

Web Service para Geocodificação de Endereços em Bancos de Dados Espaço-Temporais

**RELATÓRIO FINAL DE PROJETO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA
(PIBIC/INPE/ CNPq)**

Carlos Alberto Ferreira de Noronha (FATEC, Bolsista PIBIC/CNPq)
E-mail: carlos.noronha@inpe.br

Dra. Karine Reis Ferreira (DPI/OBT/INPE, Orientadora)
E-mail: karine.ferreira@inpe.br

COLABORADOR

Dr. Gilberto Ribeiro de Queiroz (DPI/OBT/INPE)

Julho de 2018

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO

1.1 Introdução	pág 6
1.2 Objetivo	pág 7

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Geocodificação de endereços	pág 8
2.2 Banco de dados espaço-temporal	pág 8
2.3 SIG	pág 9
2.4 Metadados espaciais	pág 9

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Algoritmos para a geocodificação de endereços	pág 10
3.2 Dados espaciais	pág 11
3.3 Ferramentas SIG web	pág 12
3.4 GeoBlackLight para metadados geoespaciais	pág 13

4. RESULTADOS E ANÁLISES

4.1 Atualização da API de geocodificação de endereços	pág 14
4.2 Inserção de novas funcionalidades no Web Editor	pág 16
4.3 Atualização no modelo do banco de dados	pág 17
4.4 Portal Paulicéia 2.0	pág 18
4.5 Organização e disponibilização dos serviços na web	pág 19

5. CONCLUSÕES

5.1 Conclusão	pág 21
---------------------	--------

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Listas de Ilustrações (figuras, tabelas e quadros)

Figura 1 - Funcionamento do geolocalizador de endereços históricos	pág 15
Figura 2 - Tela de edição de conteúdo geográfico no mapa	pág 17
Figura 3 – Modelagem simplificada do banco de dados	pág 18
Figura 4 – Tela principal do portal Paulicéia 2.0	pág 19

Lista de Siglas e Abreviaturas

SIG	System Information Geographic
VGI	Volunteered Geographic Information
API	Application programming interface
WEB	Sistema hipertextual que opera através da internet
GPS	Global Positioning System
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
URL	Uniform Resource Locator
IA	Inteligência Artificial
REST	Representational State Transfer
ECDS	Emory Center for Digital Scholarship
HTTP	HyperText Transfer Protocol
HTML	HyperText Markup Language
CSS	Cascading Style Sheets
SPA	Single Page Application
INDE	Infraestrutura Nacional de Dados Geográficos
SGBD	Sistema Gerenciador de Banco de Dados

Resumo

Este trabalho, iniciado em agosto de 2016 e, posteriormente, renovado em julho de 2017, teve como objetivo realizar estudos, pesquisas e desenvolvimentos relacionados ao setor geoespacial, principalmente vinculado ao tema de geocodificação de endereços em um banco de dados baseado no modelo espaço-temporal. Após muitos estudos e pesquisas, iniciaram as atividades de desenvolvimento relacionados ao tema. Para isso, estabeleceu-se uma parceria com o projeto Pauliceia 2.0, o qual é financiado pela Fapesp e trata-se de desenvolver uma plataforma computacional colaborativa, que disponibilize informações da cidade de São Paulo no período de 1868 a 1940, de forma dinâmica e interativa, com interfaces amigáveis e vinculadas sempre a um vetor espacial no mapa da época.

No primeiro ano desse projeto, foi desenvolvida uma API para a geolocalização de endereços em um banco de dados espaço-temporais, porém esse serviço não estava utilizando os dados reais do projeto Pauliceia. Sendo assim, o intuito da renovação da bolsa, foi dar continuidade ao desenvolvimento desse serviço, agora utilizando dados reais, realizando testes e possíveis modificações no banco de dados criado anteriormente. Além disso, foi colocado em produção a primeira versão do editor web que auxilia os pesquisadores do projeto, na coleta dos dados e organização dessas informações.

Com os dados sendo coletados, sentiu-se a necessidade da criação de um portal web que disponibilizasse as informações referentes à cada coleta realizada, ou seja, disponibilizar na internet características como autor, data, posição, idioma, pesquisas relacionadas, dentre outras informações, de cada conjunto de dados capturados e referente à cidade de São Paulo, no período estudado. Para a criação desse portal, foram iniciados os estudos sobre quais tecnologias deveriam ser utilizadas para a construção. Com isso, o aluno Carlos Alberto Ferreira de Noronha, responsável por esse projeto de Iniciação Científica, fez uma viagem a Universidade de Emory, localizada na cidade de Atlanta (USA), com o propósito de conhecer o ECDS (Emory Center for Digital Scholarship), um centro desenvolvido localizado dentro da universidade, que oferece experiência em consultoria, coordenação de projetos e um espaço com muitas tecnologias para incorporar ferramentas e metodologias digitais em pesquisa, ensino e publicação.

