

PROPOSIÇÃO METODOLÓGICA COM EMPREGO DE SOFTWARE LIVRE PARA A ELABORAÇÃO DE DOCUMENTOS DE LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO DE IMÓVEIS DA UNIÃO

Methodological proposition with the use of free software for the preparation of cadastral survey documents of the Government Real Estate

Leandro Luiz Silva de França^{1,2}

geoleandro.franca@gmail.com

Joel Borges dos Passos^{1,2}

joelpassos3260@gmail.com

Ivan Dutra de Araújo Junior¹

dutra_junior2@yahoo.com.br

Daniel da Costa e Silva^{1,2}

daniel.dsg.eb@gmail.com

Andrea Flávia Tenório Carneiro²

andreaftenorio@gmail.com

Jose Luiz Portugal²

joseluiz.portugal@gmail.com

¹3º Centro de Geoinformação/Diretoria de Serviço Geográfico (3ºCGEO/DSG)

Av. Joaquim Nabuco, 1687 - Ouro Preto, Olinda - PE

²Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação

Av. da Arquitetura, s/n - Centro de Tecnologia e Geociências, Recife - PE

Resumo:

O memorial descritivo e a planta topográfica devidamente georreferenciados no Sistema Geodésico Brasileiro são itens essenciais no processo de regularização fundiária e demarcação de imóveis urbanos ou rurais. Embora existam instruções reguladoras para a execução do levantamento topográfico de imóveis da União, ainda não há uma padronização quanto ao armazenamento dos dados coletados no levantamento topográfico, bem como no processo de preparação de suas peças técnicas. O QGIS, *software* livre e de código aberto, tem se mostrado uma alternativa gratuita e eficaz para a execução desse trabalho. O formato *Geopackage*, recentemente desenvolvido pela *Open Geospatial Consortium* (OGC) pode ser considerado um repositório mais adequado para o armazenamento de feições geográficas referentes ao imóvel levantado em um SIG, se comparado a formatos proprietários como o DWG ou DXF. Já a linguagem de programação Python flexibiliza e potencializa bastante a utilização do QGIS, permitindo realizar tarefas específicas demandadas por cada tipo de trabalho. Este artigo, portanto, tem como objetivo apresentar e descrever as implementações no QGIS desenvolvidas pelo 3º Centro de Geoinformação (3º CGEO), organização militar subordinada a Diretoria de Serviço Geográfico (DSG), para a elaboração de plantas topográficas e documentações relacionadas em apoio ao levantamento de áreas patrimoniais de imóveis da União. Tais implementações têm garantido maior produtividade, melhor padronização dos dados na confecção das peças técnicas e redução de custos de licença de softwares.

Palavras-chave: Planta topográfica, Memorial descritivo, *Python*, QGIS, Georreferenciamento de Imóveis.

Abstract:

The descriptive memorial and the topographic plan duly georeferenced in a Geodetic System are essential items in the process of land tenure regularization and demarcation of urban or rural properties. Although there are regulatory instructions for the topographic survey of properties in the Brazilian Government Real State, there is still no standardization regarding the storage of data collected in the topographic survey, as well as in the process of preparing its technical parts. QGIS, free and open source software, has proved to be a free and effective alternative for the execution of this work. The Geopackage format, recently developed by the Open Geospatial Consortium (OGC) can be considered a more suitable repository for the storage of geographic features related to the property surveyed in a GIS, when compared to proprietary formats such as DWG or DXF. The Python programming language, on the other hand, makes the use of QGIS very flexible, allowing to perform specific tasks demanded by each type of work. This article, therefore, aims to present and describe the implementations in QGIS developed by the 3rd Geoinformation Center (3rd CGEO), a military organization under the Brazilian Geographic Service Bureau (DSG), for the elaboration of topographic plans and related documentation in support of the survey of patrimonial areas of Government Real Estate. Such implementations have ensured greater productivity, better standardization of data in the preparation of technical parts and reduction of software license costs.

Keywords: Topographic plan, Survey Descriptive Memorial, *Python*, QGIS, Real Estate Georeferencing.

1. INTRODUÇÃO

A planta topográfica devidamente georreferenciada e o seu memorial descritivo são documentos indispensáveis para a regularização de imóveis da União e obtenção do Título de Propriedade, documento que reconhece os limites do imóvel e de suas confrontações, garantindo proteção desse bem contra esbulhos (BRASIL, 2018; DEC, 2018).

No âmbito do Exército Brasileiro (EB), para a confecção da documentação necessária à obtenção do Título de Propriedade, deve-se seguir as orientações prescritas nas Instruções Reguladoras para a Execução do Levantamento Topográfico de Áreas Patrimoniais (IR 50-08), dada pela Portaria nº 005-DEC, de 9 de setembro de 1983, (DEC, 2018). Essa Portaria estabelece normas para a execução do levantamento cadastral de áreas patrimoniais da União sob a jurisdição do EB.

A ABNT (1994) define levantamento topográfico como o conjunto de métodos e processos que, através de medições de ângulos horizontais e verticais, de distâncias horizontais ou inclinadas, com equipamentos adequados à exatidão pretendida, inicialmente, implanta e materializa pontos de apoio no terreno, determinando suas coordenadas topográficas. A estes pontos se relacionam os pontos de detalhes visando à sua exata representação planimétrica numa escala predeterminada e à sua representação altimétrica por meio de curvas de nível e/ou pontos cotados.

