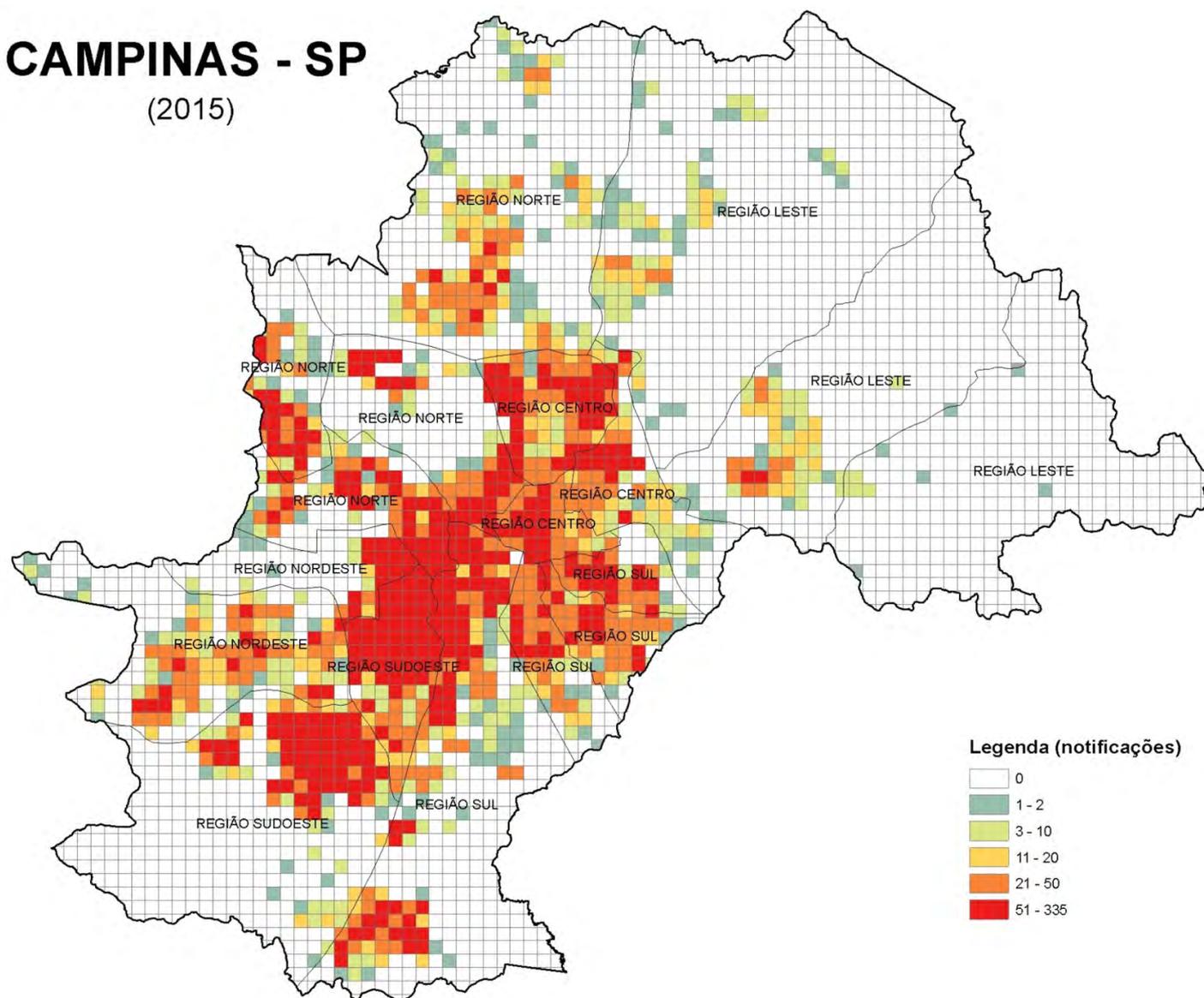


## Geração de mapas e espacialização das notificações da dengue: uma contribuição da Embrapa para o enfrentamento do mosquito *Aedes aegypti* no Município de Campinas, SP

### CAMPINAS - SP (2015)





*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Monitoramento por Satélite  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

## ***Documentos 110***

**Geração de mapas e espacialização das notificações da dengue: uma contribuição da Embrapa para o enfrentamento do mosquito *Aedes aegypti* no Município de Campinas, SP**

*Oswaldo Tadatomo Oshiro  
Carlos Alberto de Carvalho  
Evaristo Eduardo de Miranda*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Monitoramento por Satélite**

Av. Soldado Passarinho, 303 - Fazenda Chapadão

CEP 13070-115 Campinas, SP

Fone: (19) 3211-6200

Fax: (19) 3211-6222

Home page: <http://www.embrapa.br/monitoramento-por-satelite/>

E-mail (sac): <https://www.embrapa.br/fale-conosco/>

**Comitê de Publicações da Embrapa Monitoramento por Satélite**

Presidente: Sérgio Gomes Tôsto

Secretária-Executiva: Bibiana Teixeira de Almeida

Membros: André Luiz dos Santos Furtado, Carlos Fernando Quartaroli, Daniela Maciel Pinto, Fabio Enrique Torresan, Gustavo Bayma Siqueira da Silva e Vera Viana dos Santos Brandão

Supervisão editorial: Sérgio Gomes Tôsto

Revisão de texto: Bibiana Teixeira de Almeida

Normalização bibliográfica: Daniela Maciel Pinto

Editoração eletrônica: Daniela Maciel Pinto

Capa:

**1ª edição**

1ª impressão (2016): online

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Embrapa Monitoramento por Satélite

---

Oshiro, Osvaldo Tadatomo.

Geração de mapas e espacialização das notificações da dengue no Município de Campinas: uma contribuição da Embrapa para o enfrentamento do mosquito *Aedes aegypti* / Osvaldo Tadatomo Oshiro, Carlos Alberto de Carvalho, Evaristo Eduardo de Miranda. -- Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2016.

54p. (Documentos / Embrapa Monitoramento por Satélite, ISSN 0103-7811; 110).

1. Monitoramento territorial urbano – produção de mapas de risco. 2. Planejamento urbano. 3. Saúde Pública. 3. *Aedes aegypti*. 4. Dengue. 5. Estudo de caso. 5. Café Robusta. I. Carvalho, Carlos Alberto de. II. Miranda, Evaristo Eduardo de. III. Título. IV. Série.

CDD(21.ed.) 621.3678

# **Autores**

## **Oswaldo Tadatomo Oshiro**

Bacharel em Ciência da Computação, Doutor em Engenharia Mecânica, analista da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas, SP

## **Carlos Alberto de Carvalho**

Bacharel em Informática, Mestre em Ciência da Computação, analista da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas, SP

## **Evaristo Eduardo de Miranda**

Agrônomo, Doutor em Ecologia, pesquisador da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas, SP



## Sumário

|  |    |
|--|----|
| Introdução   | 9  |
| Contextualização   | 9  |
| Softwares utilizados   | 10 |
| Fluxograma da espacialização e geração de mapas das notificações de dengue | 10 |
| Excel 2013   | 12 |
| Google Earth PRO   | 17 |
| A estatística de kernel  | 38 |
| ArcGIS 10.3  | 49 |
| Geração automática de mapas de densidade de kernel usando Python           | 51 |
| Considerações finais   | 52 |
| Literatura citada  | 52 |
| Fontes consultadas   | 52 |



# Geração de mapas e espacialização das notificações da dengue: uma contribuição da Embrapa para o enfrentamento do mosquito *Aedes aegypti* no Município de Campinas, SP

---

*Oswaldo Tadatomo Oshiro  
Carlos Alberto de Carvalho  
Evaristo Eduardo de Miranda*

## Introdução

Esta publicação tem por objetivo ser um manual com as orientações necessárias para espacializar as notificações de casos de dengue existentes no Sistema de Informação de Agravos de Notificação (Sinan) do Ministério da Saúde por meio do uso de um recorte municipal disponível nas secretarias de saúde municipais. A partir de um estudo de caso no Município de Campinas, o documento aborda aspectos conceituais, software e sistemas de informações geográficas (SIGs) necessários para gerar as espacializações das notificações, além de um passo a passo para construir as análises espaciais sobre os pontos de notificações de dengue e gerar mapas de distribuição e concentração dos casos de dengue em um município.

Uma contribuição esperada com esse manual é proporcionar subsídios técnicos para que outros municípios, além de Campinas, SP, consigam espacializar suas notificações e apoiar suas próprias ações de combate à dengue.

## Contextualização

Desde fevereiro de 2016, todos os órgãos do governo federal iniciaram uma grande campanha nacional de combate ao *Aedes aegypti*, mosquito transmissor da dengue, chikungunya e zika. Como um braço do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), a Embrapa tem buscado contribuir, por meio de sua expertise, para as ações de enfrentamento do vetor ao longo do território brasileiro (EMBRAPA, 2016). Ao todo, a Empresa conta com 46 Unidades distribuídas pelo País. A Embrapa Monitoramento por Satélite, por sua vez, é um centro de inteligência, monitoramento e gestão territorial. Localizada em Campinas, SP, tem entre as suas contribuições para a campanha do governo federal a elaboração de mapas com o objetivo de subsidiar ações estratégicas da prefeitura municipal no enfrentamento do *Aedes aegypti*.

O dia 13 de fevereiro de 2016 foi declarado o “Dia Nacional de Esclarecimento e Motivação da População no Combate ao Mosquito *Aedes aegypti*” (EXÉRCITO..., 2016). A Defesa Civil de Campinas procurou a Embrapa Monitoramento por Satélite para auxiliar na geração de mapas e imagens de satélite de bairros das regiões sudoeste e sul do município, com o objetivo de apoiar as ações de combate aos focos da dengue e de conscientizar a população local.

O Ministério da Saúde é responsável pelo Sistema de Informação de Agravos de Notificação (Sinan), um sistema online que tem por objetivo a inserção e disseminação dos dados de agravos de notificação compulsória nas três esferas de governo em tempo real e fornece dados de forma rápida e íntegra para análise e tomada de decisões. O sistema tem por atribuições a coleta, a transmissão e a disseminação de dados gerados rotineiramente, fornece informações para análise do perfil da morbidade da população (SINAN, 2016) e é acessado pelas diversas secretarias de saúde municipais do Brasil.

O Sinan permite a exportação de dados em formato DBASE para tabulação de dados em outros softwares de domínio

público. A partir desse formato de dados, a Secretaria Municipal de Saúde de Campinas gerou um arquivo Excel com apenas os endereços das notificações ocorridas no ano de 2015 no Município de Campinas. Essa tabela de endereços foi entregue à Embrapa Monitoramento por Satélite para a espacialização dos endereços de notificações e a geração de mapas semanais e mensais que mostrassem a distribuição e a concentração, em termos qualitativos e quantitativos, das notificações de casos de dengue.

A seguir são descritos os softwares utilizados nesse processo de espacialização e os passos necessários para gerar o arquivo espacializado (*shape*) de pontos de notificações de dengue, e as etapas para construir os mapas de concentração, distribuição e localização das notificações de dengue no Município de Campinas.

## Softwares utilizados

Para espacializar os endereços das notificações, foi utilizado o software Google Earth Pro (<https://www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/>). Até 2014 a licença anual do software Google Earth Pro era paga e seu valor era de cerca de US\$ 400,00. No início de 2015, o software passou a ser gratuito, o que facilitou muito os trabalhos com imagens de alta resolução e espacialização dos endereços.

Para trabalhar com a tabela de endereços das notificações foi utilizado o software Microsoft Excel (<https://support.office.com/pt-br/excel>) versão 2013.

O software de geoprocessamento utilizado para a geração de mapas foi o ESRI ArcGIS, versão 10.3 (<http://desktop.arcgis.com/en/>). Foi necessária a instalação do módulo adicional de análises espaciais do ArcGIS Spatial Analyst.

## Fluxograma da espacialização e geração de mapas das notificações de dengue

A seguir é apresentado o fluxograma que mostra a visão ampla das sequências do uso dos softwares para a espacialização e geração de mapas das notificações dos casos de dengue.

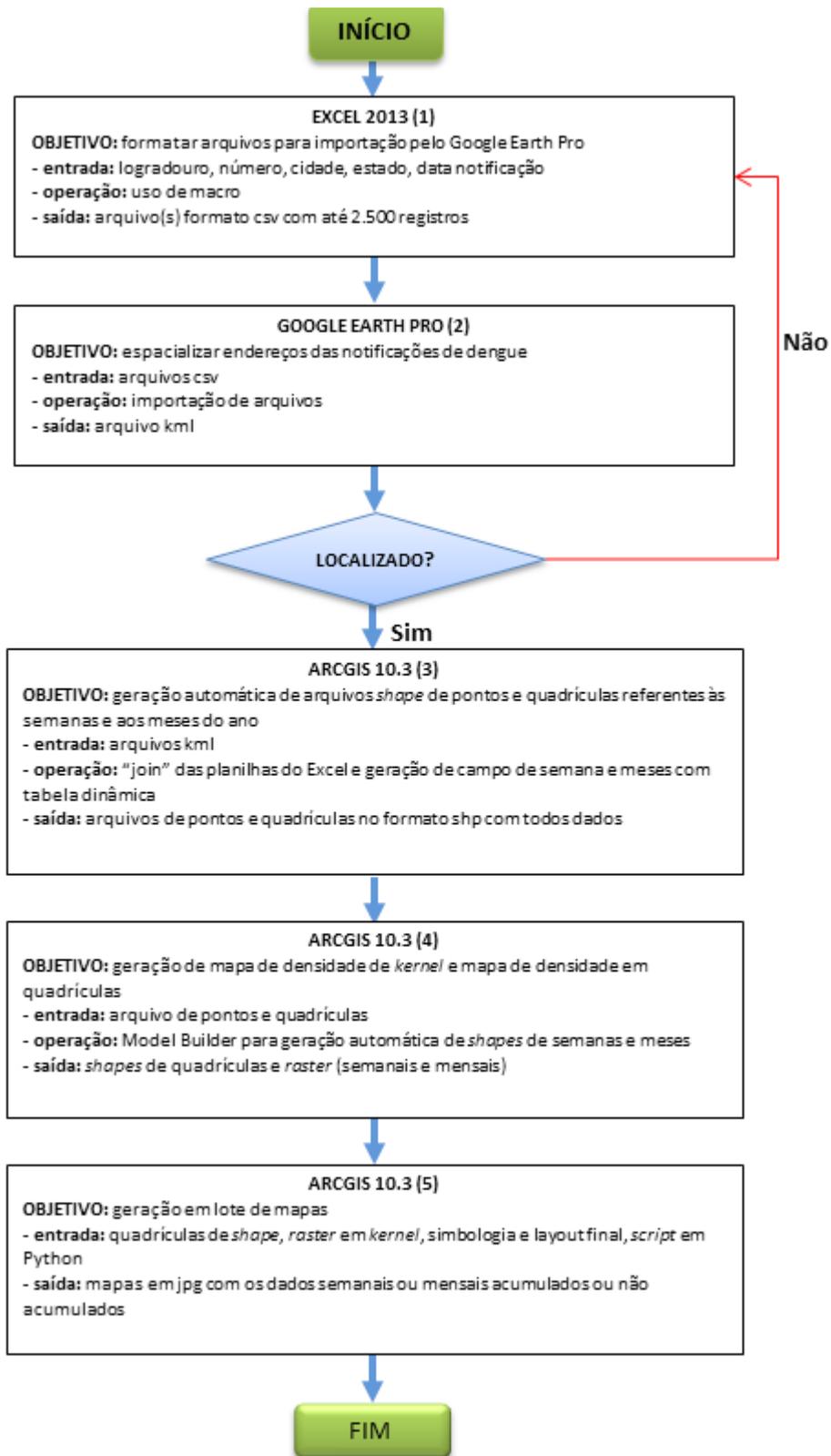


Figura 1. Fluxograma das operações para espacializar as notificações.

A seguir são detalhados os passos do fluxograma.

## Excel 2013

As planilhas do Excel para espacialização dos endereços necessitam basicamente dos campos: data de notificação, logradouro, número da residência, cidade e estado. O número máximo de endereços processados pelo Google Earth Pro em cada carregamento é 2.500, e o formato do arquivo deve ser csv.

A tabela inicialmente apresentava 78.716 endereços. Para lidar com essa quantidade, foram gerados 32 arquivos para serem processados no Google Earth Pro. A Figura 2 mostra a inserção do campo **sequencial** para auxiliar na geração das 32 planilhas com até 2.500 valores. Após o usuário dar um duplo clique no canto inferior direito é gerada a numeração de 3 até 78.716 (Figura 2).

|   | A          | B  | C      | D        | E         | F          | G |
|---|------------|--|--------|----------|-----------|------------|---|
| 1 | Data       | Logradouro                               | Numero | Cidade   | Estado    | sequencial |   |
| 2 | 28/10/2015 | RUA ANTONIO GURILDE                      |        | Campinas | São Paulo | 1          |   |
| 3 | 24/04/2015 | ALAMEDA ANTONIO AMBRIL                   |        | Campinas | São Paulo | 2          |   |
| 4 | 29/04/2015 | RUA TUIUTI                               |        | Campinas | São Paulo |            |   |
| 5 | 03/06/2015 | AVENIDA EUCLIDES GALVAO B CHOCOTESVIDEIR |        | Campinas | São Paulo |            |   |
| 6 | 03/01/2015 | ROD CONEGO CYRIACO SCARANELO PIRES       |        | Campinas | São Paulo |            |   |
| 7 | 08/04/2015 | GETULIO VARGAS                           |        | Campinas | São Paulo |            |   |
| 8 | 08/04/2015 | CORONEL DOMINGOS FERREIRA                |        | Campinas | São Paulo |            |   |

Figura 2. Adição do campo **sequencial** com todos os valores.