Com essas aplicações em desenvolvimento, observou-se a necessidade de organizá-las em uma nova instância do servidor, desvinculando-se outros projetos. Para isso, foi criada uma máquina virtual Linux, dentro do servidor do INPE, para que pudéssemos armazenar os dados, as aplicações e serviços de maneira segura e escalável. Nessa nova máquina virtual foi instalado: o SGBD PostgreSQL com a extensão espacial PostGis; um servidor para a disponibilização de dados espaciais, chamado Geoserver; as aplicações de geocodificação de endereços, VGI e metadados espaciais; além do Web editor de endereços históricos criado e a plataforma computacional que está sendo desenvolvida pelo projeto Pauliceia 2.0.

1. INTRODUÇÃO

1.1 Introdução

A geocodificação de endereços é uma técnica muito utilizada por sistemas computacionais que manipulam e processam dados geográficos [1]. Alguns exemplos desses sistemas são: OpenStreetMap, Google Maps, TerraView, SPRING, QGIS e aplicações de aparelho de GPS. Apesar da grande importância e utilização dessa técnica, a geocodificação de endereços não é muito encontrada em sistemas que possuem uma base de dados espaço-temporais. Com isto em vista, esse projeto de Iniciação Científica visou estudar os conceitos de geocodificação de endereço para base de dados espaço-temporais. Também foi necessário criar uma aplicação web e desenvolver algoritmos para geocodificação de endereços em diferentes décadas da história de São Paulo, utilizando como teste real, os dados coletados pelos pesquisadores da Universidade Federal de São Paulo, Arquivo do Estado, grupo Hímaco e Universidade Emory (Atlanta), todos vinculados ao projeto Pauliceia, financiado pela FAPESP.

O presente documento descreve como foi realizado os procedimentos relacionados a esse trabalho de Iniciação Científica. Para um melhor entendimento do trabalho, seu desenvolvimento foi dividido em 3 partes, na primeira é descrito os estudos realizados referentes à: banco de dados espaço-temporal, ferramentas SIG em versões web, geocodificação de endereços em uma base de dados espaço-temporal e metadados espaciais, em especial a biblioteca Geoblacklight; na segunda parte, é demonstrado quais as tecnologias e técnicas utilizadas para realizar o objetivo desse projeto; e por fim, será descrito os resultados obtidos, referentes à atualização do web editor de endereços históricos, do modelo de banco de dados e da API para geocodificação de endereços, além da criação do Portal Pauliceia 2.0.

1.2 Objetivo

O objetivo desse projeto de Iniciação Científica foi desenvolver algoritmos para geocodificação de endereços a partir da base histórica do portal Hímaco, que contém informações espaço-temporais de localizações na Cidade de São Paulo. Esses algoritmos deverão ser disponibilizados através de uma interface de programação de aplicações para serviços web, servindo de apoio aos pesquisadores de Ciências Humanas que utilizarão o portal Paulicéia 2.0.

O funcionamento dessa API, está relacionado a captura dos dados informados pelo usuário, tratamento dessa string recebida, filtragem das coordenadas do trecho de rua solicitado e a realização do cálculo que define um ponto aproximado no mapa, referente ao dado inicial informado. Esse processo pode ser feito com um ou vários endereços.

Porém, para que estes algoritmos sejam disponibilizados na web e testados, foi necessário a criação de um web editor de endereços históricos, para a inserção de conteúdo no banco de dados espaço-temporal e do portal web do projeto Pauliceia, o qual terá a função de juntar todos os serviços em um único sistema.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Geocodificação de endereços

Geocodificar é o processo de transformação de uma informação textual em uma representação geográfica. Sendo assim, a geocodificação de endereços é um processo muito utilizado por diversos softwares, que consiste na transformação de um endereço postal (exemplo, nome de rua) em uma coordenada geográfica. Assim, com essas coordenadas, é possível plotá-las em softwares que tratam esses dados e os mostram aos usuários, como geometrias matemáticas [1],[2]. Outra maneira de se formalizar a geocodificação de endereços seria descrevendo, como: “Expressões de posicionamento relativo que relacionam um lugar alvo a um lugar conhecido (ponto de referência), utilizando termos em linguagem natural” [3], como por exemplo, “Igreja central, centro, São José dos Campos - SP”.

A partir desse conhecimento, foi possível iniciar as tentativas de unir a técnica de geocodificação de endereços com o banco de dados baseado em um modelo espaços-temporais, situação não formalizada atualmente. Posteriormente a essas tentativas realizadas no primeiro ano desse projeto, essas técnicas foram testadas com os dados reais do projeto Pauliceia.