O Memorial Descritivo é um documento do imóvel (urbano ou rural) que descreve o seu perímetro, indicando confrontações e a área que ocupa com base nos dados técnicos levantados no terreno (DCT/DEC, 2010), sendo cada ponto limite indicado pelas suas coordenadas planas referenciadas no Sistema Geodésico Brasileiro (SGB).

Atualmente, as Organizações Militares (OM) que apoiam a execução de levantamento topográfico não possuem uma solução centralizada para confecção de plantas topográficas de áreas patrimoniais, seja na utilização de um software padrão ou na organização e estruturação dos dados coletados no levantamento.

As plantas topográficas, bem como outros documentos que constituem as peças técnicas

do levantamento, costumam ser produzidas em *softwares* proprietários como o *DataGeosis*, *Topograph*, *MicroStation* ou *AutoCAD*, o que limita bastante o seu uso devido ao custo de manutenção e atualização das licenças.

Nesse sentido, devido a rápida evolução dos sistemas de informação, o QGIS, um *software* livre e de código aberto, tem se tornado uma alternativa gratuita e de fácil utilização e implementação para a execução dessa tarefa. Passos e França (2018) afirmam que ao se utilizar o *software* livre, as OM usufruem de algumas vantagens, como: poder usar, copiar e redistribuir o software, sem restrições legais e economizar nos custos de licenças de aplicativos.

No contexto da organização e estruturação dos dados coletados no levantamento, o QGIS permite a integração com o formato *Geopackage*, recentemente desenvolvido e padronizado pela *Open Geospatial Consortium* (OGC, 2020). A adoção desse formato é uma alternativa adequada para o armazenamento de feições geográficas, quando comparado aos formatos DWG ou DXF, comumente utilizados nos *softwares* de CAD.

Neste trabalho, o arquivo *Geopackage* foi utilizado para estruturar as classes de feições seguindo a modelagem da Especificação Técnica para Estruturação dos Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-EDGV 3.0), considerando-se algumas adaptações na modelagem conceitual para armazenar feições utilizadas na definição dos limites de um imóvel.

A utilização dessa especificação traz algumas vantagens: a portabilidade dos arquivos; a facilidade de agregação de novas informações e de atualização; a possibilidade de inserir informações temáticas à base cartográfica; a facilidade de construção de programas conversores para o aproveitamento de dados estruturados em outros padrões (CONCAR, 2017).

Outra vantagem na utilização do QGIS é sua *interface* que permite escrever *Scripts* na linguagem de programação *Python*, de forma a possibilitar o desenvolvimento de várias rotinas para a geração automática de peças técnicas como memoriais descritivos, relatórios de cálculo de área/perímetro e monografias dos marcos, além de garantir a qualidade dos dados coletados através de regras de validação (FRANÇA 2018; FRANÇA et al., 2018).

Baseando-se nas vantagens supramencionadas, o 3º Centro de Geoinformação (3º CGEO), OM subordinada à Diretoria de Serviço Geográfico (DSG) desenvolveu um método de utilização do QGIS para a elaboração de plantas topográficas, armazenamento dos dados e geração automática de peças técnicas de levantamentos de áreas patrimoniais.

Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo principal apresentar e descrever as implementações desse método, com o intuito de compartilhá-las e servir de modelo para trabalhos similares executados por outros órgãos nacionais que atuam no levantamento de áreas patrimoniais de imóveis da União.

2. METODOLOGIA

Este trabalho teve como etapas a Modelagem dos Dados Geoespaciais para armazenamento dos dados do levantamento topográfico em arquivo *Geopackage*, a construção de Expressões *Python* para a automatização de elementos da planta topográfica e a implementação de *Scripts Python* para a geração da documentação inerente ao Levantamento.

O banco de dados e as implementações em Python desenvolvidas utilizaram o *software* QGIS 3.10, sendo testadas com dados de levantamentos topográficos executados pelo 3ºCGEO.

2.1. Modelagem dos Dados do Levantamento Topográfico

O processamento, que parte do levantamento dos dados até seu armazenamento, deve garantir a integridade dos elementos e a comunicação entre os diversos usuários das informações territoriais (SILVA et al., 2018). Porém, atualmente o sistema de armazenamento de dados de área patrimonial não garante a integridade dos elementos e, em muitos casos, é feito por processos manuais em que os documentos são organizados de forma descentralizada em pastas ou fichas, gerando uma base de difícil manipulação e gerenciamento.

Como os dados geográficos estão diretamente ligados às representações terrestres, os quais são descritos por meio de suas coordenadas, o armazenamento desses tipos de dados deve ser realizado por meio de um banco de dados específico, chamado de banco de dados geoespaciais, que relaciona as informações descritivas com sua respectiva representação no mundo real (SILVA et al., 2018).

Nesse sentido, foi modelado um banco de dados que descreve um conjunto de convenções para armazenamento de dados espaciais no formato *Geopackage*, cuja extensão de arquivo é o (.gpkg), padrão aberto e independente de plataforma (OGC, 2020).

