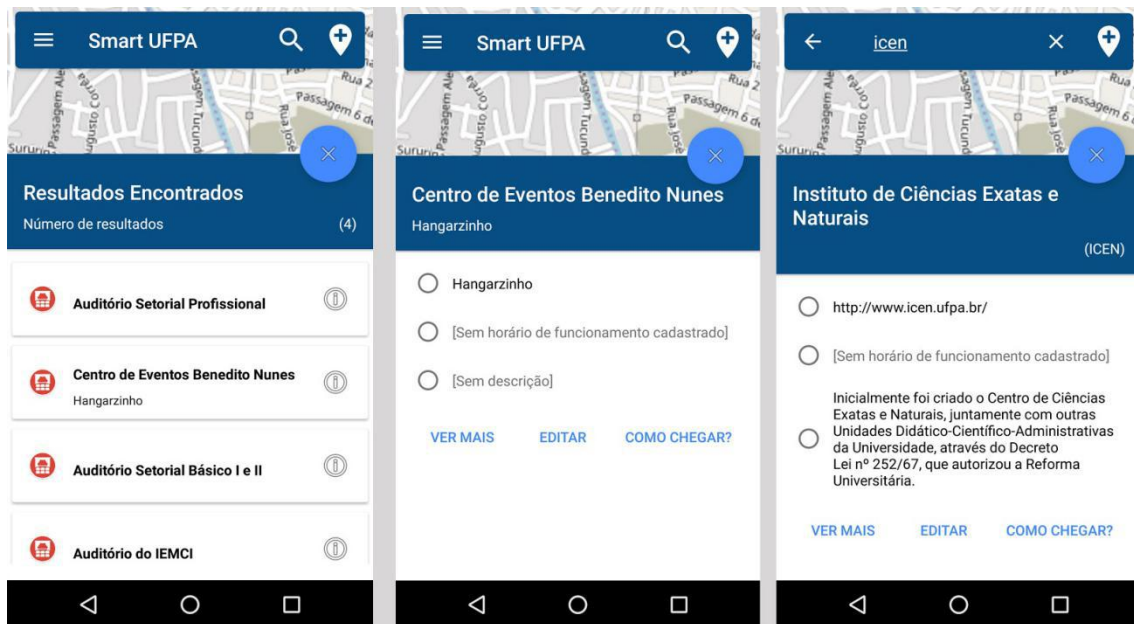
Fonte: Elaborado pelo Autor

Figura 10 - (Esquerda) Tela contendo a interface do mapa; (Centro) Barra de busca ativada com teclado; (Direita) *Bottom Sheet* expandida com resultados da busca.



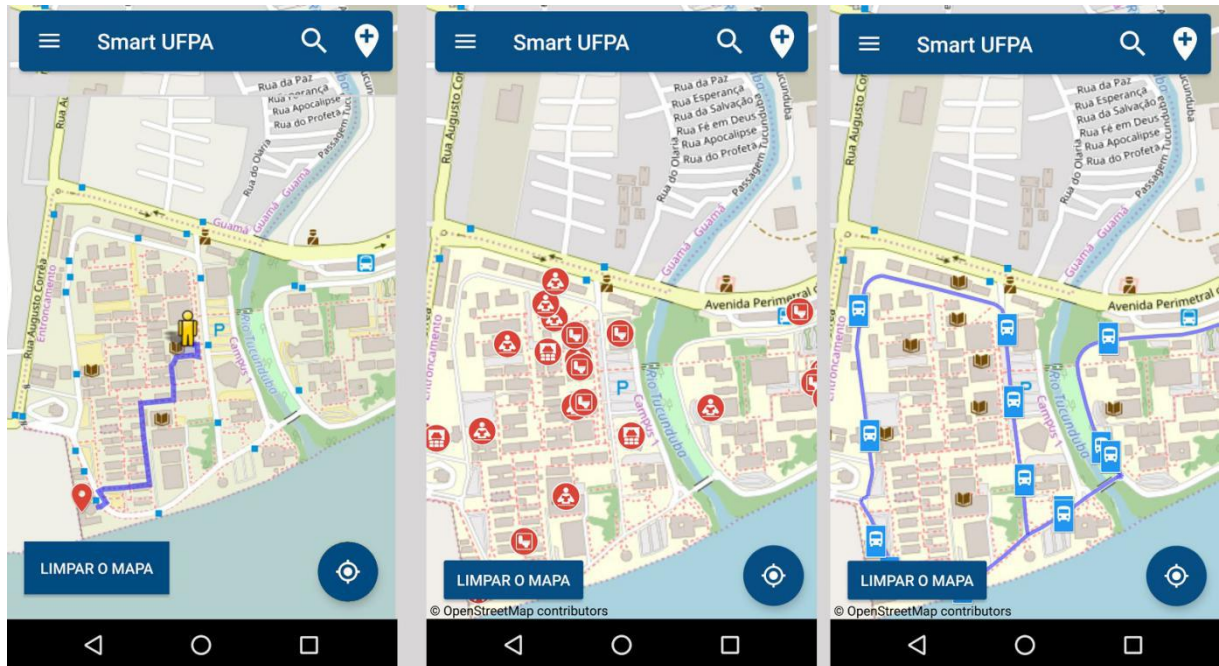
Fonte: Elaborado pelo Autor

Figura 11 - (Esquerda) *Bottom Sheet* expandida com resultados do filtro para Auditórios; (Centro) Detalhes sobre o local escolhido; (Direita) Detalhes sobre local buscado.