Antes de dividir a planilha inicial em planilhas menores com até 2.500 valores, foi adicionado mais um campo denominado **ID2500**. A função para o autopreenchimento desse campo foi:

$$=SE(MOD(F2;2500) = 0;2500;MOD(F2;2500))$$

A Figura 3 mostra o campo **ID2500** com a função que o preenche com valores de 1 a 2.500, sequencialmente, após o usuário dar um duplo clique.

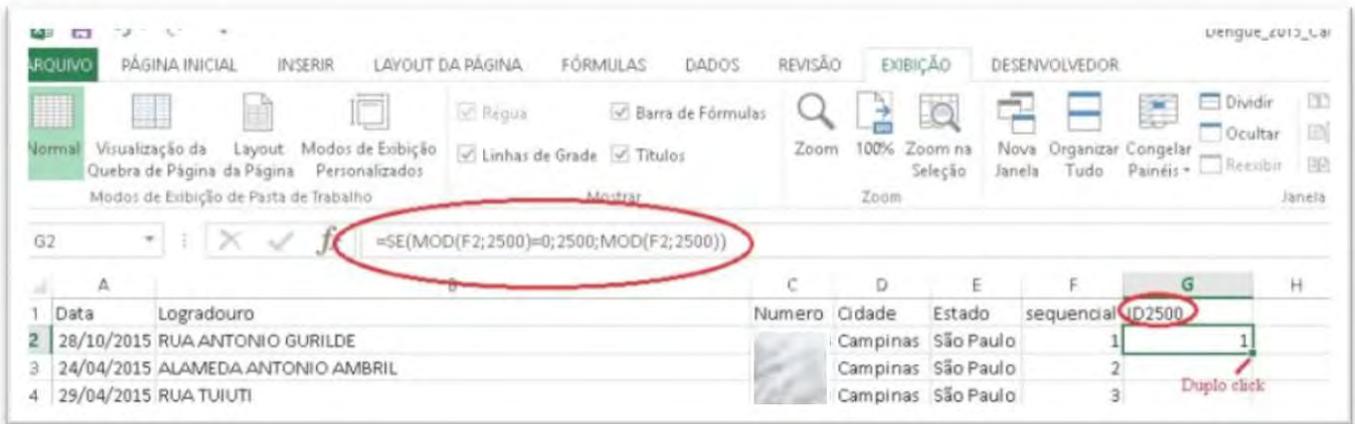


Figura 3. Inserção do campo ID2500.

Com o campo ID2500 preenchido, é necessário selecioná-lo e selecionar **Colar especial** > **colar valores**. Em seguida, é necessário apagar o campo sequencial (Figura 4).

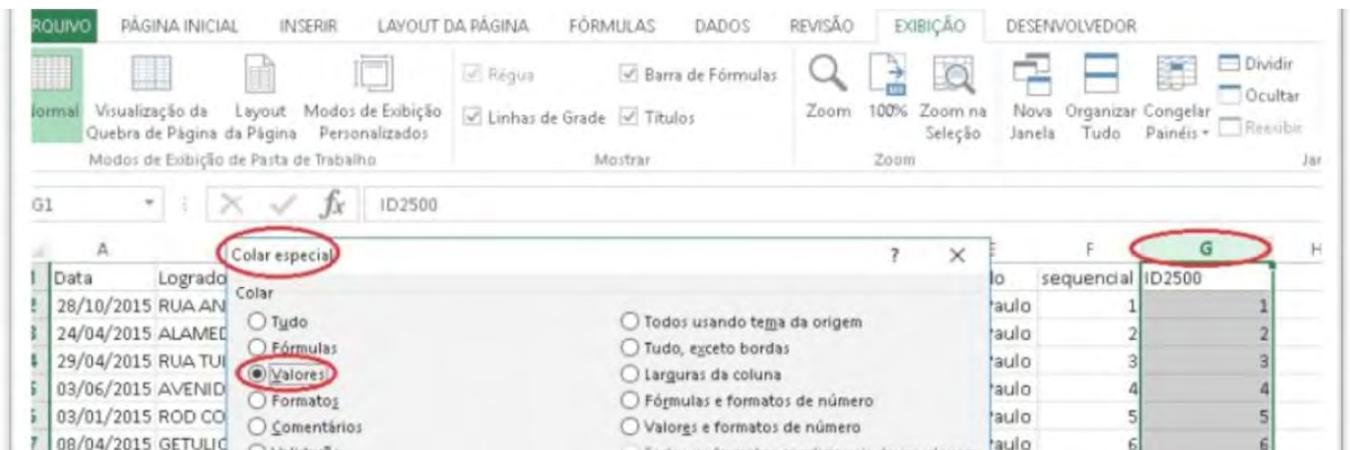


Figura 4. Eliminação do campo sequencial.

Para a formatação do Google Earth Pro é necessária a concatenação dos campos **Logradouro** e **Número** residencial separados por vírgula (Figura 5).

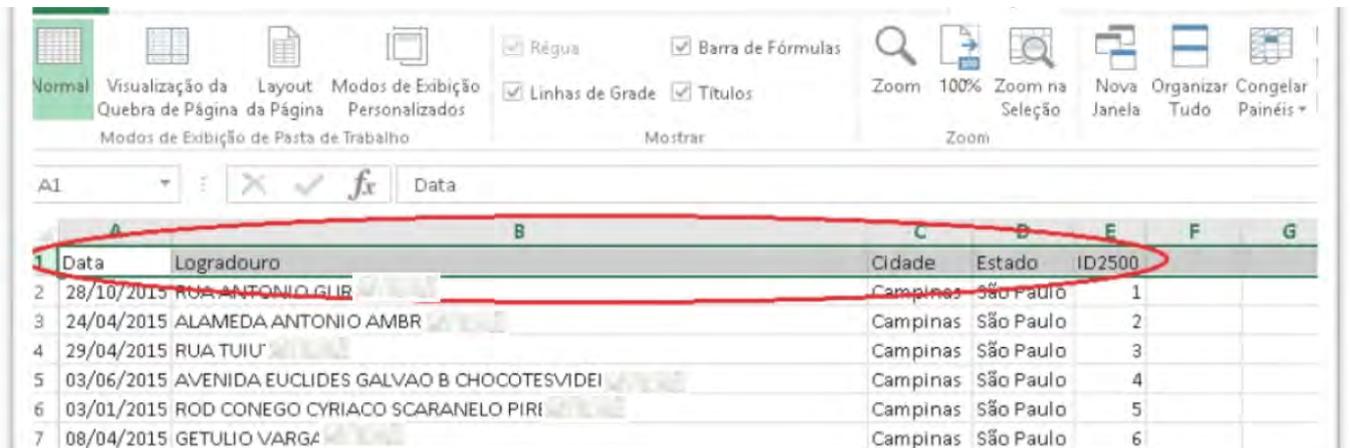


Figura 5. Concatenação dos campos Logradouro e Número.

A primeira linha da planilha é excluída (Figura 6).

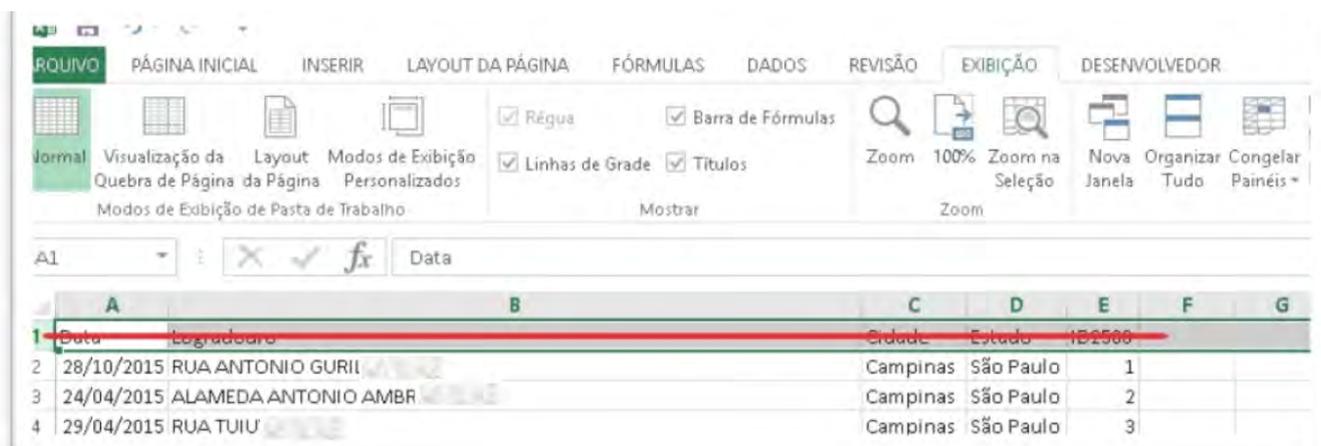


Figura 6. Exclusão da primeira linha (cabeçalho) da planilha.

Para dividir a planilha (sem cabeçalho) em arquivos com 2.500 endereços, é necessário executar uma macro (Figura 7). Na aba de ferramentas **Exibição** > **Macro**, deve-se inserir o nome da macro e clicar em **Criar**.

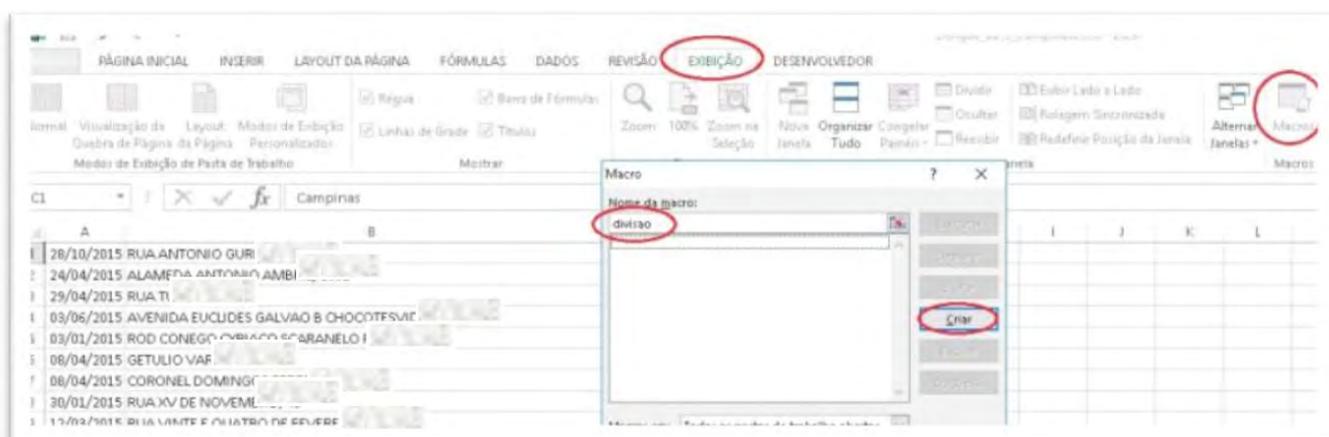


Figura 7. Execução de macro no Excel.

O código-fonte da macro é:

```
Sub DIVIDIR()
Application.ScreenUpdating = False
Do Until Range("A2501") = ""
Range("A2501:G" & Cells(Rows.Count, 1).End(xlUp).Row).Cut
Sheets.Add After: = Sheets(Sheets.Count)
ActiveSheet.Paste
Loop
Application.ScreenUpdating = True
End Sub
```

Para executar esse código, basta copiá-lo no editor do Excel (Figura 8). Vale ressaltar que existe apenas a planilha **Plan1** (dengue).

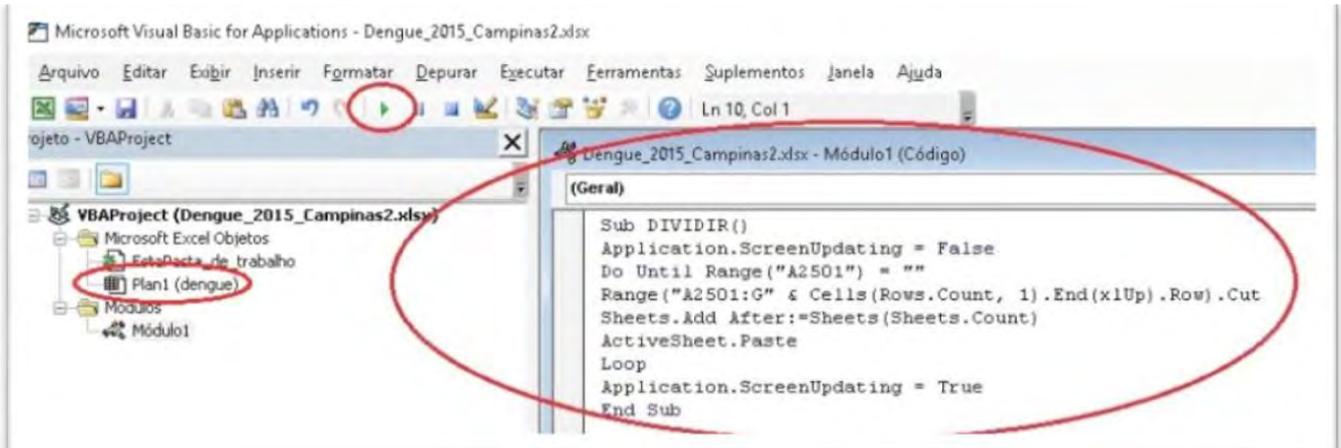


Figura 8. Execução da macro de divisão da planilha.

Após a execução da macro, as planilhas geradas surgem no item **Microsoft Excel Objetos** (Figura 9).

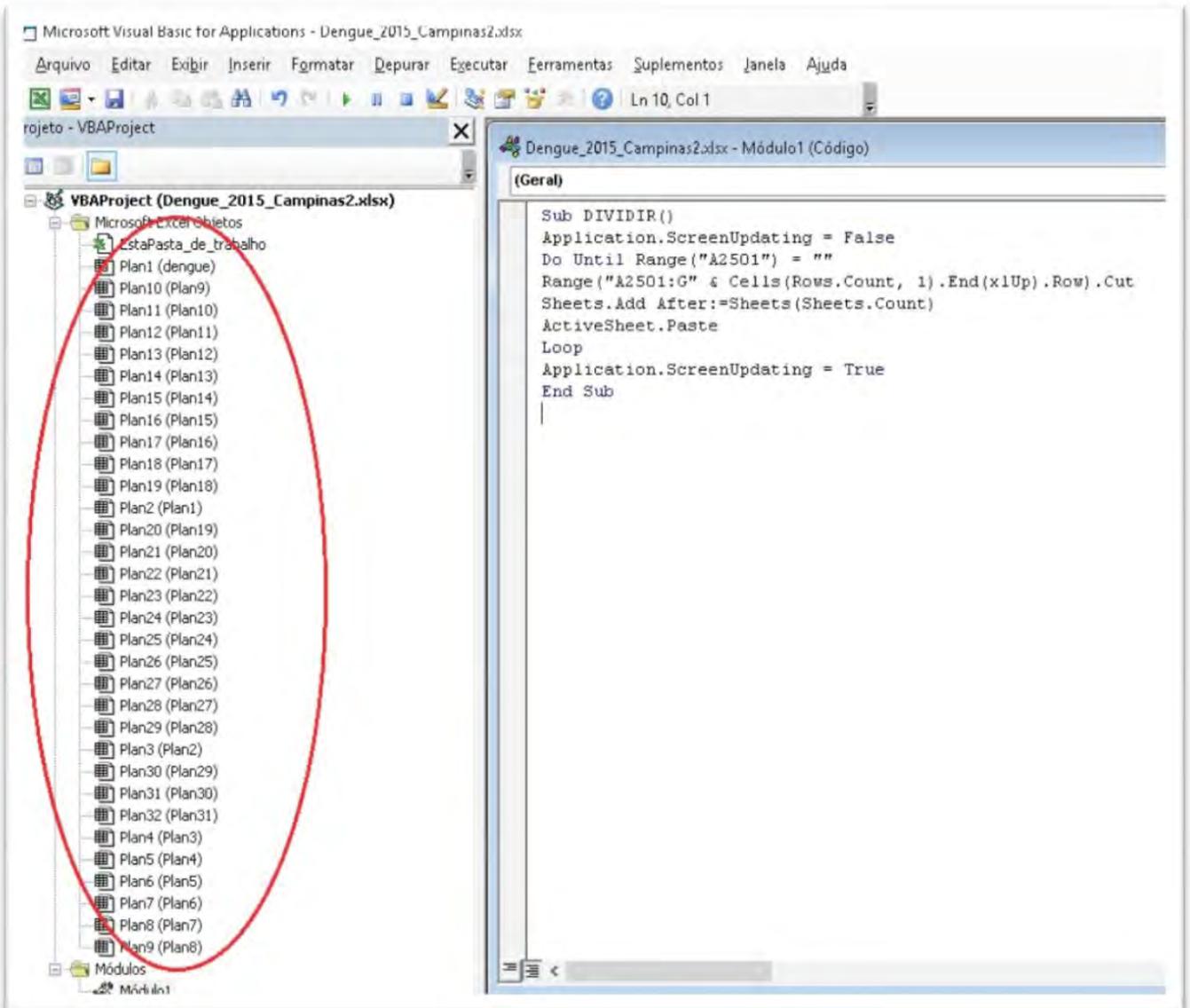


Figura 9. Planilhas geradas com 2.500 endereços.