2.2 Banco de dados espaço-temporais

Banco de dados espaço-temporais é um modelo de alocação de conteúdo em um banco de dados, no qual leva em consideração a modificação do conteúdo de um dado no decorrer do tempo. [4],[5] Temos como exemplo, os dados do projeto Pauliceia, que são informações da cidade de São Paulo, no período entre 1868 e 1940. Nesse intervalo de tempo as ruas podem ter a mesma geometria, porém ter seu nome alterado com o passar dos anos. A partir disto, a grande dificuldade do projeto está em guardar esses dados de maneira simples e dinâmica, para que outras aplicações possam ler este banco e entendê-los, além de servir como apoio ou base para o desenvolvimento do modelo final do projeto Pauliceia.

2.3 SIG

O termo Sistemas de Informação Geográfica (SIG) é aplicado para sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos. A principal diferença de um SIG para um sistema de informação convencional, é sua capacidade de armazenar tanto os atributos descritivos como as geometrias dos diferentes tipos de dados geográficos. [6] Esses tipos de softwares foram estudados com grande ênfase nesse projeto, partindo do princípio que os sistemas que utilizarão os algoritmos para geocodificação dos endereços serão SIG's.

Deste modo, pode se compreender a finalidade e a importância de um sistema de informação geográfica (GIS). Esses sistemas são responsáveis por sintetizar, armazenar, manipular, pesquisar, editar e visualizar o que está ocorrendo ou ocorreu na superfície da terra.

Os sistemas GIS atuais possuem uma grande demanda no mercado, principalmente em institutos de pesquisa. Sendo assim, existem diversos modelos e plataformas a este respeito no mercado, como: GoogleMaps (<https://maps.google.com.br>), TerraView (<http://www.dpi.inpe.br/terraview>), TerraLib (<http://www.dpi.inpe.br/terralib>), TerraMA² (<http://www.dpi.inpe.br/terrama2>), OpenStreetMaps (<https://www.openstreetmap.org>), dentre outros.

2.4 Metadados geoespaciais

Metadados vem sendo utilizado como pré-requisito para o compartilhamento de informações de um dado na web, tendo em vista, que são definidos como dados que descrevem outros dados, informando suas características, possibilidades e limitações. Já metadados geoespaciais fazem referência a descrição de dados espaciais, como por exemplo, mapas.

Para a organização e padronização desses dados, existem normas e padrões que regem a documentação desses dados, como por exemplo, a INDE (Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais) que é uma ramificação da norma geral ISO19115.[7]

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Algoritmos para a geocodificação de endereços

Como dito anteriormente, a geocodificação de endereços busca encontrar posições espaciais que representam determinados textos informados ao algoritmo. Para a criação da API de geolocalização, foi de grande importância os estudos sobre geometria analítica e dados espaciais. Tendo em vista que sua funcionalidade se resume em: receber um conjunto de dados (nome da rua, bairro, ano de ocorrência e número desejado), tratá-los de maneira compreensiva pela API, processar e buscar os dados correspondentes na base de dados espaço-temporal e, por fim, realizar o cálculo estimado da posição espacial que o usuário deseja.

A criação desse algoritmo foi realizada na linguagem de programação Nodejs, fornecendo os métodos de GET ao usuário. No desenvolvimento, foram utilizados pacotes que auxiliaram na comunicação com o banco e disponibilização como serviço.

Descrevendo os passos que o algoritmo executa, temos:

- 1) Recebimento e validação dos dados, informados pelo usuário.
- 2) Processamento do dado na API e busca dos atributos da rua desejada, de acordo com seu nome e ano de ocorrência.
- 3) Varredura na geometria da rua, com o intuito de encontrar o intervalo de trecho correspondente ao número solicitado.
 - a. Nesse processo, verifica-se a quantidade de pontos que a rua possui e seus respectivos números.
 - b. Ao encontrar e guardar esses pontos, outro algoritmo realiza a busca em cada índice (ponto), verificando se o número pesquisado pelo usuário é menor ou maior que o do índice encontrado.
 - c. Após encontrar o intervalo entre dois pontos, em que o número desejado se encontra, esses valores (latitude, longitude e número) são salvos como o trecho em que a posição espacial irá se enquadrar.

4) No último processo, é realizado o cálculo que informará a posição espacial (latitude e longitude), aproximada, que o usuário deseja.

a. O cálculo, dá-se através de operações aritméticas responsáveis por encontrar um ponto percentual em uma reta.

- i. Encontrar a distância que a reta possui;
- ii. A distância que o ponto desejado possui em relação à reta;
- iii. Cálculo percentual da distância final que o ponto irá ter na reta;

$$\% = \frac{\Delta\text{ponto}}{\Delta\text{reta}}$$

iv. Encontrar a latitude e longitude do ponto.