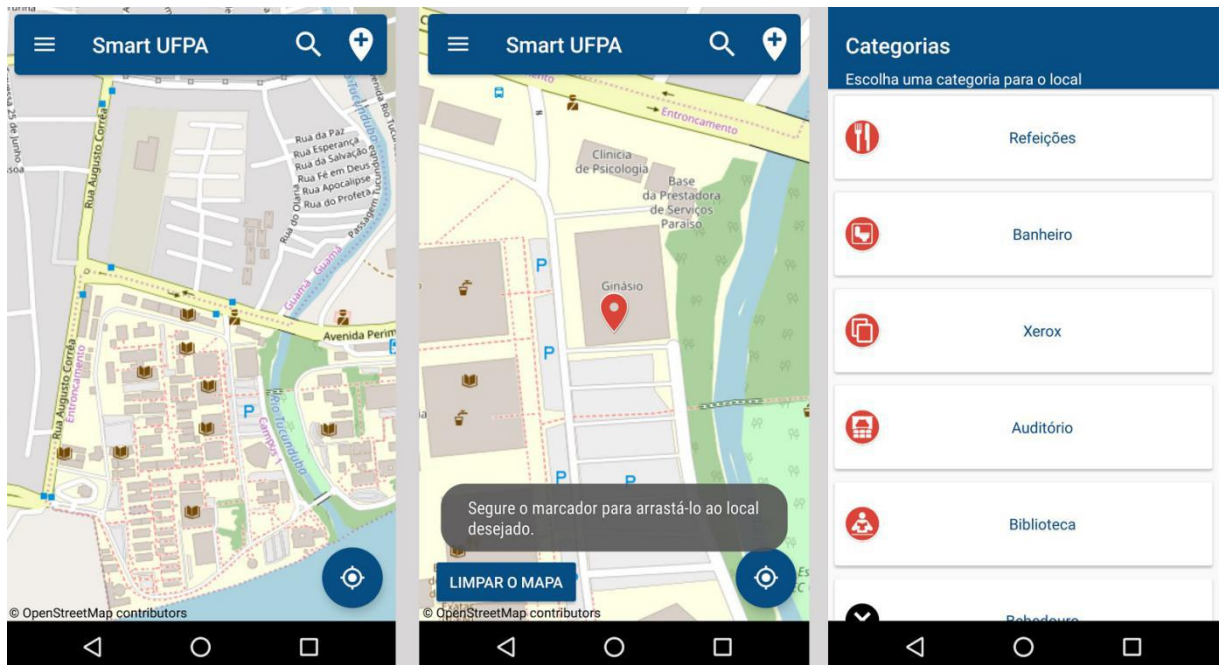
Fonte: Elaborado pelo Autor

Figura 12 - (Esquerda) Mapa com informação de caminho para local; (Centro) filtros de busca ativos (Direita) Rota e paradas do ônibus circular.



Fonte: Elaborado pelo Autor

Figura 13 - (Esquerda) Tela contendo a interface do mapa; (Centro) interface com marcador e instrução; (Direita) Tela com categorias.



Fonte: Elaborado pelo Autor

Figura 14 - Telas de formulário para cadastro de local tipo “Refeição”

← Refeições

BÁSICO DETALHES EXTRA

Nome (Ex.: Reitoria)

Descrição (Breve Descrição do Local)

Interno?  
Indica se o ponto está dentro de outro local/prédio

Preço

\$ ★★★★★ \$\$\$

Qualidade

Ruim ★★★★★ Ótima

Categoria

Escolha Uma Opção

Abreviação

Nome Local (Apelido)

Site (Ex.: www.instituto.ufpa.br)

Fonte: Elaborado pelo Autor

## 5. TESTES COM OS USUÁRIOS

Após o primeiro período de desenvolvimento do aplicativo, buscou-se envolver a comunidade para validar e opinar sobre o estágio inicial da aplicação e para novamente incentivar a participação popular dentro do projeto. Sendo a proposta inicial do aplicativo relacionada à intermediação em um problema dentro do campus universitário (mobilidade e localização), há espaço para utilizar conceitos da área de UX a fim de avaliar não só a utilização do aplicativo, mas também os aspectos emocionais dos usuários ao tentar atingir um objetivo dentro da universidade, como por exemplo, se locomover com sucesso e sem dificuldades até um ponto escolhido.

Para tentar adequar a análise às duas visões supracitadas e obter uma percepção mais ampla sobre a utilização do aplicativo, foi decidido que uma abordagem multimetodológica seria ideal por meio dos métodos *Self-Assessment Manikin* (SAM) e SUXES, além de uma avaliação de métricas de usabilidade. Estes métodos e os próprios testes serão descritos nas seções que seguem.

Assim, os quesitos de UX foram avaliados sob três perspectivas: (i) pragmática – que descreve aspectos tradicionais de usabilidade, como eficiência; (ii) hedônica - não estão relacionadas diretamente com as tarefas que o usuário quer realizar, como beleza e originalidade; e (iii) característica emocional.

### 5.2. MÉTODO SUXES

Conforme proposto por Turunen et al. (2010), o método avaliativo SUXES tem como intuito oferecer uma visão sobre a utilização de um determinado produto através da correlação entre a expectativa do usuário antes e após o uso da aplicação (relação expectativa-experiência).

O modelo de avaliação consiste em 4 fases e é subdividido em 8 passos. Os procedimentos do mesmo e sua aplicação prática dentro da proposta deste trabalho serão detalhados a seguir. É importante ressaltar que o meio no qual as etapas foram aplicadas diferem do modelo original no qual o teste é realizado através de um *software web com wizard*.

O teste contou com 20 participantes que eram alunos da universidade no período. A participação foi voluntária e contou com estudantes de diferentes cursos idades e perfis. As sessões tiveram duração máxima de 20 minutos, foram conduzidas de modo individual e os dados foram coletados anonimamente.

### 5.2.1. PRIMEIRA FASE: INFORMAÇÃO PRÉVIA

Durante esta fase, busca-se analisar qual o conhecimento prévio do usuário sobre o assunto ou qual sua proximidade com aplicações que se assemelham aquela que está sendo avaliada. É nesta fase também que os usuários são apresentados à metodologia do teste e recebem uma explicação inicial sobre proposta do projeto.

A metodologia foi seguida e os usuários foram convidados a comparecer ao laboratório de desenvolvimento e para receberem a instalação do aplicativo em seus celulares, enquanto eram introduzidos verbalmente ao conceito por trás do projeto. É necessário ressaltar que todos eles alegaram já ter algum tipo de experiência com outros softwares similares ao proposto, como Google Maps ou Waze.

### 5.2.2. SEGUNDA FASE: EXPECTATIVAS DO USUÁRIO

Durante a segunda fase, o usuário é apresentado às funcionalidades do aplicativo de modo geral, sem entrar em detalhes a respeito de sua utilização. Isso se deve a necessidade de manter o comportamento dos usuários com maior proximidade possível a um cenário em que ele próprio adquirisse contato com a aplicação pela primeira vez e sem intermédio de outras pessoas que conheçam o sistema.

Desse modo, os usuários foram instruídos a respeito das funcionalidades já descritas na Seção 4 e conforme explicitado no modelo, um questionário foi aplicado para avaliar aspectos relacionados a sua expectativa para a utilização do aplicativo. Esses questionários serão explicitados em mais detalhes durante a Seção 5.4.

### 5.2.3. TERCEIRA FASE: EXPERIMENTO E EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO

A terceira fase do método SUXES consiste na avaliação prática da aplicação. Para isso, os usuários são instruídos com uma série de tarefas que devem ser realizadas utilizando o sistema em teste.

Neste trabalho, o primeiro teste foi realizado em ambiente controlado dentro do laboratório e as tarefas propostas foram as seguintes:

- O usuário deve ativar o filtro para encontrar todos os auditórios cadastros no mapa.
- O usuário deve solicitar ao aplicativo que calcule a rota entre sua localização atual e um local de escolha;
- O usuário deve realizar a busca por um local específico de sua escolha;
- O usuário deve solicitar ao aplicativo a rota do Ônibus Circular e suas paradas;

É importante lembrar que para esta série de testes, o aplicativo se encontrava em sua primeira versão de protótipo e ainda não contava com a funcionalidade de inserção de locais.

