

Projeta Visual: uma app Shiny para visualização de dados climáticos para o pacote EtaModelCC

Tiago Luiz Bugone Seben¹

Resumo: Os dados das mudanças climáticas fornecidos pelo CPTEC/INPE, através do pacote EtaModelCC, podem ser acessados por qualquer pessoa. Porém, para interagir com o pacote, é necessário ter conhecimento na linguagem R e saber executar os comandos por linha de comando. Com isso, este artigo apresenta o aplicativo Projeta Visual, que objetiva simplificar o uso do EtaModelCC e o acesso a esses dados para os usuários, através de uma interface Shiny, providenciando a geração tabelas, gráficos e mapas que podem ser acessados e baixados a qualquer momento.

Palavras-chave: Aplicações Web, EtaModelCC, Previsões Climáticas, Projeta Visual.

Abstract: *Climate change data provided by CPTEC/INPE, through the EtaModelCC package, can be accessed by anyone. However, to interact with the package, it is necessary to have knowledge in the R language and to know how to execute commands on the command line. With that, this paper presents the Projeta Visual application, which aims to simplify the use of EtaModelCC and the access to that data for users, through a Shiny interface, providing the generation of tables, graphs and maps that can be accessed and downloaded at any time.*

Keywords: *Climate forecast, EtaModelCC, Projeta Visual, Web Applications.*

1 Introdução

O pacote EtaModelCC (Dezordi et al., 2018) foi implementado na linguagem R (The R Foundation, 2016) e criado com o objetivo de facilitar o acesso aos dados de mudanças climáticas gerados pelo CPTEC (Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos) do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), e disponibilizados pela plataforma PROJETA (Projeções Climáticas Regionalizadas Pelo Modelo ETA) (Hölbjg et al., 2018). Visando possibilitar que os usuários da linguagem R operem esses dados em seus sistemas e simulações.

A plataforma PROJETA tem como principal objetivo automatizar o acesso ao conjunto de dados dos cenários de mudanças climáticas, referentes a projeções baseadas em modelos, gerados pelo CPTEC/INPE (Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos/Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). A plataforma reduz o tempo de espera do usuário para ter acesso a esses dados, pois o processo de tratamento e conversão de dados que antes era feito de forma complexa e manual, agora é automatizado utilizando a plataforma web ou a API (Application Programming Interface). Os dados de previsões climáticas abrangem 38 variáveis para um período histórico e futuro entre os anos de 1960 a 2100. Com a API, o usuário pode acessar os dados das previsões climáticas em determinadas frequências (horária, diária ou mensal). Esses dados podem ser gerados em diferentes formatos, como por exemplo, CSV, JSON, XML, Geotiff e binário.

O Projeta Visual surgiu através da necessidade de disponibilizar o pacote EtaModelCC para usuários que não tem familiaridade com o uso das funções R através da linha de comando, então, como alternativa foi desenvolvido um aplicativo shiny (Chang et al., 2020), que possibilita o acesso aos dados climáticos de maneira simples e intuitiva, transformando as funções do pacote em uma interface gráfica, onde o usuário pode definir variáveis e escolher métodos para consulta e receberá os dados instantaneamente através da API

¹ Graduando em Ciência da Computação, UPF, Campus 1 - BR 285 - Passo Fundo (RS) - Brasil
{165725@upf.br}

do CPTEC/INPE. Desta forma, o Projeta Visual tem como objetivo dar continuidade ao desenvolvimento do pacote EtaModelCC, com o aplicativo shiny, utilizando exemplos de outros pacotes, como o Bibliometrix, com o Biblioshiny e o Esquisse.

2 Visualização de dados e ferramentas

Para o desenvolvimento do aplicativo shiny do Projeta Visual, foram utilizados como referência outros pacotes, sendo os principais o Bibliometrix (Aria & Cuccurullo, 2017) com o Biblioshiny e o Esquisse (Meyer & Perrier, 2020).

