

1. TÍTULO DA PROPOSTA

- Sistema de Apoio à Gestão da Infraestrutura de Transporte e da Mobilidade Segura, Saudável e Sustentável - GeoMob3S - do Campus Darcy Ribeiro da UnB: as Bases para um Campus Inteligente.

2. TÍTULO DO(S) PROJETO(S) DE PESQUISA CADASTRADO NA PLATAFORMA LATTES QUE SE RELACIONA(M) AO AUXÍLIO SOLICITADO

- Mobilidade Segura, Saudável e Sustentável (Mob3S) da Universidade de Brasília: as Bases para um Campus Inteligente.
- Observatório da Mobilidade Segura, Saudável e Sustentável Mob3S da Universidade de Brasília.
- Estudos Temáticos Específicos de Infraestrutura de Transportes e Mobilidade de Suporte Técnico-Científico à Elaboração da Proposta de Plano Diretor do Campus Darcy Ribeiro.

3. CONTEXTUALIZAÇÃO DA PROPOSTA

Em 2022 a UnB criou uma Comissão para desenvolver os estudos técnico-científicos para elaboração do Plano Diretor do CDR. Assim foi lançado o Edital GRE/INFRA/DPI nº 0001/2022 pelo Gabinete da Reitora (GRE), a Secretaria de Infraestrutura (INFRA) e o Decanato de Pesquisa e Inovação (DPI) da Universidade de Brasília (UnB). Foram 7 eixos temáticos, compostos por docentes, alunos e técnicos da UnB, dos quais o "Eixo Temático Infraestrutura de Transportes e Mobilidade" desenvolveu um conjunto de produtos de bases georreferenciadas das infraestruturas de transporte e mobilidade do CDR e dois bancos de dados de duas pesquisas comportamentais realizadas com os usuários do CDR. Uma sobre a Infraestrutura de Transporte e Mobilidade do CDR e outra Pesquisa de Campo sobre a Qualidade do Transporte Público na percepção dos Usuários do CDR. O proponente do presente projeto coordenou a equipe do eixo Temático Infraestrutura de Transportes e Mobilidade e a seguir descreverei o que foi produzido.

Foram geradas as bases georreferenciadas dos componentes do sistema de transportes e das infraestruturas da mobilidade e acessibilidade do CDR, nas suas correspondentes “camadas” em ambiente de Sistemas de Informações Geográficas (SIG). As bases de dados georreferenciados do CDR e sua área de abrangência contém informações espaciais (em camadas) tais como: pontos de embarque, vias públicas, linhas de transporte público, rede de transportes, pontos de parada, faixas de pedestres, ciclovias, bicicletários, pontos de conflito, calçadas, linhas de desejo, corredores de deslocamento de pedestres, áreas de iluminação para deslocamento noturno, usos do solo, localização de lanchonetes, restaurantes, estacionamentos, locais de serviços complementares, totens de informações, localização de sinistros de trânsito, estações de bicicletas compartilhadas, entre outras.

A Pesquisa sobre Transporte e Mobilidade dos usuários do CDR foi iniciada em 10 de Jan/2023 e finalizada em 28 de Fev/2023, com um total de 1104 respondentes. Os dados coletados permitiram a obtenção das matrizes

origem/destino dos usuários do CDR possibilitando avaliar tanto os deslocamentos externos como internos ao campus, e a identificação dos padrões de mobilidade. A segunda pesquisa “*face to face*” sobre a Qualidade do Transporte Público e Pontos de Parada do CDR, foi iniciada em 12 de Jan/2023 e finalizada em 28 de Fev/2023, com um total de 402 respondentes. Os dados coletados permitem avaliar a percepção dos usuários em relação ao serviço de transporte público e necessidades de melhoras na infraestrutura do sistema.

Os resultados de ambas as pesquisas se constituem em uma fonte riquíssima para compreensão da mobilidade dos usuários do CDR, pois além de permitirem avaliar os padrões de mobilidade, também se constituem em um repositório do comportamento das pessoas perante a oferta de infraestrutura de transporte e mobilidade da estrutura de circulação do CDR e das suas imediações ou área de influência.

Quando analisados os dados de deslocamento, por exemplo, do modo a pé e de bicicleta observa-se que ocorrem com maior frequência tendo como origem o Plano Piloto, isto é, são deslocamentos de curta e média distância. Ao analisar as viagens por transporte público, observa-se que as origens estão bem diversificadas entre todas as RAs. Isto mostra que o transporte público é o modo que concretiza os deslocamentos em direção ao campus e que apresenta uma cobertura espacial de média e longa distância. No caso do transporte particular por automóvel observa-se que as maiores proporções das viagens são do Plano Piloto, Sobradinho, Águas Claras, Guará e Jardim Botânico. Observou-se também que a taxa de ocupação do transporte por automóvel, isto é, quantas pessoas ocupam um veículo, foi de 1,18, valor semelhante às grandes capitais, mostrando a necessidade de ações para promoção de modos alternativos e práticas para compartilhamento sustentável do automóvel, na modalidade da carona.