As classes de feições agrupam instâncias de dados geoespaciais com características e comportamentos comuns (CONCAR, 2017). As classes de feições implementadas no *Geopackage* foram idealizadas para contemplar as categorias que são mais trabalhadas em uma planta topográfica, de acordo com sua funcionalidade (Tabela 01).

Tabela 01 – Grupos e respectivas Classes de Feições

CATEGORIA	CLASSE
Definição de Limites	ponto_limite_p, elemento_confrontante_l e area_imovel_a
Materialização	delimitacao_fisica_l e pto_ref_geod_topo_p
Análise (uso opcional)	area_litigio_a, faixa_seguranca_a
Feições Artificiais (opcional)	arquibancada_a, barragem_a, benfeitoria_a, campo_quadra_a, deposito_geral_a, edif_habitacional_a, meio_fio_l, piscina_a, pista_ponto_pouso_a, torre_energia_p, trecho_duto_l, trecho_energia_l, trecho_ferrovuario_l, trecho_rodoviario_l
Feições Naturais (opcional)	ponto_cotado_altimetrico_p, curva_nivel_l, massa_dagua_a, terreno_suj_inundacao_a, trecho_drenagem_l, vegetacao_a

Fonte: Autoria própria com dados do 3^º CGEO (2020).

2.1.1 Categoria Definição de Limites

Este grupo se refere as classes: Ponto Limite, Elemento Confrontante e Área do Imóvel e são responsáveis por definir a delimitação do Imóvel.

A classe Ponto Limite é utilizada para definir os vértices das linhas limites de confrontação do perímetro de um imóvel. A classe Elemento Confrontante é definida com a linha de limite entre o imóvel levantado e o seu confrontante, enquanto a classe Área do Imóvel é um Polígono único que define um imóvel e que contém os principais atributos sobre esse imóvel.

As Tabelas 02, 03 e 04 apresentam os atributos das classes **ponto_limite_p**,

elemento_confrontante_1 e **area_imovel_a**, respectivamente.

Tabela 02 – descrição dos atributos da classe **ponto_limite_p**.

ATRIBUTO	TIPO	DESCRIÇÃO
tipo	TEXT(20)	CodeList: • Marco de Concreto com chapa de identificação; • Ponto Ocupado, materializado por cerca ou muro; • Ponto Virtual, não materializado e não ocupado.
ordem	MEDIUMINT	Sequência correta dos pontos que descreve a poligonal.
codigo	TEXT(8)	Código de nomenclatura adotada para os pontos.

Fonte: Autoria própria com dados do 3^º CGEO (2020).

Tabela 03 – descrição dos atributos da classe **elemento_confrontante_1**

ATRIBUTO	TIPO	DESCRIÇÃO
confrontante	TEXT(250)	Nome do Confrontante.
confront_rotulo	TEXT(80)	Abreviatura do nome do Confrontante para apresentação no Layout (opcional).
descr_pnt_inicial	TEXT(200)	Descrição sucinta sobre o ponto inicial de confrontação (Esse dado constará no memorial descritivo).
responsavel	TEXT(250)	Nome do responsável por assinar a anuência, caso necessário.
cpf_cnpj	TEXT(11)	CPF do responsável por assinar a anuência, caso necessário.
matricula	TEXT(255)	Transcrição do Registro do imóvel.

Fonte: Autoria própria com dados do 3^º CGEO (2020).

Tabela 04 – descrição dos atributos da classe **area_imovel_a**

ATRIBUTO	TIPO	DESCRIÇÃO
imovel	TEXT(200)	Nome ou código do imóvel.
cadastro	TEXT(250)	Código de cadastro do imóvel.
matricula	TEXT(255)	Transcrição do Registro do imóvel.
proprietario	TEXT(200)	Nome do proprietário do imóvel.
localidade	TEXT(200)	Endereço ou descrição de localização.
municipio	TEXT(150)	Município(s) onde o imóvel se localiza.
UF	TEXT(2)	Unidade(s) da Federação onde o imóvel se localiza.
data_levantamento	DATE	Data na qual o levantamento foi executado.
geomensor	TEXT(255)	Responsável pelo levantamento em campo.
resp_tecnico	TEXT(200)	Responsável Técnico.
crea	TEXT(50)	Registro no CONFEA/CREA do Responsável Técnico.
area	REAL	Área do imóvel em metros quadrados.
perimetro	REAL	Perímetro do imóvel em metros.

Fonte: Autoria própria com dados do 3^º CGEO (2020).

2.1.2 Categoria Materialização

Este grupo é composto pelas classes Ponto de Referência e Delimitação Física e representam a materialização de feições no terreno. Ambas classes são oriundas da ET-EDGV 3.0.

Segundo a CONCAR (2017), a classe Delimitação Física é conceituada como uma estrutura natural ou artificial que serve para delimitar, separar ou proteger uma área. Enquanto a classe Ponto de Referência é um ponto de referência, materializado no terreno, utilizado nos processos geodésicos e topográficos.

Salienta-se que os atributos destas classes foram adaptados para armazenar também as informações necessárias à geração automática da monografia dos marcos, bem como a perfeita representação, conforme a NBR13.133 e IR50-08.