Bibliometrix é uma ferramenta open source, desenvolvida utilizando a linguagem R, para pesquisa quantitativa e bibliometria. Ele obtém dados das principais bases de dados bibliográficas, como a SCOPUS, WoS (Clarivate Analytics Web of Science) e a CDRS (Cochrane Database of Systematic Reviews). Possui 3 fases principais de análise: Importação e conversão, análise bibliométrica e construção de matrizes. Na sua versão 2.0 foi introduzido o Biblioshiny, desenvolvido para facilitar o uso da ferramenta para usuários que não tem conhecimento no desenvolvimento de códigos ou na linguagem R. Sua tela principal é apresentada na Fig. 1.



Figura 1. Tela principal do pacote Biblioshiny

Esquisse é uma ferramenta Shiny open source para exploração de dados utilizando o pacote de visualização ggplot2 (Wickham, 2016), com ele é possível criar gráficos interativos sem a necessidade de saber escrever códigos em R, o usuário precisa apenas selecionar e/ou arrastar as opções desejadas e o gráfico é moldado na tela. Sua tela principal é mostrada na Fig. 2.



Figura 2. Tela principal do pacote Esquisse

3 Projeta Visual: app shiny para visualização de dados climáticos

O Projeta Visual é uma interface gráfica, desenvolvida utilizando a linguagem R e Shiny, com o intuito de facilitar o uso do pacote EtaModelICC. Sua principais funcionalidades para a manipulação dos dados climáticos são:

- Seleção da localização por diferentes meios, como coordenadas, cidade, polígono ou shapefile.
- Requisição dos dados, com diferentes tipos de opções, cenário climático, variável e frequência.
- Visualização dos dados em gráfico, tabela ou mapa.
- Download do dataset em csv, e do plot e mapa em png.

Para o desenvolvimento do aplicativo Shiny do Projeta Visual foram utilizadas as ferramentas descritas a seguir:

- **Linguagem R:** R é uma linguagem open source desenvolvida por Ross Ihaka e Robert Gentleman no departamento de Estatística da universidade de Auckland, na Nova Zelândia. É muito utilizada por estatísticos, cientistas e cientistas de dados (R Core Team, 2020). A linguagem R fornece aos seus usuários uma grande variedade de pacotes, através do Comprehensive R Archive Network (CRAN), e estes pacotes estendem as funcionalidades da linguagem R de acordo com definições importantes para contextualização de pacotes R (Leisch, 2009).
- **Shiny:** O Shiny é um pacote R que facilita a criação de aplicativos web interativos (Chang et. al, 2020). Com ele é possível hospedar aplicativos independentes em uma página da Web ou incorporá-los em documentos R ou criar painéis. E também existe a possibilidade de ampliar aplicativos Shiny com temas de CSS, htmlwidgets e JavaScript.
- **Leaflet for R:** O Leaflet é uma biblioteca javascript open source desenvolvida por Vladimir Agafonkin. Ela é utilizada para criação de mapas interativos com foco em desempenho, simplicidade e usabilidade (Agafonkin, 2010), a versão para R foi desenvolvida para facilitar a integração e uso desta ferramenta em aplicações que utilizam a linguagem R (RStudio Team, 2020).

Outros pacotes: além destes três ferramentas principais, utilizou-se para a elaboração da app shiny os seguintes pacotes R:

- ggplot2, para a geração dos gráficos.
- ShinyFiles, para a navegação e seleção dos arquivos do sistema.
- Mapview, para gerar a imagem do mapa leaflet.
- ShinyWidgets, para alguns botões.
- Jsonlite, para a interação com a API.
- ShinyBS.

3.1 Arquitetura do Sistema de Visualização

Na arquitetura do Projeta Visual, como apresentado na Fig. 3, a partir das configurações definidas pelo usuário, o app utiliza funções do EtaModelCC para a comunicação com a API do CPTEC/INPE, que retorna os dados climáticos que são mostrados na interface na forma de tabela, gráfico e mapa.