#### 5.2.4. QUARTA FASE: FEEDBACK

Para finalizar o modelo, as opiniões dos usuários são recolhidas através de questionários que são adaptados de acordo com a aplicação em uso. Para este trabalho as questões foram baseadas em quesitos que buscavam analisar os conceitos de usabilidade do aplicativo.

#### 5.3. MODELO SAM

O *self-assessment manikin* (SAM) é um método não-verbal para avaliar respostas emocionais momentâneas durante a execução de uma atividade. Ele surge da necessidade de se avaliar respostas ligadas a quesitos de Satisfação (*Valence*), Motivação (*Arousal*) e Estado de Controle (*Dominance*) de forma mais simplificada do que as encontradas previamente dentro da literatura (BRADLEY; LANG, 1994).

Os autores afirmam que os métodos avaliativos semânticos com escala usados previamente, dificultavam o processo de entendimento por parte dos usuários e os limitava a um público de tivesse compreensão sobre os termos escolhidos, bem como poderia impossibilitar a utilização em línguas diferentes sem que ocorra perda de significado.

Desse modo, propuseram utilizar figuras que representassem estados de emoção do usuário como uma escala para avaliar as três características já citadas conforme a Figura 15. Por meio das imagens do manequim traduziram os quesitos da seguinte forma:

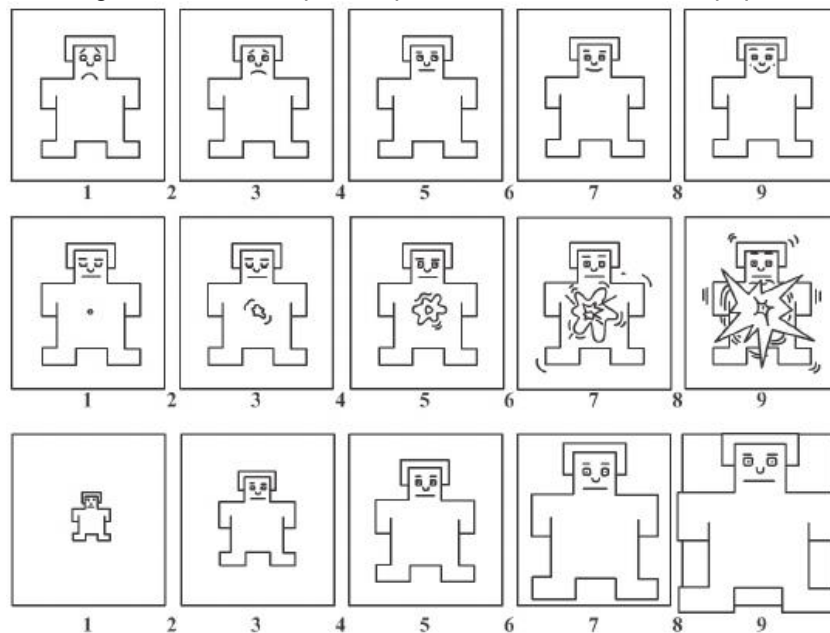
- Satisfação: varia de um manequim infeliz para descrever insatisfação a uma figura feliz para representar satisfação;
- Motivação: varia de um manequim “relaxado/sonolento” a um outro extremo que representa entusiasmo; e
- Estado de controle: o manequim aumenta de tamanho representando a sensação de poder sobre o sistema (“sem controle/dominado” - “controle/domínio”).

Para cada domínio avaliado o participante pode selecionar qualquer um dos cinco manequins (1, 3, 5, 7 ou 9) ou um intermediário (2, 4, 6 ou 8), o que resulta em

uma escala de nove pontos (1-9). Para a obtenção do resultado, verificam-se os círculos selecionados:

- Valores entre 1 a 4 - o domínio é avaliado como negativo. Na escala, o valor 1 representa insatisfação, relaxamento e baixa dominância, respectivamente;
- o valor 5 avalia o domínio como neutro; e
- valores entre 6 a 9 - avaliam o domínio como positivo. Na escala, o valor 9 indica, sucessivamente, satisfação, entusiasmo e alta dominância.

Figura 15 - Modelo padrão para testes SAM feitos em papel



Fonte: (BRADLEY; LANG, 1994)

Como o SAM pode ser aplicado em diferentes contextos, este método foi utilizado para a autoavaliação da experiência emocional após a execução de uma tarefa com o aplicativo Smart UFPA. Os três estados emocionais analisados foram: insatisfação-satisfação, relaxamento-entusiasmo e dominância.

#### 5.4. DESCRIÇÃO DOS TESTES

Ainda como mencionado nesta seção, os testes realizados buscaram uma avaliação de aspectos ligados à Experiência do Usuário para o protótipo do aplicativo Smart UFPA. Estes foram baseados no conceito de “momento de uso” (ROTO et al., 2011), o qual é composto por três fases:

- Fase I - Antes do uso (*prior to usage*) - caracterizada por uma sessão individual de 20 minutos em que o participante foi convidado ao laboratório, conforme descrito na Seção 5.2.

- Fase II - Durante o uso (*during usage*) - determina o uso do protótipo no contexto real. Após o procedimento da Fase I os usuários foram solicitados a testar a aplicação móvel no campus. Após a execução da primeira tarefa proposta, preenchia-se o teste de autoavaliação emocional fundamentado no método não-verbal SAM; e
- Fase III - Experiência após o uso (*experience after usage*) - após uma semana de testes, o participante retornou ao laboratório para responder o questionário pós-experimento do método SUXES, em relação aos aspectos pragmáticos sobre o uso, e descrever a experiência geral com a aplicação.

#### 5.4.1. QUESTIONÁRIOS SUXES

As nove métricas definidas no método Suxes foram avaliadas as quais serviram ao teste foram (TURUNEN et al., 2010): (i) utilidade (*usefulness*); (ii) tempo de resposta (*speed*); (iii) agradabilidade (*pleasantness*); (iv) clareza (*clearness*); (v) uso livre de erros (*error-free use*); (vi) função livre de erros (*error-free function*); (vii) curva de aprendizado (*learning curve*); (viii) naturalidade (*naturalness*); e (ix) uso futuro (*future use*).

A escala de diferencial semântico original foi alterada de sete para cinco intervalos, em que o nível mais baixo é descrito com uma declaração negativa e o nível mais alto com uma declaração positiva. Os nove pares de qualidades opostas são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Métricas do método SUXES e conceitos relacionados.