2.1.3 Categoria Análise

Esta categoria é composta pelas classes Área de litígio e Faixa de segurança, que são de uso opcional, a depender da finalidade da planta. A classe Área de litígio diz respeito ao polígono referente às áreas de conflito de interesse territorial, de ordem jurídica e a classe Faixa de Segurança se refere às feições que envolvem as vias rodoviárias, ferroviárias, dutos e trecho de energia, caracterizando-se como um faixa de domínio para garantir os limites de segurança.

2.1.4 Categorias Feições Artificiais e Feições Naturais

A categoria Feições Artificiais é composta das classes que são utilizadas para a contextualização da planta, representando feições que foram criadas ou modificadas pelo homem. Essa categoria é composta pelas classes: Arquibancada, Barragem, Benfeitoria, Campo Quadra, Deposito Geral, Edificação Habitacional, Meio Fio, Piscina, Pista Ponto Pouso, Torre Energia, Trecho Duto, Trecho Energia, Trecho Ferroviário, Trecho Rodoviário.

Já as classes da categoria Feições Naturais são utilizadas para a contextualização da planta, representando características naturais da superfície terrestre no interior e nas proximidades do imóvel. Essas classes são: Ponto Cotado Altimétrico, Curva Nível, Massa D'água, Terreno Sujeito a Inundação, Trecho Drenagem e Vegetação.

As classes de ambas categorias seguem a mesma modelagem da ET-EDGV 3.0 e, portanto, maiores informações sobre as conceituações e características dessas classes podem ser consultadas no Anexo A dessa especificação (CONCAR, 2017).

2.2. Desenvolvimento de algoritmos em Python no QGIS

O emprego de algoritmos computacionais que forneçam soluções otimizadas tem se tornado uma excelente alternativa para suprimir a necessidade de operações manuais na elaboração de peças técnicas do levantamento topográfico, devido ao ganho de produtividade.

Nesse sentido, foi desenvolvida uma série de ferramentas baseadas, principalmente, na linguagem de programação *Python*.

No QGIS, o *Python* pode ser empregado em diversas possibilidades como a criação de novas expressões (ou funções) personalizadas, *scripts* (ferramentas de processamento) e complementos (*plugins*).

Neste trabalho, foram desenvolvidas expressões para automatização de elementos da planta topográfica e *scripts* para a geração de peças técnicas (memorial descritivo, planilha de

cálculo de área/perímetro e monografia de marco).

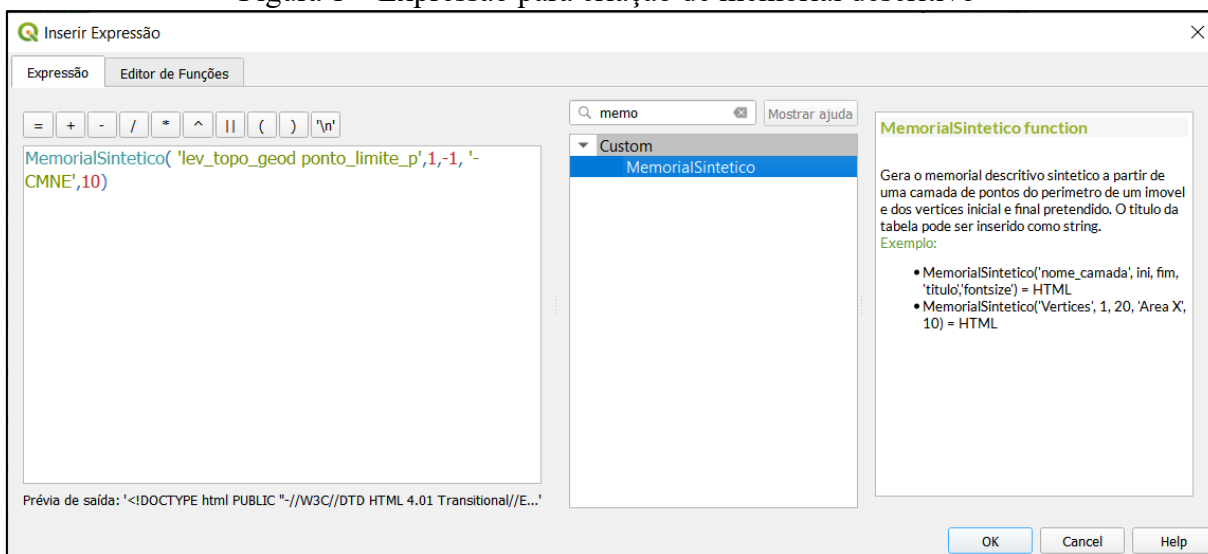
2.2.1 Expressões *Python* para a automatização da Planta Topográfica

No QGIS, a Expressão é um recurso para dinamicamente acessar e manipular os valores de atributos, geometrias e variáveis de um Projeto, seja para configurar estilos de representação baseados em regra, posicionar rótulos, selecionar feições, inserir dados no *Layout*, criar campos virtuais entre outras funcionalidades (QGIS.org, 2020).

Neste trabalho, foi necessária a implementação de Expressões *Python* que usassem como parâmetros tanto os dados do Projeto QGIS quanto das camadas do *Geopackage* para a confecção da planta topográfica do imóvel e geração automática de seus itens, como o Memorial Descritivo Sintético, o Quadro de Orientação, a Convergência Meridiana e o Fator de Escala (k).