Os deslocamentos externos ao CDR mostram a força da relação do DF e das áreas próximas com o CDR. E essa relação dos deslocamentos vindos das RA ao campus e vice-versa mostra também uma das características do campus como um Polo Gerador de Viagens (PGV), que em determinado período do dia geram viagens *externas-internas* (exemplo viagens vindas da RA Guará para o CDR) e *internas-externas* (exemplo viagens do CDR para a RA Guará). Além das viagens que se originam externas ao campus, também existem as viagens internas que mostram os lugares com maior atratividade. Observou-se que para os deslocamentos internos 85% deles ocorrem pelo modo a pé, levantando a necessidade de reforço em questões de segurança dos deslocamentos e condições de conforto, principalmente em relação às condições climáticas adversas. Esses deslocamentos auxiliam na identificação das centralidades e dos pontos de atratividade de viagens das várias instalações ao interior do CDR.

Considerando a riqueza das bases SIG geradas e dos bancos de dados das pesquisas sobre CDR, surge a questão de como fazer para que os usuários do CDR participem ativamente na melhoraria da qualidade do seu entorno e, assim, moldar o lugar em que vivem utilizando e tendo acesso a esses dados de forma interativa.

Por um lado, os usuários e gestores das infraestruturas do CDR precisam ter acesso visual e colaborativo aos dados das pesquisas, que sejam de fácil entendimento e que estejam numa plataforma georreferenciada baseada em

solução *WebSIG*. Por outro lado, a plataforma deve possibilitar a colaboração e atualização das informações espaciais a fim de representar a dinâmica do comportamento da mobilidade no CDR para uma gestão eficiente, oportuna e sustentável. Essas ações de gestão podem ser, por exemplo, a manutenção da pista de rolamento, a manutenção e planejamento dos semáforos, a sinalização, a manutenção das faixas de pedestres, o tratamento dos pontos críticos, o monitoramento dos sinistros de trânsito, ações de segurança de trânsito, campanhas educativas, entre outras. Isso significa que qualquer mudança nas características do sistema viário e na sua funcionalidade deverão ser adequadamente coordenadas com os usuários e gestores das infraestruturas do CDR como da cidade de Brasília.

Além disso, para comunicar e interagir com informações espaciais devem-se de utilizar de índices e indicadores que apresentem os dados em várias categorias relevantes do ponto de vista das necessidades dos usuários. *Dashboards* ou Painéis constituem um novo tipo de plataforma para informar às pessoas sobre parâmetros relacionados à qualidade de vida ou obter suas opiniões em consultas públicas. Um painel pode ser uma ótima ferramenta para divulgar e acessar informações sobre aspectos tais como a mobilidade dos usuários no CDR, problemas de segurança em pontos críticos. Também pode servir para monitorar o desenvolvimento do comportamento da população em relação às mudanças do sistema de mobilidade, permitindo apresentar propostas ou incentivando as pessoas a cocriar soluções para sua realidade. Ainda, painéis associados a uma plataforma de Sistema de Informações Geográficas (SIG) em ambiente *Web*, se constituem em uma solução inteligente no escopo de um *smart campus*.

Assim, o objetivo do presente projeto é a montagem e estruturação de uma plataforma de apoio a gestão da Mobilidade Segura, Saudável e Sustentável denominada GeoMob3S, utilizando Sistema de Informações Geográficas em ambiente *Web* (*WebSIG*). A plataforma GeoMob3S poderá contribuir na gestão inteligente das infraestruturas de transporte, trânsito e da mobilidade e acessibilidade dos usuários do CDR e poderá dar subsídios para os gestores responsáveis dessas infraestruturas, tais como DETRAN/DF, DER/DF, SEMOB. Considerando as opções que existem no mercado e que grande parte das soluções já estão sendo estruturadas, a montagem da plataforma GeoMob3S será utilizado o ArcGIS *On-Line* e os painéis (*dashboard*) será utilizado o Power BI, cujas licenças de uso a UnB tem. O GeoMob3S é uma plataforma inovadora de *WebGIS* que visa transformar a forma como o campus gerencia suas infraestruturas de transporte e mobilidade.

