

Análise de dados geodésicos a partir do desenvolvimento de uma aplicação *standalone*

RESUMO

Neste trabalho desenvolveu-se uma aplicação *standalone* para análise de dados geodésicos das estações GNSS do Brasil que fazem parte da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo – RBMC e da Rede SIRGAS-CON. A partir da aplicação *standalone* foi desenvolvido uma interface com uma gama de dados, sendo possível visualizar as velocidades ao longo da latitude e longitude e de coordenadas iniciais e finais. Os dados utilizados foram coletados das estações da RBMC, junto ao *International GPS Service for Geodynamics* (IGS) e Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS), além do modelo de velocidade SIRGAS - VEMOS. Como conclusão, destaca-se a importância da integração de dados, dando ao usuário uma visão unificada dos dados, permitindo consultas e análises em relação aos dados utilizados. É importante ressaltar que essa aplicação pode ser utilizada para outra base de dados.

PALAVRAS-CHAVE: GNSS. IGS. SIRGAS. RBMC.

Luciana Maria da Silva

lumasilva15@gmail.com

orcid.org/0000-0002-6402-4234

Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, Paraná, Brasil.

Leandro Mendes Ferreira

leandroimail@gmail.com

orcid.org/0000-0003-0680-1100

Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, São Paulo, Brasil.

Silvana Phillipi Camboim

silvanacamboim@gmail.com

orcid.org/0000-0003-3557-5341

Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, Paraná, Brasil.

Silvio Rogério Correia de Freitas

sfreitas@ufpr.br

orcid.org/0000-0003-0830-6541

Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, Paraná, Brasil.

INTRODUÇÃO

No Brasil a RBMC conta com mais de 100 estações GNSS, dentre estas mais de 10 fazem parte do IGS e mais de 90 fazem parte da Rede SIRGAS-CON. O SIRGAS2000 utiliza o modelo VEMOS (*VElocity MOdel of Sirgas*) para o cálculo das velocidades de pontos na América do Sul e Caribe (DREWES e HEIDBACH (2009); SÁNCHEZ e DREWES (2016a)). Este modelo tem sido sugerido pelo Projeto SIRGAS como o modelo recomendado para obter velocidade horizontal em um ponto qualquer do continente. Ressalta-se que tal assertiva tem limitações em regiões com intensa atividade tectônica (BAEZ SOTO (2006); SÁNCHEZ e DREWES (2016b)).

Com base nas velocidades das estações é possível atualizar as coordenadas de uma estação da época de referência para qualquer outra, ou conhecendo-se uma época qualquer se pode determinar as coordenadas para a época de referência. As variações são devidas principalmente pelos deslocamentos das placas litosféricas e, de forma secundária e episódica (temporária), por deformações locais (DREWES; SÁNCHEZ, 2013). Então, para uma melhor estimativa de velocidade, o intervalo de tempo entre elas deve ser de aproximadamente 5 anos (IBGE, 1997), permitindo discriminar movimentos episódicos dos seculares.

O cálculo da velocidade de cada estação pode ser realizado a partir de séries temporais, semana a semana, e assim observa-se a mudança gradual das coordenadas com o decorrer do tempo. Portanto, com essas informações é possível detectar problemas físicos ou estruturais da estação, avaliar a geodinâmica local e determinar a velocidade das estações (SILVA et al. (2010); DA SILVA et al. (2016a)).

As estações quando localizadas próximo ao encontro de duas placas litosféricas apresentam um comportamento temporal bem diferente em relação às estações sobre partes estáveis das mesmas, como por exemplo, as estações brasileiras. Sapucci e Monico (2000) e Santos (2006) enfatizam a necessidade de que nos referenciais geodésicos modernos se leve em conta a velocidade das placas que compõem a superfície da Terra.

Segundo Drewes (2004), as coordenadas das estações vinculam-se a um sistema de referência bem definido, e mesmo sabendo que tais estações se movem com o passar do tempo, as suas coordenadas numa dada época são fixas. Para aplicações científicas nas quais é necessário associar as coordenadas a uma época de referência, a conversão das coordenadas entre datas se dá através dos modelos de velocidade. A partir destes modelos são estimadas as variações provocadas pelos deslocamentos da placa tectônica da América do Sul. Para este fim, orienta-se o uso do modelo de velocidades disponível no portal do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) ou SIRGAS. Estes modelos contemplam somente a conversão das coordenadas planimétricas, uma vez que as variações verticais são na maioria dos casos decorrentes de movimentos locais, dificultando a modelagem regional. Essa conversão só dever ser aplicada quando se trabalha com o Sistema de Referência SIRGAS2000.

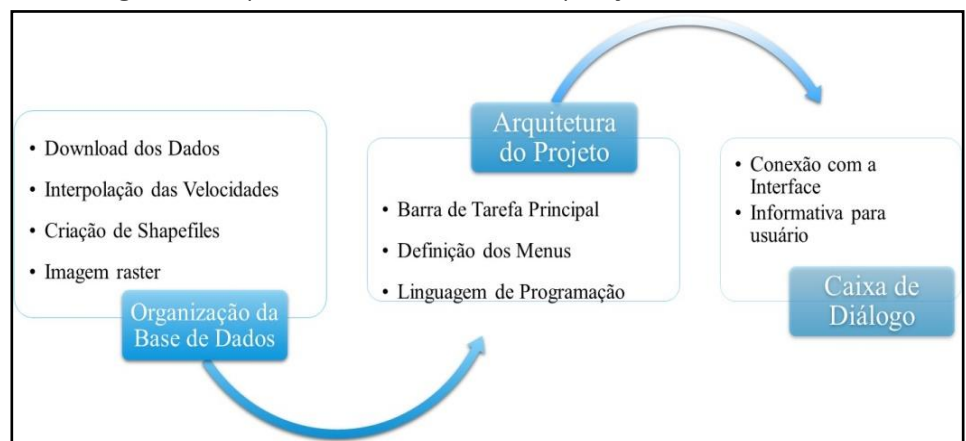
Diante de todos os argumentos apresentados anteriormente, como se tem uma gama de dados, necessitava-se de uma ferramenta interativa para visualização de forma prática e eficaz dos resultados gerados da base de dados