$X = \text{Latitude};$

$Y = \text{Longitude};$

$P1 = \text{ponto inicial do trecho da reta};$

$P2 = \text{ponto final do trecho da reta};$

$$X = \Delta Px \cdot (\%) + PXo \quad Y = \Delta Py \cdot (\%) + PYo$$

3.2 Dados espaciais

Para a criação do Web editor de endereços históricos do portal para a visualização dos dados do projeto Pauliceia e da API de geocodificação de endereços, fez-se necessário a utilização de dados espaciais, ou seja, as linhas, pontos, polígonos, dentre outros. Esses tipos de dados são extremamente importantes, tendo em vista que eles possibilitam a inserção e visualização das coordenadas (latitude e longitude) de cada ponto, seja ele único ou responsável por formar uma linha ou polígono. Dentre os tipos de dados espaciais os mais utilizados são:

- 1) Point: (latitude longitude) = (0 1)
- 2) MultiPoint: (latitude longitude), (latitude longitude) = (0 1), (1 3)
- 3) LineString: ((latitude longitude, latitude longitude)) = ((1 1, 2 2))
- 4) MultiLineString: ((linestring), (linestring)) = ((1 1, 2 2), (5 6, 1 2))
- 5) Polygon: ((point, point, point, point_Inicial)) = ((0 0, 0 1, 1 1, 0 0))

6) MultiPolygon: ((polygon), (polygon))

No desenvolvimento das aplicações desse trabalho, representamos as ruas como linhas, os eventos ou acontecimentos, como pontos e os edifícios como polígonos. E para que esses dados possam ser guardados de maneira usual, foi utilizado o banco de dados Postgresql e sua extensão espacial, chamada Postgis. Essa extensão é programada para conseguir trabalhar com esses tipos de dados citados.

3.3 Ferramentas web SIG

O conceito de SIG na web foi utilizado tanto no desenvolvimento do portal web de edição de conteúdos geográficos, quanto na criação do portal principal para a visualização do dados do projeto Pauliceia 2.0.

O objetivo do Web editor de endereços históricos, é fornecer aos pesquisadores do projeto Pauliceia uma ferramenta que disponibilize funções de inserção de dados espaciais no banco de dados criado. Esses dados podem ter atributos alocados em diferentes tabelas da base, relacionando-se entre si. Além disso, o portal de edição possibilita que os usuários insiram informações simultaneamente, tendo em vista que está alocado em um servidor na web, ou seja, os usuários podem editar o mesmo mapa, sem que precise que o outro termine seu trabalho.

O portal foi desenvolvido nas linguagens web em seu front-end e na linguagem PHP no seu back-end, além disso conta com mapas fixos, alocados em serviços de terceiros na web (OpenStreetMap, Google) ou alocados no servidor (Geoserver), local criado para o projeto.

Já o portal principal do Projeto Pauliceia tem como objetivo: juntar todas as aplicações e serviços desenvolvidos pelos integrantes do grupo em um único sistema web; disponibilizar ferramentas para a visualização dos dados de maneira interativa e dinâmica, além de controlar e promover o mapeamento colaborativo entre estudantes e pesquisadores interessados.

O sistema web principal, citado acima, tem seu front-end desenvolvido em cima do conceito de SPA, ou seja, aplicações de página única, no qual não necessitam de um novo carregamento de página ao realizar uma tarefa, deixando o sistema SIG mais interativo e rápido. Ambos os portais web desenvolvidos utilizam a biblioteca OpenLayers, em sua versão 4, para a disponibilização e interação com os mapas.

3.4 GeoBlackLight para metadados geoespaciais

Outro propósito desse trabalho foi iniciar os estudos sobre metadados espaciais e começar a desenvolver uma plataforma que vise a exposição dos metadados de maneira organizada e intuitiva. Partindo desse princípio, os trabalhos foram iniciados utilizando os dados iniciais do projeto Pauliceia. Ao iniciar os estudos, um dos parceiros do projeto financiado pela Fapesp, a Universidade Emory, nos apresentou com grande motivação uma biblioteca chamada GeoBlackLight, responsável por fazer o que estávamos precisando.

Com isso, as pesquisas sobre a biblioteca opensource apresentada foi iniciada e, assim, descobriu-se alguns pontos que levaram os integrantes desse projeto a investir seu tempo, dentre as vantagens, temos: a biblioteca é desenvolvida pela comunidade, é gratuita, feita em uma linguagem de alto nível, com possibilidade de expansão e bem flexível, no que diz respeito a mudança de design. Com essas conclusões identificadas, o aluno Carlos Alberto, autor desse projeto, foi convidado a participar de reuniões sobre essa nova tecnologia na Universidade Emory, localizada em Atlanta (USA).