Ainda, o presente projeto está em consonância com o Observatório Mob3S que se baseia nos seguintes pilares: *i*) a Segunda Década de Ação pela Segurança no Trânsito, instituída pela Assembleia Geral da Organização das Nações Unidas, e que tem como meta a redução de, pelo menos, 50% de lesões e mortes no trânsito no mundo inteiro; *ii*) os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especificamente a ODS 11; *iii*) as Normas ISO para Cidades e Comunidades Sustentáveis (ISSO/TC 268) e de Cidades Inteligentes (*Smart Cities* – ISSO/TS 375151); *iv*) a Política Nacional de Mobilidade Urbana instituída pela Lei 12.587/12; *v*) o Plano Diretor do Campus Darcy Ribeiro aprovado pelo CONSUNI em 2024; e, *vi*) o Desenvolvimento de um Plano Diretor de Mobilidade Ativa para pedestres e ciclistas no CDR. Desta forma a presente proposta agrega componentes da sustentabilidade em prol de um campus seguro, saudável, sustentável e inteligente.

4. METODOLOGIA

O GeoMob3S representará uma transformação significativa na maneira como as infraestruturas de transporte são gerenciadas, promovendo um campus mais seguro, saudável e sustentável. Com suas funcionalidades avançadas e foco em soluções inteligentes, o sistema será um exemplo de como a tecnologia pode ser utilizada para criar ambientes mais adaptados às necessidades e desafios contemporâneos. Assim a metodologia do projeto está em consonância com as etapas a seguir.

4.1. Revisão da literatura (Mês 1 e Mês 2)

Pesquisa sobre Sistemas de Apoio à Gestão Inteligente; *Smart Campus*; Sistemas de Informações Geográficas, Planos Diretores de Campi Universitários, Indicadores de Mobilidade Segura, Sustentável e Saudável, Indicadores do Sistema de Transportes, Indicadores da Rede de Transportes, Indicadores de Eficiência e Sustentabilidade Energética, Indicadores de Mobilidade Ativa, Mobilidade Corporativa em Campus Universitários, Políticas Públicas de Mobilidade Urbana, Ferramentas de Análise Espacial de Dados, Geração de Mapas Temáticos, Ferramentas e Funcionalidades do ArcGIS *On-Line*, Ferramentas de *Business Intelligence*, *Power BI*, *Dashboard*.

4.2. Levantamento de dados e informações.

Serão utilizados os produtos gerados pela equipe do eixo temático de “Infraestruturas de Transportes e Mobilidade”, do Plano Diretor do Campus Darcy Ribeiro (CDR) sendo eles: *i)* Relatório Final, contendo uma avaliação das condições das infraestruturas de transporte e mobilidade do CDR ao longo dos anos, categorizado por modos de transporte; *ii)* Estudos técnico-científicos catalogados sobre transporte e mobilidade do CDR, arquivos de *Master Plan* de campi universitários nacionais e internacionais, e arquivos catalogados de estudos do CDR segundo temática, origem e ano (2010 até 2023); *iii)* Bases em SIG das infraestruturas de transportes e mobilidade do CDR, *iv)* Relatório Síntese com a Descrição Inventário das Bases em SIG; *v)* Planilha Inventário com os metadados das Bases em SIG; *vi)* vinte e sete (27) Bases vetoriais do CDR em “*shp*”; *vii)* quatro (4) Bases raster do CDR, contendo 290 imagens de diferentes períodos (2005, 2008, 2014 2 2022) das Glebas A, B e C do campus.

4.3. Definição dos índices/indicadores com base na abordagem de Mobilidade Segura, Saudável e Sustentável - Mob3S (Mês 2 e Mês 3)

Com base na revisão da literatura e dos dados obtidos das pesquisas do Plano Diretor do CDR será possível definir os índices e indicadores dos componentes do sistema de transporte e mobilidade do CDR. A arquitetura da plataforma GeoMob3S utilizará índices e indicadores como subsídio de informações para os gestores, operadores, empresas privadas e usuários do CDR. Serão gerados três índices para cada dimensão da Mob3S. O primeiro indicador representará a dimensão da Segurança, o segundo a Saúde e o terceiro a Sustentabilidade. A partir dos três índices será elaborado o Índice Mob3S para o CDR. Cada Índice será composto por indicadores obtidos dos atributos relacionados com a infraestrutura viária, os padrões de mobilidade dos usuários do CDR e as características dos serviços de transporte público e da mobilidade ativa.