A Figura 1 mostra um exemplo de utilização da Expressão para geração do Memorial Descritivo Sintético, tendo como entrada a classe Ponto Limite, a ordem do primeiro e do último vértice, o título da tabela e o tamanho da fonte. A saída desta Expressão será uma *String* construída em HTML (Figura 2).

Figura 1 – Expressão para criação de memorial descritivo



Fonte: Autoria própria (2020).

Figura 2 – Tabela criada automaticamente em HTML para o Memorial Descritivo Sintético

VÉRTICE	COORDENADAS		LADO	AZIMUTES		DISTÂNCIA (m)
	E	N		PLANO	VERDADEIRO	
XV	269.722,82	9.138.383,56	XV/V064	184°18'32,6"	184°35'32,0"	728,61
V064	269.668,08	9.137.657,01	V064/V065	186°21'11,6"	186°38'12,0"	611,71
V065	269.600,39	9.137.049,06	V065/V066	206°07'50,2"	206°24'51,6"	24,18
V066	269.589,74	9.137.027,35	V066/V067	182°51'31,2"	183°08'32,7"	283,12
V067	269.575,62	9.136.744,58	V067/V068	182°51'41,3"	183°08'43,2"	30,45
V068	269.574,10	9.136.714,17	V068/V069	177°36'20,1"	177°53'22,1"	161,85
V069	269.732,18	9.136.748,91	V069/V070	28°23'25,4"	28°40'26,6"	61,92
V070	269.761,62	9.136.803,38	V070/V071	175°37'53,2"	175°54'54,3"	329,39
V071	269.786,71	9.136.474,95	V071/V072	176°01'16,4"	176°18'17,8"	249,47
V072	269.804,02	9.136.226,08	V072/V073	264°51'57,8"	265°08'59,3"	108,06
V073	269.696,39	9.136.216,41	V073/V074	244°00'06,4"	244°17'06,4"	90,86
V074	269.614,72	9.136.176,58	V074/V075	238°13'36,5"	238°30'39,0"	60,94
V075	269.562,91	9.136.144,49	V075/V076	224°39'37,9"	224°56'40,7"	44,16
V076	269.531,87	9.136.113,08	V076/V077	213°48'57,7"	214°06'00,6"	47,94
V077	269.505,19	9.136.073,25	V077/V078	210°59'42,5"	211°16'45,6"	43,83
V078	269.482,62	9.136.035,68	V078/V079	165°47'05,7"	166°04'08,9"	48,95
V079	269.494,64	9.135.986,23	V079/V080	178°09'15,8"	178°26'19,0"	184,75
V080	269.500,59	9.135.903,58	V080/V081	86°12'05,1"	85°29'09,5"	14,49
V081	269.515,06	9.135.804,54	V081/XM	154°03'50,5"	154°20'53,9"	142,68
XM	269.577,45	9.135.676,23	XM/V082	100°59'53,2"	101°16'56,4"	193,88
V082	269.767,77	9.135.639,24	V082/M03	148°04'16,9"	148°21'19,3"	181,99
M03	269.864,02	9.135.484,78	M03/V280	280°19'05,9"	280°36'08,1"	940,45
V280	269.936,78	9.135.653,23	V280/V279	280°10'12,7"	280°27'18,7"	645,15
V279	268.303,77	9.135.767,15	V279/V278	20°30'27,6"	20°47'36,4"	163,59
V278	268.361,08	9.135.920,37	V278/V277	353°35'01,7"	353°52'10,0"	124,03
V277	268.347,22	9.136.043,62	V277/V276	351°42'45,4"	351°59'53,6"	103,03
V276	268.332,37	9.136.145,67	V276/V275	333°14'28,5"	333°31'36,6"	164,03
V275	268.298,52	9.136.292,03	V275/V274	322°12'56,4"	322°48'33,7"	154,02
V274	268.164,91	9.136.414,26	V274/V273	338°18'26,4"	338°35'35,0"	169,03
V273	268.096,89	9.136.569,04	V273/V272	336°14'39,1"	336°31'47,8"	103,02
V272	268.055,39	9.136.663,33	V272/V271	334°31'54,5"	334°49'03,3"	142,04
V271	267.994,31	9.136.791,57	V271/V270	331°29'16,7"	331°46'25,6"	137,03
V270	267.928,90	9.136.911,98	V270/V269	344°35'55,7"	344°53'04,8"	108,03
V269	267.900,21	9.137.016,13	V269/V041	113°03'33,8"	11°47'42,9"	135,16
V041	267.927,30	9.137.149,16	V041/V042	59°24'42,1"	59°41'50,8"	315,64
V042	268.198,02	9.137.309,78	V042/V043	62°38'58,8"	62°56'06,2"	117,80
V043	268.303,65	9.137.363,90	V043/V044	66°08'00,7"	66°25'07,5"	39,99
V044	268.340,22	9.137.380,08	V044/V045	54°48'21,9"	55°05'28,6"	22,09
V045	268.358,27	9.137.292,81	V045/V046	52°50'52,9"	52°07'59,4"	41,84
V046	268.391,62	9.137.418,08	V046/V047	50°08'41,2"	50°25'47,6"	39,90
V047	268.422,25	9.137.443,65	V047/V048	37°31'28,6"	37°48'34,8"	156,48
V048	268.517,56	9.137.567,75	V048/V049	43°59'45,0"	44°16'50,6"	31,07
V049	268.536,14	9.137.590,10	V049/V050	52°41'31,1"	52°58'36,7"	106,72
V050	268.624,02	9.137.654,78	V050/V051	115°15'27,2"	115°32'32,3"	184,23
V051	268.790,64	9.137.576,17	V051/V052	104°34'57,1"	104°52'01,8"	167,89
V052	268.953,12	9.137.533,90	V052/V053	62°29'29,8"	62°46'33,6"	172,49
V053	269.106,11	9.137.613,57	V053/V054	337°12'35,0"	337°29'38,0"	130,09
V054	269.056,72	9.137.733,50	V054/V055	43°19'47,1"	43°36'50,2"	4,12
V055	269.058,55	9.137.736,50	V055/V056	282°07'00,1"	282°24'03,2"	116,72
V056	268.944,43	9.137.781,00	V056/V057	289°52'55,5"	290°09'59,1"	153,14
V057	268.800,42	9.137.813,06	V057/V058	313°29'05,3"	313°46'09,4"	97,61
V058	268.729,50	9.137.880,25	V058/V059	40°40'30,5"	40°57'34,8"	471,36
V059	269.036,82	9.138.237,74	V059/V060	107°44'57,2"	108°01'59,7"	48,09
V060	269.082,62	9.138.223,08	V060/V061	96°37'58,3"	95°55'00,7"	36,68
V061	269.119,12	9.138.219,48	V061/V062	73°02'16,8"	73°19'19,0"	87,10
V062	269.202,43	9.138.244,89	V062/V063	85°31'10,0"	85°48'11,8"	417,17
V063	269.618,33	9.138.277,48	V063/VX	44°34'09,4"	44°51'09,3"	148,90