A viagem teve uma duração de 8 dias, realizada no mês de dezembro de 2017 e proporcionou ao aluno muito conhecimento e experiência no âmbito tecnológico. Auxiliado por professores e integrantes do ECDS (Emory Center for Digital Scholarship), localizado dentro na universidade, foi possível realizar algumas reuniões com especialistas de outros projetos parecidos com esse, como o ATLMAPS (<https://atlmaps.org/>). Além disso, o aluno teve um conhecimento mais aprofundado com profissionais que estão utilizando em produção a biblioteca geoblacklight (<http://geoblacklight.org/>).

4. RESULTADOS E ANÁLISES

4.1 Atualização da API de geocodificação de endereços

A API de geocodificação de endereços desenvolvida no primeiro ano desse projeto, sofreu algumas alterações devido a não compatibilidade com os dados do projeto Pauliceia 2.0, o qual foi uma parceria desenvolvida no decorrer do projeto para que possamos testar e validar os serviços criados nessa pesquisa de Iniciação Científica.

Para que essas novas implementações fossem bem-sucedidas, juntamos um pouco de nossa pesquisa com o aluno Gabriel Sansigolo, aluno de mestrado/CAPES do INPE, cujo tema também é a criação de uma API que realize a geocodificação de endereços em um banco de dados no modelo espaço-temporal. Por esse motivo, unimos nossa aplicação de geocodificação em apenas uma, mais organizada e, principalmente, mais funcional.

O resultado dessa junção foi uma API que realiza a geocodificação de endereços baseada nas informações que estão armazenadas em um banco de dados espaço-temporal, ou seja, um serviço web recebe uma URL como parâmetro e devolve uma coordenada espacial no mapa de São Paulo dentro do período de 1868 a 1940. Esses algoritmos criados e atualizados foram desenvolvidos na linguagem NodeJs e estão disponíveis através do link: <https://github.com/Pauliceia/GeocodingAPI>. A seguir, tem-se uma exemplificação do funcionamento do serviço.

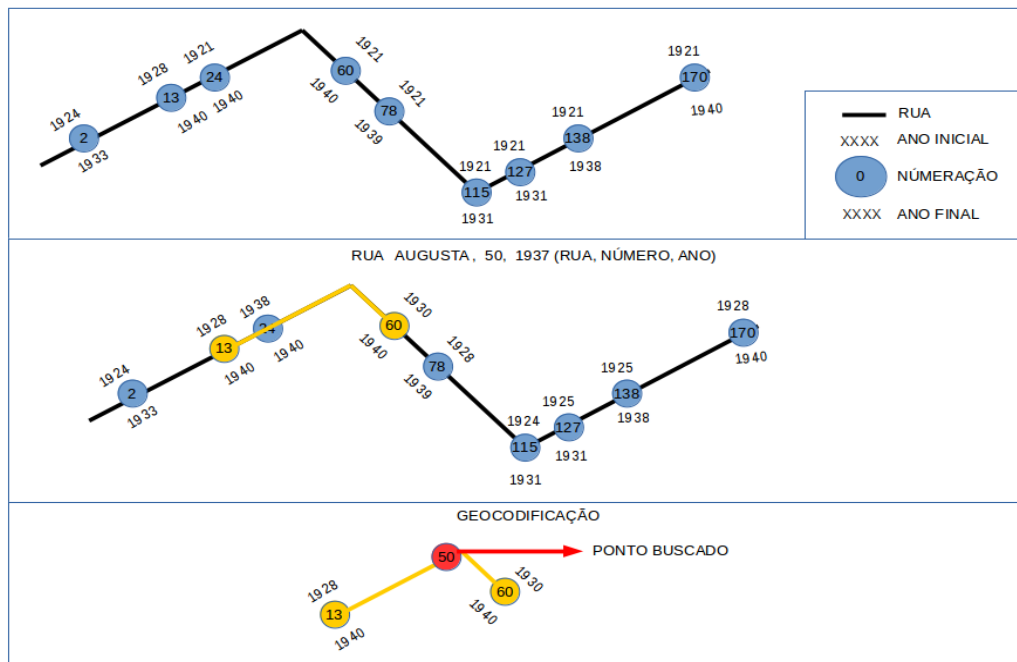


Figura 1: Funcionamento do geolocalizador de endereços históricos.

O geolocalizador representado na figura 1, recebe como parâmetro, via URL, as seguintes informações: o nome de uma rua, um ano e o número que deseja ser encontrado no mapa. Com esses dados coletados, a API busca, inicialmente, a rua no banco de dados do projeto e os pontos conhecidos relacionados a ela. Tanto a rua, quanto os pontos, precisam ter existido no mesmo ano pesquisado pelo usuário. Ao encontrar a rua desejada, o algoritmo pega um trecho de rua, no qual o ponto estaria, esse trecho é capturado através das numerações dos pontos conhecidos, ou seja, é selecionado o ponto que possui a numeração menor e mais próxima da desejada e o ponto que possui a numeração maior e mais próxima do que foi pesquisado pelo usuário. Com esse trecho de rua conhecido e suas respectivas numerações, o serviço realiza um cálculo matemático, baseado nos estudos de geometria analítica, para encontrar percentualmente o local espacial do endereço desejado pelo usuário.