A quantidade de planilhas depende da quantidade de campos existentes na planilha inicial. No exemplo havia cerca de 78.716 campos e foram geradas 31 planilhas com 2.500 campos e 1 planilha com 1.216 campos.

O passo seguinte consiste em inserir um cabeçalho em todas planilhas e exportá-las no formato de arquivo csv. Para isso, é executada uma macro em Visual Basic que insere uma linha em cada planilha com o nome dos campos. Os nomes de campos dessa linha são: **data**, **logradouro**, **cidade**, **estado** e **ident**. O código-fonte da macro é:

```
Sub AddHeaders()
Dim headers() As Variant
Dim ws As Worksheet
Dim wb As Workbook
' Dim CurrentSheet As Object
Application.ScreenUpdating = False 'turn this off for the macro to run a little faster
Set wb = ActiveWorkbook
headers() = Array("Data", "Logradouro", "Cidade", "Estado", "Ident")
For Each ws In wb.Sheets
    With ws
        .Range("a1:a1").EntireRow.Insert
        .Rows(1).Value = "" 'This will clear out row 1
        For i = LBound(headers()) To UBound(headers())
            .Cells(1, 1 + i).Value = headers(i)
        Next i
        .Rows(1).Font.Bold = False
    End With
    ws.SaveAs SaveToDirectory & ws.Name, xlCSV
Next ws
Application.ScreenUpdating = True 'turn it back on
MsgBox ("Done!")
End Sub
```

Essa macro é mostrada na Figura 10. A primeira linha mostra a ausência do cabeçalho que será inserido com a macro. Em seguida, as planilhas são exportadas no formato csv.

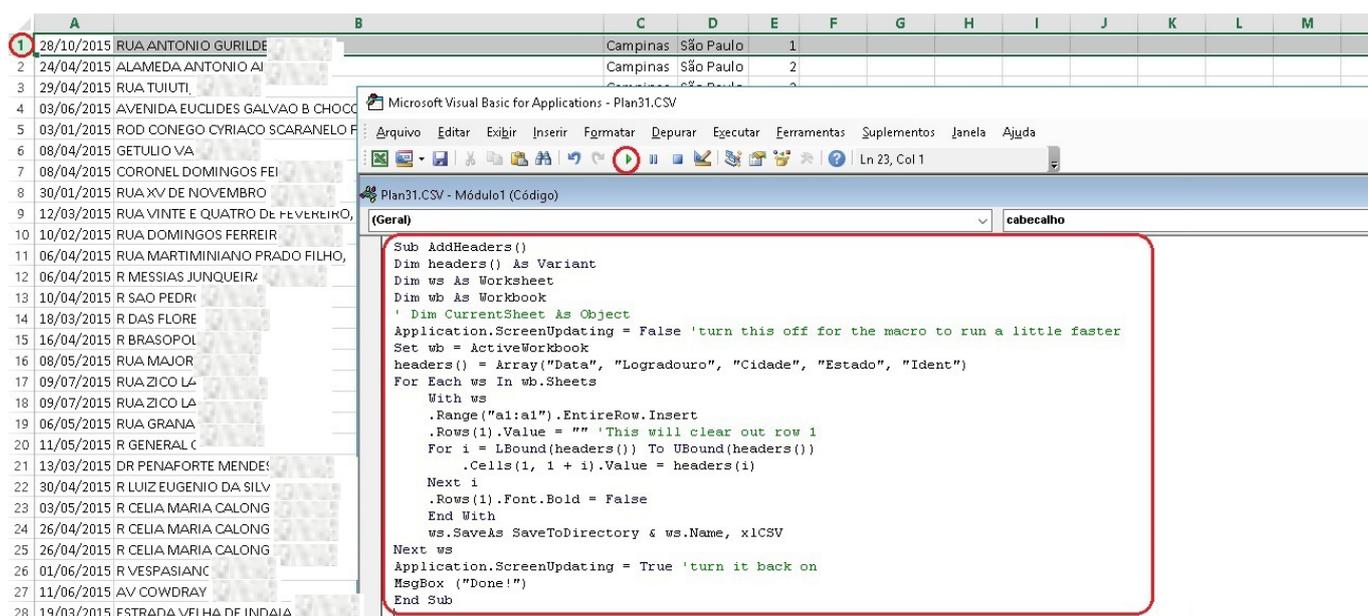


Figura 10. Macro para inserir cabeçalho nas planilhas e exportá-las no formato csv.

A Figura 11 mostra que a execução da macro teve sucesso, e o cabeçalho foi inserido e as planilhas, exportadas.

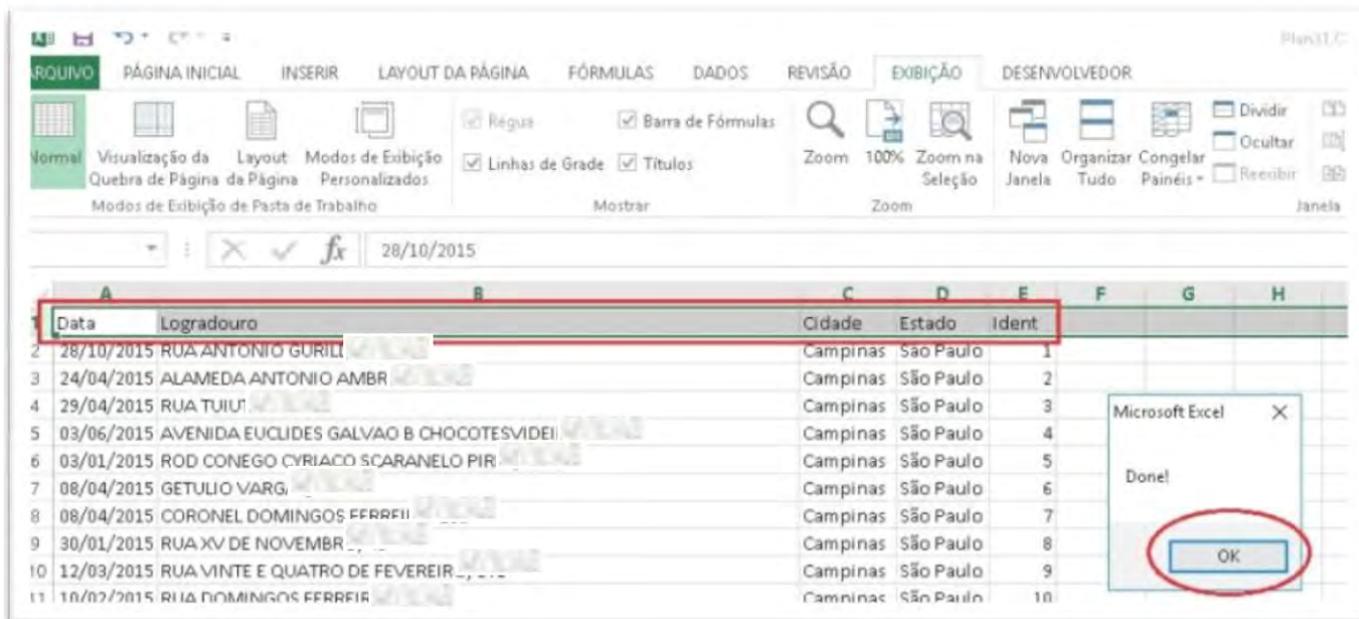


Figura 11. Planilha com o cabeçalho.

A Figura 12 mostra a localização dos arquivos no formato csv gerados usando a macro do Excel.

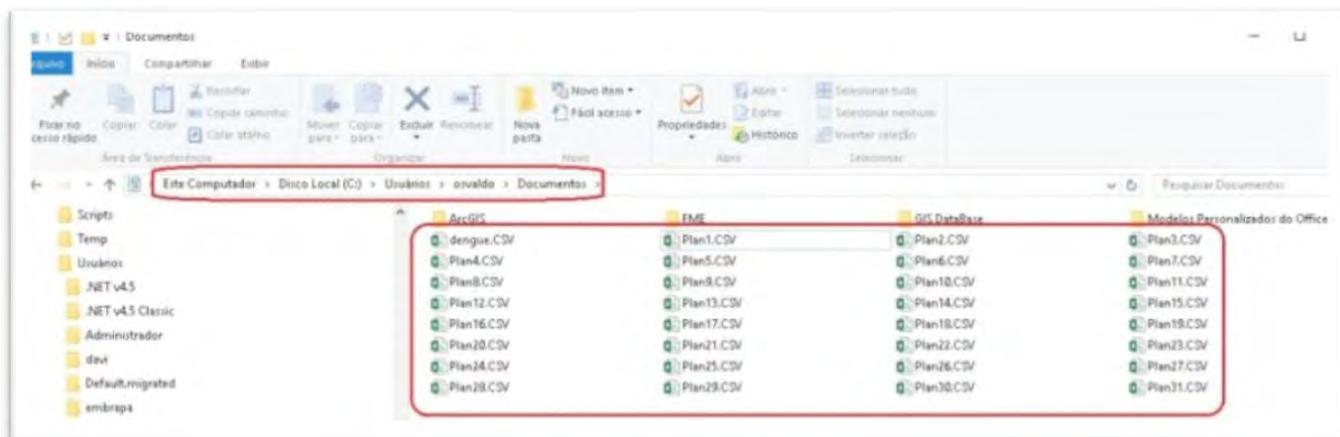


Figura 12. Planilhas no formato csv geradas usando Excel.

## Google Earth PRO

Para espacializar as notificações dos casos de dengue, foi utilizado o software Google Earth Pro, versão 7.1.5.1557. A espacialização começa pela importação dos arquivos de endereço que estão no formato csv (Figura 13).

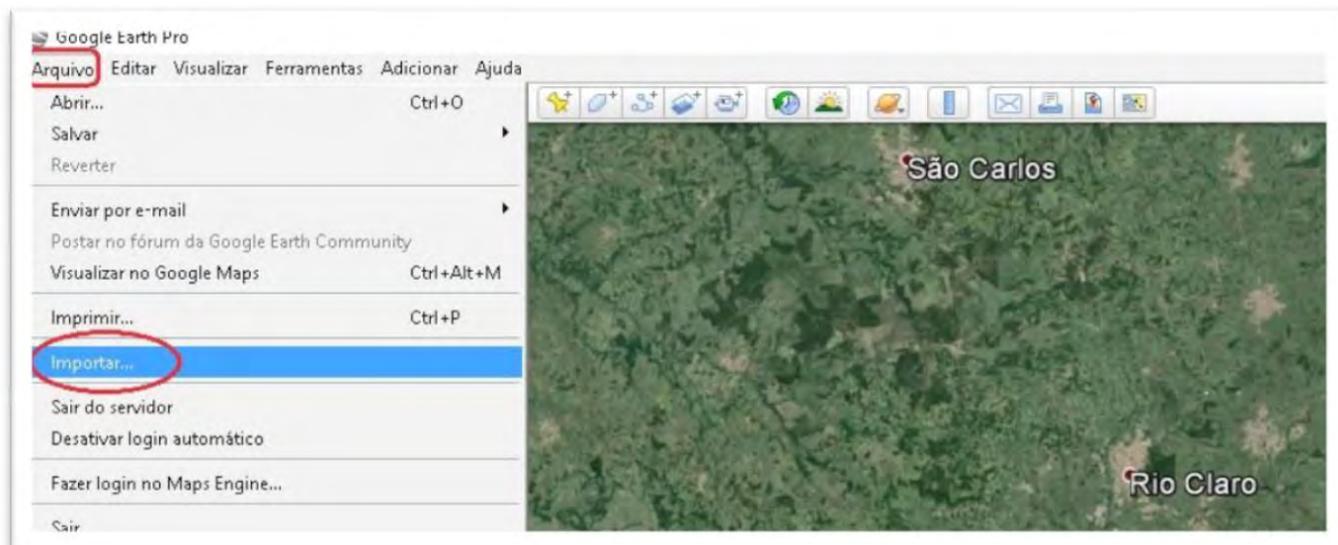


Figura 13. Importação de arquivos csv usando o Google Earth Pro.

A partir da pasta onde estão os arquivos csv, o primeiro arquivo a ser importado é o **dengue.csv** (Figura 14). Os endereços não espacializados em pontos geram um novo arquivo xlsx, e posteriormente os logradouros são verificados para uma correção.

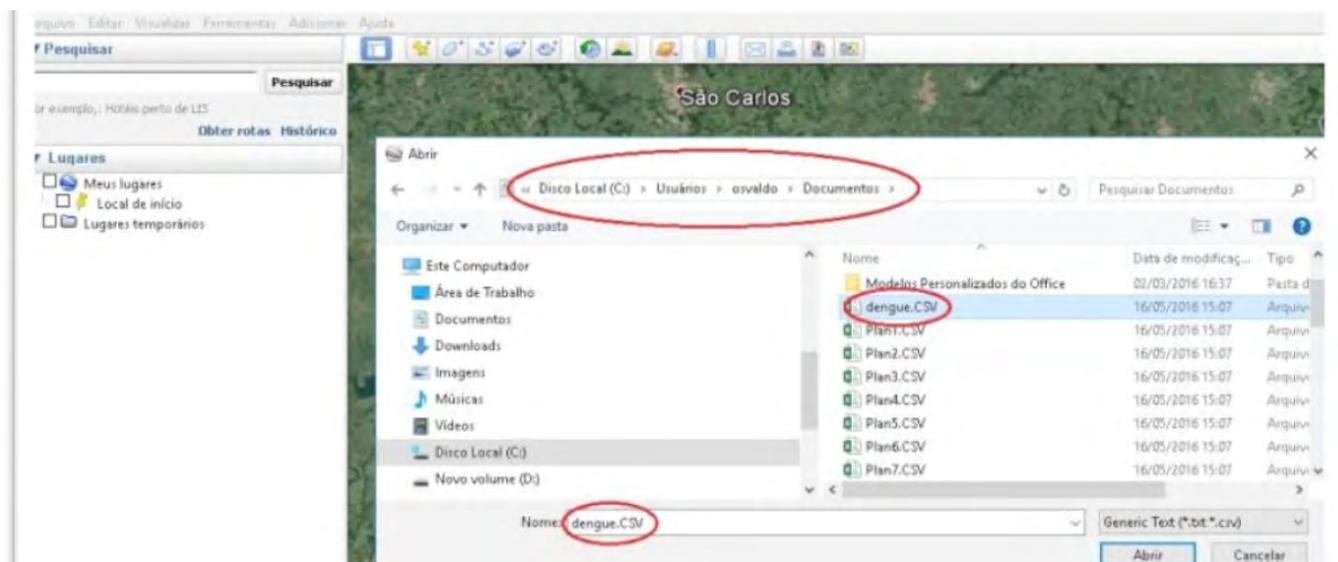


Figura 14. Importação de arquivos csv usando Google Earth Pro.

Para usar o **Assistente de importação de dados** (Figura 15), o campo deve ser do tipo **Delimitado** e por **Vírgula**. Os nomes dos campos são preservados na importação.