das estações GNSS do Brasil, integrando definições, dados e resultados em uma única aplicação de utilização intuitiva para o usuário. Sendo assim, o objetivo principal deste trabalho foi desenvolver uma ferramenta para criação de uma aplicação *standalone* para análise e visualização de dados geodésicos. Vale ressaltar que *standalone* é uma aplicação executável que necessita de bibliotecas, as quais poderiam ser anexadas fisicamente a partir de ligação lógica, ou seja, uma camada de enlace de dados (DA SILVA et al, 2016b). De forma mais geral, são as aplicações que podem funcionar de modo independente sem a necessidade de um servidor de aplicação, necessita apenas de uma linguagem de programação como seu interpretador.

METODOLOGIA

Com a organização e o resgate de informações das estações GNSS da RBMC, realizou-se a interpolação da velocidade das coordenadas no aplicativo VEMOS2009. Foi utilizado os softwares QGIS e o OSGeo4W, com o auxílio da linguagem Python para o desenvolvimento de uma aplicação *standalone*. Esta aplicação permite visualizar os dados das estações, além da velocidade na latitude e longitude, o mapa de vetor e ter acesso à base de dados. Adicionalmente apresentam-se as definições dos dados geodésicos, na mesma aplicação. A seguir são apresentados os materiais e detalhes dos procedimentos utilizados no desenvolvimento da ferramenta. Na Figura 1 apresentam-se as etapas de forma agrupada que se seguiu para o desenvolvimento do trabalho. Ressalta-se que se baseou em Da Silva et al. (2016b).

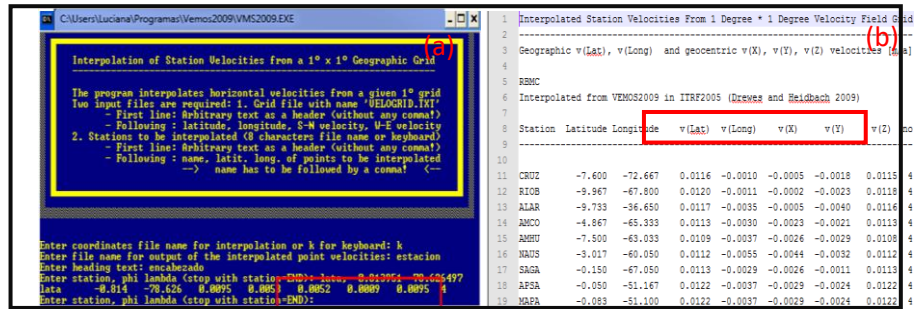
Figura 1 – Etapas do desenvolvimento da aplicação *Standalone*



Fonte: Da Silva et al. (2016b).

O processo de interpolação das coordenadas de velocidade para atualização de uma coordenada de referência para outra época e, vice versa, foi aplicado no VEMOS2009, utilizando os dados de mais de 100 estações que fazem parte da RBMC. Destaca-se que atualmente existe o VEMOS 2015. A época de referência inicial utilizada é 2000,4 e a época final é 2014,4. Para atualização das coordenadas utilizou-se o *Microsoft Excel*, onde foi possível realizar a transformação das coordenadas. A Figura 2 apresenta o aplicativo VEMOS2009 utilizado para interpolação da velocidade das estações, em vermelho destacou-se como é à saída do valor de velocidade, além do arquivo de saída.

Figura 2 – (a) Aplicativo VEMOS2009 e o (b) arquivo gerado após a introdução das coordenadas latitude e longitude



Fonte: Adaptado de Da Silva et al. (2016b).

Na Figura 2 (a) apresenta-se como foi realizada a introdução das coordenadas no aplicativo VEMOS 2009. Na Figura 2 (b) apresenta-se a saída, em vermelho destacaram-se as velocidades, onde se tem: $v(\text{Lat})$ é a velocidade da latitude; $v(\text{Long})$ é a velocidade da longitude; $v(X)$, $v(Y)$ e $v(Z)$ são as velocidades das coordenadas X, Y e Z, respectivamente.

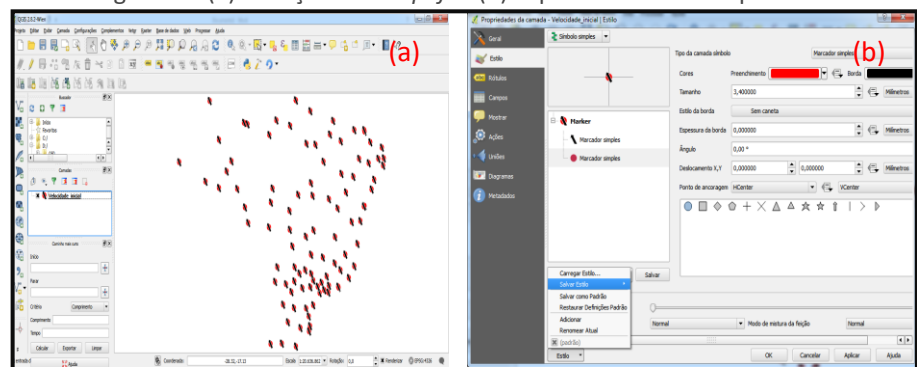
Após a geração do arquivo de saída, pode-se utilizar o *Microsoft Excel*, onde se realizou a conversão de coordenadas, a atualização das coordenadas para época final a partir do modelo matemático (1):

$$\bar{X}(t) = \bar{X}(t_0) + \frac{v_{\bar{X}}}{30} (t - t_0) \quad (1)$$

Do modelo temos que $\bar{X}(t)$ é a coordenada final, $\bar{X}(t_0)$ é a coordenada inicial, t é a época final e t_0 é a época inicial, $v_{\bar{X}}$ é a velocidade da coordenada na época interpolada e divide-se por 30, pois na superfície física, 1" é aproximadamente 30 m.