Fonte: Autoria própria (2020).

2.2.2 Scripts Python para a geração automática de documentação

Os *scripts* implementados para a geração automática das documentações são os seguintes: memorial descritivo analítico, planilha de cálculo de área/perímetro e monografia dos marcos.

O Memorial Descritivo Analítico deve conter também a descrição textual dos elementos confrontantes e dos pontos limites notórios no terreno, além das coordenadas, azimutes e distâncias. Por isso, para a geração do memorial, é necessário que os atributos das classes Ponto Limite (ponto), Elemento Confrontante (linha) e Área do Imóvel (polígono) estejam previamente preenchidos corretamente.

Outro documento que deve estar presente nos trabalhos de levantamento topográfico é a Planilha de Cálculo de Área e Perímetro, onde devem constar em forma de tabela todos os vértices em coordenadas planas e geodésicas, os azimutes e medidas de cada lado, além do cálculo final de perímetro e área.

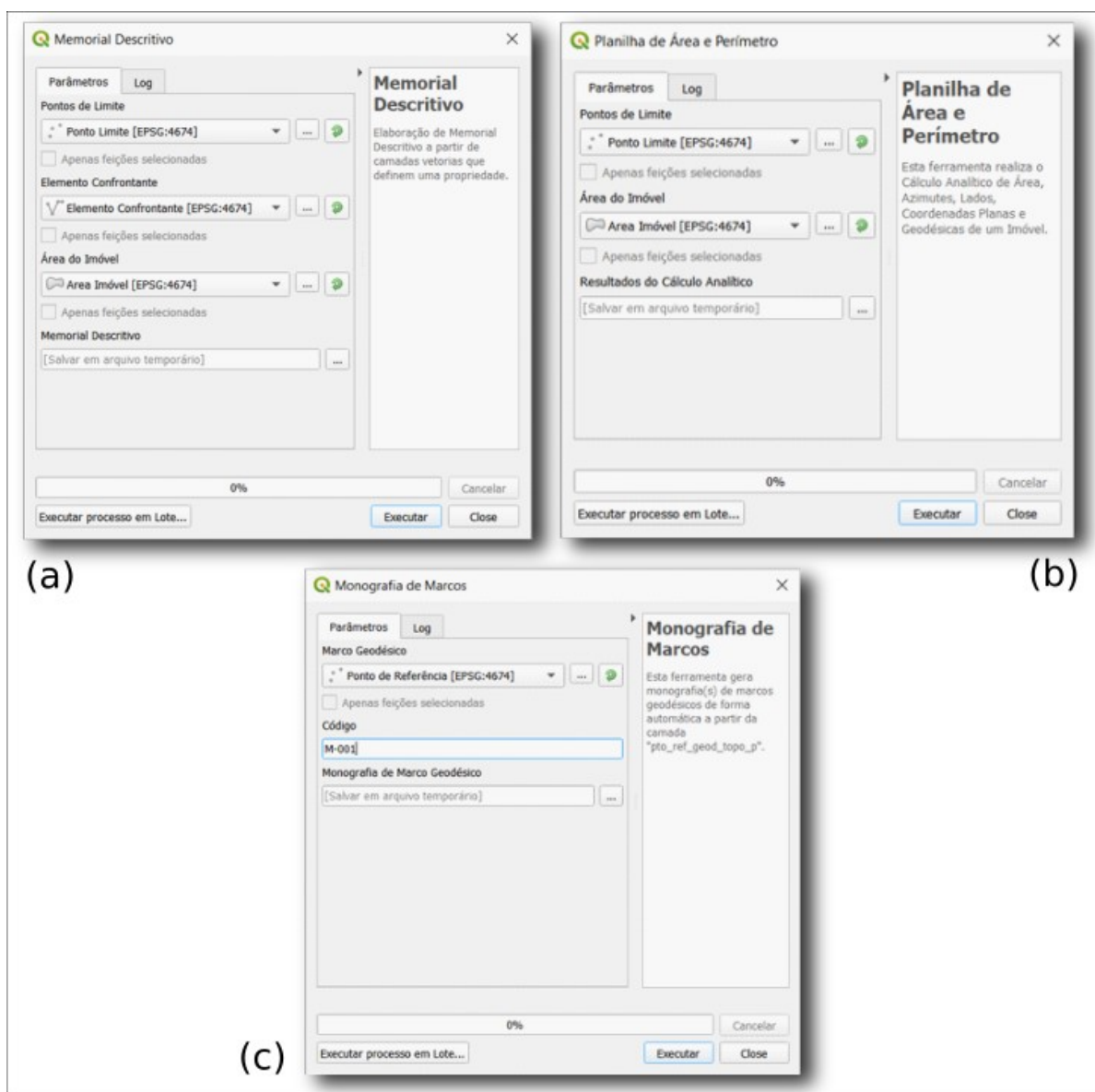
A documentação dos marcos geodésicos de um imóvel é um procedimento essencial nos trabalhos de levantamentos geodésicos. Isso porque os mesmos podem ser recuperados como base para futuros posicionamentos GNSS ou como vértices de estacionamento de estações totais.

