



TNC

**TOOLBOX (ARCGIS PRO) PARA
AUTOMATIZAÇÃO DE DIAGNÓSTICO
AMBIENTAL DE IMÓVEIS RURAIS DO PROJETO
P4F**

JANEIRO/2023

PORATH ENGENHERIA CONSULTIVA

Sumário

1. INTRODUÇÃO	3
1.1 NECESSIDADE DO NEGÓCIO	3
2. DEFINIÇÃO DE ARQUITETURA DA SOLUÇÃO	3
3. LEVANTAMENTO DE REQUISITOS.....	5
3.1 REQUISITOS FUNCIONAIS	5
3.1.1 FERRAMENTA DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DOS IMÓVEIS RURAIS DO PROJETO P4F	5
3.2 REQUISITOS NÃO-FUNCIONAIS.....	6
4. PREPARAÇÃO DE AMBIENTE	6
5. SAÍDA DE DADOS (OUTPUT)	10

TOOLBOX (ARCGIS PRO) PARA AUTOMATIZAÇÃO DE DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE IMÓVEIS RURAIS DO PROJETO P4F

1. INTRODUÇÃO

Este relatório tem por objetivo documentar a atividade de desenvolvimento de uma ferramenta GIS em Python e operável por meio do ArcGIS Pro cuja funcionalidade é a automatização de diagnóstico ambiental de imóveis rurais do projeto P4F para uso exclusivo da ONG The Nature Conservancy (TNC).

1.1 NECESSIDADE DO NEGÓCIO

Anteriormente ao desenvolvimento dessa ferramenta, o diagnóstico ambiental dos imóveis rurais do projeto P4F era realizado de forma semiautomatizada por meio do ESRI's Model Builder e a finalização de forma manual. Para isso, era necessário que cinco etapas (1 – config; 2 – APP Consolidada; 3 – APP Total; 4 – Passivos Ativos; e 5 - Calculate) fossem orquestradas pelo usuário para se chegar ao final da análise. Ainda por fim era necessária também ações manuais para cálculo e definição de áreas de outras áreas de interesse, além da criação e exportação de mapas.

Dessa forma, foi proposto o desenvolvimento de uma ferramenta (toolbox) para o ambiente ArcGIS Pro em que as cinco etapas anteriormente citadas somada dos passos manuais fossem realizadas de forma automática. Dessa forma, o fluxo de trabalho é mais simples, rápido, padronizado e com menos chances de erros provocados pelo usuário.

2. DEFINIÇÃO DE ARQUITETURA DA SOLUÇÃO

A arquitetura da solução é simples e 100% compatível com os softwares ArcGIS Pro da ESRI, onde o usuário interage com a ferramenta via o software ArcGIS Pro informando os dados geográficos de entrada. O processamento dos dados é realizado de forma automática e o resultado (*output*) são:

- Criação de um arquivo no formato *File Geodatabase* (FGDB) contendo o diagnóstico ambiental;
- Criação de arquivo APRX com a configuração prévia do *Map Series*, onde o *data source* é apontado para o FGDB gerado; e
- Exportação dos mapas nos formatos JPEG e PDF (um layout por arquivo) do diagnóstico gerado.

Dessa forma, o macrofluxograma do método em que a ferramenta é fundamentada pode ser visualizada a partir da Figura 1.