Com os dados calculados exportaram-se as tabelas para o QGIS para gerarem-se os *shapefiles* e assim obter o estilo *qml*, como apresentado na Figura 3, um exemplo ao gerar o mapa de vetores.

Figura 3 – (a) Geração do *Shapefile* (b) exportando o estilo *qml*



Fonte: Adaptado de Da Silva et al. (2016b).

Este processo foi realizado para análise das camadas das estações que estão no IGS + SIRGAS + RBMC, SIRGAS + RBMC e RBMC. Adicionalmente analisaram-se as camadas da velocidade na latitude e na longitude e o mapa do Brasil.

Como camada principal do projeto utilizou-se uma camada de mapa base em formato *raster* que pode ser obtida no site <http://www.naturalearthdata.com>.

Após a obtenção e formatação de todos os dados, projetou-se a construção da aplicação *standalone*. Utilizou-se um editor o *Notepad++* que é um pequeno e rápido editor de texto de código aberto, para *Windows*, que permite trabalhar com arquivos de textos simples e código-fonte de diversas linguagens de programação. A linguagem de programação utilizada no aplicativo foi em módulo *Python 3.4*.

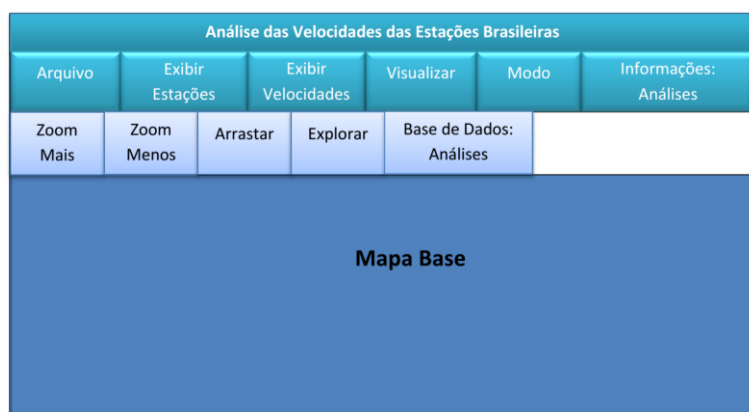
O aplicativo de velocidade exibe um mapa do mundo, onde foi demarcado para que inicialmente apresente o mapa do Brasil e sua divisão territorial e rotular os estados. Foi desenvolvido para que o usuário navegue nos distintos pontos de referência no mapa. Foi habilitado para que quando exibam as velocidades ou mapa de vetores, ao clicar em um marco, possam obter informações em relação à feição clicada.

Deu-se o nome de “VELO” ao aplicativo desenvolvido, porque além das distintas funcionalidades, ele foi utilizado para análise da velocidade das estações pertencentes à RBMC. Vale destacar que ao desenvolver a programação foi utilizado 8 bases de dados Geoespaciais e um banco de dados com os nomes das estações, estados, siglas, latitudes e longitudes, que foi usado como lista de pontos de referência. O “VELO” foi construindo usando as bibliotecas *Python PyQt*, e *PyQGIS*.

Como já foi mencionado o QGIS foi utilizado para criação dos *shapefiles* e para exportação em estilo *qml*. Além das etapas já mencionadas para conseguir atingir a construção final da interface foi necessário adotar alguns procedimentos, que serão descritos a seguir.

Projetando a aplicação – Foi criado um aplicativo com uma janela principal chamada de Velocidade das Estações, onde exibe o Mapa do Mundo sobreposto com o Mapa do Brasil, sua divisão territorial e a opção de rotulação dos estados, juntamente com uma barra de ferramenta simples, como se apresenta na Figura 4.

Figura 4 – Projeto da aplicação *standalone*



Fonte: Adaptado de Da Silva et al. (2016b).

A janela principal do aplicativo “VELO” apresenta uma barra de *menu*, onde o usuário pode ter acesso a partir de comando ou utilizando o teclado.

- Arquivo – Fechar – permite que o usuário feche a interface.

- Exibir Estações – permite que o usuário visualize todas as estações na interface clicando uma por uma e obtendo as suas informações, como: SIGLA, latitude, longitude e o estado a qual pertence.
 - IGS_SIRGAS_RBMC (Ctrl + L)
 - SIRGAS_RBMC (Ctrl + M)
 - RBMC (Ctrl + N)
- Exibir Velocidades – permite que o usuário visualize cada janela por vez, pois são variáveis distintas.
 - Latitude (Ctrl + O)
 - Longitude (Ctrl + P)
 - Mapa de Vetores (Ctrl + Q)
- Visualizar:
 - Zoom Mais (Ctrl + +) - permite que o usuário aumente o zoom no mapa
 - Zoom Menos (Ctrl + -) - permite que o usuário diminua o zoom no mapa
 - Mapa Base (Ctrl + B) - permite que o usuário visualize o mapa base na interface
- Modo:
 - Arrastar (Ctrl + 1) – permite que usuário mova o mapa
 - Explorar (Ctrl + 2) – permite que o usuário exiba os atributos da feição selecionada
- Informações - Análises:
 - Base de Dados: Análises (Ctrl + 3) – permite que o usuário visualize todos os dados na planilha “.XLSX”, navegando em todas as planilhas

Criou-se uma barra de ferramentas para facilitar a utilização do aplicativo sem necessidade de manejar os atalhos do teclado. Além da criação de ícones que podem ser utilizados sem a necessidade de utilizar os *menus* da barra de ferramenta, como é realizada sua inserção será explicada adiante.