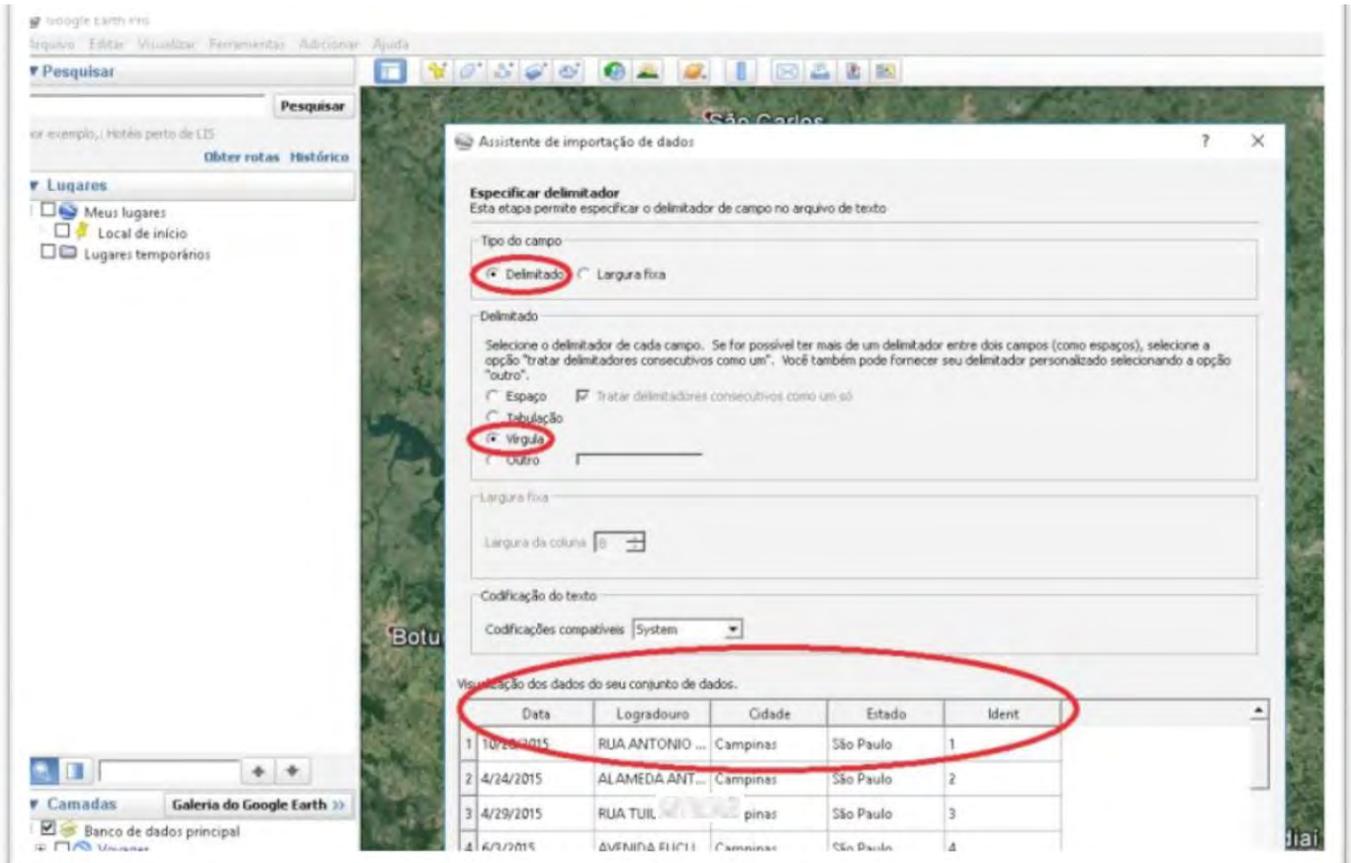


Figura 15. Especificação dos delimitadores.

No passo seguinte, é marcada a caixa para ignorar os campos de latitude e longitude (Figura 16).

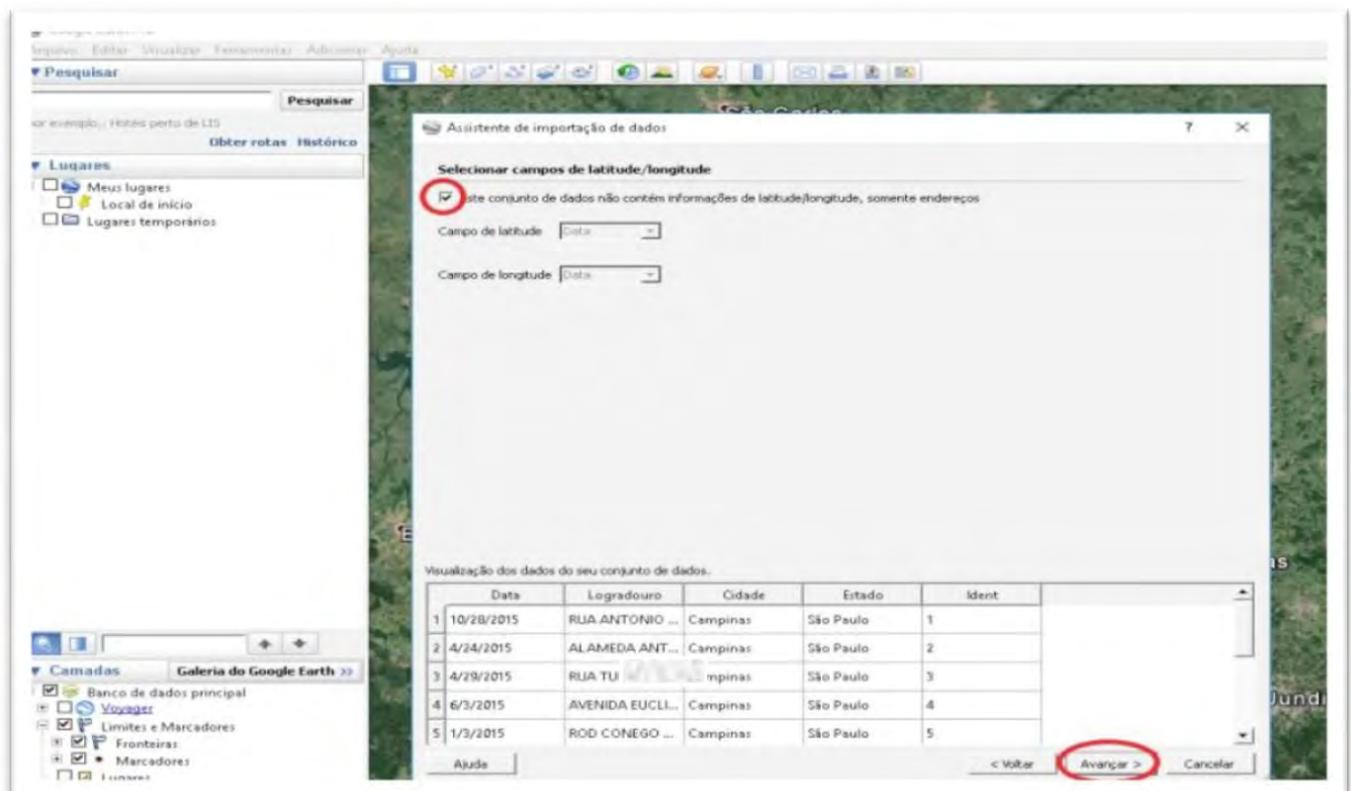


Figura 16. Exclusão da opção de utilizar latitude e longitude.

Continuando com o **Assistente de importação de dados**, a caixa selecionada na Figura 17 apresenta o endereço dividido nos campos **Logradouro**, **Cidade** e **Estado**. **Logradouro** também contém o número do endereço, separado do nome por vírgula.

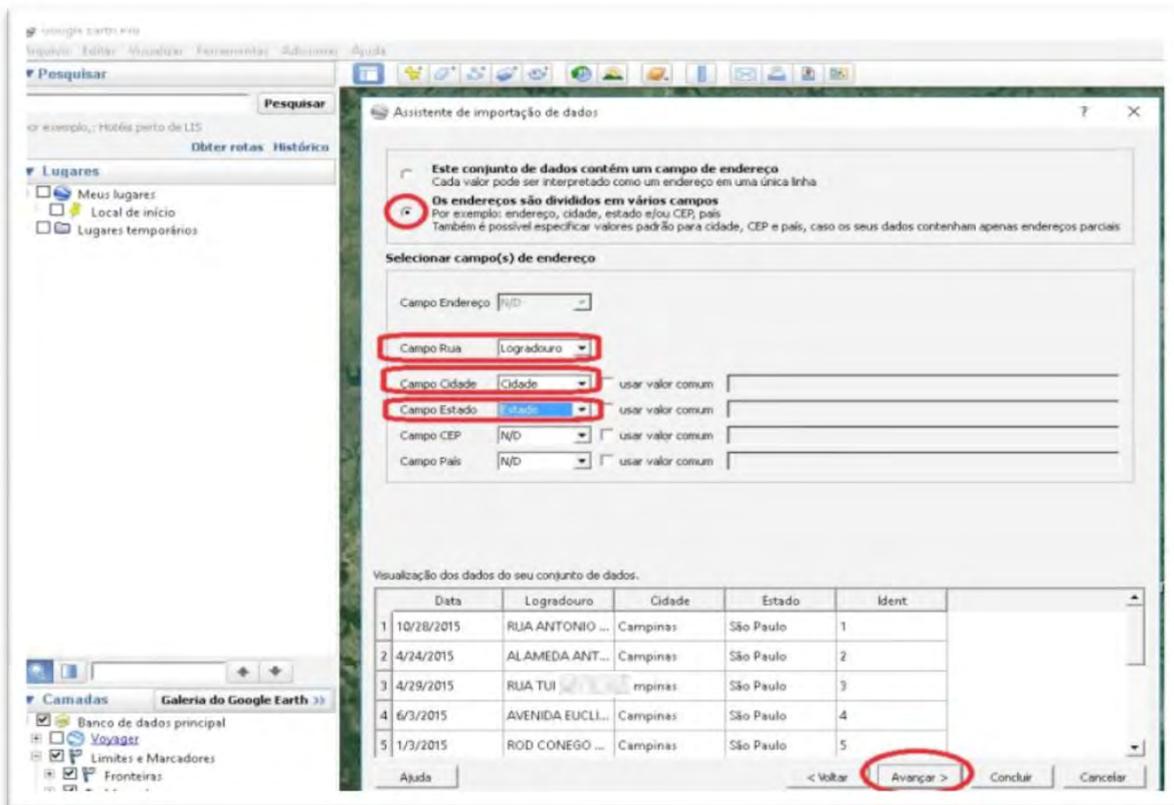


Figura 17. Seleção dos campos **Logradouro**, **Cidade** e **Estado**.

Após o usuário selecionar **Avançar**, a tela seguinte mostra os tipos dos campos e, após selecionar **Concluir**, o processamento tem início (Figura 18).

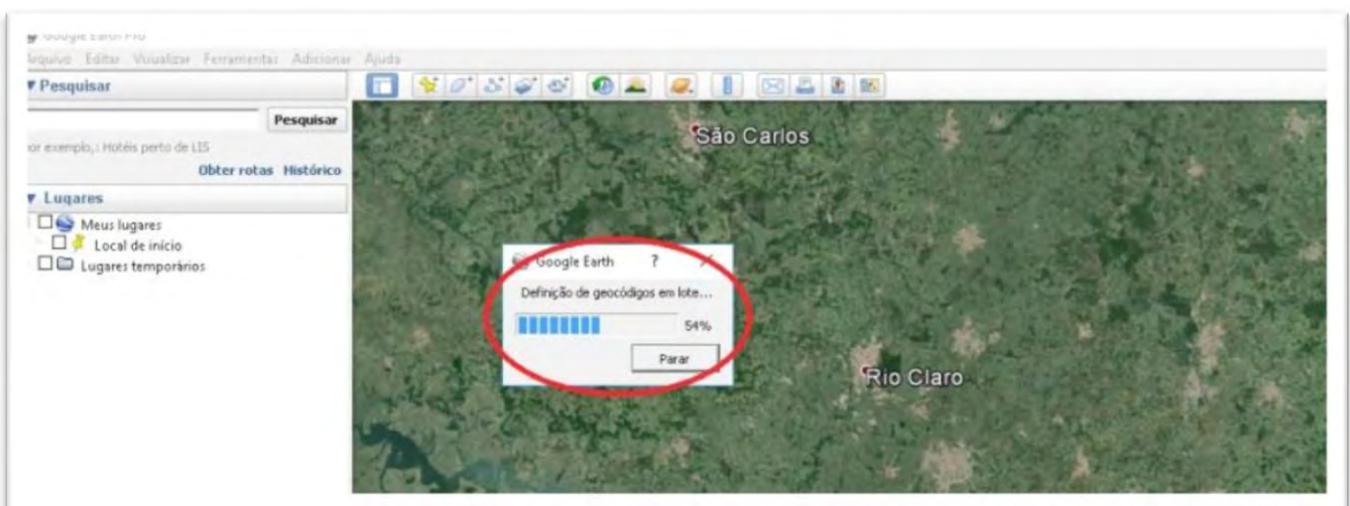


Figura 18. Processamento da espacialização dos endereços do arquivo csv.

O Google Earth Pro consegue geolocalizar a maioria dos endereços. Ainda assim surgem alguns erros nos dados das planilhas, o que não permite a espacialização de todos os endereços (Figura 19). Uma alternativa é corrigir um a um por meio do campo **Reparar**. A opção mais eficiente é fazer as correções no próprio Excel e enviar novamente ao Google Earth Pro.

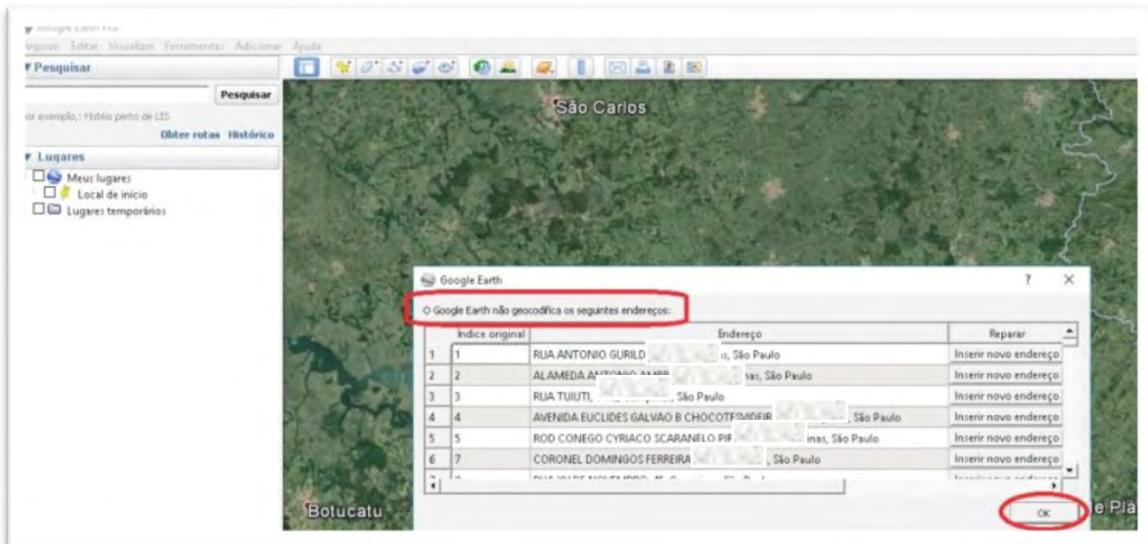


Figura 19. Endereços não espacializados da planilha.

O resultado final no Google Earth são os pontos espacializados a partir dos endereços (Figura 20).

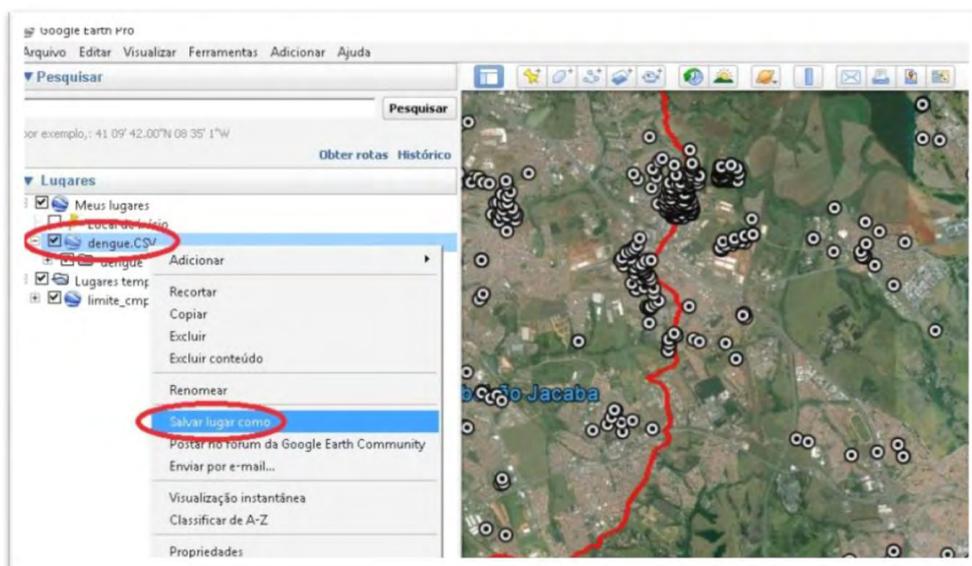


Figura 20. Pontos referentes aos endereços espacializados.

Para o arquivo de pontos ser trabalhado no software ESRI ArcGIS, é necessário salvá-lo no formato kmz, disponível no Google Earth Pro (Figura 21).