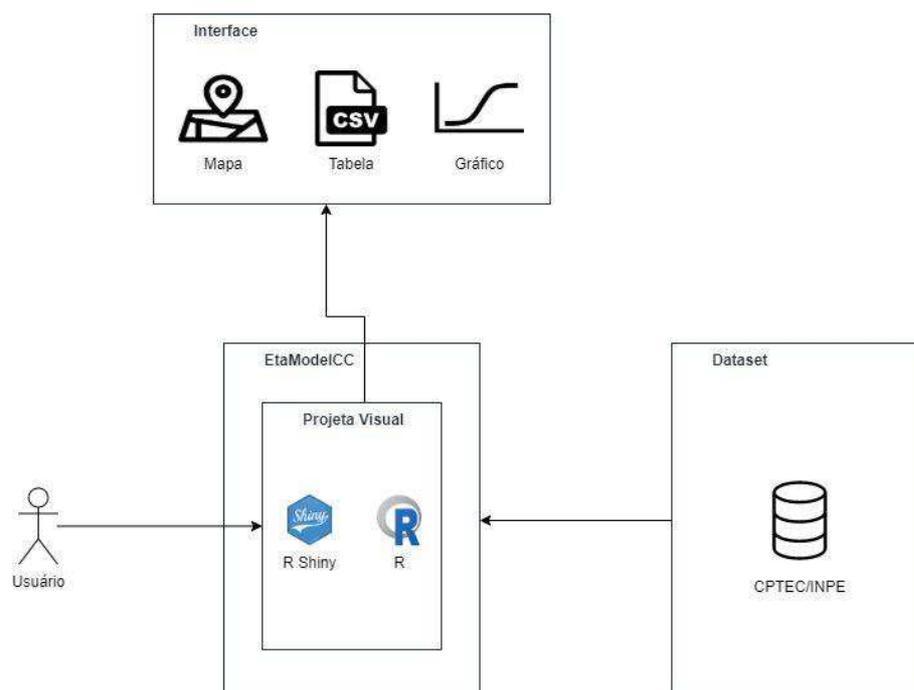


Figura 3. Arquitetura do Projeto Visual

3.2 Funcionalidades do sistema

O Projeto Visual pode ser executado através da função `ProjetaVisual()` do pacote `EtaModelCC`. Ao executá-lo, o usuário irá ver 3 abas principais: aba “Welcome” onde é explicado o que é o App, a aba “Explore Data” concentra as funcionalidades principais da app, é onde podem ser realizadas as consultas, e a aba “About”, que fala sobre o Projeto, sobre os “Models”, que são os cenários climáticos gerados pelo modelo Eta e os “RCPs”, que são cenários de concentração de gás do efeito estufa.

Na aba “Explore Data”, que pode ser vista na Fig. 4, o usuário pode fazer as consultas climáticas, para isso existem 3 variáveis fixas, “Climate Scenary”, “Variable” e “Frequency”, as frequências podem ser relatadas a cada 3 horas, “Hourly”, diariamente, “Daily”, mensalmente, “Monthly” ou anualmente, “Yearly”. Todas as variáveis são recebidas através da API do INPE e disponibilizadas para o usuário em uma lista para selecionar o que desejar. Após isso, é possível escolher um dos quatro métodos de consulta, que são “Coordinate”, “City”, “Polygon” e “Shapefile”. As consultas utilizam funções do pacote `EtaModelCC`, que retornam os dados para o usuário através da API do CPTEC/INPE.

The screenshot shows the 'Explore Data' interface of Projeta Visual. On the left, there is a configuration panel with the following sections:

- Climate Scenario:** A dropdown menu showing '20 km, RCP4.5, continental, MIROC5'.
- Variable:** A dropdown menu showing 'TP2M - Temperatura do ar a 2 m'.
- Frequency:** A dropdown menu showing 'YEARLY'.
- Make a choice:** Four buttons: 'Coordinate' (disabled), 'City' (active), 'Polygon' (disabled), and 'Shapefile' (disabled).
- Initial year:** A text input field containing '2006'.
- Final year:** A text input field containing '2015'.
- City:** A dropdown menu showing 'Passo Fundo - RS'.
- Send request:** A button with a download icon.

At the bottom of the configuration panel, there is a disclaimer: 'The data provided by this platform cannot be used for commercial purposes. In no case can CPTEC/INPE be held liable for damages arising from the use of this data. projeta.cptec.inpe.br'.