Criação da pasta de trabalho – Criou-se uma pasta de trabalho para se ter todos os códigos fontes e arquivos necessários para funcionamento da aplicação. Esta pasta contém-se os seguintes arquivos:

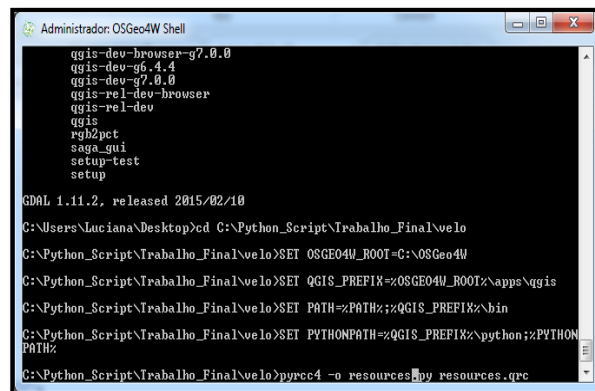
- *Velo.py* - Este é o principal programa para a aplicação.
- *Makefile* - O arquivo chama a ferramenta *make* para compilar o *resources.qrc* dentro do módulo do *resources.py* que foi usado nessa aplicação.
- *Resources.qrc* – Este diretório foi onde se colocou os vários ícones e outros recursos.
- *run_win.bat* - É um arquivo de lote para executar a aplicação em máquinas *Windows*. Para utilização em máquinas com sistema *Linux* e

Mac, o arquivo lote precisa ser diferente, como *run_lin.sh* e *run_mac.sh*, respectivamente.

- *ui_mainWindow.py* - Este módulo *Python* define a interface do usuário para a janela principal.

Criação de Código Fonte Base – Dentro do código fonte foram importadas várias bibliotecas externas para se conseguir empacotar o *script* *velo.py* e definir as variáveis ambientes. Para executar o “VELO”, utiliza-se bibliotecas externas do OSGeo4W. Também, é necessário gerar os arquivos *ui_explorerwindow.pyc*, o *resources.pyc* e o *resources.py*, então utiliza-se a seguinte variável: *pyrcc4 -o resources.py resources.qrc*, como mostra-se na Figura 5. Vale ressaltar que estes arquivos são importantes para que a aplicação *standalone* seja executada.

Figura 5 – Empacotamento do *script* *velo.py* e geração dos arquivos *ui_explorerwindow.pyc*, *resources.py* e *resources.pyc*



Fonte: Da Silva et al. (2016b).

Com a criação do *velo.py* ainda não se tem nenhum ícone implementando. Isto é feito em um módulo de interface do usuário. Cria-se o módulo *ui_explorerwindow.py*, onde se define a dimensão da tela de interface, define-se os *menus*, cria-se as ações para os *menus*, adiciona-se as camadas aos *menus* e descreve-se a barra de ferramenta dos *menus*. É muito importante ao iniciar e finalizar ter o seguinte código:

```

from PyQt4 import QtGui, QtCore
import resources

class Ui_ExplorerWindow(object):

    def setupUi(self, window):

        window.setWindowTitle(u"Velociades das Estações")

        self.centralWidget = QtGui.QWidget(window)
        self.centralWidget.setMinimumSize(1200, 600)
        window.setCentralWidget(self.centralWidget)
  
```

Aqui se adiciona todas as outras ações

```
window.resize(window.sizeHint())
```

O *ui_explorerwindow* faz uso de vários ícones da barra de ferramentas. Sendo necessário criar arquivos para estes ícones descrevendo em um arquivo *resources*. Cria-se o arquivo *resources.qrc* para que se possa usar as imagens salvas dentro do diretório. Criando-se o seguinte código fonte:

```
<RCC>
<qresource prefix="/icons">
  <file>mActionZoomIn.png</file>
  <file>mActionZoomOut.png</file>
  <file>mActionPan.png</file>
  <file>mActionExplore.png</file>
  <file>mActionInformation.png</file>
</qresource>
</RCC>
```

Ao utilizar o *pyrcc4* obtém-se o *resources.py*, isto é devido ao empacotamento do *resources.qrc*. O *resources.py* é um módulo exigido pela interface do usuário. Com estes três arquivos criados ao ser executada a aplicação utilizando as bibliotecas do OSGeo4W é gerada a interface em tempo de execução. Para que o programa possa funcionar são necessárias algumas implementações, como por exemplo:

- Conectar as ações:

```
self.setupUi(self)
self.connect(self.actionQuit, SIGNAL("triggered()"),
             QApplication.quit)
```

- Colocar o Mapa na Interface

```
self.mapCanvas = QgsMapCanvas()
self.mapCanvas.useImageToRender(False)
self.mapCanvas.setCanvasColor(Qt.white)
self.mapCanvas.show()
```

```
layout = QVBoxLayout()
layout.setContentsMargins(0, 0, 0, 0)
layout.addWidget(self.mapCanvas)
self.centralWidget.setLayout(layout)
```

- Exportar Camada *Raster* e Vetorial

```
def loadMap(self):
    cur_dir = os.path.dirname(os.path.realpath(__file__))
    filename = os.path.join(cur_dir, "data",
                            "NE1_HR_LC_SR_W_DR",
```



```
        "NE1_HR_LC_SR_W_DR.tif")
        self.basemap_layer = QgsRasterLayer(filename, "Mapa Base")
        QgsMapLayerRegistry.instance().addMapLayer(self.basemap_layer)
        filename = os.path.join(cur_dir, "data",
                                "estacoes",
                                "contornobrasil_GRS80.shp")
        self.Brasil_layer = QgsVectorLayer(filename, "Brasil", "ogr")
        QgsMapLayerRegistry.instance().addMapLayer(self.Brasil_layer)
        self.Brasil_layer.loadNamedStyle('C:\Python_Script\Artigo\velo\data\estacoes/poligonos_Brasil.qml')
```

Observa-se que para realizar a leitura do shapefile é necessário adicionar a extensão “.ogr”.

Criação das ferramentas: As ferramentas Zoom, Arrastar e Explorar foram implementadas no arquivo executável: *velo.py*.

