

DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE PROCESSAMENTO EM NUVEM DE DADOS GNSS COLETADOS EM SMARTPHONES PARA O SMART CAMPUS UFPR

GEOVANNA ALBERTI CORREIA DE FREITAS¹

TIAGO LIMA RODRIGUES²

LUCIENE STAMATO DELAZARI³

MARCIO AUGUSTO REOLON SCHMIDT⁴

ANDRÉ LUIZ ALENCAR DE MENDONÇA⁵

^{1,2 e 3} Universidade Federal do Paraná – geovanna.alberti@ufpr.br, tiagorodrigues@ufpr.br, luciene@ufpr.br

⁴ Universidade Federal de Uberlândia – marcio.schmidt@ufu.br

⁵ Universidade Federal do Amazonas – andremendonca@ufam.edu.br

O termo Cidade Inteligente foi criado por Gibson Kozmetsky & Smilor em 1992, a fim de conceituar o fenômeno de desenvolvimento urbano dependente de tecnologia, inovação e globalização, principalmente em uma perspectiva econômica [1]. Desde a premiação da cidade de Singapura como cidade inteligente, e um estudo de caso da iniciativa, diversos estudos, pesquisas e testes têm sido realizados no sentido de pôr em prática os conceitos, propondo uso dos recursos públicos de modo racional, aumentando a qualidade dos serviços oferecidos aos cidadãos e reduzindo os custos operacionais da administração pública [2]. Dentro do contexto de Cidades inteligentes, um aspecto relevante é a oferta de serviços de localização e navegação para os usuários. Além de saber o que está acontecendo e quando, os usuários necessitam do “onde”. Para a gestão, abre-se a possibilidade de provimento de informações como ocupação de espaços públicos, monitoramento das pessoas, sua movimentação e interações, para tomadas de decisão. Além disso, quase todos os dados utilizados em uma Cidade Inteligente devem ser acompanhados de suas coordenadas espaciais. Neste contexto, um dos principais viabilizadores de dados de posicionamento geodésico em ambiente outdoor é o Sistema Global de Navegação por Satélite (GNSS do inglês *Global Navigation Satellite System*), em virtude da cobertura global, independente de condições meteorológicas [3], e da oferta gratuita dos sinais, o que o torna de uso popular. Atualmente, o GNSS desempenha um papel essencial, embora invisível, na melhoria da vida em uma Cidade Inteligente. Alinhado com a crescente adoção e disponibilidade dos sinais GNSS, frequências e serviços nos últimos anos, as tecnologias de usuário evoluíram e se disseminaram em uma infinidade de dispositivos e aplicativos. Como exemplo ímpar de dispositivo, podem-se citar os *smartphones*, os quais são hoje habilitados a receber sinais de uma ou mais constelações integrantes do GNSS. Graças ao lançamento da Interface de Programação de Aplicativos (API) para ANDROID denominada *android.location* em 2016, e de suas atualizações posteriores, o acesso e armazenamento dos dados brutos GNSS tornou-se mais flexível. Com esta facilidade, houve uma transformação no conceito de posicionamento GNSS com estes dispositivos, de tal forma que, nos últimos cinco anos, diversos trabalhos foram desenvolvidos no sentido de investigar a qualidade das observações brutas GNSS e a potencialidade do posicionamento realizado com coleta de dados em *smartphones*. Cabe mencionar que em junho de 2017 foi criada pela *European GNSS Agency* (GSA) uma força-tarefa denominada *GNSS Raw Measurements Task Force* e que diversos esforços estão sendo feitos para se obter avanços, como o Desafio *Google Smartphone Decimeter Challenge* no ION GNSS+ 2021. Dentro deste contexto, em abril de 2019, foi iniciado o desenvolvimento do projeto europeu HANSEL [4] concedido pela ESA com o objetivo de explorar o potencial da navegação avançada e dos conceitos GNSS em Cidades Inteligentes. Na plataforma experimental desenvolvida no projeto, uma das tecnologias chave utilizada foi o conceito de processamento GNSS instantâneo em nuvem (*GNSS snapshot cloud processing*), proposta por [5]. Nesta tecnologia, a principal característica é que os dados brutos GNSS coletados nos *smartphones* não são processados localmente no dispositivo. Em vez disso, os mesmos são transmitidos para uma plataforma de nuvem onde são processados remotamente e a posição do usuário é finalmente obtida. Cabe ressaltar, que a própria GSA reconheceu que o processamento GNSS instantâneo em nuvem é a técnica de posicionamento GNSS mais eficiente em termos de energia para sensores de Internet das coisas (IoT do inglês *Internet of Things*), conforme pode ser visto em [6]. Além disso, se ganha em precisão, e abre-se caminho para aplicativos inovadores e mais avançados devido à quantidade de recursos computacionais disponíveis nos servidores em nuvem. Cabe mencionar que esta tecnologia foi testada na Universidade Autônoma de Barcelona, no *Smart Campus Living Lab*. Dentro desta temática a presente pesquisa, em fase de desenvolvimento, objetiva investigar a potencialidade do uso do posicionamento GNSS com dados brutos obtidos a partir de *smartphones*, com sistema de processamento instantâneo em nuvem, com estratégias de melhoria na qualidade do posicionamento para atender às demandas relacionadas ao Smart Campus da UFPR. Este é um paralelo do conceito de Cidade Inteligente, composto de uma base de dados geoespacial para suporte à gestão universitária na UFPR, no qual poderão ser testados e validados os métodos e técnicas que poderão ser replicados em uma estrutura urbana. Como primeira etapa metodológica, tem-se o desenvolvimento de um aplicativo móvel para SO Android com o objetivo de coletar e armazenar os dados brutos GNSS em arquivo RINEX na memória interna do