No decorrer do projeto, tem-se a necessidade de organizar novas funcionalidades dentro da API, que extrapole as informações do banco, utilizando conceitos de IA (Inteligência Artificial), por exemplo, possibilitando que o software identifique um ponto em ruas que não existem numerações conhecidas.

4.2 Inserção de novas funcionalidades no Web Editor

O Web editor de endereços históricos criado anteriormente e que estava em sua versão beta, teve novas implementações e sua primeira versão estável foi lançada no servidor e disponibilizada aos pesquisadores do projeto Pauliceia 2.0. Logo em sua versão beta, o portal, que tem seu back-end desenvolvido na linguagem PHP, foi bem aceito pelos pesquisadores que estavam testando, porém, solicitaram algumas correções de erros e, principalmente, algumas novas funcionalidades no editor, com o intuito de facilitar cada vez mais o trabalho dos usuários que estão coletando e inserindo as informações no banco de dados.

Dentre as correções e novas implementações sugeridas, quase todas foram feitas e as que não foram, foi porque em reuniões realizadas com os próprios testadores, eles acreditaram que as modificações não seriam de extrema importância naquele momento, como por exemplo, o editor ter versão em outros idiomas e realizar a vetorização de ruas pelo próprio editor e não por softwares de terceiros.

Com as implementações realizadas de maneira correta, o software pode ter sua primeira versão no servidor de produção e atualmente pode ser considerada estável, tendo em vista o número baixo de reclamações e de solicitações para possíveis modificações.

Essa nova versão conta com uma interface desenvolvida em HTML5, CSS3 e Javascript e organizada em dois níveis de usuários: o administrador, responsável pelo controle de usuários, e o editor, responsável pela inserção, edição e exclusão das informações espaciais no banco de dados do projeto. Abaixo, é possível visualizar uma das telas do editor web.

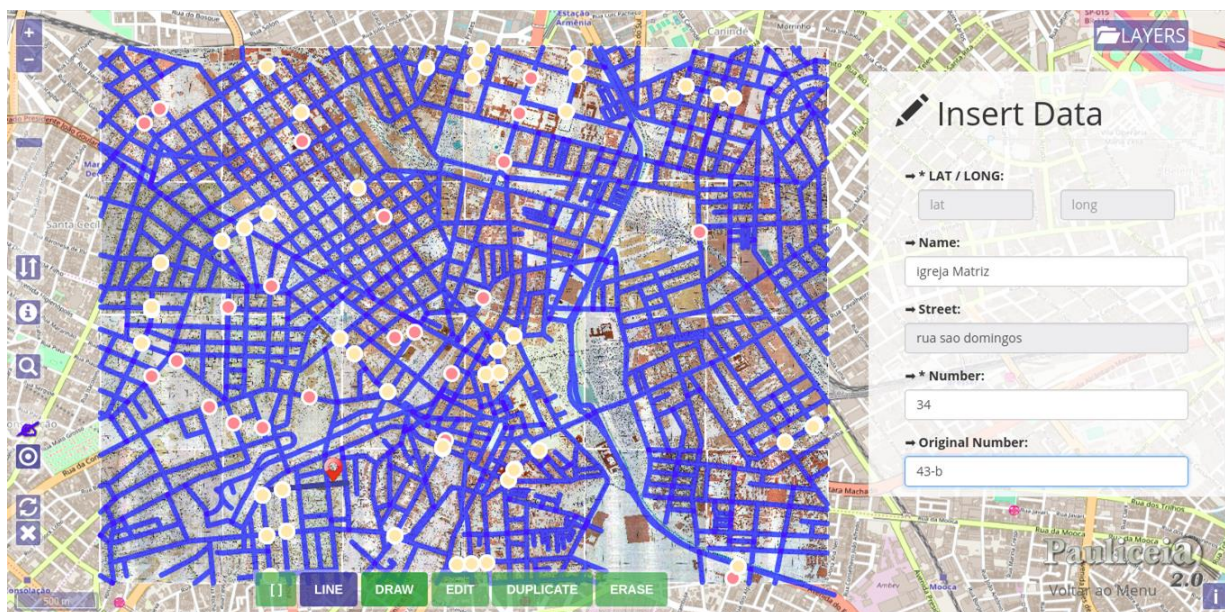


Figura 2: Tela de edição de conteúdo geográfico no mapa

Na figura 2, verifica-se a interface de edição de dados espaciais do web editor, na qual o usuário pode adicionar, buscar, remover ou alterar uma determinada informação de acordo com o período desejado, ou seja, o ano no qual o ponto ou a rua tenha existido. Esse portal tem seu código fonte disponibilizado no github, no link: <https://github.com/Pauliceia/edit>.