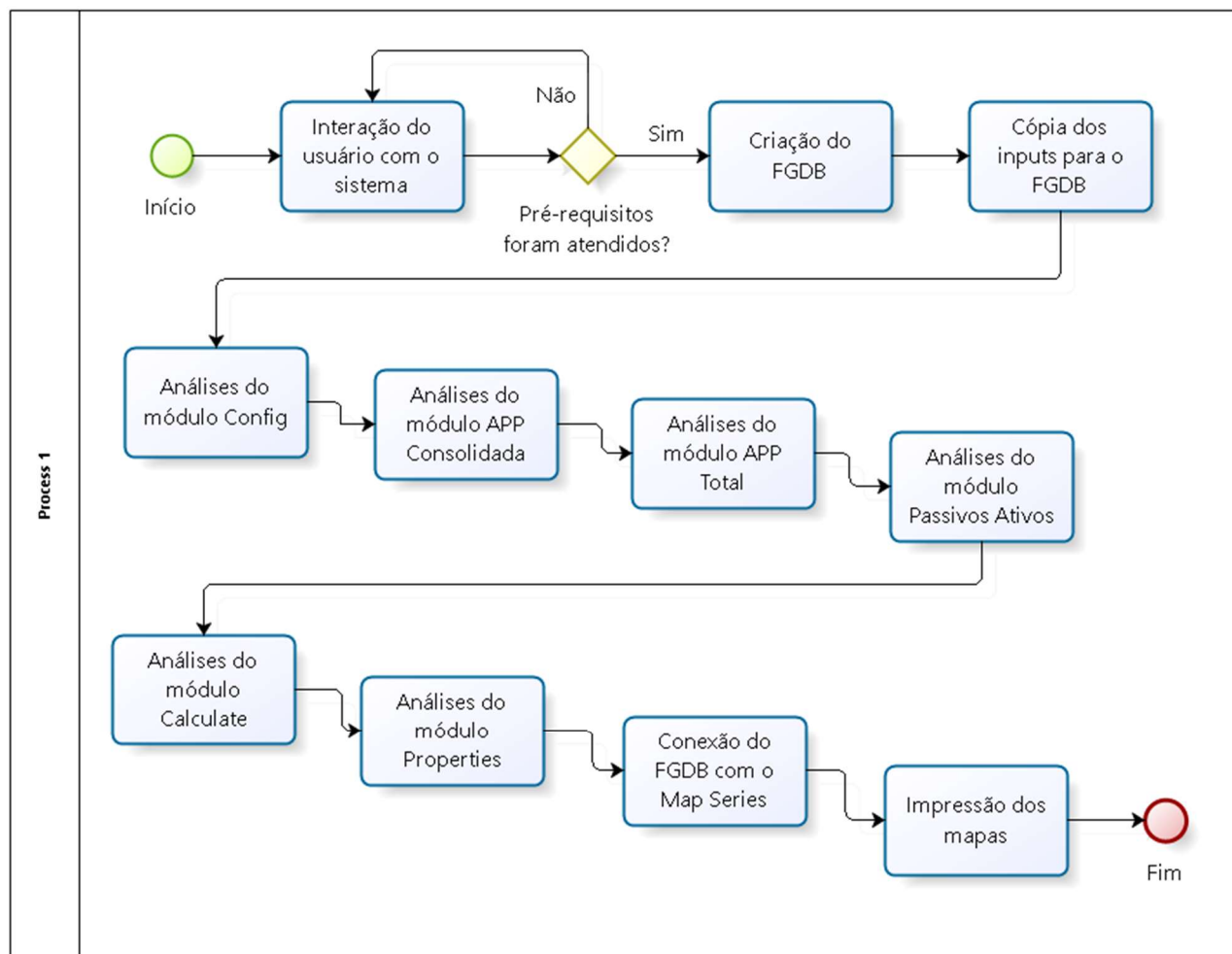


Figura 1: Representação do macro fluxograma da ferramenta de diagnóstico ambiental dos imóveis rurais do projeto P4F.

Por fim, conforme solicitado pela equipe da TNC, a mesma solução deveria estar disposta no Jupyter Notebook. Logo, o script foi adequado para o citado uso, onde a interação do usuário com a ferramenta é feita via teclado.

3. LEVANTAMENTO DE REQUISITOS

3.1 REQUISITOS FUNCIONAIS

Para a realização da ferramenta de diagnóstico ambiental dos imóveis rurais do projeto P4F foi importante levantar os seus requisitos funcionais e não funcionais. Para isso foram necessários alinhamentos com a equipe da TNC, leitura do slide da apresentação do projeto e estudo do Model Builder gerado previamente.

3.1.1 FERRAMENTA DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DOS IMÓVEIS RURAIS DO PROJETO P4F

Como já citado, a ferramenta de diagnóstico ambiental dos imóveis rurais do projeto P4F foi desenvolvida para ser utilizada no ArcGIS Pro e os seus requisitos funcionais são indicados no Quadro 1.