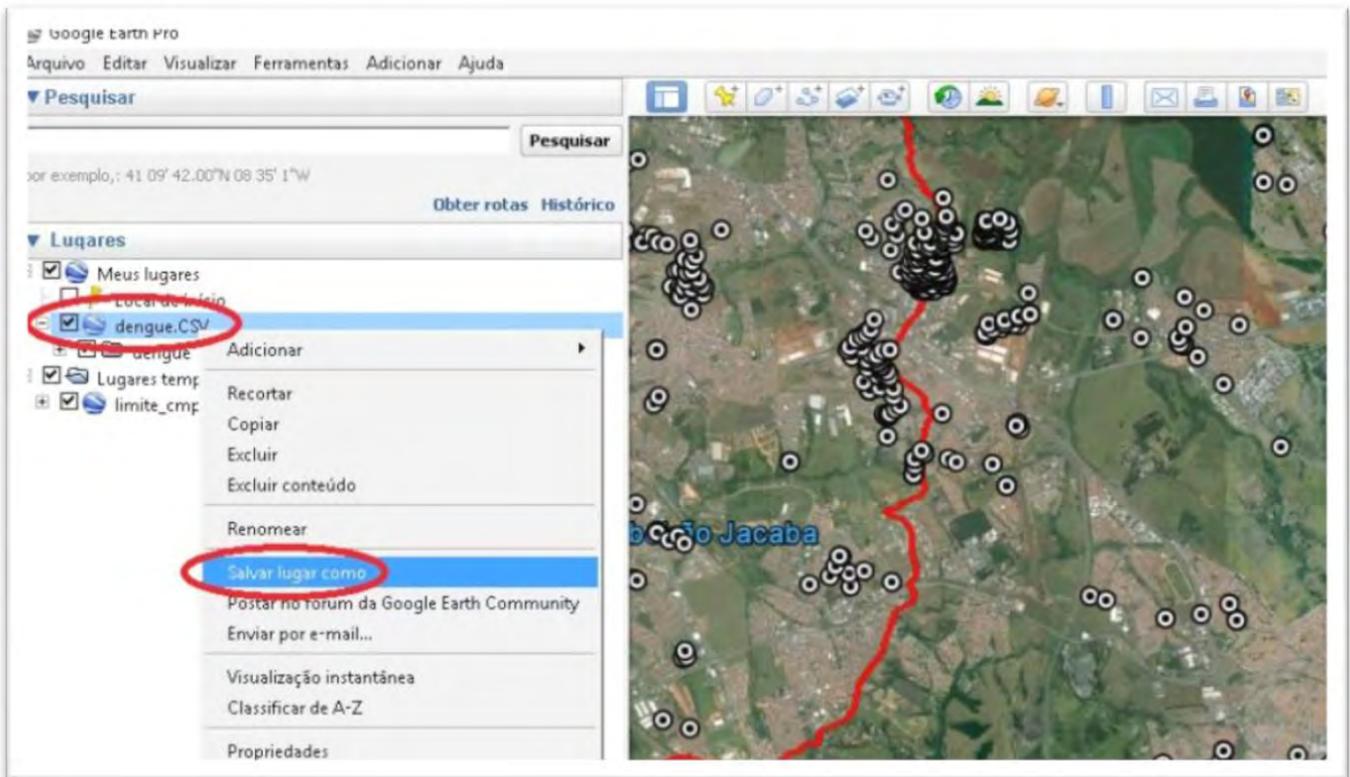


Figura 21. Arquivo de pontos salvo no formato kml ou kmz.

No exemplo, é gerado um arquivo chamado dengue.kmz (Figura 22).

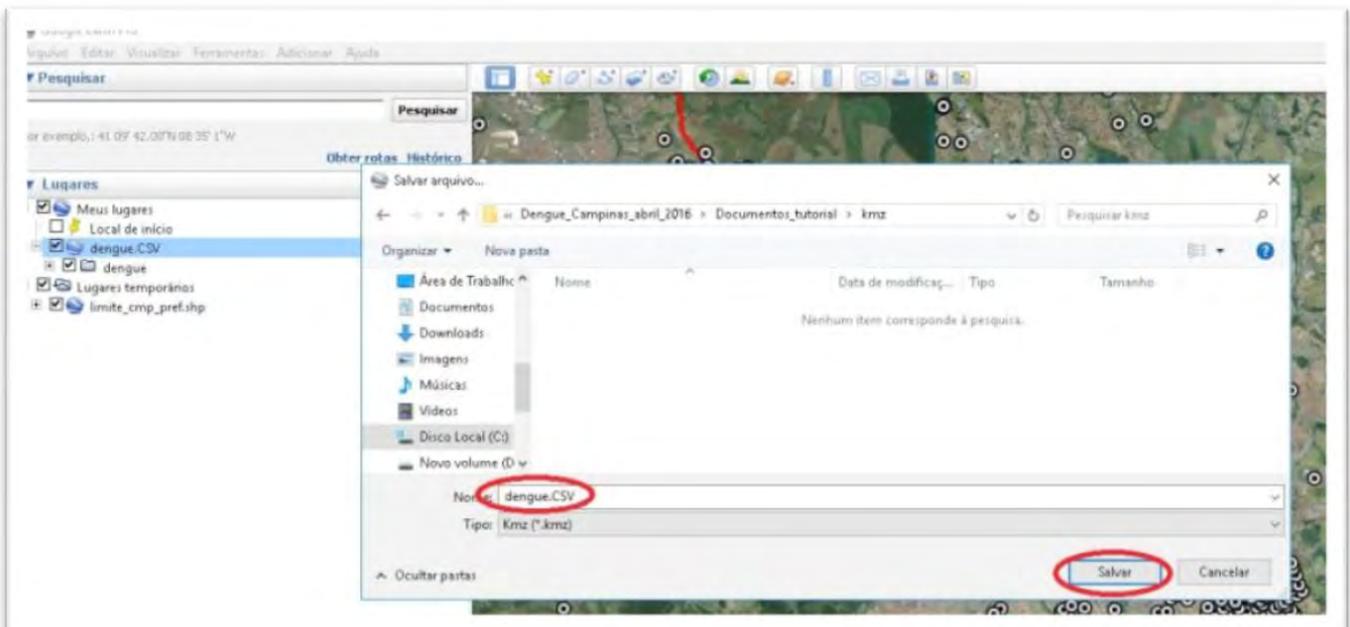


Figura 22. Geração do arquivo dengue.kmz.

A importação do arquivo dengue.kmz e sua conversão para arquivo shp é feita por meio da função **KML To Layer**, mostrada na Figura 23.

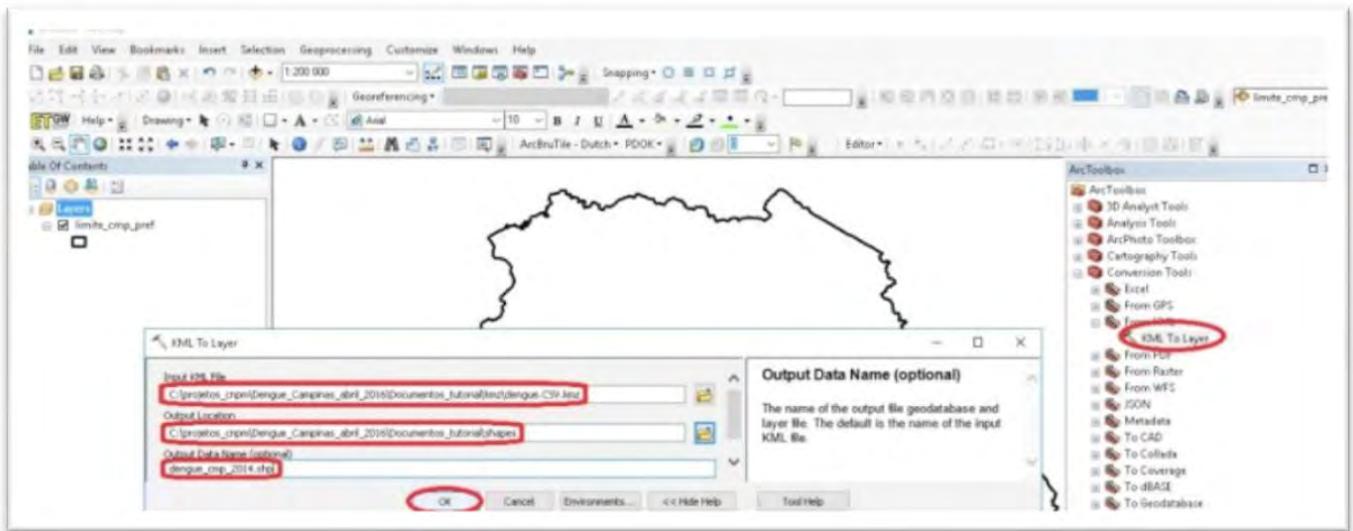


Figura 23. Importação e conversão do arquivo kmz.

O resultado é mostrado na Figura 24.

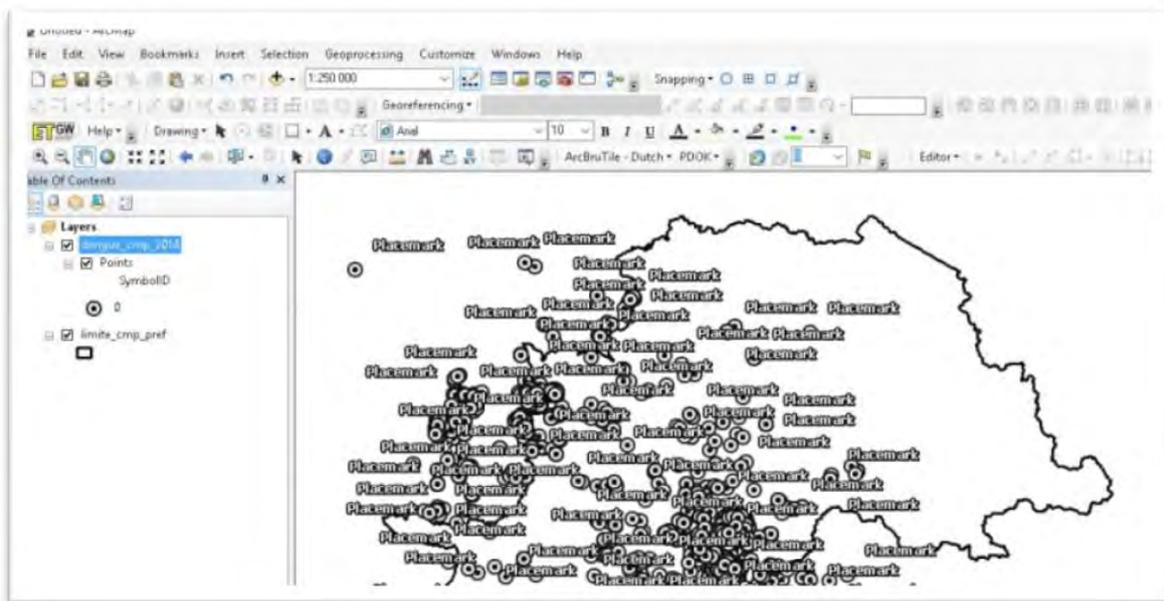


Figura 24. Arquivo de pontos gerado a partir do arquivo kmz.

O arquivo dengue\_cmp\_2014 sofreu perda do vínculo dos campos dos dados iniciais presentes na tabela de endereços. Para restabelecer esse vínculo, foi utilizada a função **Join**, mostrada na Figura 25, com a tabela dengue.csv, mostrada na Figura 26.

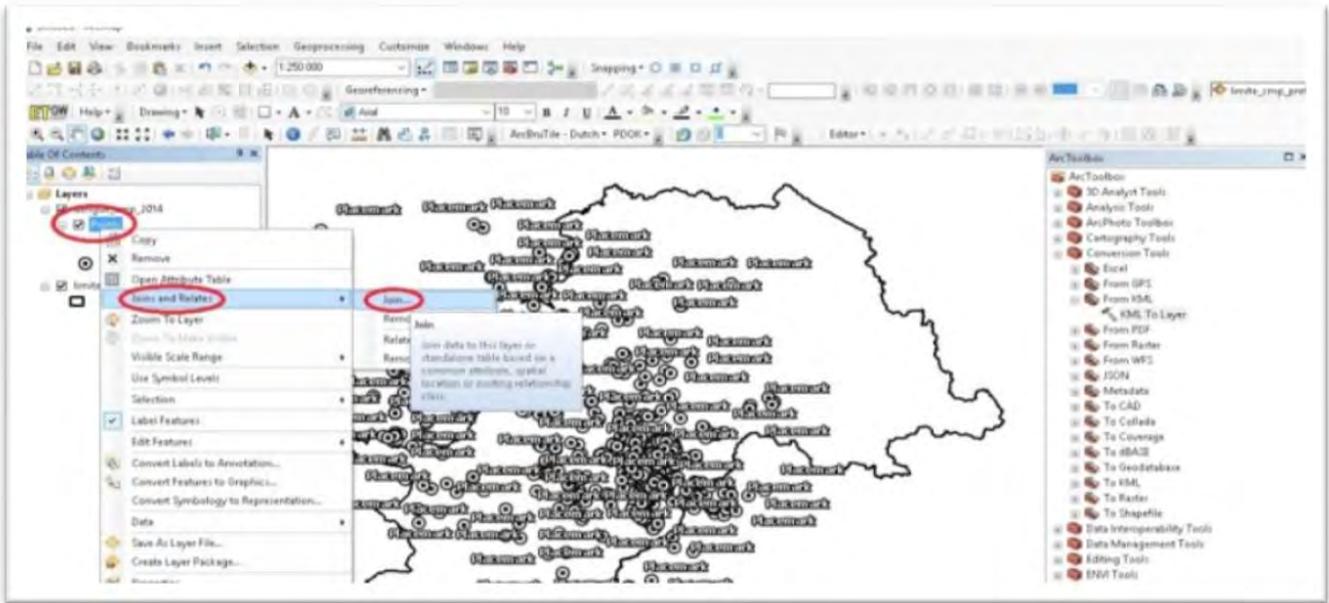


Figura 25. Função Join para agregar dados do arquivo csv.

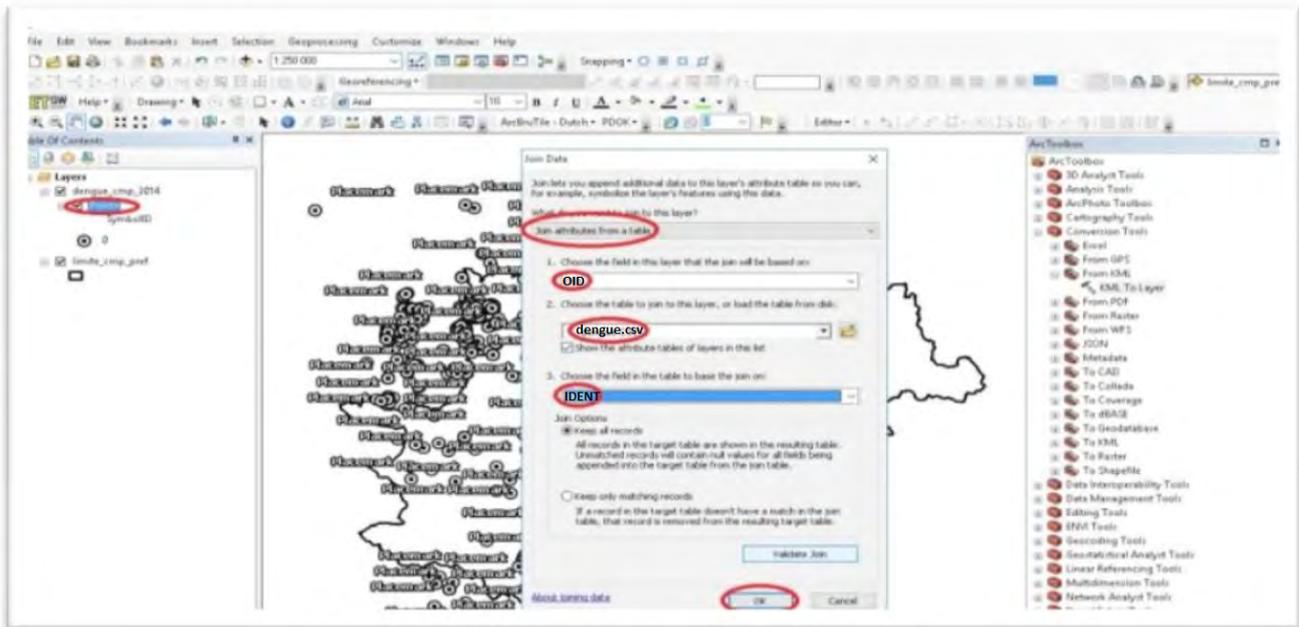


Figura 26. Execução da função Join para dados tabulares.

Após adicionar os campos no arquivo shp, alguns pontos parecem cair fora do Município de Campinas. A seleção dos pontos de notificações dentro de Campinas é feita por meio da função **Select by Location**, mostrada na Figura 27.