<i>Métricas</i>	<i>Conceito negativo</i>	<i>Conceito positivo</i>
Utilidade	sem utilidade	útil
Tempo de Resposta	lento	rápido
Agradabilidade	desagradável	agradável
Clareza	confuso	claro
Uso livre de erros	induz ao erro	é livre de erros
Função livre de erros	funções com erros	funções sem erros
Curva de aprendizado	difícil	fácil
Naturalidade	interação não natural	interação natural
Uso futuro	não pretendo usar	pretendo usar

Fonte: Elaborado pelo Autor

As métricas da Tabela 1 foram avaliadas em dois questionários: (i) pré-experimento, relacionado à expectativa que antecede o uso da aplicação; e (ii) pós-experimento, referente à percepção do participante após o uso. Um exemplo de questão sobre a métrica de utilidade é ilustrado na Figura 16.

Além da alteração da escala, o modo de preenchimento do questionário pré-experimento também foi modificado. No método SUXES, o participante deve selecionar dois valores, aceitável e desejado, na mesma escala semântica. Neste estudo, utilizou-se apenas o nível desejado para facilitar a compreensão para os usuários.

#### 5.4.2. MÉTODO SAM

A autoavaliação da experiência emocional foi fundamentada nas três métricas definidas pelo método SAM, a saber: (i) satisfação; (ii) motivação; e (iii) estado de controle. Os participantes foram instruídos a responder ao questionário SAM após o teste da primeira tarefa realizada com a aplicação no campus universitário. Indicando o impacto emocional para cada métrica na folha de resposta da Figura 15.

Figura 16 - Questão sobre a utilidade da aplicação

Questionário Pré-experimento  
Por usar uma aplicação móvel para localizar serviços básicos no campus, bem como auxiliar a orientação e a navegação, eu espero que a aplicação seja...

sem utilidade      1   2   3   4   5      útil

Questionário Pós-experimento  
Por usar uma aplicação móvel para localizar serviços básicos no campus, bem como auxiliar a orientação e a navegação, a aplicação foi...

sem utilidade      1   2   3   4   5      útil

Fonte: Elaborado pelo Autor

#### 5.4.3. MÉTRICAS DE USABILIDADE

Segundo Patel e Dalal (2013), a seleção das métricas de usabilidade para avaliar as aplicações móveis depende da natureza da aplicação, dos objetivos de estudo e do contexto de utilização.

O primeiro protótipo desenvolvido para teste se baseia em geolocalização; por isso, devido a dinamicidade do contexto, foram selecionadas seis métricas genéricas identificadas dos trabalhos de Hussain e Kutar (2009), Baharuddin, Singh e Razali (2013) e Enriquez e Casas (2016), as quais são: (i) intuitividade (*intuitiveness*); (ii) facilidade de entendimento (*understandable*); (iii) atratividade (*attractiveness*); (iv)

conectividade (*connectivity*); (v) confiabilidade (*reliability*); e (vi) consumo de bateria (*battery power used*).

O questionário para as métricas de usabilidade foi dividido em duas partes, a saber: (i) perguntas fechadas - intuitividade, facilidade de entendimento e atratividade; e (ii) perguntas abertas - conectividade, confiabilidade e consumo de bateria.

Um resumo dos principais métodos, métricas e escalas utilizados nesta pesquisa é apresentado na Tabela 2.

Assim, através desse conjunto de métodos aplicados aos testes com os usuários, foi possível chegar aos resultados que serão descritos na próxima Seção.

Tabela 2 - Principais métricas, escalas e métodos utilizados neste trabalho

<i>Conceito</i>	<i>Métricas</i>	<i>Escala</i>	<i>Método</i>
UX	Utilidade	1-5	SUXES
	Tempo de Resposta		
	Agradabilidade		
	Clareza		
	Uso livre de erros		
	Curva de aprendizado		
	Naturalidade		
	Uso Futuro		
Emoções	Satisfação	Picogramas 1-9	SAM
	Motivação		
	Estado de controle		
Usabilidade	Intuitividade	Likert 1-5	Questão fechada
	Facilidade de Entendimento		
	Atratividade		
	Conectividade		Questão aberta
	Confiabilidade		
	Consumo de bateria		

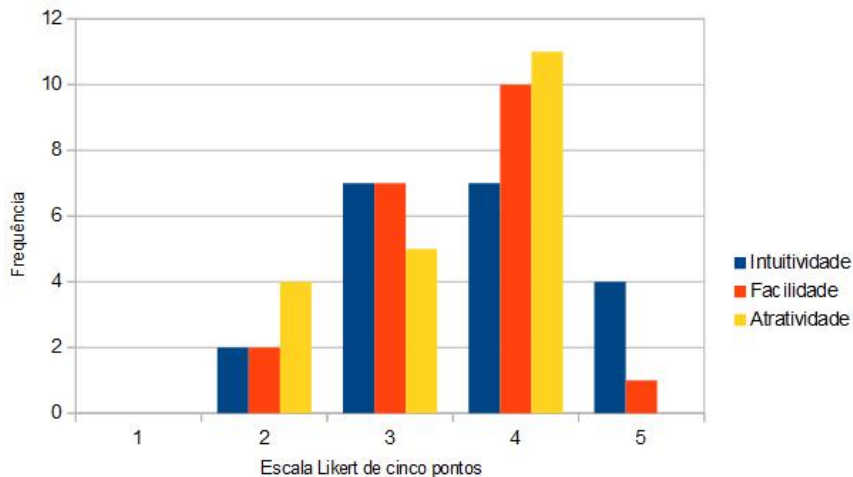
Fonte: Elaborado pelo Autor

## 5.5. RESULTADOS OBTIDOS

### 5.5.1. TESTE DE USABILIDADE NO LABORATÓRIO

Os primeiros resultados analisados foram os relacionados às métricas de usabilidade. Para o questionário aplicado após o primeiro contato com a aplicação, obteve-se os seguintes dados descritos na Figura 17.

Figura 17 - Análise das métricas de Intuitividade, Facilidade de entendimento e atratividade



Fonte: Elaborado pelo Autor

As questões fechadas realizadas foram as seguintes: (i) “Foi intuitivo descobrir as funções dos ícones?”; “A estrutura de navegação do aplicativo é clara”; e “A interface do aplicativo é agradável?”, respectivamente.

Portanto, a partir da avaliação dos usuários infere-se que para a métrica *intuitividade* que houve predominância de respostas neutras (35%) e com a pontuação 4 (“concordo”), também 35%.

Essa experiência pouco intuitiva foi confirmada por alguns comentários feitos pelos participantes que ressaltaram a dificuldade de interpretar alguns ícones no mapa de navegação. Contudo, ao serem questionados se os ícones a que se referiam eram os utilizados no aplicativo ou os vistos no mapa, esses participantes optaram pela segunda opção; o que contempla ícones escolhidos pela própria plataforma do OSM.