On the right, there is a data display panel with the following elements:

- Dataset:** A button with a grid icon.
- Plot:** A button with a line graph icon.
- Map:** A button with a map icon.
- Show 10 entries:** A dropdown menu showing '10'.
- Table:** A table with 10 rows and 2 columns: 'Date' and 'Value'.
- Showing 1 to 10 of 10 entries:** A text label.
- Download csv:** A button with a download icon.

	Date	Value
1	2006	15.1026306152344
2	2007	15.7372426986694
3	2008	15.5500679016113
4	2009	16.1214752197266
5	2010	15.5250234603882
6	2011	15.9087476730347
7	2012	16.0213642120361
8	2013	15.5427703857422
9	2014	16.1496963500977
10	2015	15.5322017669678

Figura 4. Aba “Explore Data” do Projeta Visual

No método “Coordinate”, o usuário informa uma latitude e uma longitude, e também um ano inicial e final, dentro dos limites definidos no pacote EtaModelCC e após preencher tudo, pode enviar a requisição, na qual chamará a função `getClimateData()` que retornará os dados climáticos, que serão transformados em uma tabela, um gráfico e um mapa para a confirmação da localização escolhida. O método “City” é muito parecido com o “Coordinate”, também precisa de um ano inicial e final, porém na pesquisa, a localização é uma cidade que pode ser selecionada em uma lista ou digitada e a requisição é feita da mesma maneira.

Para o método “Polygon”, é necessário informar um ano para a consulta, e a localização pode ser selecionada através de um botão “Map”, que abre uma janela com um mapa gerado pelo pacote Leaflet, como é apresentado na Figura 5, e nele o usuário pode desenhar um polígono no local desejado, após desenhar e dar “Ok”, o desenho é transformado em 4 coordenadas, latitude norte e sul, longitude leste e oeste, essas coordenadas são mostradas na tela para a confirmação, após isso, o usuário pode enviar a requisição, que utilizará a função `getClimateDataPontos()` do EtaModelCC e retornará os dados que serão convertidos para uma tabela.