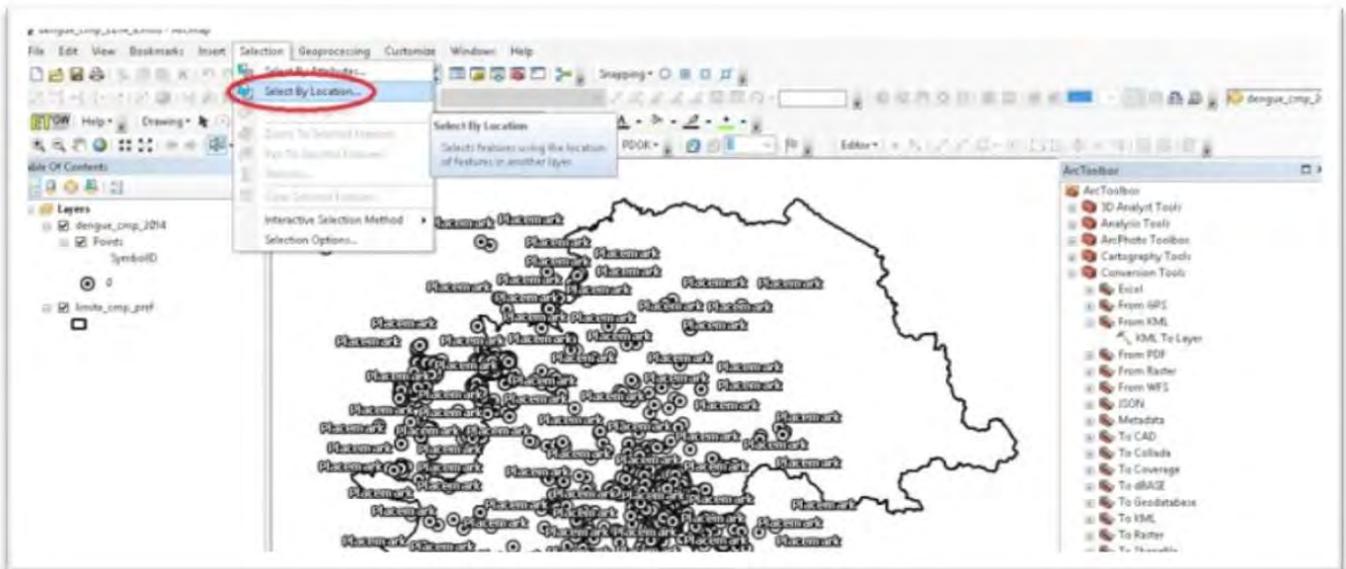


Figura 27. Função Select by Location.

A seleção dos pontos que estão dentro do limite de Campinas é feita no arquivo dengue\_cmp\_2014, e o limite do município é definido pelo arquivo limite\_cmp\_pref. Os pontos selecionados são mostrados em destaque em azul na Figura 28.

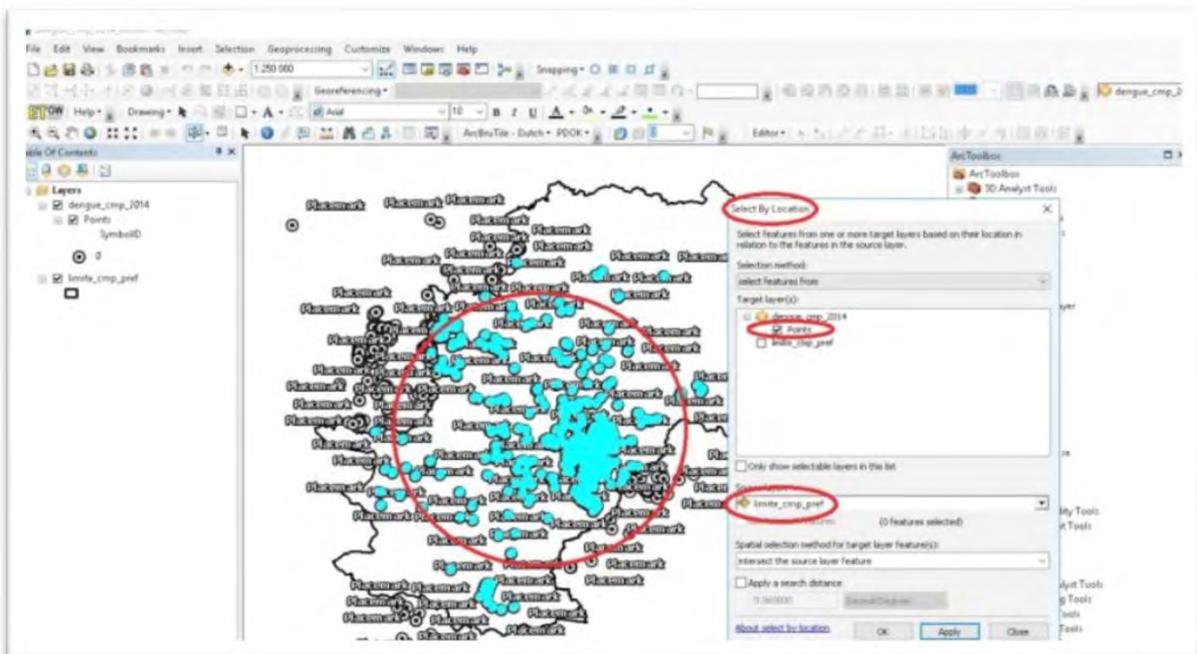


Figura 28. Seleção dos pontos dentro do Município de Campinas.

Para gerar o arquivo com as notificações ocorridas em Campinas, após a seleção é necessário exportá-los como arquivo *shape* (shp) usando a função **Export Data...**, mostrada na Figura 29.

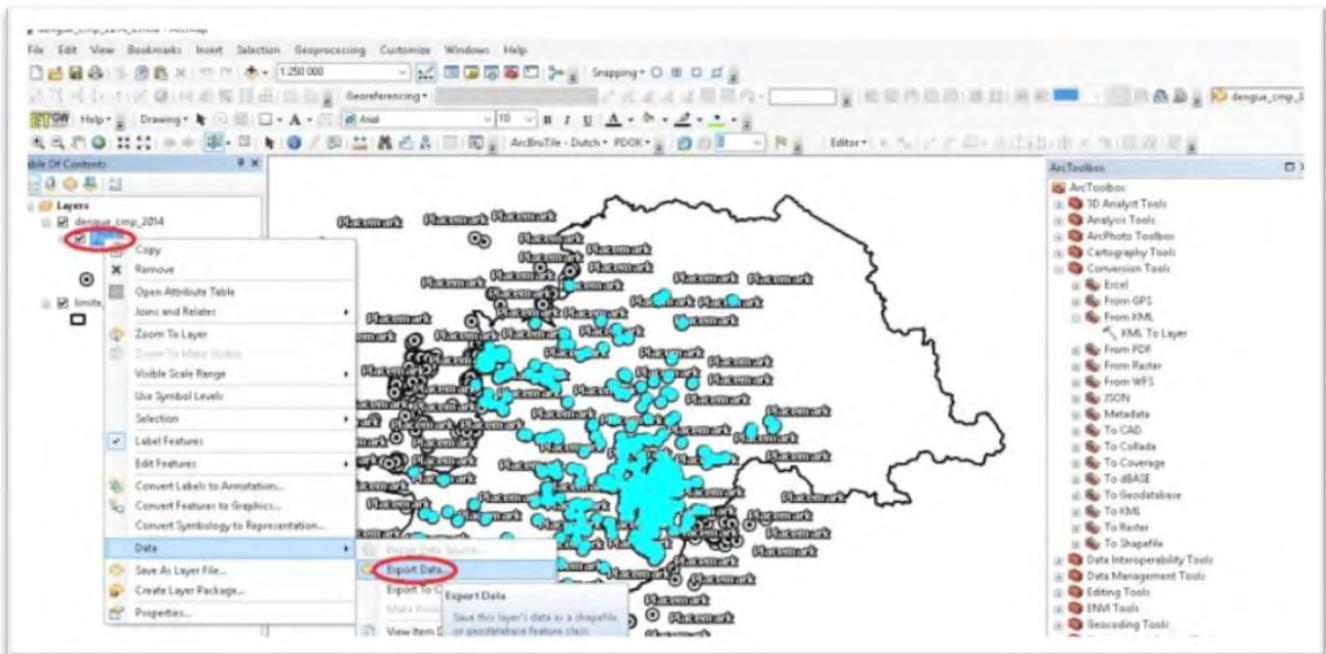


Figura 29. Exportação de arquivo de pontos selecionados.

O arquivo selecionado deve ser do tipo **Points**, deve ter o mesmo sistema de coordenadas do **Data Frame** e ser do tipo *shapefile* (Figura 30).

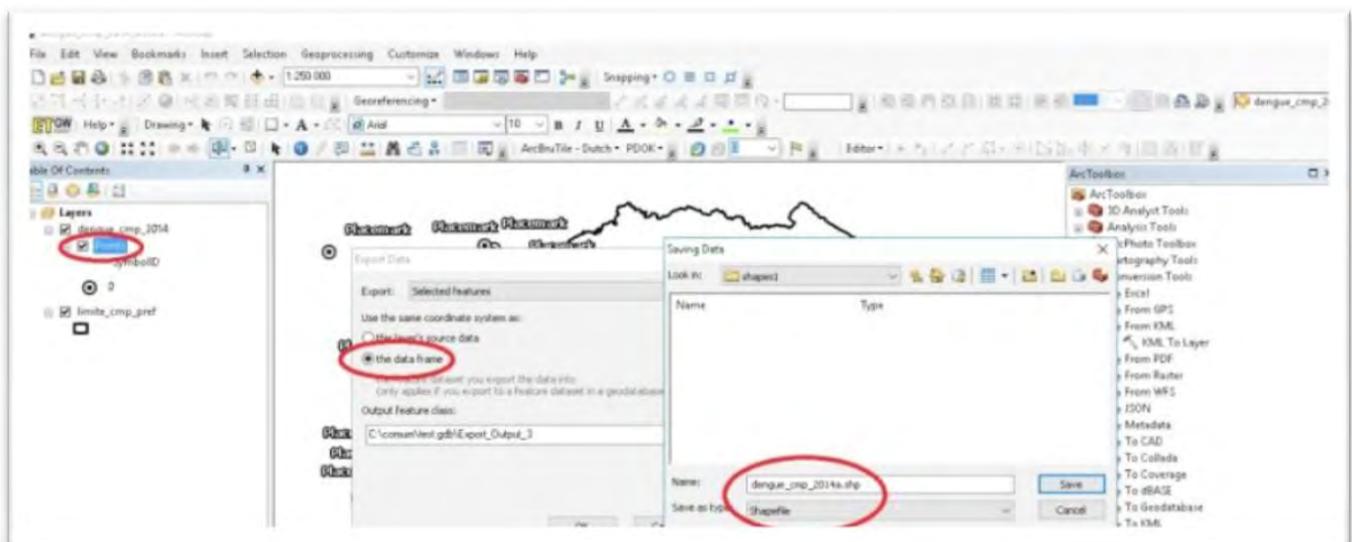


Figura 30. O tipo exportado é *shapefile*.

O arquivo de pontos de notificações *dengue\_cmp\_2014a.shp* é mostrado na Figura 31 com todos os campos do arquivo inicial de endereços após o uso do comando **Join**. As notificações que não foram espacializadas devem ser corrigidas e recarregadas no Google Earth Pro. Os casos que estão no arquivo *dengue\_cmp\_2014a.shp* têm utilidade apenas com o campo **Data**, que é utilizado nas indicações semanais e mensais. Os outros campos são apagados.

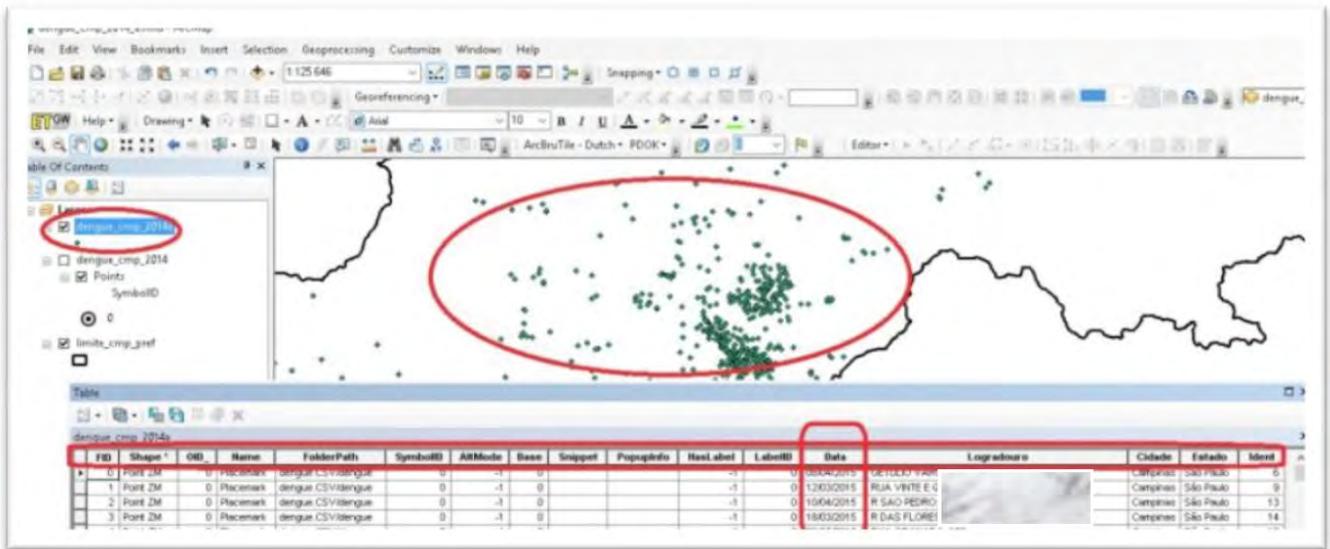


Figura 31. Arquivo de pontos das notificações localizadas em Campinas.

Uma função para apagar esses campos é a da ferramenta ET Geo Wizards, mostrada na Figura 32.

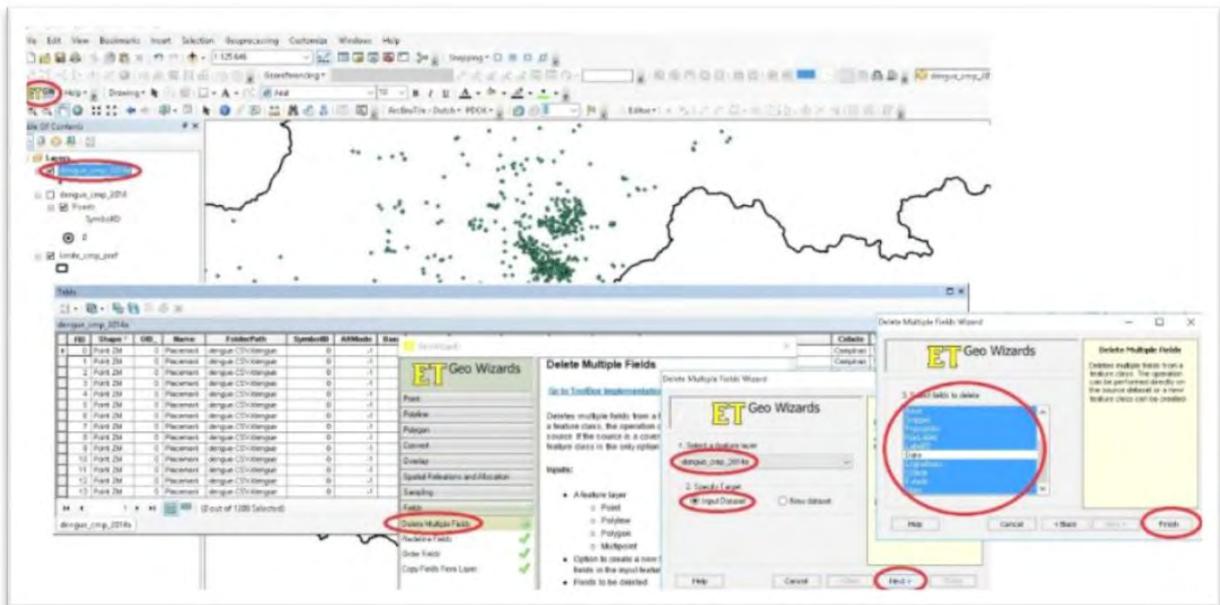


Figura 32. Função de apagar vários campos da ferramenta ET Geo Wizards.

O arquivo completo com todas as notificações em formato shp é mostrado na Figura 33.