4.3 Atualização no modelo do banco de dados

A partir das atualizações realizadas na API de geocodificação de endereços e no editor web de endereços históricos, ambos apresentados anteriormente, fez-se necessário uma nova modelagem no banco de dados que estava sendo utilizado. Vale lembrar que essa modelagem ainda não será a oficial do projeto Pauliceia, porém é suficiente para os novos testes que estão sendo implementados.

Podemos visualizar abaixo, a nova modelagem criada, de acordo com as necessidades do serviço de geocodificação. Esse novo modelo é o que está no servidor do projeto, até que a modelagem oficial e completa do Pauliceia seja desenvolvida.

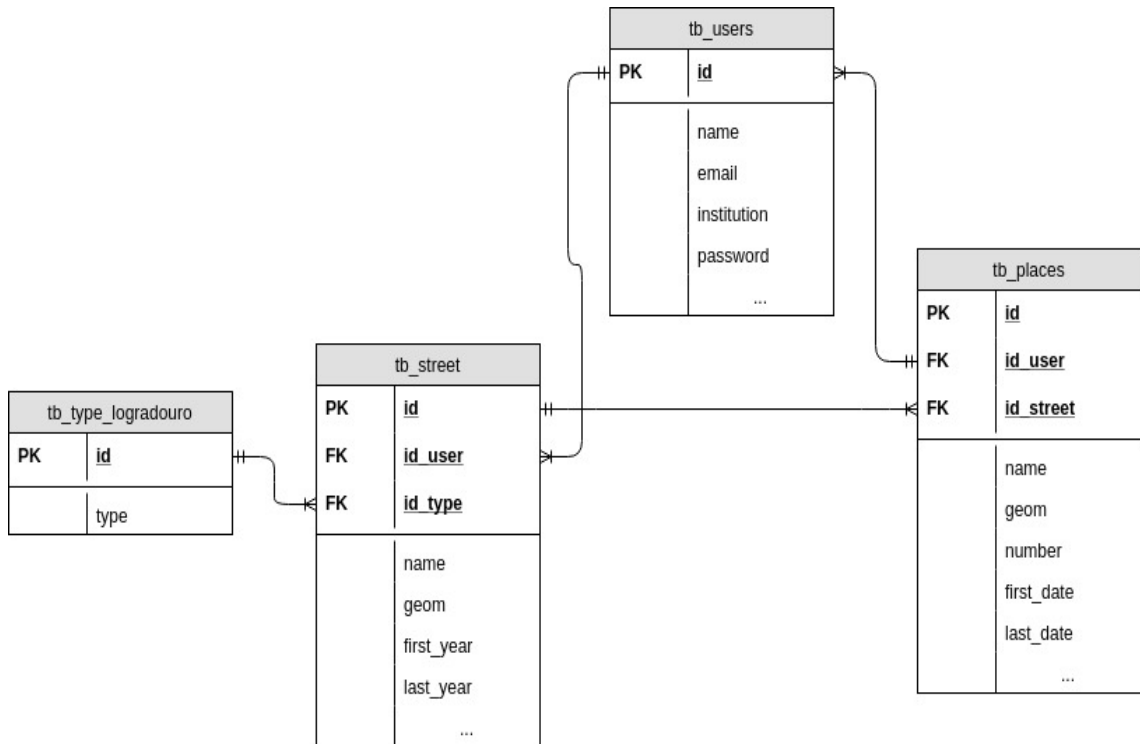


Figura 3: Modelagem simplificada do banco de dados.

Observa-se na figura 3 que a modelagem satisfaz inicialmente o conceito de espaço-temporal, algumas representativas disso são os campos de data inicial e final, nas tabelas de 'places' e 'street', ou seja, cada dado possui sua posição espacial e um determinado tempo relacionado a ele.

4.4 Portal Paulicéia 2.0

Com as aplicações de geocodificação de endereços históricos, VGI e banco de dados em suas versões de teste, foi dado início ao desenvolvimento do portal Paulicéia 2.0, o qual tem como objetivo unir todas os serviços criados e disponibilizá-los aos pesquisadores do projeto, de forma amigável e intuitiva.

O portal conta com um design limpo e uma interface dividida em dois grandes setores, sendo eles: o 'explore', referente a apresentação e modificações dos mapas do projeto, e a 'dashboard', destinada aos usuários cadastrados do sistema. Nesse segundo setor, é possível gerenciar os atributos e referências dos mapas, os

usuários, as tags e outras funcionalidades relacionadas a importação de dados na plataforma.