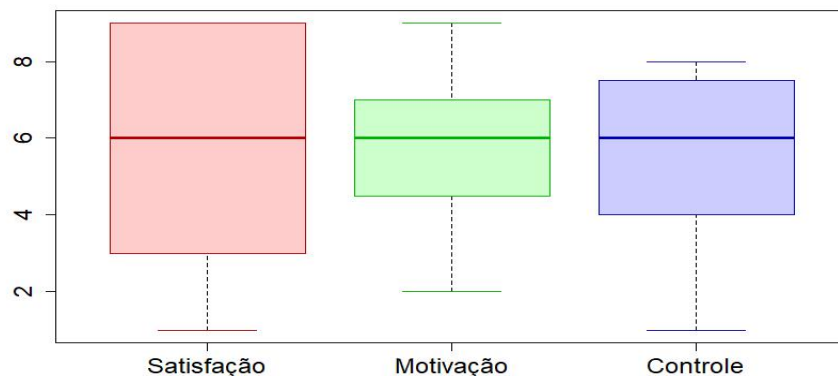
Em relação à *facilidade de entendimento* da estrutura de navegação, 50% dos participantes concordaram com a assertiva; e 55% consideraram a interface da aplicação *atrativa*. A partir do exposto, os resultados indicaram que a aplicação ainda carece de ajustes visuais para melhor se adequar a necessidade dos usuários.

### 5.5.2. AUTO AVALIAÇÃO DA EXPERIÊNCIA EMOCIONAL

Para os quesitos emocionais elaborados, baseado na metodologia SAM foram registrados os seguintes resultados vistos na Figura 18. Estes indicam que falhas funcionais da aplicação impactaram diretamente na satisfação do usuário, já que se espera a entrega de uma informação que vá auxiliá-lo em uma tarefa ou ação do cotidiano. Porém, esse comportamento não foi observado para os estados emocionais de domínio e controle.

No geral, como as medianas apresentam valor seis (6), reflete-se que a tendência é de um estado emocional positivo após o uso do aplicativo.

Figura 18 - Análise das métricas emocionais “Satisfação, Motivação e Controle”



Fonte: Elaborado pelo Autor

### 5.5.3. TESTE DE USABILIDADE NO AMBIENTE REAL

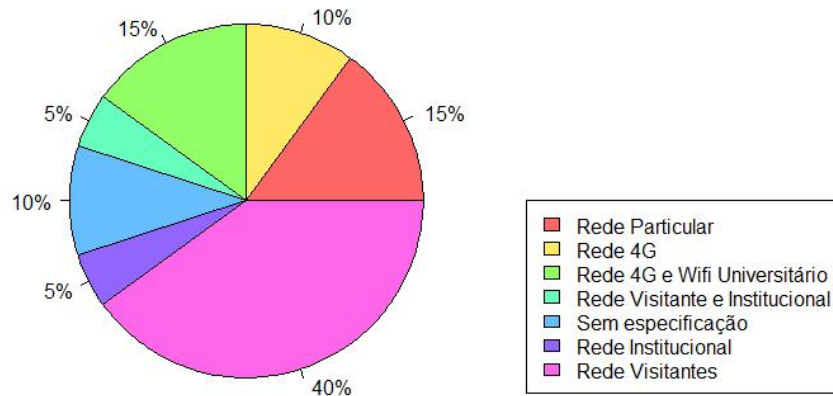
De acordo com o proposto na Seção 5.4, os usuários utilizaram a aplicação no ambiente do campus a fim de testar a usabilidade em um cenário real. É necessário informar que a universidade disponibiliza uma infraestrutura de redes sem fio as quais eram opções a serem utilizadas durante o teste, sendo elas: (i) “UFPA - Visitantes”, rede aberta ao público; (ii) “UFPA - Institucional”, rede interna com autenticação via e-mail institucional; e (iii) “eduroam” - também interna com autenticação institucional.

Conseqüentemente, por conta da obrigatoriedade de utilizar uma rede de internet para funcionamento do aplicativo, se fez necessário questionar os usuários a respeito da rede utilizada durante os testes por meio da questão “Qual rede utilizada para acessar a aplicação móvel Smart UFPA? Caso tenha sido a rede de wi-fi da UFPA, foi identificado algum ponto de falha de sinal?”

Segundo os resultados apresentados no gráfico (Figura 19), 40% dos participantes fizeram uso da rede para visitantes e reportaram falhas de sinal em

diferentes pontos do campus. Além disso, 15% dos participantes que testaram a aplicação em dois tipos de rede, 4G e wi-fi universitário, ressaltaram lentidão durante o carregamento da aplicação ao utilizar a rede ofertada pela universidade.

Figura 19 - Análise de uso de redes durante testes em cenário real



Fonte: Elaborado pelo autor

Em relação os quesitos de confiabilidade da aplicação (*“Ocorreu alguma falha no aplicativo durante a execução de um serviço? Se sim, qual?”*), 40% mencionaram falhas, sendo as mais comuns: (i) travamento de tela; (ii) problemas com o zoom do mapa; e (iii) a aplicação fecha inesperadamente;

A última métrica avaliada para usabilidade se refere ao consumo de bateria. Questionados se *“Houve consumo significativo da bateria após a instalação da aplicação?”*, 75% dos participantes relataram que não ocorreu consumo significativo e 25% não verificaram.

#### 5.5.4. EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO

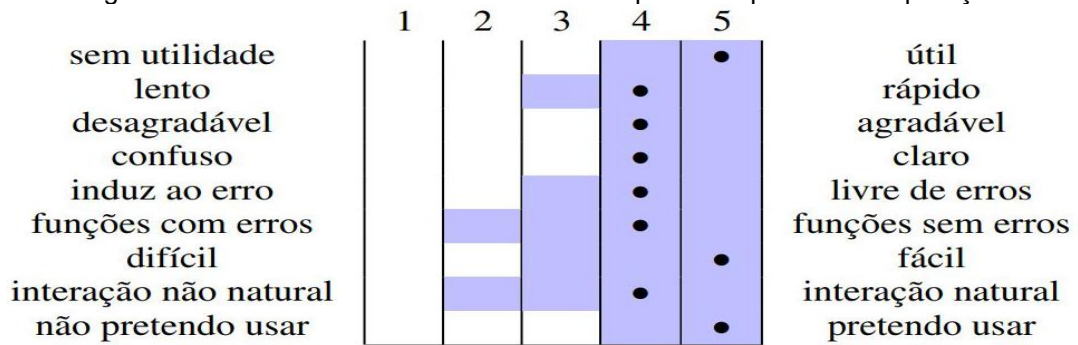
Para mensurar a diferença entre a expectativa e a experiência após o uso, foram calculadas as medianas dos níveis percebidos e a faixa de valores, do mais baixo até o valor mais alto para cada par de declaração de todos os participantes. A Figura 20 sintetiza todos os resultados: as células em azul representam o alcance para as expectativas e os círculos pretos, os valores de mediana para experiência após o uso.