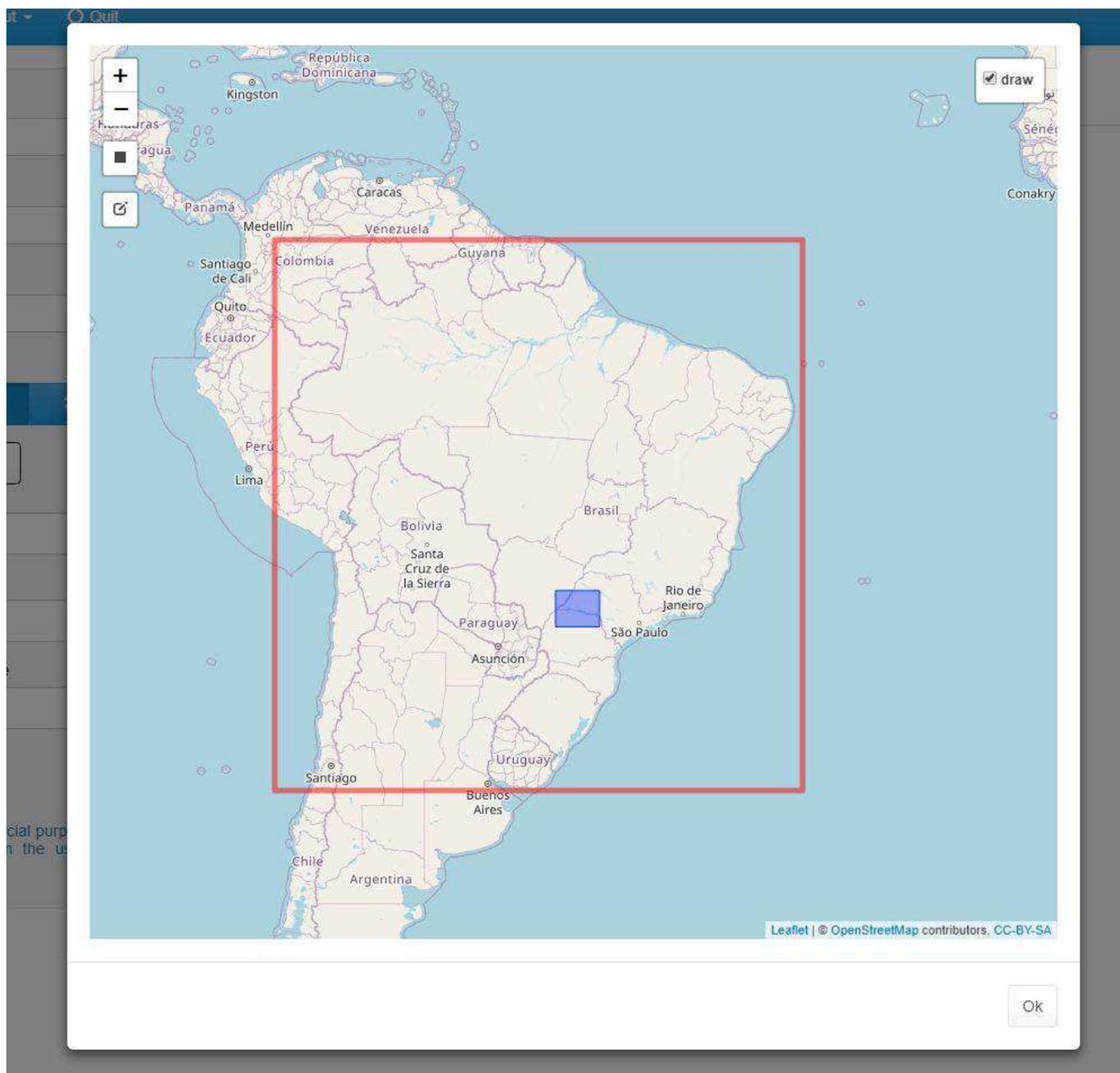


Figura 5. Seleção das coordenadas do polígono no mapa

No método “Shapefile”, o usuário também escolhe um ano, e então, pode usar o botão “Choose a file”, que abrirá uma tela com os arquivos de seu sistema, mostrada na Fig. 6, onde poderá navegar até a localização de seu Shapefile, e após selecionar o mesmo, o Projeta Visual remove a extensão, pois, para a consulta é necessário somente o nome e o caminho do arquivo e então às 4 coordenadas, latitude norte e sul, longitude leste e oeste, são buscadas dentro de um campo do Shapefile, o bbox, e mostradas na tela, juntamente com um mapa gerado para a confirmação da localização. Ao enviar a requisição, o app retorna os dados climáticos a partir das coordenadas, gerando uma tabela com os mesmos.