De forma geral, a ferramenta Zoom serve para aproximar a visualização do mapa ou distanciar. A ferramenta Arrastar quando acionada transforma o cursor em uma “mãozinha” que permite pelo clique visualizar o mapa com perspectiva distinta de acordo com o movimento do *mouse*. A ferramenta Explorar identifica o recurso do vetor quando o usuário clica e extrai as informações definidas nas linhas de comando. Os resultados são exibidos em uma caixa de mensagem. Além de que, a ferramenta foi definida de forma que quando o usuário alterna para o modo de explorar, desmarca a ação do modo arrastar. Isso garante que os dois modos são mutuamente exclusivos.

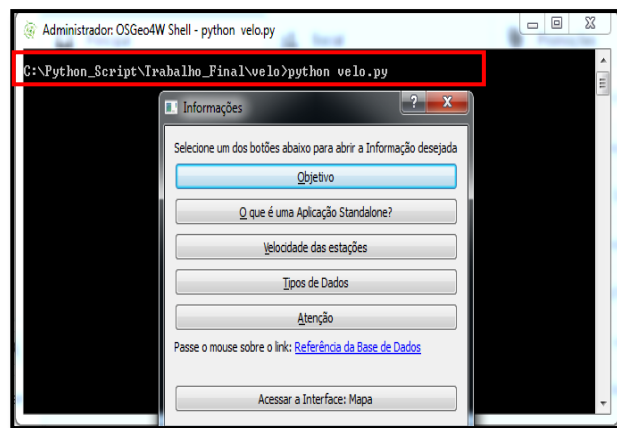
Adicionalmente, desenvolveu-se o *menu* Informações com o *submenu* *Base_Dados* que se conecta a uma planilha “.XLSX”, a qual tem todos os dados que foi trabalhado para gerar as camadas. Ressalta-se que foi escolhido uma base de dados em um arquivo “.XLSX” para realizar teste como prova de conceito, mas a aplicação suporta integração com qualquer Base de Dados conectada via ODBC (que é um padrão para conexão de base de dados em plataformas *Windows*). E adicionalmente, destaca-se que foi escolhido a base de dados em formato “.XLSX” para que usuários possam visualizar todos os dados brutos, cálculos e resultados, com um clique no *submenu* *Base_Dados* chamando o *Microsoft Excel* sem a necessidade de realizar “*logout*” da interface.

Criação de Metadados – “Caixa de Diálogo” - Para deixar a aplicação mais interativa desenvolveu-se uma caixa de diálogo de *metadados*, onde esta tem informações importantes relacionadas aos dados trabalhados, além do *site* onde foi realizado o *download* dos dados das estações. Para se desenvolver essa caixa de diálogo foram adicionadas algumas bibliotecas *PyQt* dentro do arquivo *velo.py*. A criação da caixa de diálogo foi realizada após a implementação de todas as ferramentas da aplicação e antes do comando de execução da interface. Sendo que ao executar a aplicação, esta será mostrada inicialmente uma vez que o usuário necessita das informações dos dados.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como resultado obteve-se uma aplicação funcional e interativa, ao executar o “VELO” é apresentada inicialmente a caixa de diálogo dos *metadados* da aplicação. Para tornar a caixa de diálogo mais interativa há um botão que remete ao site do IBGE na página da RBMC, onde se encontra a fonte dos dados das estações GNSS. Adicionalmente, a caixa de diálogo guia o usuário na execução da aplicação. Por exemplo, a partir da caixa de diálogo o usuário obtém as informações em relação aos dados e pode seguir até a Interface do Mapa. Na Figura 6 apresenta-se o formato da caixa de diálogo.

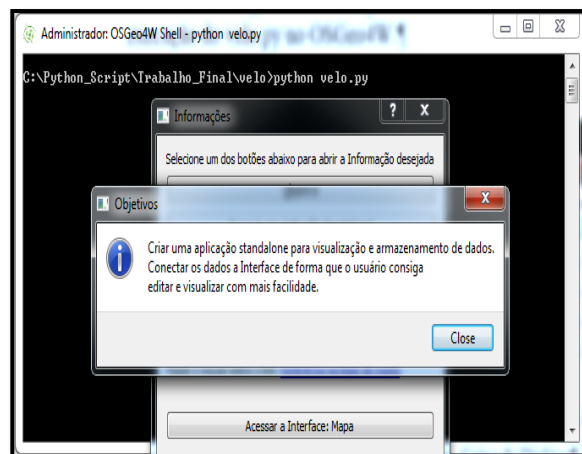
Figura 6 – Caixa de Diálogo



Fonte: Adaptado de Da Silva et al. (2016b).

Na Figura 6, destacou-se em vermelho o comando executado para que se possa ter acesso à caixa de diálogo e observou-se que a caixa de diálogo traz os *metadados* em relação aos dados trabalhados, buscando sanar as dúvidas que o usuário poderia ter. Na Figura 7 é demonstrado a ação sobre o botão “Objetivo”.

Figura 7 – Botão que apresenta as informações em relação ao “Objetivo”

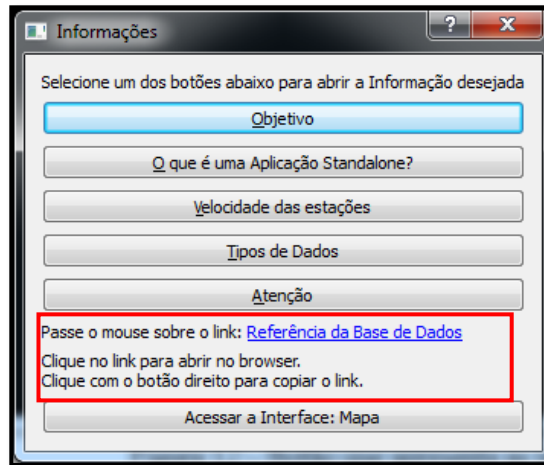


Fonte: Adaptado de Da Silva et al. (2016b).

Na Figura 7 pode-se observar que há um “botão” em execução, sendo que se poderia navegar em qualquer outro botão para obtenção das informações. Essa execução não precisa ser a partir de linha de comando uma vez que todas as

informações já foram inseridas no “VELO”. E na Figura 8 apresenta-se o exemplo da opção de conexão ao site do IBGE.