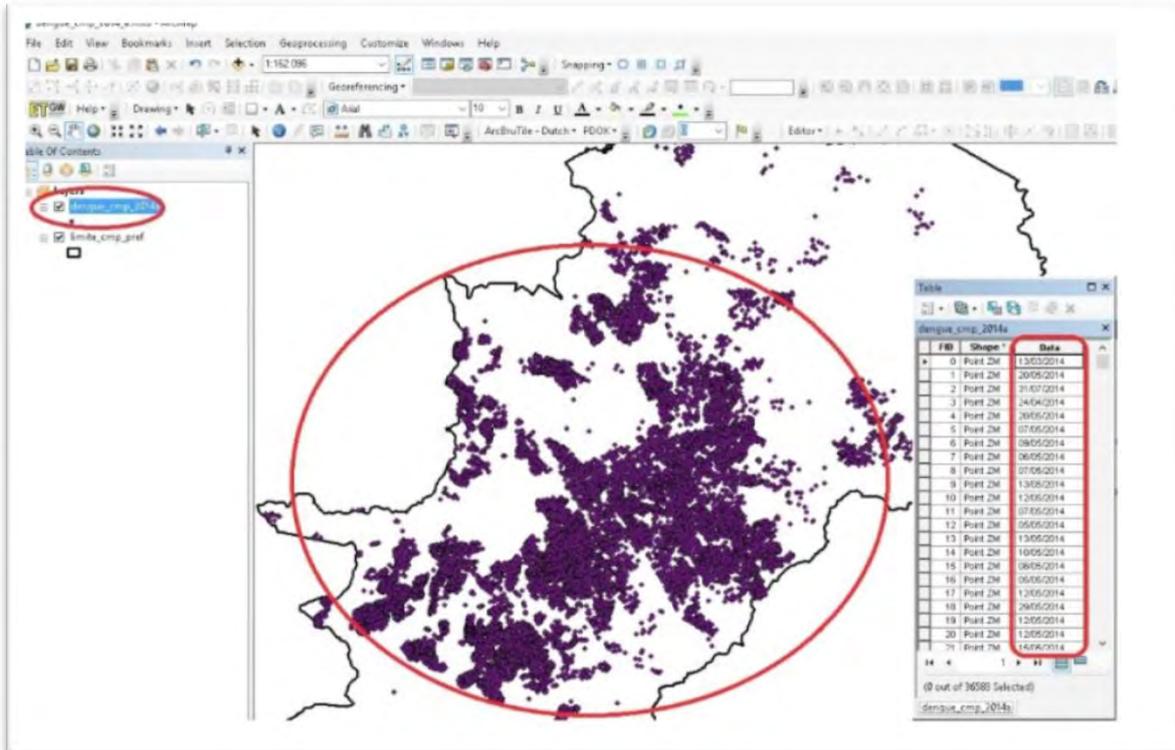


Figura 33. Arquivo de notificações de 2014 em Campinas.

Para facilitar a inclusão dos campos **semana** e **mês** no arquivo `dengue_cmp_2014.shp`, foi utilizado o Excel 2013. Primeiramente, a tabela do arquivo foi exportada no formato `txt` (Figura 34) com o nome `dengue_cmp_2014.txt`.

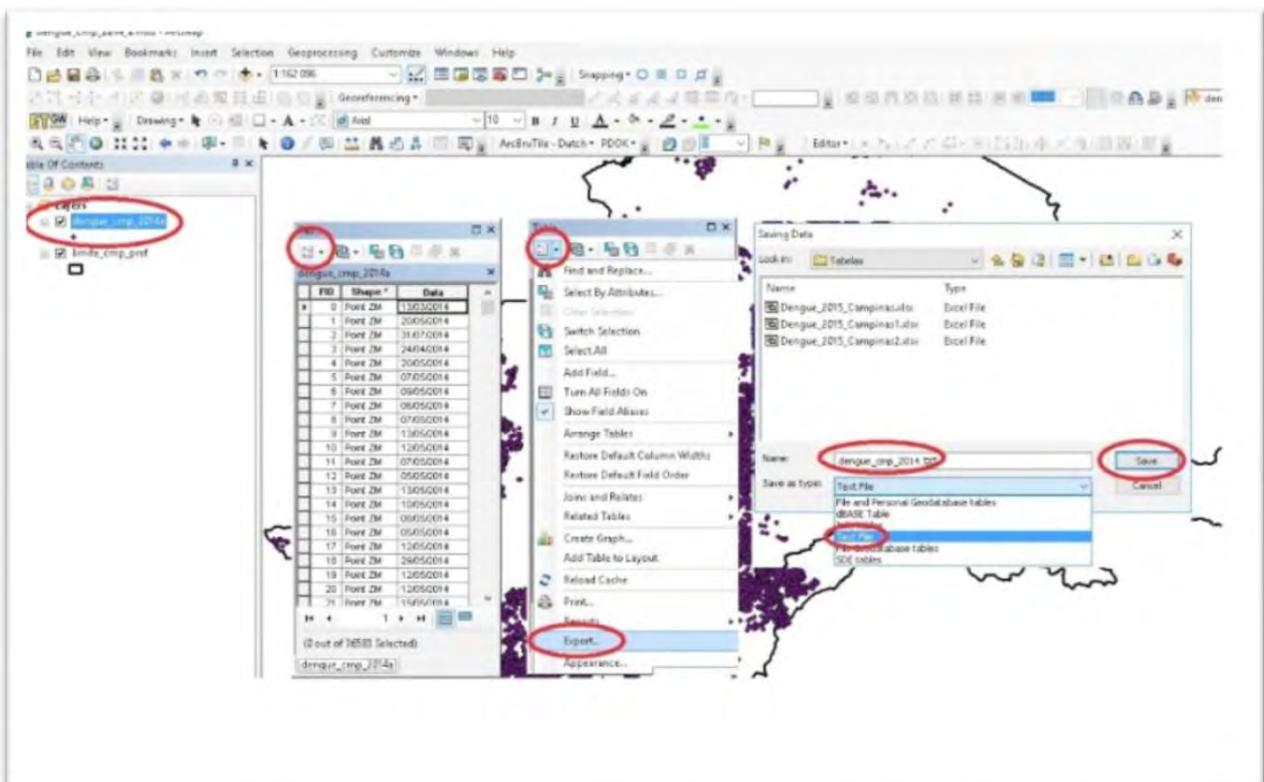


Figura 34. Exportação da tabela do arquivo `dengue_cmp_2014.shp`.

A importação do arquivo txt usando o Excel facilita a geração dos campos numéricos **semana** e **mês**. O campo **FID** deve ser preservado para posterior operação **Join** dessa tabela com o campo do arquivo dengue\_cmp\_2014.shp.

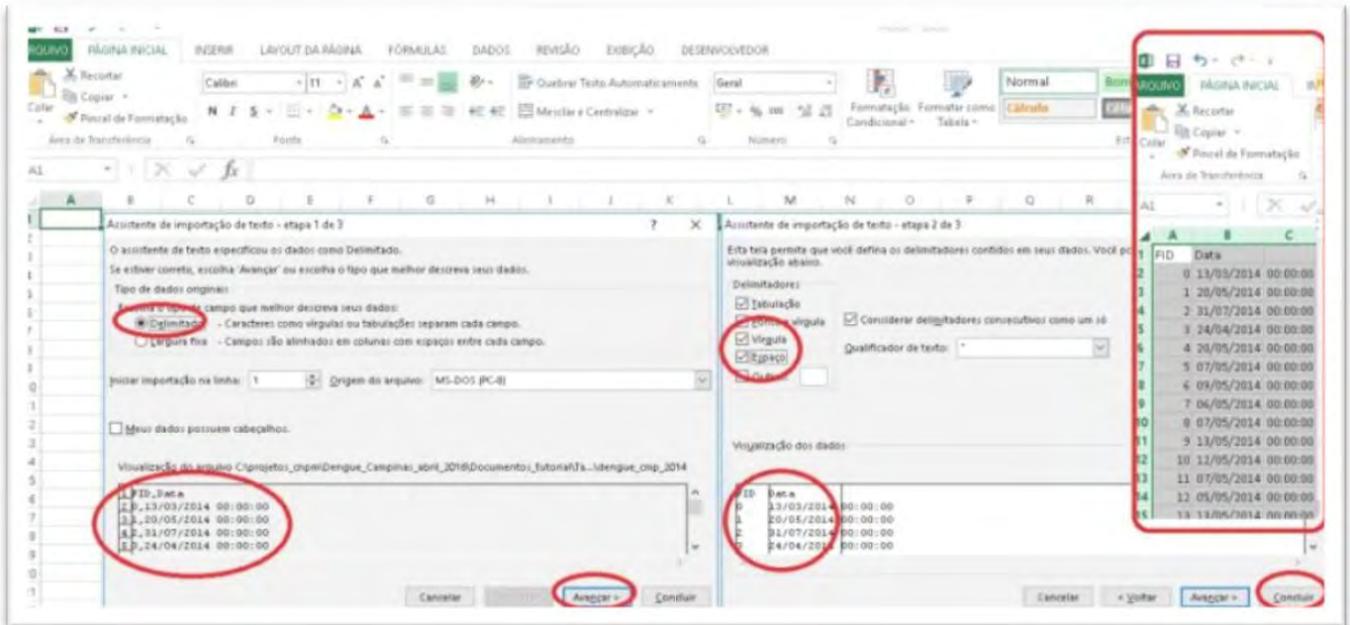


Figura 35. Importação da tabela dengue\_cmp\_2014.txt usando o Excel.

Para gerar o campo numérico **semana** é usada a função **NÚMSEMANA()** com a variável **Data de Notificação** (Figura 36).

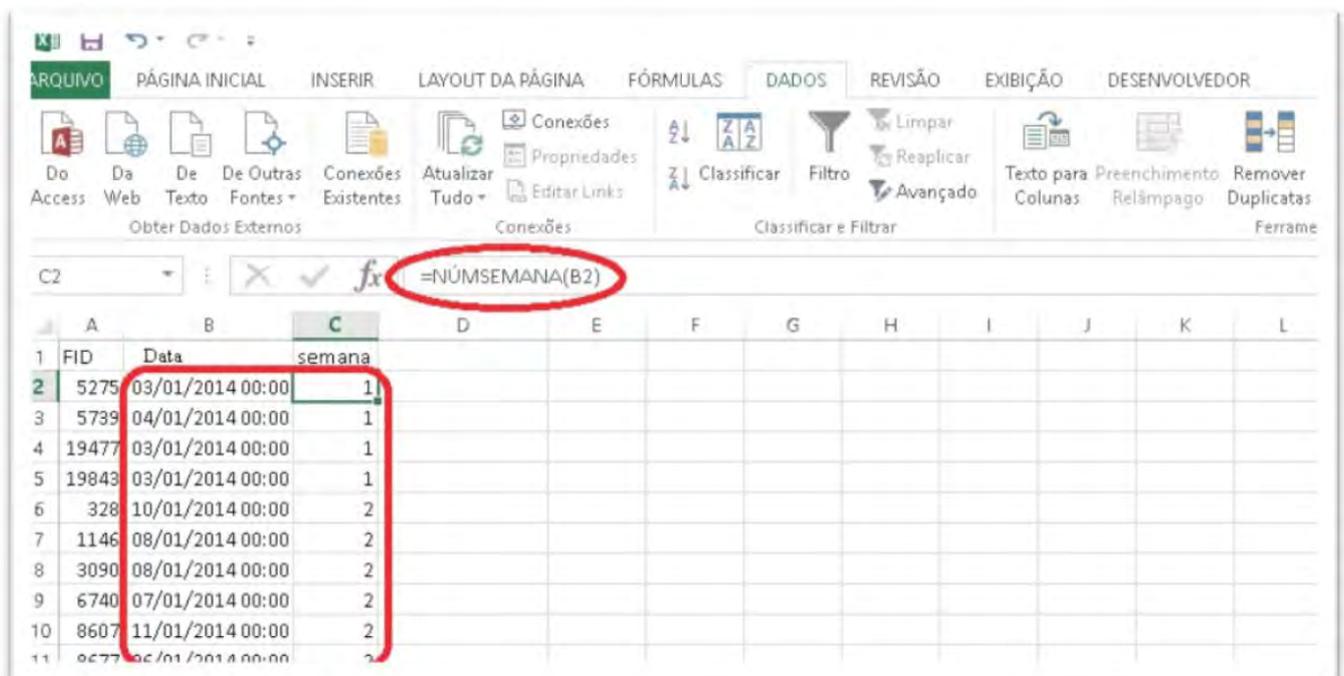


Figura 36. Geração do campo numérico **semana**.

Para gerar o campo numérico **mês**, é necessário formatá-lo como numérico para utilizar a função **MÊS()**, mostrada na Figura 37.

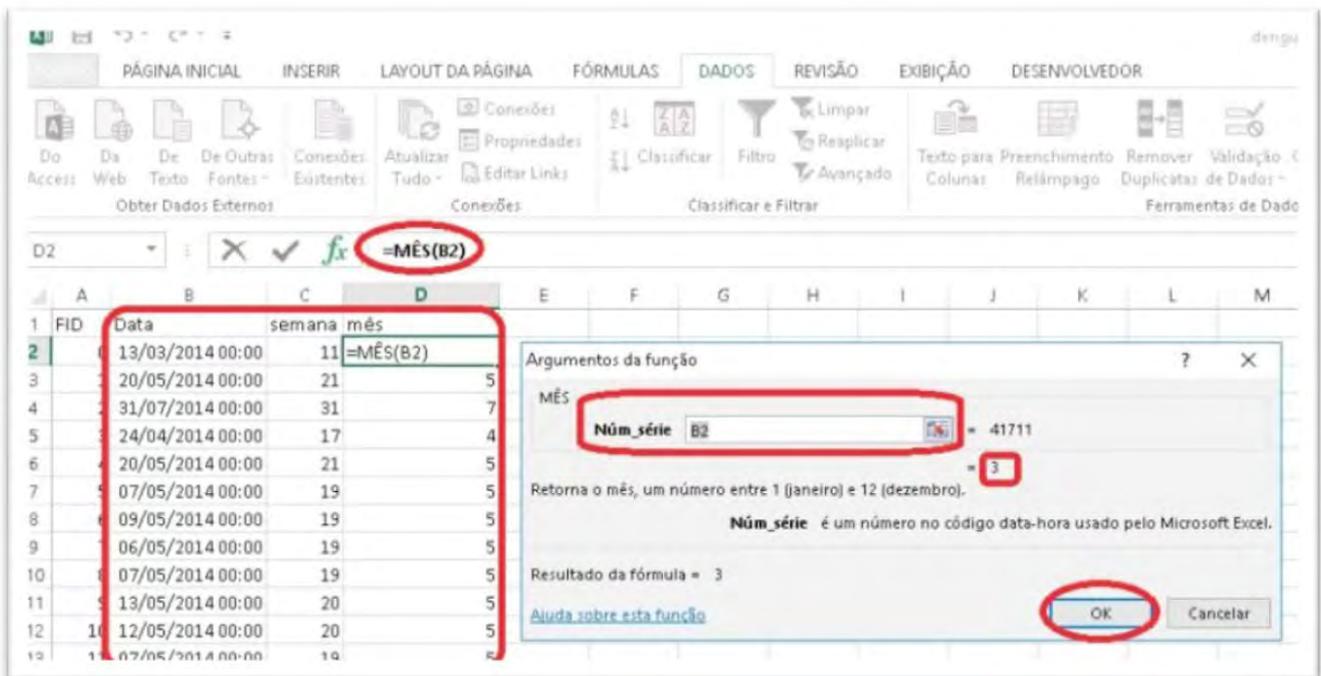


Figura 37. Uso da função MÊS().

Para os campos **semana** e **mês** deve ser adicionado o valor 10, para facilitar o ordenamento dos arquivos que serão gerados usando esses dados. Os campos **semana** e **mês** ficarão deslocados de 10. Por exemplo, a 11ª semana do ano terá valor 21 e o mês de março terá o valor 13 (Figura 38).

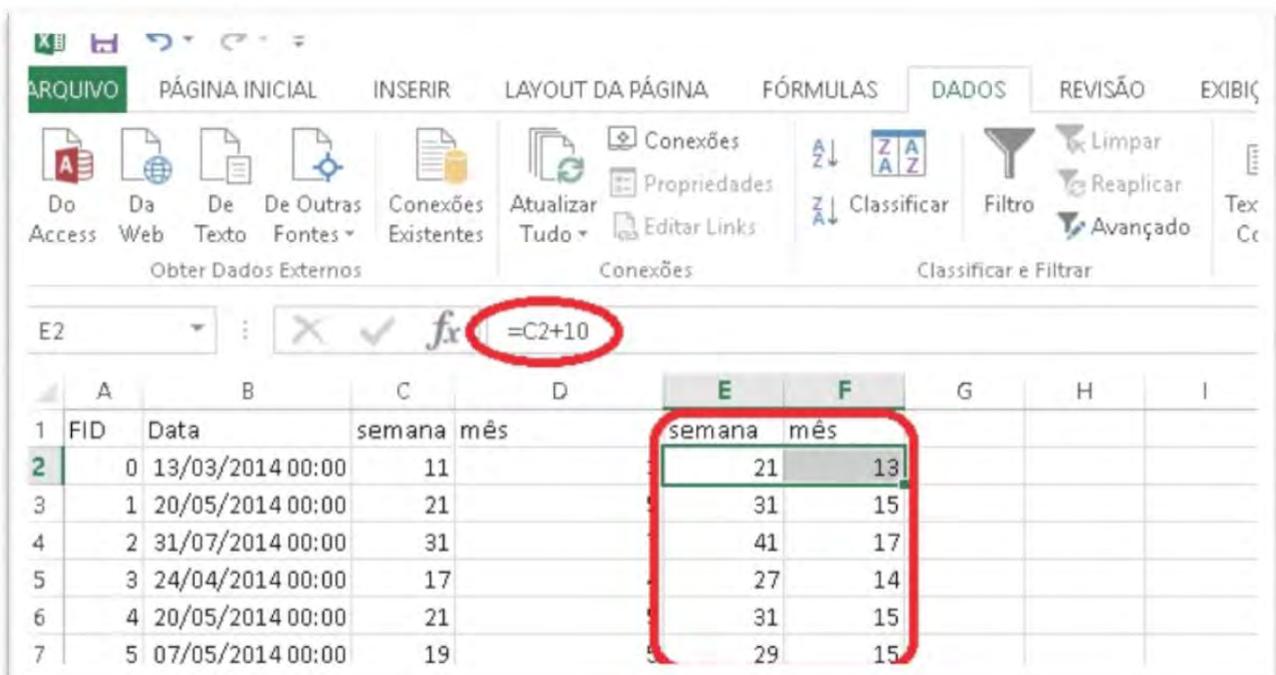


Figura 38. Adição de 10 nos campos **semana** e **mês**.