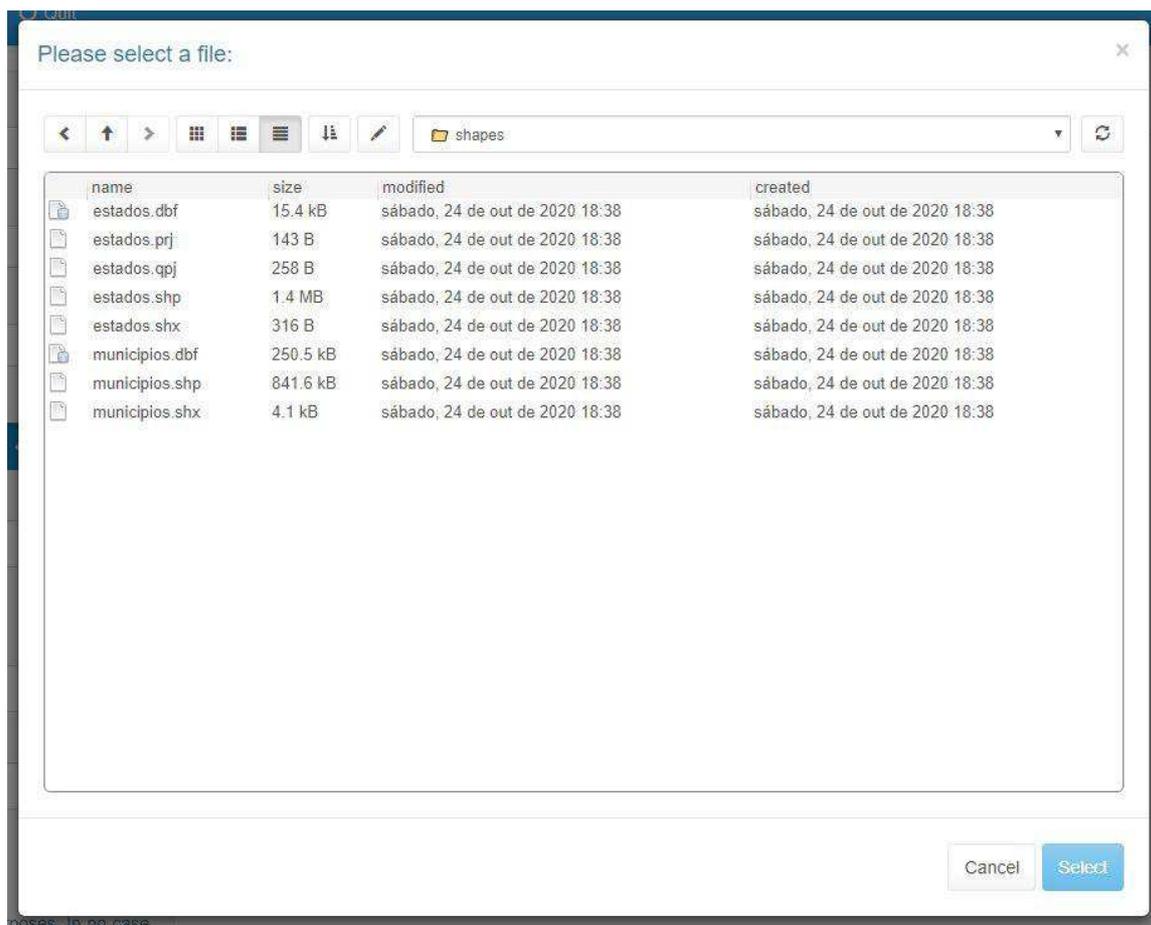


Figura 6. Seleção de arquivos do método “Shapefile”.

Em todos os métodos de consulta, na aba da tabela do dataset, com um exemplo representado na Fig. 7, o usuário pode baixar os dados no formato csv.

	Date	Value
1	2006	15.1026306152344
2	2007	15.7372426986694
3	2008	15.5500679016113
4	2009	16.1214752197266
5	2010	15.5250234603882
6	2011	15.9087476730347
7	2012	16.0213642120361
8	2013	15.5427703857422
9	2014	16.1496963500977
10	2015	15.5322017669678

Showing 1 to 10 of 10 entries

Download csv

Figura 7. Exemplo de visualização do dataset para Passo Fundo - RS, do ano de 2006 a 2015.

Já o gráfico, Fig. 8, é gerado utilizando o pacote ggplot2, utilizando o intervalo de datas escolhido pelo usuário no eixo x, e a variável (temperatura do ar a 2m no exemplo) no eixo y. O usuário pode baixar a imagem do gráfico em formato png.