Por isso, foi também implementado um *script* para automatizar a elaboração desse documento. Nesse *script*, os parâmetros de entrada são basicamente a camada de Pontos de

Referência e a *String*, indicando exatamente o código atribuído ao marco que se deseja gerar a monografia.

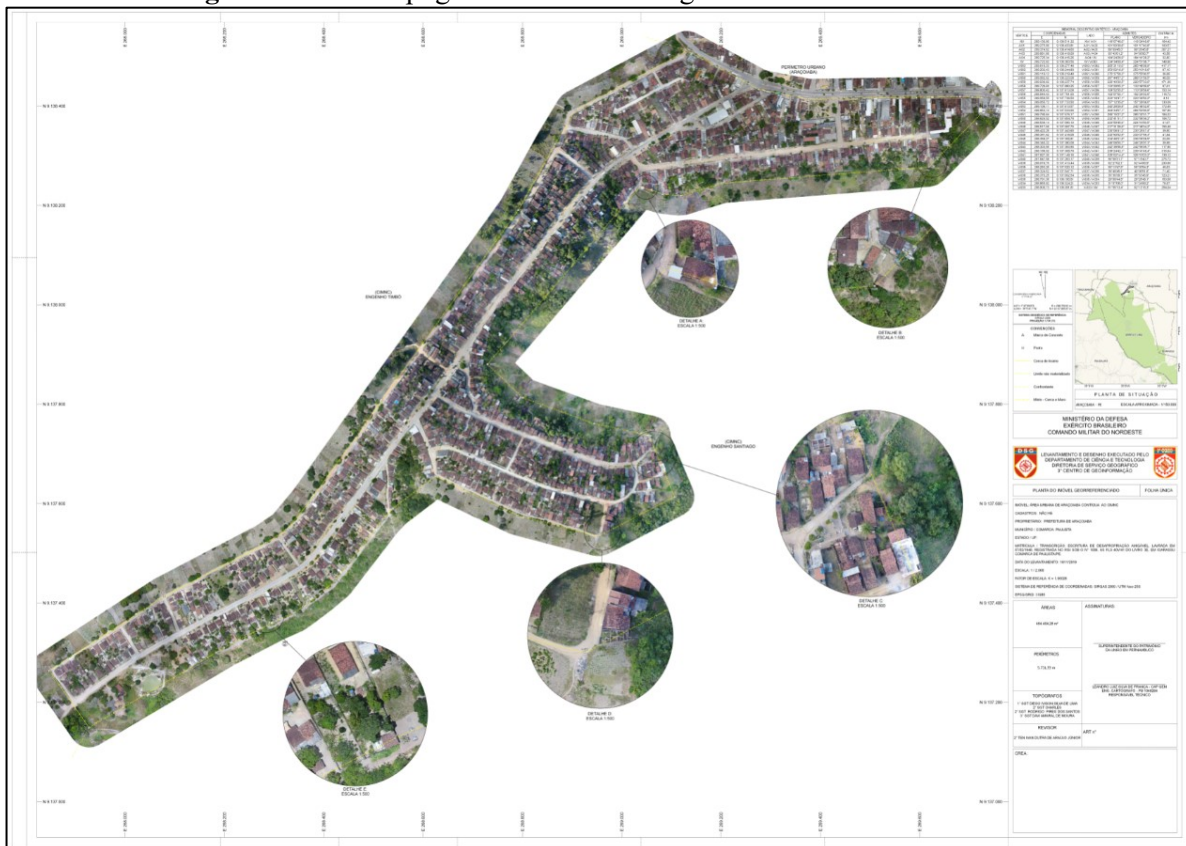
A Figura 3 apresenta os parâmetros de entrada de cada ferramenta. Em todos os casos, o arquivo de saída estará no formato HTML, podendo ser um arquivo temporário ou o caminho onde ele será salvo na máquina. Em ambas situações, o arquivo gerado pode ser visualizado e impresso diretamente no QGIS, e no último caso, pode ser aberto em qualquer editor de texto como o *Libre Office Writer* ou o *Microsoft Word* para posterior ajustes e formatações.