equipamento. Este formato foi escolhido pela facilidade e familiaridade de processamento. Na sequência, o aplicativo deverá enviar de forma automática os arquivos RINEX gerados durante o tempo de uso do serviço de posicionamento para o servidor, a fim de permitir a execução do processamento GNSS instantâneo em nuvem. Na etapa subsequente, será realizado o experimento voltado à investigação da qualidade posicional dos posicionamentos GNSS obtidos utilizando-se diferentes métodos e estratégias de processamento simulando solução em tempo real, fora da estrutura de processamento GNSS instantâneo em nuvem. Isso com o objetivo de analisar quais métodos, técnicas e configurações de processamento são viáveis para serem utilizados no caso de processamento instantâneo em nuvem, considerando a latência, a precisão e a acurácia. Uma vez analisadas as qualidades dos posicionamentos GNSS simulando a solução em tempo real, fora da estrutura de processamento GNSS instantâneo em nuvem, ocorrerá a execução da etapa de desenvolvimento da estrutura para o processamento em nuvem. Para tanto, o servidor será instalado, configurado e habilitado para o recebimento dos dados brutos em arquivos RINEX. Após cada processamento, o arquivo de posicionamento será exportado. O conteúdo deste arquivo será lido automaticamente e disponibilizado para o usuário que poderá utilizar seu dado de posicionamento, juntamente com uma camada de documento cartográfico, como o do *Google Maps*. Após o desenvolvimento de toda a estrutura de posicionamento por processamento GNSS instantâneo em nuvem, testes com dados reais serão realizados a fim de se analisar a integridade, acurácia e precisão dos resultados. Como contribuição, destaca-se o desenvolvimento experimental de um sistema de processamento GNSS instantâneo em nuvem para o Brasil, indo de encontro com as demandas do contexto de Cidades Inteligentes; melhora da qualidade do posicionamento originalmente obtido em *smartphones*; proposição de menor gasto de energia nos dispositivos com o uso do processamento GNSS instantâneo em nuvem e primeiros passos para a implementação de dados de posicionamento colaborativos no contexto das Cidades Inteligentes. O projeto faz parte da Chamada CNPq/MCTI/FNDCT nº 18/2021 – Edital universal, sob processo nº 422979/2021-0.

Palavras-chaves: Cidades Inteligentes; GNSS; processamento em nuvem; *smartphones*.

Referências

- [1] RIZZON, Fernanda et al. Smart City: um conceito em construção. **Revista Metropolitana de Sustentabilidade** (ISSN 2318-3233), v. 7, n. 3, p. 123-142, 2017.
- [2] ZANELLA, Andrea et al. Internet of things for smart cities. **IEEE Internet of Things journal**, v. 1, n. 1, p. 22-32, 2014.
- [3] SEEBER, G. **Satellite Geodesy: foundations, methods, and applications**. Berlim: Walter de Gruyter, 2003.
- [4] MINETTO, A.; DOVIS, F.; VESCO, A.; GARCIA-FERNANDEZ, M.; LÓPEZ-CRUCES, À.; TRIGO, J. L.; MOLINA, M.; PÉREZ-CONESA, A.; GÁÑEZ-FERNÁNDEZ, J.; SECO-GRANADOS, G.; LÓPEZ-SALCEDO, J. A. A Testbed for GNSS-Based Positioning and Navigation Technologies in Smart Cities: The HANSEL Project. **Smart Cities**, v. 3, p.1219-1241, 2020.
- [5] LUCAS-SABOLA, V.; SECO-GRANADOS, G.; LÓPEZ-SALCEDO, J.A.; GARCÍA-MOLINA, J.A. GNSS IoT Positioning: From Conventional Sensors to a Cloud-Based Solution. **Inside GNSS**, v. 3, p. 53–62, 2018.
- [6] GSA 2020 - European Global Navigation Satellite Systems Agency (GSA). Power-Efficient Positioning for the Internet of Things; GSA: Prague, Czech Republic, 2020.