CÓDIGO	REQUISITO FUNCIONAL
R1	Na ferramenta, o usuário deverá informar o endereço onde estão os dados geográficos de entrada: lago, corpo d'água, hidrografia, limites de propriedades, nascente, vegetação (2008), vegetação (atual) e PPA (não obrigatória). Os inputs deverão obedecer ao padrão estipulado no "ANEXO A" deste documento.
R2	Na ferramenta, o usuário deverá informar o endereço onde será criado o arquivo FGDB contendo as features datasets de arquivos intermediários e final.
R3	Na ferramenta, o usuário deverá informar em qual Sistema de Referência e Sistema de Coordenadas o projeto deverá ser criado.
R4	Na ferramenta, o usuário deverá informar o local onde está o toolbox devido aos seus arquivos auxiliares (FGDB padrão e APRX contendo o Map Series padronizado).
R5	A ferramenta deverá copiar os dados geográficos de input informados pelo usuário e salvá-los na Features Dataset "input".
R6	A ferramenta deverá criar dados geográficos intermediários e salvá-los nas Features Datasets intermediate_results e intermediate_results_outputs.
R7	A ferramenta deverá criar dados geográficos de outputs (APP Total, APP Desmatada, APP com Remanescente Florestal, Desmatamento pós 2008 em RL, Desmatamento pós 2008 em APP, Passivo a restaurar, Reserva Legal em 2008, Reserva Legal atual) e salvá-los nas Features Datasets "outputs" e "outputs_calculate".
R8	A ferramenta deverá fazer uma cópia do arquivo APRX no campo output indicado e realizar o update do datasource para o novo FGDB criado pela ferramenta.
R9	A ferramenta deverá exportar nos formatos JPEG e PDF os mapas gerados por meio do Map Series do arquivo APRX.

Quadro 1: Requisitos Funcionais da Ferramenta de diagnóstico ambiental dos imóveis rurais do projeto P4F.

3.2 REQUISITOS NÃO-FUNCIONAIS

A seguir são apresentados os requisitos não funcionais endereçados pela solução. Os demais requisitos não funcionais que possam vir a existir estão fora do escopo desta proposta e/ou não foram considerados para a produção dela.

1. Utilização de metodologia de desenvolvimento de software e gestão da Porath Engenharia Consultiva, bem como o seu padrão de documentação;
2. Utilização da metodologia traçada no Model Builder “forest code analysis.tbx” desenvolvido pela TNC;
3. Os arquivos contidos na pasta “Scripts” não devem ser alterados ou movidos de locais sob risco de não funcionamento da ferramenta.
4. Ferramenta será implementada na linguagem Python, tendo a uma versão de utilização via toolbox do ArcGIS Pro (versão 2.9.0) e outra para o Jupyter Notebook;
5. A interface de usuário das aplicações desenvolvidas será apresentada apenas na linguagem português do Brasil; e
6. A tabela de atributos dos inputs da ferramenta deverá obedecer ao padrão estipulado no **ANEXO A**.

4. PREPARAÇÃO DE AMBIENTE

A ferramentas de diagnóstico ambiental dos imóveis rurais do projeto P4F foi desenvolvida a partir da linguagem de programação Python onde a principal biblioteca geoespacial utilizada foi o ArcPy. A parte inicial da referida ferramenta foi elaborada a partir da releitura do Model Builder “forest code analysis.tbx” desenvolvido pela equipe da TNC. Dessa forma, as etapas “1 – Config”, “2 – APP Consolidada”, “3 – APP Total”, “4 – Passivos Ativos” e “5 – Calculate” foram mantidas no script em Python com o objetivo de manter a similaridade do trabalho que está em produção.

Além dos módulos citados, para atender o objetivo da TNC, ainda foram desenvolvidos para a ferramenta os módulos “6 – Properties”, “7 – APRX Project” e “8 – Print Map Series”. Dessa forma, para cada um desses subprocessos que eram gerados separadamente no Model Builder, o script os executa de forma similar por meio de funções. Conforme apresentado no Quadro 2.

```

# Import system modules
import os
import arcpy
from arcpy import management as management
from arcpy import analysis as analysis

arcpy.env.overwriteOutput = True

# Set local variables
inputs = arcpy.GetParameterAsText(0)
output = arcpy.GetParameterAsText(8)

def create_fgdb(v_output, v_sptial_ref):

def input(inp_lakes, inp_water_bodies, inp_rivers, inp_properties, inp_springs,
inp_veg_2008, inp_veg_current, inp_ppa_areas, inp_saf, inp_others_uses, output,
inp_toolbox_path):

def config(v_lakes, v_water_bodies, v_rivers, v_properties, v_output):

def app_consolidada(v_properties, v_springs, v_output):

def app_total(v_water_bodies, v_rivers, v_springs, v_input, v_output):

def passivos_ativos(v_properties, v_veg_2008, v_veg_current,
v_intermediate_results, v_intermediate_results_outputs, v_outputs):

def calculate(v_properties, v_outputs, v_outputs_calculate):

def properties(v_lakes, v_veg_current, v_saf, v_others_uses, v_properties_join,
v_output, v_sptial_ref, v_input):

def aprx_project(inp_toolbox_path, output, fgdb_path_new):

def print_map_series(aprx, output):

```

Quadro 2: resumo do script da ferramenta gerada.