O software Paulicéia 2.0, foi desenvolvido em cima do framework Vue.js, uma biblioteca criada em JavaScript, que auxilia na criação de páginas dinâmicas na web. A partir dele, está sendo possível cumprir com os requisitos propostos pela equipe do projeto, dentre os principais, temos: a possibilidade de fazer uma upload de um mapa; a visualização de diferentes mapas sobrepostos; a geocodificação de um endereço, no período estudado pelo projeto; a edição de vetor que está em uma camada que compõe o mapa e o download de camadas inseridas por outro usuário.



Figura 4: Tela principal do portal Paulicéia 2.0.

Na figura 4, observa-se a página principal da plataforma, no qual será exibido as camadas desejadas, possibilitando a edição e complementação do mapa visualizada, através das funcionalidades implementadas pela equipe do projeto Paulicéia, juntamente com o integrante desse projeto de Iniciação científica.

4.5 Organização e disponibilização dos serviços na web

Outro ponto muito importante a ser citado, é a criação e organização de um servidor para o projeto. Nessa perspectiva, foi iniciada uma máquina virtual, hospedada em

um dos servidores do INPE, que roda um sistema operacional Linux. Essa instância está sendo configurada de acordo com as necessidades das aplicações do Pauliceia em containers, usando a tecnologia Docker, pelo integrante desse projeto de Iniciação Científica.

A máquina virtual foi apontada para o DNS: www.pauliceia.dpi.inpe.br, assim, foi possível rotear as aplicações e serviços de maneira intuitiva, ou seja, para que um usuário acesse o Web editor criado, deverá entrar no link citado acima com o acréscimo de um '/edit' em sua URL, caso queira acessar a documentação da API de geolocalização, deverá adicionar '/docs/geocoding' e, assim, sucessivamente.

Esse servidor teve apenas duas portas liberadas, por motivos de segurança e organização. Essas portas são relacionadas ao banco de dados postgresql e ao servidor HTTP, chamado NGINX, o qual tem a função de orquestrador de rotas.

5. CONCLUSÃO

5.1 Conclusão

Com o desenvolvimento da API de geocodificação de endereços, do Web editor de endereços históricos e o início da criação portal web SIG para o projeto Pauliceia, foi possível compreender a grande dificuldade de se desenvolver sistemas de informações geográficas baseados no modelo espaço-temporal, tendo em vista que essas dificuldades não são referentes apenas à tecnologia, mas também a dificuldade de encontrar um padrão para dados históricos, tendo que trabalhar, assim, com inúmeras variáveis e possibilidades.

Mas, em meio a tantas tecnologias vivenciadas atualmente, essas dificuldades vêm sendo sanadas ao decorrer dos anos. A disponibilização de informações geográficas em dispositivos tecnológicos, já é algo difundido e usado por diferentes órgãos, pessoas ou organizações do mundo. Contudo, a disponibilização desses dados de maneira voluntária e, principalmente, voltado a dados históricos, como foi o que esse projeto de Iniciação Científica se propôs a ajudar, é um trabalho atual e inovador, podendo ajudar e, principalmente, entender de forma clara as modificações ocorridas no território mundial até o presente momento.

Dessa forma, com as considerações e análises feitas, foi possível inovar, criando uma ferramenta para edição de conteúdo geográfico de diferentes dados históricos, utilizando os conceitos de VGI, juntamente com a criação da API, que poderá servir de base para trabalhos futuros.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Skaba D. A, 2009 - **Metodologias de Geocodificação dos Dados da Saúde** – Fundação Oswaldo Cruz.
2. Martins D, Junior C. A. D, Fonseca F. T, 2012 - **Geocodificação de endereços urbanos com indicação de qualidade.**
3. Delboni, T.M., Borges, K.A.V., Laender, A.H.F. and Davis Jr., C.A. (2007). **Semantic Expansion of Geographic Web Queries Based on Natural Language Positioning Expressions.**
4. Dias T. L, Câmara G., Junior C. A. D, 2005 - **Modelos Espaço-temporais (banco de dados geográficos)** – INPE.
5. Queiroz G. R., Ferreira K. R., 2006 - **Tutorial sobre Banco de Dados Geográficos** – GeoBrasil 2006.
6. Ferreira N. C, 2006 - **Sistema de Informações Geográficas** - Centro Federal de Educação Tecnológica de Goiás.
7. INDE Metadados – **OS METADADOS GEOESPACIAIS** (<http://www.metadados.inde.gov.br/geonetwork/srv/por/main.home>), acessado em: 30/06/2018.
8. Zanona R. C, Peterossi H. G, Brandão J. A, 2013 - **Crowdsourcing: cenário, aplicação e seus desdobramentos** - Centro Estadual de Educação e Tecnológica Paula Souza
9. Budig B, Dijk T. C. V, Feitsch F, 2016 - **Polygon Consensus: Smart Crowdsourcing for Extractin Building Footprints from Historical Maps** - Universität Würzburg