Conforme observado na Figura 20, todos os valores analisados estão inseridos na faixa de expectativa e os da mediana indicam que os participantes demonstraram uma percepção positiva da aplicação, principalmente a respeito das métricas de utilidade, curva de aprendizado e pretensão de uso.

As respostas para a questão aberta sobre a experiência geral do usuário, *“No geral, como foi sua experiência de usar uma aplicação móvel para auxiliar a*

*orientação e localização no campus principal da UFPA? Quais as suas propostas de melhorias?*”, indicaram que 100% dos participantes usaram sentenças positivas para descrever a iniciativa. Por exemplo, “*Em geral, a experiência foi muito boa! Uma ótima ideia.*”; “*Experiência boa, aplicativo útil e inteligente.*”; e “*Fantástico e muito prático.*”.

Figura 20 - Gráfico com estimativas sobre a experiência pós-uso da aplicação



Fonte: Elaborado pelo Autor

Durante a etapa de *feedback*, os usuários também fizeram observações sobre pontos que poderiam ser melhorados, em especial: (i) cadastro de mais pontos no mapa; (ii) o monitoramento em tempo real da localização do ônibus universitário; (iii) mudanças em alguns ícones no mapa de localização; e (iv) questões de acessibilidade.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS

### 6.1. AVALIAÇÃO DOS TESTES

Considerando os aspectos pragmáticos, hedônicos e emocionais, a partir da análise dos resultados aponta-se que apesar do estado de satisfação ter sofrido variações por causa das falhas funcionais do protótipo, isso não impactou na experiência geral do usuário. Tendo em vista que foi percebida como positiva para aqueles que participaram dos testes.

Além disso, as questões de usabilidade, como intuitividade e conectividade, também não influenciaram negativamente na experiência geral relatada. Tão pouco impactaram na utilidade percebida da aplicação ou na pretensão de uso.

### 6.2. AVANÇOS PÓS-TESTES

Conforme já mencionado anteriormente, os usuários utilizaram um protótipo da aplicação durante os testes, ou seja, uma versão considerada instável. Conseqüentemente, durante o período compreendido entre a realização dos testes e da conclusão deste estudo duas versões do aplicativo foram continuadas.

A primeira, considerada estável, foi postada para a utilização dos usuários através da plataforma de aplicativos fornecida pela Google, a Google Play<sup>17</sup>, e contempla as correções para *bugs* que ocasionaram os erros de fechamento inesperado relatados pelos usuários.

Como observado na Figura 21, o aplicativo conta até o presente momento com mais de 1 mil downloads realizados e possui uma avaliação de 4.6 estrelas para os usuários. Além disso, o código fonte do aplicativo encontra-se disponível dentro da plataforma Github de compartilhamento de *software* sob licença MIT através do link: <https://github.com/smartufpa/SmartUFPA> e pode ser utilizado e modificado de acordo com os termos estabelecidos.

A segunda versão, ainda considerada instável, contempla a adição da funcionalidade de inserção de locais no mapa, também mencionada pelos usuários, além de atualizar graficamente a aplicação para se adequar aos preceitos definidos pelo padrão Google de design.

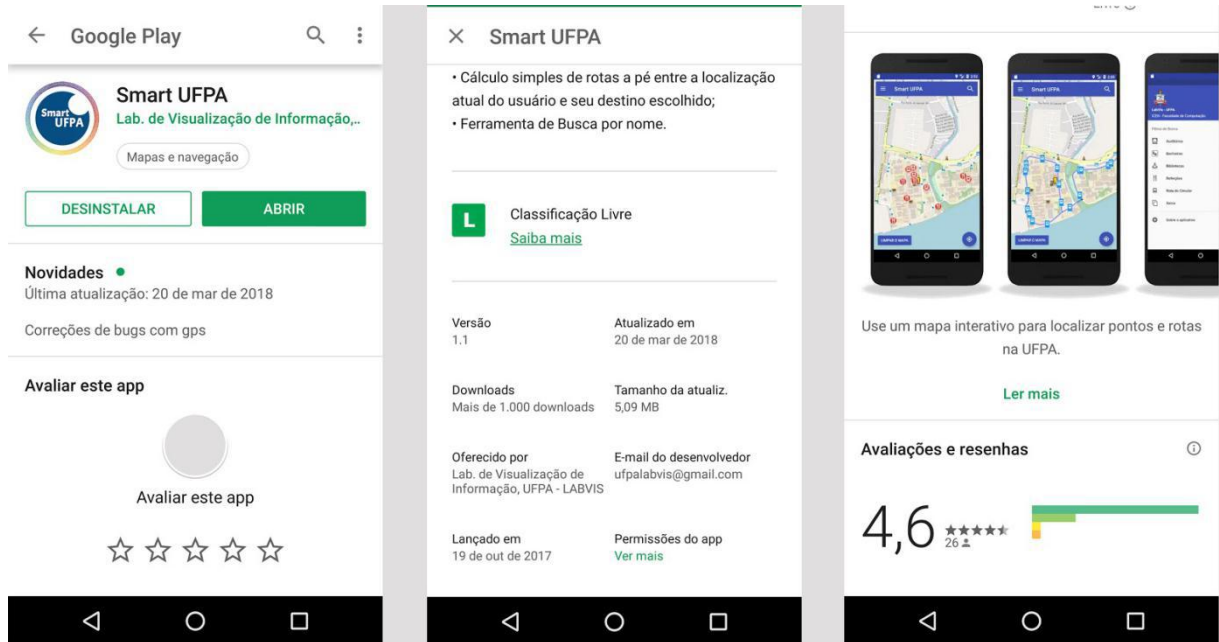
Por fim, foi possível observar, a partir da aplicação dos conceitos estabelecidos dentro deste trabalho, a importância de incentivar o diálogo e a participação popular dentro do processo de criação de um projeto e/ou produto

---

<sup>17</sup> "Google Play." <https://play.google.com/>. Acessado em 12 dez. 2018.

promovendo o fortalecimento do mesmo, bem como do senso de comunidade tão importante para a construção de uma Cidade Inteligente e Humana.

Figura 21 - Screenshots referentes a página do aplicativo na plataforma Play Store



Fonte: Elaborado pelo Autor

Além disso, buscou-se construir um produto utilizando os princípios adequados para o desenvolvimento de *software* e que possa servir como base para a agregação e democratização de informação dentro do campus da UFPA; demonstrando a capacidade de melhoria proporcionada pela utilização de TIC na solução dos problemas de uma determinada comunidade.