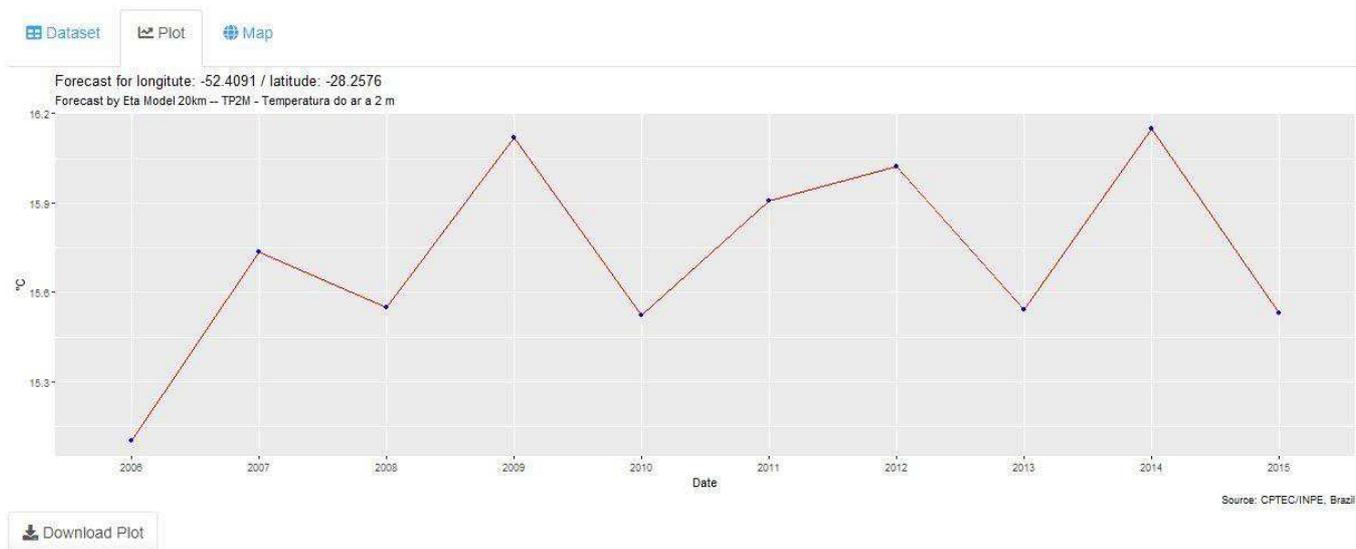


Figura 8. Visualização do gráfico para a cidade de Passo Fundo - RS, do ano de 2006 a 2015.

O mapa, Fig. 9, é gerado utilizando o pacote Leaflet for R, e serve principalmente para confirmação da localização escolhida pelo usuário, principalmente nos métodos de requisição que utilizam coordenadas, pois é possível ver no mapa exatamente onde estão essas coordenadas.

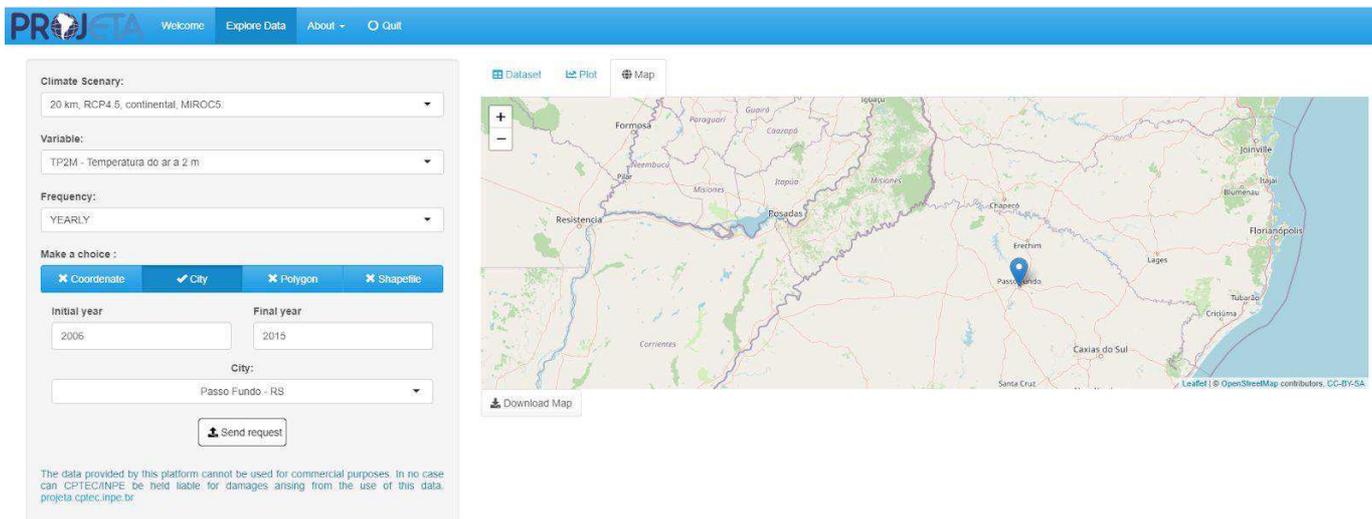


Figura 9. Mapa para confirmação do local escolhido.