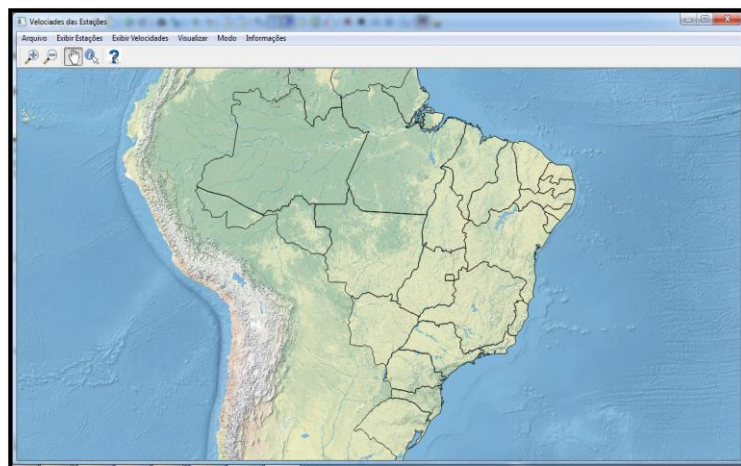
Figura 8 – Conexão a Referência da Base de Dados



Fonte: Adaptado de Da Silva et al. (2016b).

Na Figura 8 destacou-se em vermelho o campo onde o usuário pode ter acesso às informações dos dados brutos trabalhados. O último botão Acessar a Interface: Mapa na caixa de diálogo faz os *metadados* se fecharem e apresentar a interface do Mapa Base e o Mapa do Brasil, como mostra a Figura 9.

Figura 9 – Interface com o Mapa Base e o Mapa do Brasil

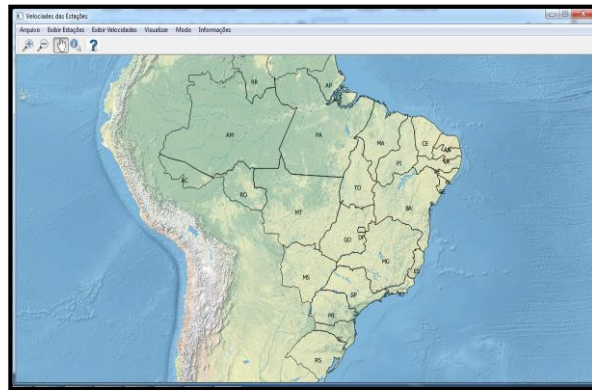


Fonte: Adaptado de Da Silva et al. (2016b).

A partir do Mapa Base o “VELO” apresenta a funcionalidade de rotulação dos polígonos, a qual exibirá o nome de cada estado, como apresentado na Figura 10.

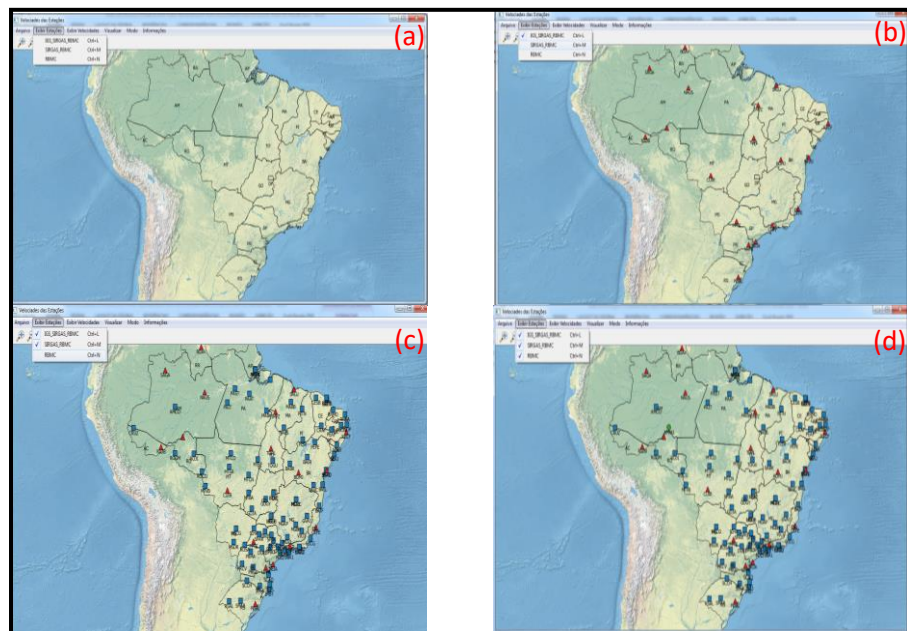
Com essa aplicação o usuário também tem a opção de escolher qual informação ele deseja visualizar no mapa, tendo como variáveis as seguintes: Exibir Estações – RBMC, RBMC+SIRGAS, RBMC+SIRGAS+IGS, como mostra a Figura 11. E Exibir Velocidades: Latitude, Longitude e Mapa de Vetor, como mostra a Figura 12. Além disso, ele pode escolher como visualizar as informações do mapa, a partir das variáveis de *menu*: Visualizar: Zoom Mais, Zoom Menos, Mapa Base; Modo: Arrastar, Explorar.

Figura 10 – Rotulação dos polígonos no Mapa do Brasil: Estados Brasileiros



Fonte: Adaptado de Da Silva et al. (2016b).