Para que o usuário tenha uma experiência amigável, a ferramenta foi desenvolvida para ser executada por meio da interface do ArcGIS Pro da ESRI (versão 2.9.0 ou superior). A ferramenta nomeada como “Forest Code Analysis” se encontra armazenada na toolbox nomeada como “forest code analysis_python.tbx” dentro do diretório “Scripts\Toolbox”.

Para que o usuário faça uso da ferramenta, é necessário que no ArcGIS Pro, via Catalog seja localizada a pasta onde a toolbox foi salva e executá-la, conforme representado na Figura 2.

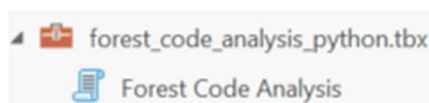


Figura 2: Representação do Toolbox da ferramenta.

Ao executá-la, será apresentado a tela contendo a interface com os seguintes campos de interação¹:

- Input da camada geográfica de Lago – **OBRIGATÓRIA**;
- Input da camada geográfica de Corpo D'Água – **OBRIGATÓRIA**;
- Input da camada geográfica de Hidrografia – **OBRIGATÓRIA**;
- Input da camada do Limite da Propriedade – **OBRIGATÓRIA**;
- Input da camada de Nascente – **OBRIGATÓRIA**;
- Input da camada de Vegetação (2008) – **OBRIGATÓRIA**;
- Input da camada de Vegetação (atual) – **OBRIGATÓRIA**;
- Input da camada de PPA – **OPTATIVA**;
- Input da camada de SAF – **OPTATIVA**;
- Input da camada de Outros Usos – **OPTATIVA**;
- Output – **ENDEREÇO ONDE SERÃO CRIADOS O ARQUIVO FGDB, APRX (MAP SERIES) e MAPAS EM JPEG E PDF²**;
- Sistema de Referência – **DEVERÁ SER UTILIZADO O SISTEMA UTM DEVIDO A NECESSIDADE DE CÁLCULOS DE ÁREAS EM UNIDADES MÉTRICAS**;
- Endereço onde está salvo o Toolbox com os arquivos auxiliares; e
- Botão de processar “run”.

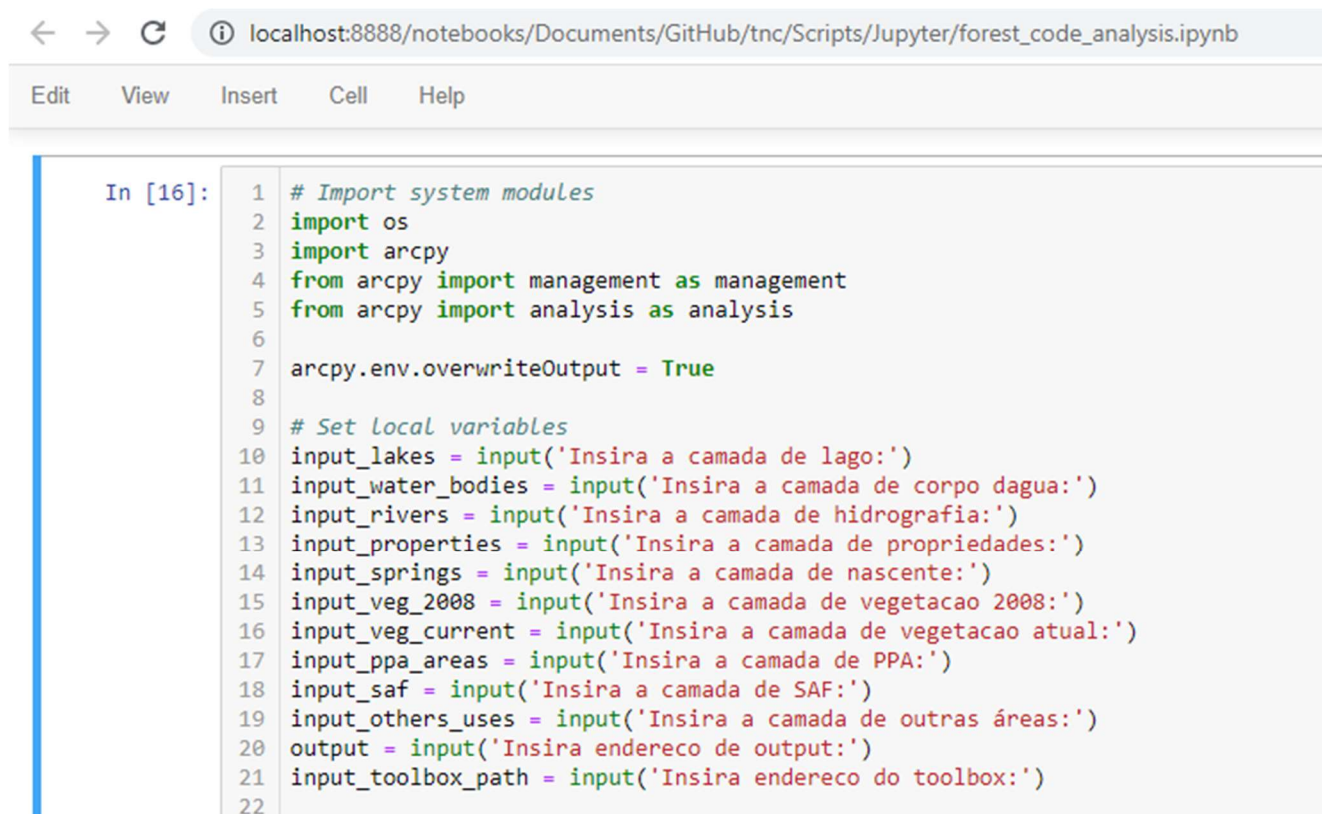
¹ O padrão da tabela de atributos dos dados geográficos de inputs deve obedecer ao ANEXO A.