4 Conclusão e Trabalhos Futuros

O objetivo principal para o desenvolvimento do Projeta Visual foi facilitar o uso do pacote EtaModelCC para usuários sem conhecimento em linguagem R. Com o desenvolvimento do aplicativo, a interface apresenta vários métodos para simplificar o uso das funções do pacote, permitindo que usuários sem conhecimento em R, consigam fazer requisições e ter acessos aos dados climáticos facilmente e rapidamente.

O Projeta Visual foi desenvolvido utilizando tecnologias muito conhecidas no meio científico, como o R e Shiny, as quais foram escolhidas para desenvolver esse projeto por integrarem de maneira completa com o pacote EtaModelCC.

Para os trabalhos futuros, o Projeta Visual deverá evoluir com novas funcionalidades que podem ser implementadas futuramente no pacote EtaModelCC, pois seu objetivo é facilitar o uso do pacote, então ele precisará ter essas mudanças na interface.

Desenvolver o Projeta Visual me forneceu conhecimento em áreas que eu nunca tinha explorado antes, principalmente na criação e desenvolvimento de pacotes R, e também me fez ter interesse em me aprofundar no assunto, para futuramente, poder participar e desenvolver mais projetos do tipo.

Agradecimentos

Gostaria de deixar meu agradecimento a todos os colegas e membros do grupo Mosaico e especialmente ao professor e orientador, Carlos A. Holbig, por toda a mentoria e ajuda durante o desenvolvimento do Projeta Visual.

Referências Bibliográficas

AGAFONKIN, Vladimir (2010). Leaflet: an open-source JavaScript library for mobile-friendly interactive maps. Disponível em <https://leafletjs.com/>.

ARIA, M.; CUCCURULLO, C. (2017) bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis, Journal of Informetrics, 11(4), pp 959-975, Elsevier. Disponível em <https://cran.r-project.org/web/packages/bibliometrix/vignettes/bibliometrix-vignette.html>.

CHANG, Chang; CHENG, Joe; ALLAIRE, J.J.; XIE, Yihui; McPHERSON, Jonathan (2020). shiny: Web Application Framework for R. R package version 1.5.0. Disponível em <https://CRAN.R-project.org/package=shiny>.

CHENG, Joe; KARAMBELKAR, Bhaskar; XIE, Yihui (2019). leaflet: Create Interactive Web Maps with the JavaScript 'Leaflet' Library. R package version 2.0.3. Disponível em <https://CRAN.R-project.org/package=leaflet>.

DEZORDI, Marina Lopes; HÖLBIG, Carlos Amaral; PAVAN, Willingthon; FERNANDES, José Maurício Cunha. An R package to access climate change data for South America regionalized by the Eta Model of CPTEC/INPE. In: WORKSHOP DE COMPUTAÇÃO APLICADA À GESTÃO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS NATURAIS (WCAMA_CSBC), 9., 2018. 9º Workshop de Computação Aplicada a Gestão do Meio Ambiente e Recursos Naturais (WCAMA_CSBC 2018). Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, June 2018.

HÖLBIG, C. A.; MAZZONETTO, A.; BORELLA, F.; PAVAN, W.; FERNANDES, J. M. C.; CHAGAS, D. J.; GOMES, J. L.; CHOU, S. C. PROJETA platform: accessing high resolution climate change projections over Central and South America using the Eta model. Agrometeoros, Passo Fundo, v.26, n.1, p.71-81, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.31062/agrom.v26i1.26366>.

LEISCH, Friedrich. 2009. Creating R Packages: A Tutorial. R Development Core Team, Department of Statistics, Ludwig-Maximilians-Universität München, Munique, Alemanha.

MEYER, Fanny; PERRIER, Victor (2020). Esquisse. R package version 0.3.1. Disponível em <https://github.com/dreamRs/esquisse>.

R Core Team (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em <https://www.R-project.org/>.

RStudio Team (2020). RStudio: Integrated Development for R. RStudio, PBC, Boston, MA URL Disponível em <http://www.rstudio.com/>.

WICKHAM, H. (2016) ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis. Springer-Verlag New York, 2016.