### 6.3. TRABALHOS FUTUROS

A fim de dar continuidade ao trabalho proposto, os seguintes pontos podem ser citados como os próximos passos de ação:

1. Finalização do desenvolvimento da segunda versão estável do aplicativo;
2. Desenvolvimento do servidor local para armazenar informações com maior granularidade sobre os locais da universidade;
3. Realização de testes da versão supracitada;
4. Buscar aumentar o engajamento da comunidade com a plataforma; e
5. Buscar o aumento da colaboração com outros projetos para fortalecimento do aplicativo, por exemplo com a incorporação do sistema de rastreamento do ônibus circular.

Desse modo, acredita-se que é possível dar continuidade ao presente projeto e beneficiar cada vez mais a comunidade que frequenta os espaços da universidade.

## REFERÊNCIAS

- ALBERT, William; TULLIS, Thomas. **Measuring the User Experience: Collecting, Analyzing, and Presenting Usability Metrics**. 2. ed. [s.l.]: Morgan Kaufmann, 2013. 320 p.
- ALGHAMDI, A.; SHETTY, S. Survey toward a smart campus using the internet of things. In: **2016 IEEE International Conference on Future Internet of Things and Cloud (FiCloud)**, 4, 2016, Viena, Áustria. 2016. p. 235–239.
- ANTHOPOULOS, Leonidas G.; FITSILIS, Panos. Understanding Smart City Business Models. **Proceedings Of The 24th International Conference On World Wide Web - Www '15 Companion**, [s.l.], p.529-534, 2015. ACM Press.  
<http://dx.doi.org/10.1145/2740908.2743908>.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 9241-11:2011**: Requisitos ergonômicos para o trabalho com dispositivos de interação visual Parte 11: Orientações sobre usabilidade. [s. L.], 2011. 26 p.
- AUDY, Jorge. A inovação, o desenvolvimento e o papel da Universidade. **Estudos Avançados**, [s.l.], v. 31, n. 90, p.75-87, maio 2017. FapUNIFESP (SciELO).  
<http://dx.doi.org/10.1590/s0103-40142017.3190005>.
- BACCARNE, Bastiaan et al. Urban socio-technical innovations with and by citizens. **Interdisciplinary Studies Journal**, [s. L.], v. 3, n. 4, p.143-156, 2014.
- BAHARUDDIN, Rosnita; SINGH, Dalbir; RAZALI, Rozilawati. Usability Dimensions for Mobile Applications-A Review. **Research Journal Of Applied Sciences, Engineering And Technology**, [s.l.], v. 11, n. 9, p.2225-2231, 21 fev. 2013. Maxwell Scientific Publication Corp.. <http://dx.doi.org/10.19026/rjaset.5.4776>.
- BANDARA, H. M. A. P. K.; JAYALATH, J. D. C.; RODRIGO, A. R. S. P.; BANDARANAYAKE, A. U.; MARAIKAR, Z.; RAGEL, R. G.. Smart campus phase one: Smart parking sensor network. In: **2016 Manufacturing Industrial Engineering Symposium (MIES)**, 2016, Colombo, Sri Lanka. 2016. p. 1–6.
- BARTONOVA, Alena. Development of sensor-based Citizens' Observatory Community for improving quality of life in cities. **Citizen Science And Smart Cities**, Ispra, v. 1, n. 1, p.11-12, fev. 2014.

BRABHAM, Daren C.. Crowdsourcing the Public Participation Process for Planning Projects. **Planning Theory**, [s.l.], v. 8, n. 3, p.242-262, 3 jul. 2009. SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.1177/1473095209104824>.

BRABHAM, Daren C.. The Four Urban Governance Problem Types Suitable for Crowdsourcing Citizen Participation. **Advances In Electronic Government, Digital Divide, And Regional Development**, [s.l.], p.50-68, jan. 2013. IGI Global. <http://dx.doi.org/10.4018/978-1-4666-4169-3.ch004>.

BRADLEY, Margaret M.; LANG, Peter J.. Measuring emotion: The self-assessment manikin and the semantic differential. **Journal Of Behavior Therapy And Experimental Psychiatry**, [s.l.], v. 25, n. 1, p.49-59, mar. 1994. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/0005-7916\(94\)90063-9](http://dx.doi.org/10.1016/0005-7916(94)90063-9).

CARAYANNIS, Elias G.; CAMPBELL, David F. J.. Mode 3 Knowledge Production in Quadruple Helix Innovation Systems. **Mode 3 Knowledge Production In Quadruple Helix Innovation Systems**, [s.l.], p.1-63, 4 nov. 2011. Springer New York. [http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4614-2062-0\\_1](http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4614-2062-0_1).

CIRAVEGNA, Fabio. WeSenseIT: Citizen Observatory of Water. **Citizen Science And Smart Cities**, Ispra, v. 1, n. 1, p.14-15, fev. 2014.  
**CITIZEN SCIENCE AND SMART CITIES: Report of Summit Ispra, 5-7th February 2014**. Luxemburgo: Publications Office Of The European Union, 2014. Disponível em: <<http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC90374/lbna26652enn.pdf>>. Acesso em: 5 fev. 2014.

COHN, Mike; BECK, Kent. **User Stories Applied: For Agile Software Development**. [s. L.]: Addison-wesley Professional, 2004. 268 p.  
 CONCILIO, G.; RIZZO, F., editores. **Human smart cities: Rethinking the Interplay between Design and Planning**. [s. L.]: Springer International Publishing, 2016.

CYBIS, Walter; BETIOL, Adriana Holtz; FAUST, Richard. **Ergonomia e Usabilidade: Conhecimentos, Métodos e Aplicações**. 3. ed. [s.l.]: Novatec Editora, 2017. 550 p.

DEAKIN, Mark. **Smart Cities: Governing, Modelling and Analysing the Transition**. [s.l.]: Routledge, 2013. 236 p.

DON Norman: 3 maneiras pelas quais o design te faz feliz. Realização de Ted. 2009. (12.41 min.), son., color. Legendado. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=RIQEoJaLQRA>>. Acesso em: 05 dez. 2018.

DON Norman: O termo "UX". Realização de Nngroup. San Francisco: Nngroup, 2016. (1.49 min.), son., color. Legendado. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=9BdtGjoIN4E>>. Acesso em: 05 dez. 2018.

ENRIQUEZ, Juan; CASAS, Sandra. Development and evaluation of a framework for generation usability testing for mobile application. **2016 Xlii Latin American Computing Conference (clei)**, [s.l.], p.1-10, out. 2016. IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/clei.2016.7833323>.

FREE SOFTWARE FOUNDATION. **Categorias de softwares livres e não livres**. Disponível em: <<https://www.gnu.org/philosophy/categories.html#ProprietarySoftware>>. Acesso em: 05 dez. 2018.