² No sistema operacional Windows, o endereço (diretório) deve possuir no máximo de 256 caracteres (MAX_PATH). Logo, diretórios com extensão maior que 256 caracteres podem provocar o mau funcionamento da ferramenta.



Figura 3: Representação da Ferramenta de diagnóstico ambiental dos imóveis rurais do projeto P4F.

Por fim, conforme solicitado pela equipe da TNC, a mesma solução também foi desenvolvida para utilização no Jupyter Notebook. Para isso deve-se utilizar o arquivo disposto no diretório “Scripts\Jupyter” com nome “forest_code_analysis.ipynb”. Apenas a título de ilustração, o início do script é representado na Figura 4.



```
In [16]: 1 # Import system modules
2 import os
3 import arcpy
4 from arcpy import management as management
5 from arcpy import analysis as analysis
6
7 arcpy.env.overwriteOutput = True
8
9 # Set local variables
10 input_lakes = input('Insira a camada de lago:')
11 input_water_bodies = input('Insira a camada de corpo d'agua:')
12 input_rivers = input('Insira a camada de hidrografia:')
13 input_properties = input('Insira a camada de propriedades:')
14 input_springs = input('Insira a camada de nascente:')
15 input_veg_2008 = input('Insira a camada de vegetacao 2008:')
16 input_veg_current = input('Insira a camada de vegetacao atual:')
17 input_ppa_areas = input('Insira a camada de PPA:')
18 input_saf = input('Insira a camada de SAF:')
19 input_others_uses = input('Insira a camada de outras áreas:')
20 output = input('Insira endereco de output:')
21 input_toolbox_path = input('Insira endereco do toolbox:')
22
```

Figura 4: Representação de parte do script de diagnóstico ambiental dos imóveis rurais do projeto P4F via notebook Jupyter.

É importante reforçar que assim como no diretório “Script\Toolbox”, no Jupyter também consta a pasta “Project” responsável por armazenar o layout padronizado do Map Series adotado pela TNC, além do FGDB com os dados de referência. Dessa forma, essa pasta não deve ser alterada ou movida de local pelo usuário sob risco de mal funcionamento da ferramenta “Forest Code Analysis”.

5. SAÍDA DE DADOS (OUTPUT)

Ao fazer uso da ferramenta, se espera como saída de dados a geração de quatro produtos:

- Arquivo File Geodatabase, nomeado como “forest_code_analisys.gdb”, contendo os dados geográficos do diagnóstico ambiental dos imóveis;
- Arquivo APRX, nomeado como “project_map_series.aprx”, contendo o Map Series configurado om o diagnóstico ambiental dos imóveis;

- Mapas no formato JPEG com o diagnóstico ambiental dispostos na pasta “mapas_jpeg”; e
- Mapas no formato PDF com o diagnóstico ambiental dispostos na pasta “mapas_pdf”.