Figura 3 – (a) Ferramenta de geração do Memorial Descritivo; (b) Ferramenta de geração da Planilha de Cálculo de Área e Perímetro; e (c) Ferramenta de geração de Monografia do Marco



Fonte: Autoria própria (2020).

Figura 5: Planta topográfica com Ortoimagem de RPA no tamanho A0.



Fonte: Autoria própria (2020).

Na Figura 6 são apresentados exemplos das documentações geradas a partir das camadas de delimitação do imóvel e materialização dos pontos de referência.

Figura 6 - (A) Memorial Descritivo Analítico, (B) Planilha de Cálculo de Área e Perímetro, e (C) Monografia de Marco Geodésico.

(A)

(B)

(C)

Fonte: Autoria própria (2020).

4. CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos, é possível afirmar que o *software* QGIS, combinado com ferramentas desenvolvidas na linguagem *Python*, mostrou-se eficiente na elaboração das peças técnicas do levantamento topográfico de áreas patrimoniais da União, com ganho de produtividade e redução de gastos com licenças.

A adoção da ET-EDGV 3.0, mesmo que adaptada, revelou-se eficaz por permitir a manutenção da integridade estrutural dos dados e, conseqüentemente, a interoperabilidade deles. O uso do banco de dados aqui desenvolvido pode ser utilizado por vários usuários, já que independe da plataforma de SIG.

Quanto ao método de Elaboração de Planta topográfica e geração automática da documentação do Levantamento no QGIS, esse já vem sendo adotada no 3º CGEO desde 2019, podendo-se citar os seguintes trabalhos: atualização da área patrimonial do próprio 3º CGEO (em 2019), atualização da área patrimonial do CMNE (em 2019), levantamento de áreas de Servidão de OM/EB na Bahia (em 2019) e atualização da área patrimonial do CMNIC (em 2020).

O método desenvolvido pelo 3ºCGEO também se encontra alinhado com as políticas de utilização de *Softwares* Livres no Governo Federal, garantindo independência e economia de recursos públicos.

A publicação desta metodologia serve também de modelo para novas aplicações em demais casos de georreferenciamento de imóveis e regularização fundiária por outros órgãos públicos.

Ademais, o incentivo à Pesquisa e Desenvolvimento através deste trabalho, realizado em conjunto com o Departamento de Cartografia da UFPE, enaltece a imagem do Exército Brasileiro, reafirmando-o como um incentivador do desenvolvimento tecnológico Nacional.

Referências Bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 13.133 Execução de levantamento topográfico, 1994.

BRASIL. Decreto nº 9.310, de 15 de março de 2018. Normas gerais e os procedimentos aplicáveis à Regularização Fundiária Urbana e estabelece os procedimentos para a avaliação e a alienação dos imóveis da União. 2018.

COMISSÃO NACIONAL DE CARTOGRAFIA - CONCAR. Especificação Técnica para Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-EDGV). Versão 3.0. Brasília, 2017.

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA - DCT/ DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO - DEC. IR 50-08. Instruções Reguladoras para a Execução do Levantamento Topográfico Cadastral no Âmbito do Exército. 2010.

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO - DEC. EB50-CI-04.002. Caderno de Instrução sobre Gestão Patrimonial no âmbito do Exército Brasileiro. 2018.

FRANÇA, L. L. S. Topological validation of drainage network with QGIS. Anais 7º Simpósio de Geotecnologias No Pantanal, Jardim, MS. Embrapa Informática Agropecuária/INPE. p. 262-273. 2018.

FRANÇA, L. L. S., SILVA, T. A., ANDRADE, A.C.B.A.B., ALCÂNTARA, L.A. Vetorização de Cobertura Terrestre no QGIS. Simpósio Brasileiro De Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, VII, Recife-PE, p.393-400. 2018.

OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM - OGC. Geopackage Encoding Standard. 2020. Disponível em <http://www.geopackage.org/spec/>

PASSOS, J. B.; FRANÇA, L. L. S. Processo de reambulação no mapeamento topográfico. Revista Brasileira de Geomática, v. 6, n. 2, p. 119-138, abr/jun.2018.

QGIS.org (2020). QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. Disponível em: <http://qgis.org>

SILVA, P. A. ; LIMA JUNIOR, C. O. ; CARNEIRO, A. F. T. . Estruturação de um Banco de Dados Espacial para o Município de Macaparana-PE. 2018. Anais do COBRAC 2018 - Florianópolis – SC – Brasil - UFSC – de 21 a 24 de outubro 2018. Disponível em: <http://ocs.cobrac.ufsc.br/index.php/cobrac/cobrac2018/paper/viewFile/514/223>. Acesso em: 07 de agosto de 2020.