4.4. Montagem da plataforma GeoMob3S utilizando o ArcGIS On-Line e o

Painel visual *Mobility Business Intelligence* CDR (Mês 3 até Mês 5)

A plataforma GeoMob3S estará estruturado em sete (7) módulos de consulta: Rede Viária, Transporte Público Coletivo, Ciclomobilidade, Pedestres, Segurança Viária, Qualidade Ambiental, e Consumo de Energia e Espaço. As camadas de arquivos “*shp*” obtidos na ocasião do desenvolvimento do Plano Diretor do CDR serão auditados de forma a cumprir requisitos “topológicos” e de “atributos” para montagem da plataforma GeoMob3S. A plataforma *WebSIG* GeoMob3S utilizará a representação das camadas de informações geoespaciais do CDR nos formatos vetorial e raster:

- Camadas vetoriais representadas como pontos (faixas de pedestres, pontos de parada, bicicletários, pontos de conflito, estações, postes de iluminação, localização de lanchonetes, restaurantes, totens de informações, sinistros de trânsito, estações de bicicletas compartilhadas, pontos de coleta de lixo).
- Camadas vetoriais representadas como linhas (ciclovias, sistema viário, linhas de transporte público, rede de transportes, sistema de calçadas, linhas de desejo, corredores de deslocamento de pedestres, rotas de coleta de lixo).
- Camadas vetoriais representadas como polígonos (usos do solo, zoneamento, estacionamentos, locais de serviços, zonas de tráfego, prédios, glebas, área de influência do CDR).

Quanto ao Painel, será realizada a definição estruturação, geração e validação dos Relatórios de Visualização em Power BI. Serão gerados os dashboards correspondentes aos Índices de Mobilidade Segura, Saudável e Sustentável, de forma a serem facilmente consultados no Painel visual *Mobility Business Intelligence* CDR interagindo na plataforma GeoMob3S.

4.5. Funcionalidades, Análise Espacial e geração de mapas temáticos na plataforma GeoMob3S (Mês 6 e Mês 7)

O principal objetivo do GeoMob3S é proporcionar um gerenciamento eficiente e inteligente das diversas infraestruturas relacionadas ao transporte e à mobilidade dentro do campus. Ao integrar dados geoespaciais com informações sobre o tráfego, a qualidade das vias, e as necessidades dos usuários, o sistema baseado em *WebSIG* busca promover um ambiente mais seguro, saudável e sustentável, considerando as seguintes funcionalidades:

- **Mapeamento Detalhado:** O GeoMob3S oferece uma visualização detalhada das infraestruturas de transporte do campus, incluindo vias, ciclovias, calçadas e pontos de transporte público, etc. Essa visualização facilita a identificação de áreas que precisam de melhorias ou manutenção, além de facilitar o acesso do usuário aos dados.
- **Análise de Mobilidade:** Através de ferramentas de análise (Figura x), o sistema permite a criação de *buffers* para análise de áreas de influências, o cálculo de custo de viagens, a localização de pontos próximos, a geração de áreas de viagens e o planejamento de rotas. As ferramentas ajudam a identificar padrões de tráfego e possíveis gargalos. Esses dados são cruciais para otimizar rotas e melhorar a eficiência energética do transporte no campus.
- **Gestão de Manutenção:** O sistema facilita o acompanhamento das condições das infraestruturas e a programação de manutenção preventiva e corretiva. Isso contribui para a prolongação da vida útil das infraestruturas e

para a redução de problemas imprevistos.

- **Promoção da Sustentabilidade:** Ao identificar e promover práticas sustentáveis, como a utilização de meios de transporte alternativos e a implementação de soluções ecológicas, o GeoMob3S contribui para a redução da pegada ambiental do campus.
- **Segurança e Saúde:** A análise de dados sobre o tráfego e as condições das vias também é usada para implementar medidas que aumentem a segurança dos usuários e promovam hábitos saudáveis e sustentáveis, como a caminhada e o uso de bicicletas.

As análises espaciais possibilitarão determinar áreas de influência de determinada infraestrutura e sua avaliação em termos de atendimento ou carência, tais como, por exemplo, a cobertura de ciclovias, ou acessibilidade dos estacionamentos em relação aos prédios. As análises gerarão mapas temáticos para cada situação. Também serão gerados mapas de calor e de densidade de *Kernel* para representar a influência dos pontos críticos na infraestrutura de transporte e mobilidade do CDR. Mapas temáticos correspondentes aos Índices de Mobilidade Segura, Saudável e Sustentável (Mob3S), serão representados de forma a serem facilmente consultados na plataforma *ArcGIS On-Line* e no Painel visual *Mobility Business Intelligence CDR*.

4.6. Divulgação da plataforma GeoMob3S de apoio a gestão inteligente da infraestrutura de transporte e mobilidade do CDR (Mês 8)

Evento a ser realizado junto aos gestores da infraestrutura de transportes e mobilidade do CDR, internos e externos (DETRAN-DF, DER-DF, SEMOB).

4.7. Elaboração do relatório e desenvolvimento de artigo científico (Mês 9 até Mês 12)

Será elaborado um Manual de Uso da Plataforma GeoMob3S, do Painel visual *Mobility Business Intelligence CDR*. Será elaborado artigo para publicação em revista de alto impacto, conforme requerido no Edital.