Nome	Data de modificação	Tipo	Tamanho
forest_code_analysys.gdb	21/12/2022 23:37	Pasta de arquivos	
mapas_jpeg	21/12/2022 23:37	Pasta de arquivos	
mapas_pdf	21/12/2022 23:37	Pasta de arquivos	
project_map_series	21/12/2022 23:37	ArcGIS Project File	501 KB

Figura 5: Representação do output da ferramenta.

Por fim, a partir da Figura 6, é ilustrado um dos produtos da ferramenta que é o mapa de uma propriedade contendo o diagnóstico ambiental.

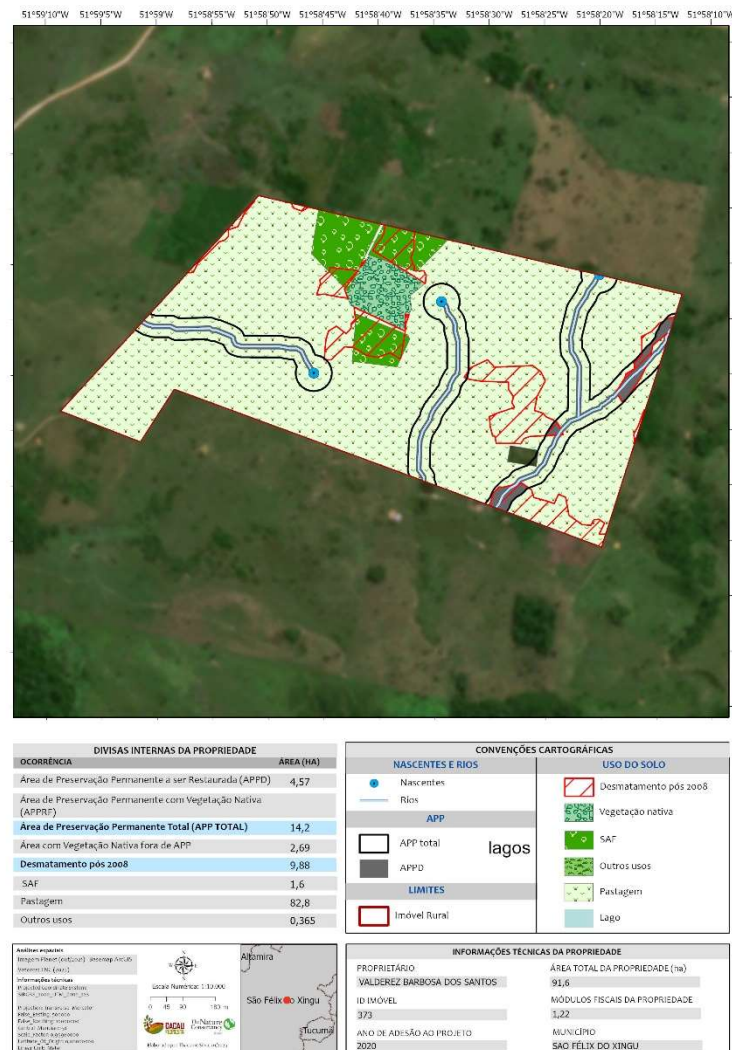


Figura 6: Representação do layout de mapa do output da ferramenta.

ANEXO A

Classe				Geometria
lakes				Polígono
Atributo	Tipo (tamanho)	Status	Descrição	
GEOCODIGO	Float (8)	Opcional	Informações do geocódigo do município	
MUNICIPIO	String (254)	Opcional	Nome do município	
UF	String (2)	Opcional	Nome da Unidade Federativa	
HIDRO	String (30)	Opcional	Tipo de hidrografia (drenagem ou massa d'água)	
NATUREZA	String (20)	Opcional	Natural ou artificial	
RIO	String (20)	Opcional	Nome do Rio	
area	Float (8)	Obrigatória	Área em hectares do lago	

Classe				Geometria
water_bodies				Polígono
Atributo	Tipo (tamanho)	Status	Descrição	
GEOCODIGO	Float (8)	Opcional	Informações do geocódigo do município	
MUNICIPIO	String (254)	Opcional	Nome do município	
UF	String (2)	Opcional	Nome da Unidade Federativa	
CD_UF	Integer (4)	Opcional	Código da Unidade Federativa	
AREA_1	Float (4)	Opcional	Área em hectares do polígono de massa d'água	