Figura 11 – (a) Exibe-se o *menu* de Exibição aberto; (b) Exibe as estações que fazem parte do IGS_SIRGAS_RBMC; (c) Exibe as estações que fazem parte do SIRGAS_RBMC; (d) Exibe as estações que fazem parte da RBMC



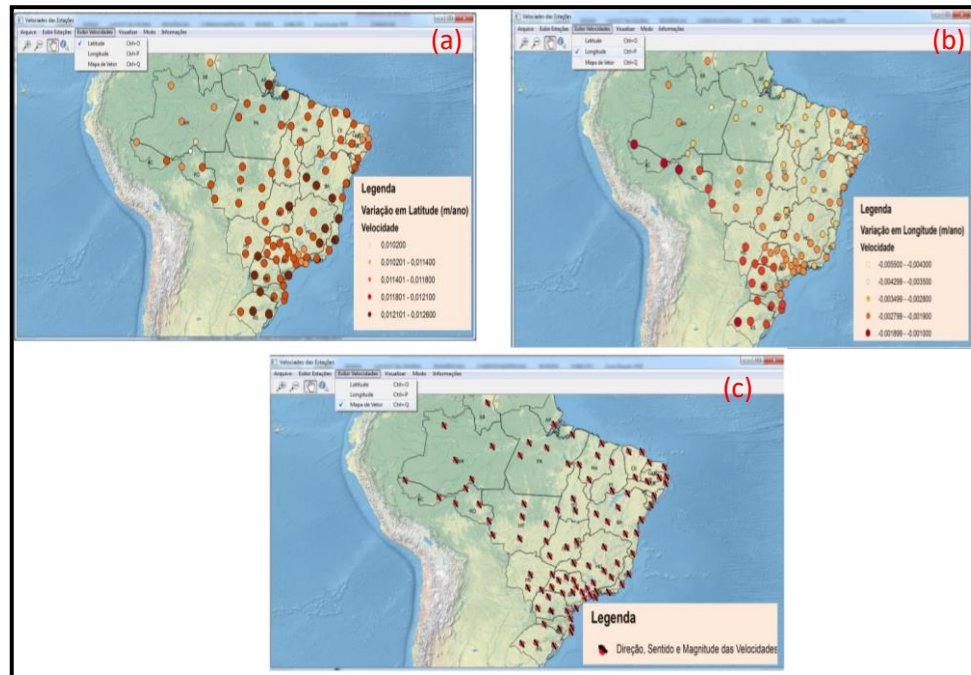
Fonte: Adaptado de Da Silva et al. (2016b).

Na Figura 11 observa-se que com a utilização do *menu* *exibir estação*, obtém-se a visualização completa de todas as estações que fazem parte da RBMC.

Outra opção para o usuário é que ele pode exibir ou ocultar as camadas do Mapa Base, onde se coloca um método separado para que se possa alternar a visibilidade da camada carregando o mapa uma vez que a janela for exibida, facilitando a análise dos dados pelo usuário.

A aplicação “VELO” como já mencionada possibilita diferentes modos de exploração dos dados. A Figura 13 mostra a utilização da ferramenta Explorar em duas variáveis diferentes. Observa-se na Figura 13 (a) a seleção do ícone explorar e na Figura 13 (b) a identificação das características no vetor.

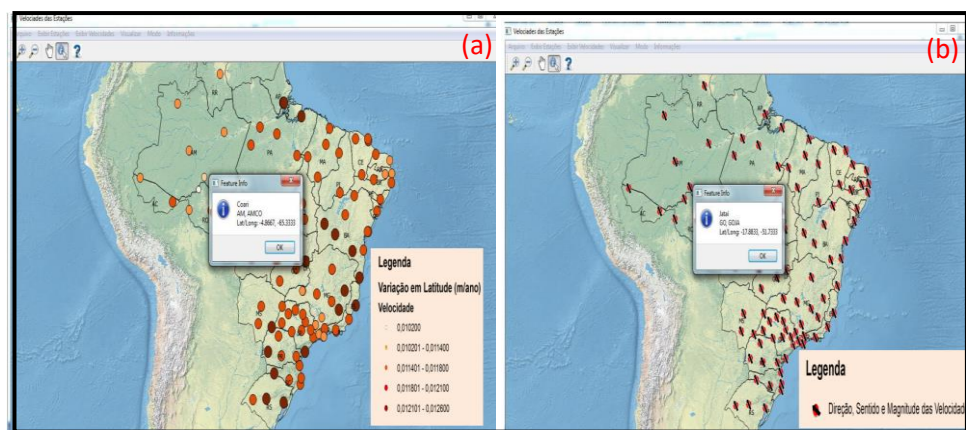
Figura 12 – (a), (b) e (c) Visualização das velocidades e vetores através do menu exibir velocidades



Fonte: Autoria Própria (2016).

Nas Figuras 12 (a), (b) e (c), observa-se a utilização do *menu* exibir velocidades, onde na Figura 12 (a) a exibição da variação das velocidades em latitude, na Figura 12 (b) a exibição da variação das velocidades em longitude e na Figura 12 (c) a exibição da direção, sentido e magnitude das velocidades. A partir do mapa pode-se observar que na Região Sul há mais variação na velocidade na longitude, Figura 12 (a). E em relação à longitude destaca-se a Região Norte mais precisamente o estado do Acre, Figura 12 (b).

Figura 13 – (a) e (b) Utilização da Ferramenta explorar para identificar feições



Fonte: Autoria Própria (2016).

No *menu* modo também tem a opção de arrastar o mapa, ou seja navegar por distintos pontos do mapa. No *menu* visualizar tem-se a opção de dar mais zoom ou diminuir o zoom. Além da visualização do Mapa Base. No *menu* informações há um *submenu* *Base_Dados* que abre a planilha a partir do *Microsoft Excel* para demonstração de todos os dados brutos, cálculos e

resultados. A Figura 14 mostra a execução da Base_Dados, onde pode-se clicar no ícone ou usar o teclado com Ctrl+3.

Figura 14 – Utilização do Menu Base_Dados: Análises



Fonte: Autoria Própria (2016).

Na Figura 14 observa-se que ao clicar no ícone informações, como destacado em vermelho, foi possível abrir a planilha no *Microsoft Excel* para análise das informações, sem que haja a necessidade de *logout*.

CONCLUSÕES

Conseguiu-se atingir os objetivos iniciais da proposta do trabalho, onde foi demonstrado que é possível desenvolver de forma simples uma aplicação *standalone* para análise e visualização de uma gama de dados geodésicos. A partir desta aplicação possibilitou a interação de modo intuitivo do usuário com os dados das estações GNSS as quais fazem parte da RBMC e em sua maioria pertencente à Rede SIRGAS-CON.