FREE SOFTWARE FOUNDATION. **O que é o software livre?**. Disponível em: <<https://www.gnu.org/philosophy/free-sw.pt-br.html>>. Acesso em: 05 dez. 2018.

GADOTTI, Moacir. **Extensão Universitária: Para quê?** 2017. Disponível em: <<https://cirandas.net/instituto-paulo-freire/blog/extensao-universitaria-para-que>>. Acesso em: 12 dez. 2018.

HASSENZAHN, Marc; DIEFENBACH, Sarah; GÖRITZ, Anja. Needs, affect, and interactive products – Facets of user experience. **Interacting With Computers**, [s.l.], v. 22, n. 5, p.353-362, set. 2010. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1016/j.intcom.2010.04.002>.

HUSSAIN, Azham; KUTAR, Maria. Usability Metric Framework for Mobile Phone Application. In: **The 10Th Annual Postgraduate Symposium On The Convergence Of Telecommunications, Networking And Broadcasting**, 1., 2009, Liverpool.. [s.l.]: Pgnnet, 2009. p. 1 - 5.

LAW, Effie Lai-chong; VAN SCHAİK, Paul; ROTO, Virpi. Attitudes towards user experience (UX) measurement. **International Journal Of Human-computer Studies**, [s.l.], v. 72, n. 6, p.526-541, jun. 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijhcs.2013.09.006>.

LEE, Jung Hoon; HANCOCK, Marguerite Gong; HU, Mei-chih. Towards an effective framework for building smart cities: Lessons from Seoul and San Francisco. **Technological Forecasting And Social Change**, [s. L.], v. 89, p.80-99, nov. 2014.

MOHANTY, Saraju P.; CHOPPALI, Uma; KOUIGIANOS, Elias. Everything you wanted to know about smart cities: The Internet of things is the backbone. **Ieee Consumer Electronics Magazine**, [s.l.], v. 5, n. 3, p.60-70, jul. 2016. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). <http://dx.doi.org/10.1109/mce.2016.2556879>.

MÜLLER, Leonardo. **Android chega a marca de 1 bilhão de aparelhos ativos**. 2014. Disponível em: <<https://www.tecmundo.com.br/android/58311-android-chega-marca-1-bilhao-aparelhos-ativos.htm>>. Acesso em: 11 dez. 2018.

OLIVEIRA, Alvaro; CAMPOLARGO, Margarida. From Smart Cities to Human Smart Cities. **2015 48th Hawaii International Conference On System Sciences**, [s.l.], p.2336-2344, jan. 2015. IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/hicss.2015.281>.

OLIVEIRA, Nielmar. **População brasileira passa de 208,4 milhões de pessoas, mostra IBGE**. 2018. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2018-08/populacao-brasileira-passa-de-2084-milhoes-de-pessoas-mostra-ibge>>. Acesso em: 10 dez. 2018.

OPENSTREETMAP FOUNDATION. **Página Inicial**. 2018. Disponível em: <[https://wiki.osmfoundation.org/wiki/Main\\_Page](https://wiki.osmfoundation.org/wiki/Main_Page)>. Acesso em: 12 dez. 2018.

PAGLIARO, F.; MATTONI, B.; GUGLIERMENTI, F.; BISEGNA, F., AZZARO, B.; TOMEI, F.; CATUCCI, S.. A roadmap toward the development of Sapienza Smart Campus. In: **2016 IEEE International Conference on Environment and Electrical Engineering (EEEIC)**, 16., 2016, Florência. Itália. 2016. p. 1–6.

PATEL, Nidhi N.; DALAL, Pankaj. Usability Evaluation of Mobile Applications. **International Journal Of Engineering Research & Technology**, [s.l.], v. 2, n. 11, p.299-302, nov. 2013.

PINTO, Luciana Gomes Pereira; ROMANO, Regiane Relva; TOMOTO, Matheus Akira. From the University to Smart Cities—How Engineers Can Construct Better Cities in BRIC's Countries: A Real Case from Smart Campus FACENS. **Advances In Intelligent Systems And Computing**, [s.l.], p.347-354, 17 jul. 2016. Springer International Publishing. [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-41947-3\\_32](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-41947-3_32).

PRESSMAN, Roger S.; MAXIM, Bruce R.. **Engenharia de Software: Uma Abordagem Profissional**. 7. ed. [s.l.]: Amgh, 2016. 968 p.

RAYNES-GOLDIE, Kate; WALKER, Luke. Our Space: Online Civic Engagement Tools for Youth. In: BENNETT, W. Lance. **Civic Life Online: Learning How Digital Media Can Engage Youth**. Cambridge: Mit Press, 2008. p. 161-188.

ROTO, Virpi et al. **USER EXPERIENCE WHITE PAPER: Bringing clarity to the concept of user experience**. 2011. Disponível em: <<http://www.allaboutux.org/files/UX-WhitePaper.pdf>>. Acesso em: 05 dez. 2018.

ROYO, Sonia; YETANO, Ana. “Crowdsourcing” as a tool for e-participation: two experiences regarding CO2 emissions at municipal level. **Electronic Commerce Research**, [s.l.], v. 15, n. 3, p.323-348, 10 maio 2015. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s10660-015-9183-6>.

SCHÖNING, Johannes. Does a “Smart Campus” Create “Smart People”? From Smart Cities to Smart Campuses — Supporting the “Campus Citizens”. **Proceedings Of The Ucsb Specialist Meeting On Advancing The Spatially Enabled Smart Campus**. [s. L.], p. 1-3. mar. 2013.

SEFIDVASH, F.. O Papel da Universidade na Transformação da Sociedade. In: **II Congresso de Educação para Integração da América Latina – Integração e Cidadania (II CEPIAL)**, Maringá, Paraná. 1994.

STATCOUNTER. **Mobile Operating System Market Share in Brazil - November 2018**. 2018. Disponível em: <<http://gs.statcounter.com/os-market-share/mobile/brazil>>. Acesso em: 11 dez. 2018.

STEVENOT, Bernard. Odour MoNitoring and Information System based on CltizEN and Technology Innovative Sensors. **Citizen Science And Smart Cities**, Ispra, v. 1, n. 1, p.12-13, fev. 2014.

TURUNEN, Markku et al. Accessible Speech-Based and Multimodal Media Center Interface for Users with Physical Disabilities. **Development Of Multimodal Interfaces: Active Listening and Synchrony**, [s.l.], p.66-79, 2010. Springer Berlin Heidelberg. [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-12397-9\\_5](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-12397-9_5).

ZHUHADAR, Leyla et al. The next wave of innovation—Review of smart cities intelligent operation systems. **Computers In Human Behavior**, [s.l.], v. 66, p.273-281, jan. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2016.09.030>.