Classe				Geometria
rivers				Linha
Atributo	Tipo (tamanho)	Status	Descrição	
GEOCODIGO	Float (8)	Opcional	Informações do geocódigo do município.	
MUNICIPIO	String (254)	Opcional	Nome do município	
UF	String (2)	Opcional	Nome da Unidade Federativa	
CD_UF	Integer (4)	Opcional	Código da Unidade Federativa	
AREA_1	Float (4)	Opcional	Largura em quilômetros dos rios	

Classe				Geometria
properties				Polígono
Atributo	Tipo (tamanho)	Status	Descrição	
ID_MOVEL	Float (8)	Opcional	Identificador único do imóvel.	
MUN	String (254)	Opcional	Município onde se encontra o imóvel	
ANO_ADESAO	Float (8)	Opcional	Ano de adesão ao projeto	

IMOVEL_HA	Float (8))	Opcional	Área em hectares do imóvel
IMOVEL_MF	Float (8)	Opcional	Módulos fiscais do imóvel
NM_PRODTOR	String (254)	Obrigatório	Nome do produtor
amzlegal	Float (8)	Obrigatório	Localização na Amazônia Legal (1 para sim e 0 para não)
zee	Float (8)	Obrigatório	Localização em áreas de Zoneamento Ecológico e Econômico - ZEE (1 para sim e 0 para não)
fito	String (50)	Obrigatório	Tipo de fitofisionomia (floresta, cerrado, campos gerais)
vegetacao	String (254)	Obrigatório	Tipo de vegetação (floresta, cerrado, campos gerais)
area	Float (8)	Obrigatório	Área em hectares do imóvel
mf	Float (8)	Obrigatório	Módulos fiscais do imóvel
INDEX	Float (8)	Obrigatório	Identificador único do imóvel

Classe				Geometria
springs				Ponto
Atributo	Tipo (tamanho)	Status	Descrição	
Tipo	String (50)	Opcional	Tipo de nascentes (natural ou artificial)	
Definicao	String (50)	Opcional	Descrição da nascente (permanente ou intermitente)	
Nome	String (50)	Opcional	Nome	
Largura	String (10)	Opcional	Largura do rio em quilômetros	

Classe				Geometria
veg_2008				Polígono
Atributo	Tipo (tamanho)	Status	Descrição	
SEMA_CAR	String (50)	Opcional	Descrição da vegetação de acordo com a SEMAS	
Nome_Class	String (100)	Opcional	Nome do tipo de vegetação	
Area_ha	Float (8)	Opcional	Área em hectares do polígono de vegetação	
CATEGORIA	String(50)	Opcional	Categoria de identificação da SEMAS	

Classe				Geometria
veg_current				Polígono
Atributo	Tipo (tamanho)	Status	Descrição	
Id	Integer (4)	Opcional	Identificador do polígono de vegetação	
gridcode	Integer (4)	Opcional	Identificador de classificação do polígono	
Area_ha	Float (8)	Opcional	Área em hectares do polígono de vegetação	
CATEGORIA	String(50)	Opcional	Categoria de identificação da SEMAS	

Classe				Geometria
ppa	“ppa” é uma camada geográfica contendo Áreas de Preservação Permanente já delimitadas nas áreas de interesse.			Polígono
Atributo	Tipo (tamanho)	Status	Descrição	
Opcional	Opcional	Opcional	Opcional	

Classe				Geometria
exemplos_saf	“exemplos_saf” é uma camada geográfica contendo áreas de Sistemas Agroflorestais nas áreas de interesse.			Polígono
Atributo	Tipo (tamanho)	Statu	Descrição	
ID_PLANTIO	Integer (8)	Opcional	Identificador do polígono de SAF	
ID_PROPRIE	Float (8)	Opcional	Identificador do imóvel	
ANO_DE_IMP	Float (8)	Opcional	Ano de implantação	
APOIO_IM_1	String (254)	Opcional	Tipo de apoio na implantação do SAF	
AREA_HA	Float (8)	Opcional	Área em hectares do polígono de SAF	

Classe				Geometria
others_use				Polígono
Atributo	Tipo (tamanho)	Status	Descrição	
Opcional	Opcional	Opcional	Opcional	