A aplicação desenvolvida teve como base a visualização e análise de velocidades das coordenadas, assim como para o mapeamento das estações, pode-se ressaltar que o aplicativo “VELO” é muito útil para os objetivos estabelecidos.

A partir desse aplicativo o usuário tem acesso aos dados das estações que fazem parte da RBMC, além de saber qual estação faz parte do IGS e da Rede SIRGAS-CON, isso de forma simples e intuitiva a partir do manuseio dos *menus*. A interface desenvolvida para o usuário é dinâmica devido ser possível utilizar atalhos no teclado, além da utilização dos ícones na barra de ferramentas. Outro ponto positivo que pode contribuir é a questão de usar uma ferramenta de exploração e conseguir identificar e analisar os dados do atributo de forma rápida e eficaz, o que não ocorreria se a visualização fosse realizada a partir de tabelas e planilhas.

Adicionalmente, a caixa de diálogo de *metadados* contribuiu para o entendimento dos tipos de dados que foram visualizados e analisados na interface, além de contribuir na navegação da aplicação.

Essa aplicação serve de base para outras aplicações, tendo potencial para aplicações que utilizam dados geodésicos, por exemplo, calcular a distância entre

as estações, realizar transformação de coordenadas, converter dados geoespaciais de uma projeção/*Datum* para outro.

Geodesic data analysis from the development of a standalone application

ABSTRACT

This paper developed a standalone application for geodetic data analysis Brazil GNSS stations that are part of the Brazilian Network for Continuous Monitoring – Acronym in Portuguese: RBMC and SIRGAS-CON Network. Since standalone application has been developed an interface with many data, it can see the velocities along the latitude and longitude directions and initial and final coordinates. Data used were collected from RBMC stations, with the IGS and SIRGAS, beyond the SIRGAS velocity model. As conclusion, it emphasizes the importance of data integration, giving users a unified view of data, allowing consultations and analysis in relation to the used data. It is important to depict this application can be used for another database.

KEYWORDS: GNSS. IGS. SIRGAS. RBMC.

REFERÊNCIAS

BÁEZ SOTO, J. C. **Monitoramento das Deformações da Rede de Referência do SIRGAS em área com Atividade Tectônica**. Tese de Doutorado, Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas. Universidade Federal do Paraná, 2006.124 p.

DA SILVA, L. M.; DE FREITAS, S. R. C.; DALAZOANA, R. Análise de Séries Temporais Maregráficas correlacionadas com observações GNSS no Datum Vertical Brasileiro de Imbituba-SC. **Revista Brasileira de Cartografia**. Nº 68, P. 73-90, 2016a.

DA SILVA, L. M.; FERREIRA, L. M.; CAMBOIM, S. P. Desenvolvimento de uma aplicação Standalone para visualização de Dados Geodésicos. **VI Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação**, 2016b.

DREWES, H. Procesamiento de información GPS com relación a marcos de referencia de épocas diferentes. In: SIRGAS Workshop, Aguascalientes: México. Dezembro, 2004.

DREWES, H.; HEIDBACH, O. The 2009 horizontal velocity model for South America and the Caribbean. Submitted to C. Pacino et al. (Eds.). IAG Scientific Assembly "Geodesy for Planet Earth". Buenos Aires, Argentina. August 31 to September 4, 2009. IAG Symposia Series, 2009.

DREWES, H.; SÁNCHEZ, L. Modelado de deformaciones sísmicas en el mantenimiento de marcos geodésicos de referencia. In: Reunión SIRGAS, Ciudad de Panamá, Panamá, 24-26 de octubre de 2013. Disponível em: http://www.sirgas.org/fileadmin/docs/Boletines/Bol18/36_Drewes_Sanchez_2013_Modelado_deformaciones_sismicas.pdf.

IBGE: SIRGAS. **Relatório Final: Grupos de Trabalho I e II**. Brasil, 1997.

SÁNCHEZ L., DREWES H. VEMOS2015: Velocity and deformation model for Latin America and the Caribbean, 2016a. doi:[10.1594/PANGAEA.863131](https://doi.org/10.1594/PANGAEA.863131).

SÁNCHEZ L. DREWES H. Crustal deformation and surface kinematics after the 2010 earthquakes in Latin America. **Journal of Geodynamics**, 2016b. doi:[10.1016/j.jog.2016.06.005](https://doi.org/10.1016/j.jog.2016.06.005).

SANTOS, M. SIRGAS2000: O Referencial Geocêntrico do Brasil. In: **Ponto de Referência**. Vol. 1, Nº 1, P. 5-6, 2006.

SAPUCCI, L.F; MONICO, J.F.G. Transformação de Helmert Generalizada no posicionamento de alta precisão: Fundamentação teórica e exemplificações. In: **Revista Brasileira de Geofísica**, Vol. 18. p.161-172, 2000.

SILVA, A. L.; COSTA, S. M. A.; VAZ, J. A. Deslocamento das Estações SIRGAS-CON em Função do Terremoto ocorrido no Chile – Uma Abordagem do Centro de Processamento SIRGAS – IBGE. In: **III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação**, Recife – PE. Julho, 2010.

Recebido: 10 set. 2016

Aprovado: 14 mar. 2017

DOI: 10.3895/rbgeo.v5n3.5427

Como citar: DA SILVA, L. M.; FERREIRA, L. M.; CAMBOIM, S. P.; DE FREITAS, S. R. C. Análise de dados geodésicos a partir do desenvolvimento de uma aplicação *standalone*. **R. bras. Geom.**, Curitiba, v. 5, n. 3, p. 308-325, jul/set. 2017. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbgeo>>. Acesso em: XXX.

Correspondência:

Luciana Maria da Silva

Rua Luiz Porfírio Pessoa, 43, CEP 55870-000, Timbaúba, Pernambuco, Brasil.

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