Os campos **semana** e **mês** devem ser formatados como **valores** usando a função **colar especial** (Figura 39).

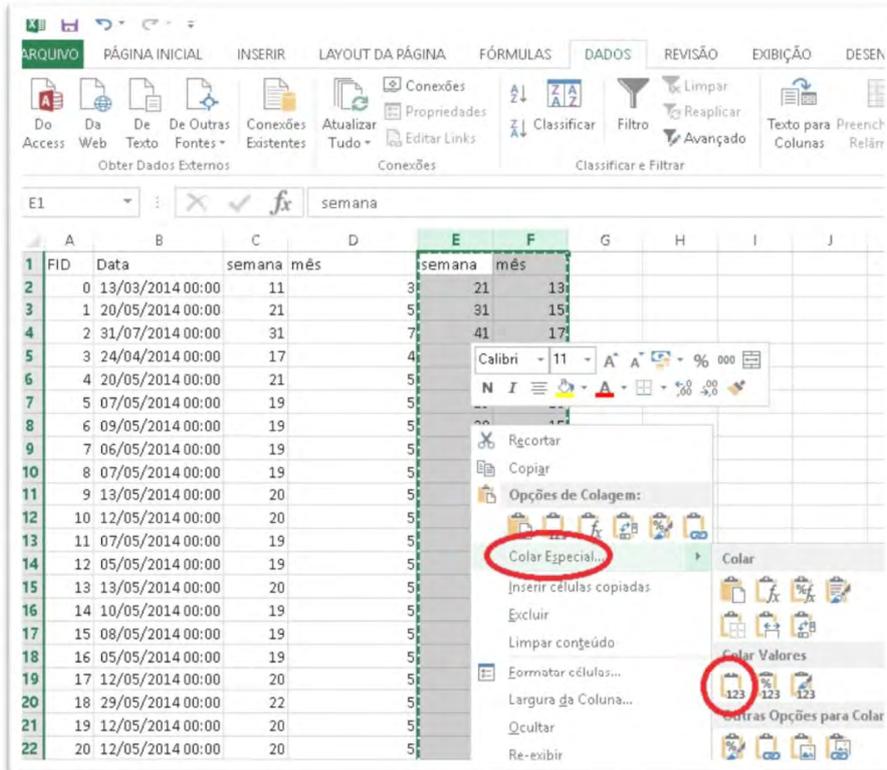


Figura 39. Formatar os dados dos campos **semana** e **mês** como valores.

O arquivo deve ser salvo no formato xls, para que seja possível usar o recurso **Join** no ArcGIS (Figura 40).

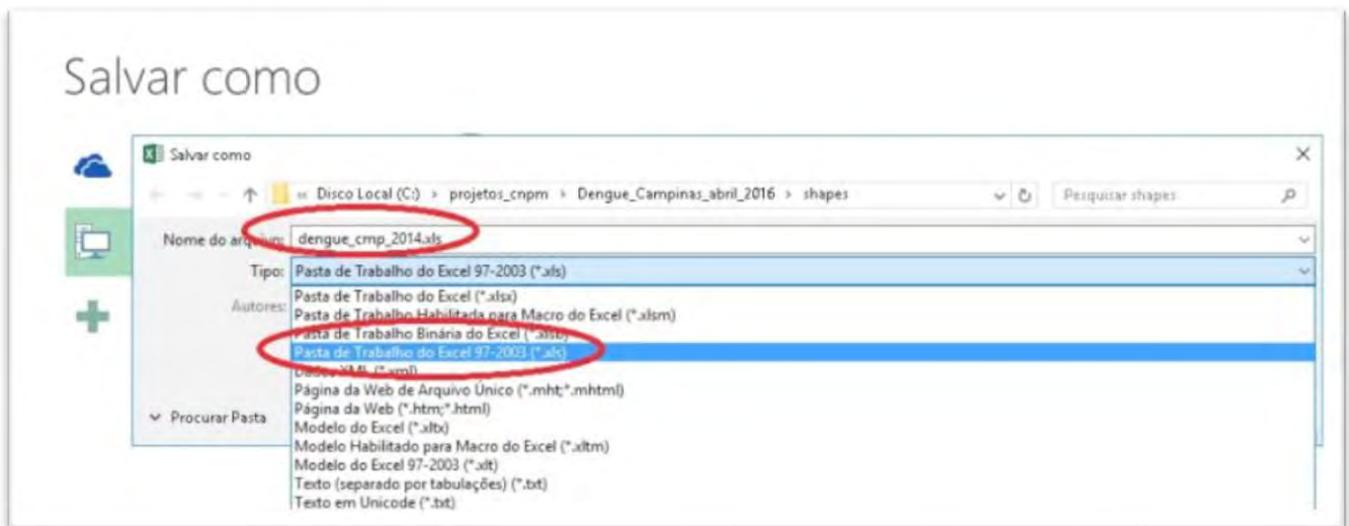


Figura 40. Arquivo salvo no formato xls.

O arquivo `dengue_cmp_2014a.shp` deve agregar os dados do arquivo `dengue_cmp_2014.xls` usando a função **Join** (Figura 41).

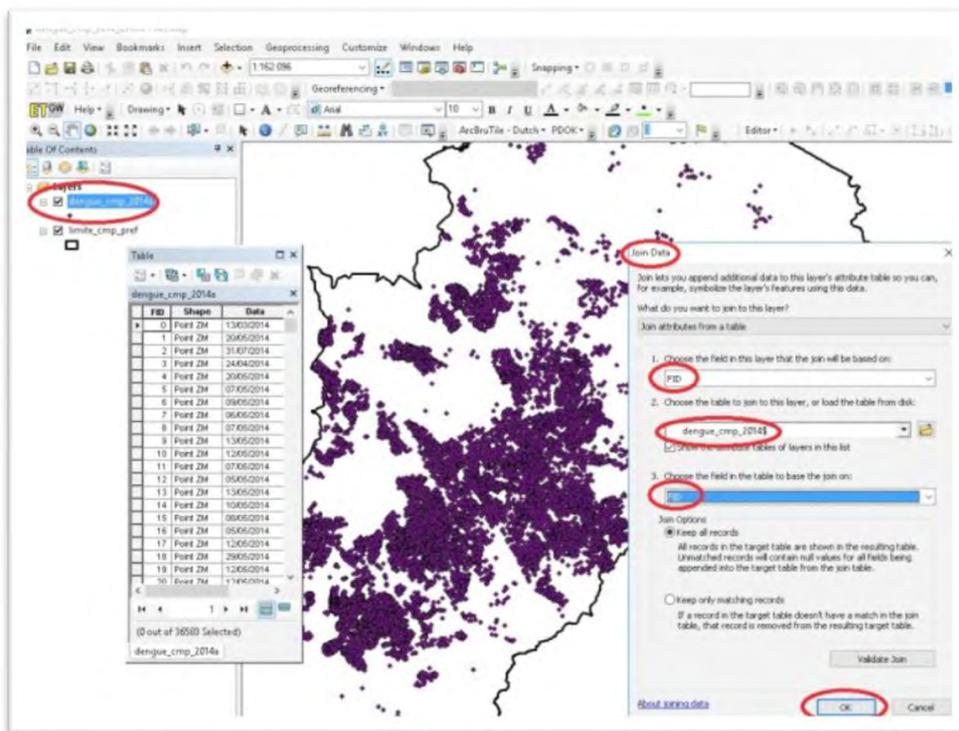


Figura 41. Função Join para o arquivo shp com a tabela xls.

Após ser usado o recurso **Join**, o arquivo `dengue_cmp_2014a.shp` deve ser exportado e ficará com os campos **semana** e **mês** da tabela xls (Figura 42).

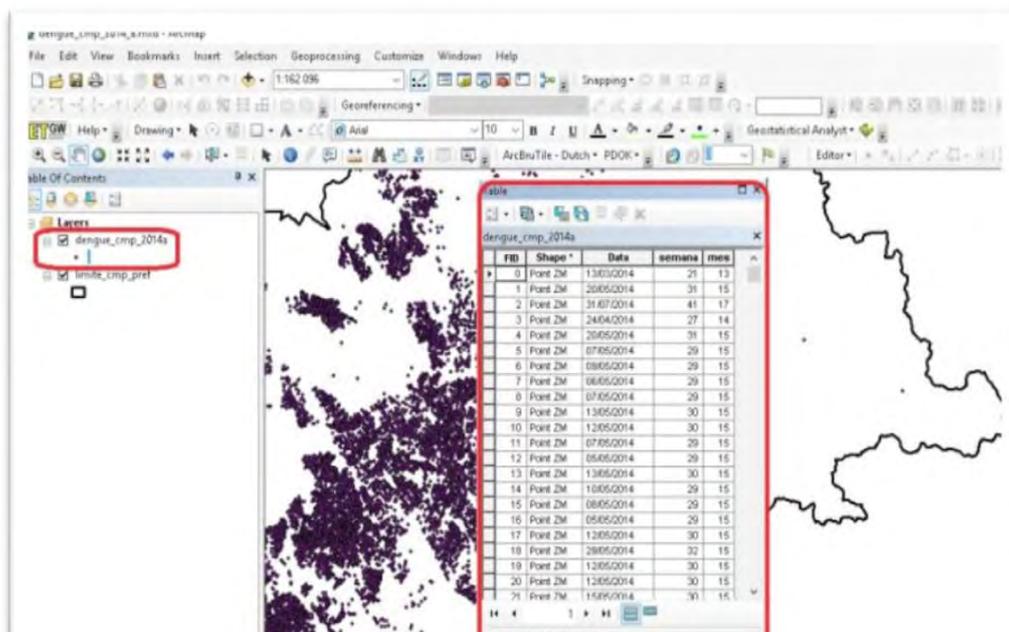


Figura 42. Arquivo *shapefile* com os campos **semana** e **mês**.

Após espacializar os casos de dengue em pontos geocodificados, é possível gerar mapas para verificar as concentrações e distribuições de notificações de dengue nas regiões da cidade. Neste exemplo, foram geradas quadrículas de 500 m x 500 m, que quantificaram de maneira absoluta o número de casos em cada uma delas, e a densidade de *kernel*<sup>1</sup>, ou mapa de calor (MEDEIROS, 2016), que gera um arquivo no formato *raster* e quantifica de maneira relativa o número de casos de dengue.

<sup>1</sup> Mapas de *kernel*. Disponível em: <<http://andersonmedeiros.com/mapas-de-kernel-parte-1/>>. Acesso em: 01 jun. 2016.

No caso das quadrículas, foram gerados quatro tipos de mapas: **semanal individual**, **semanal acumulado**, **mensal individual** e **mensal acumulado**. O processo de geração desses quatro tipos de mapas é muito semelhante, e varia apenas pela alteração dos campos, semanal ou mensal, e do sinal de comparação, **individual** ou **acumulado**.

No caso de **semanal acumulado**, devem ser inseridos, no ArcGIS, os arquivos de pontos juntamente com o arquivo de polígonos (quadrículas) gerado por meio da função **Fishnet**. É executado o modelo dengue\_2014\_semanal\_acumulado\_quadriculas. A Figura 43 mostra esses arquivos no ArcGIS.

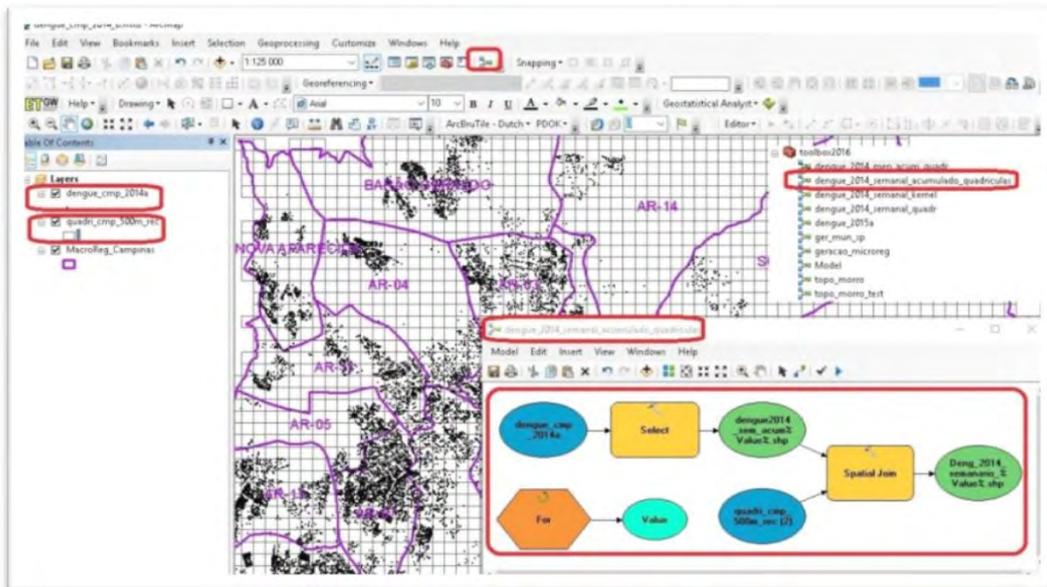


Figura 43. Arquivos de ponto, quadrícula e Model Builder.

A ferramenta Model Builder do ArcGIS gera automaticamente para dengue\_2014\_semanal\_acumulado\_quadriculas outros 53 arquivos de quadrículas para cada semana do ano. Um dos campos desses arquivos é o valor acumulado da contagem de pontos de dengue do arquivo dengue\_cmp\_2014a.shp.

Esse modelo consiste de basicamente de três funções: **For**, **Select** e **Spatial Join**. A função **For** começa em 11, para facilitar o ordenamento do arquivo final, e finaliza em 63, com acréscimo de 1 (Figura 44).

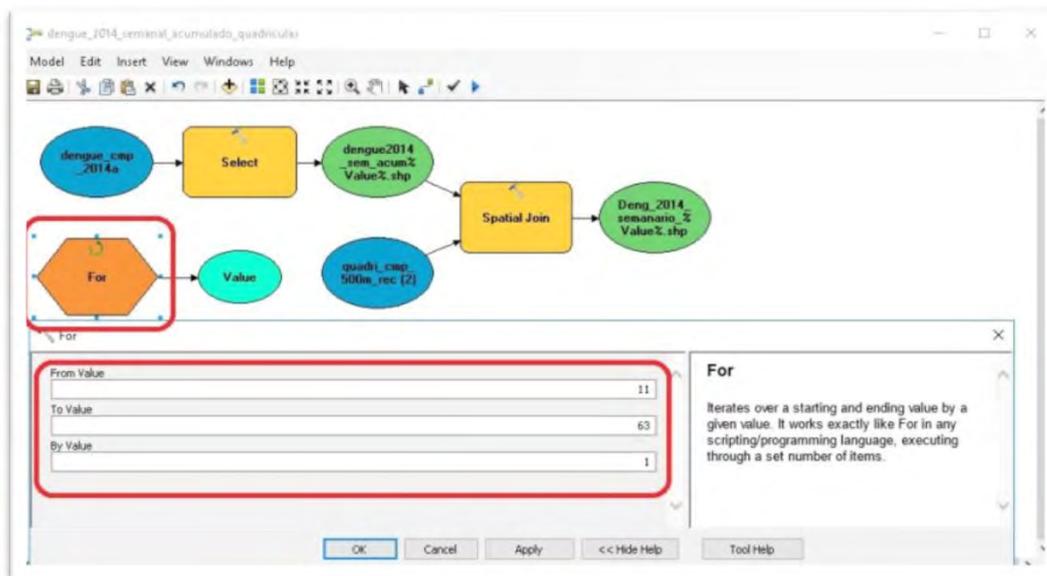


Figura 44. Função For.

A função **Select** seleciona as linhas do arquivo `dengue_cmp_2014a.shp` que serão contadas para cada quadrícula do arquivo `quadri_cmp_500m_rec.shp` (Figura 45). A função de entrada é `dengue_cmp_2014a.shp`, e o arquivo de saída é o de quadrículas com dados semanais acumulados chamado de `dengue2014_acum_xx.shp`, onde "xx" varia de 11 a 63. Atenção especial deve ser dada à expressão de comparação "<=" para acumulados, pois caso fossem arquivos de quadrículas individuais, a expressão seria apenas "=".

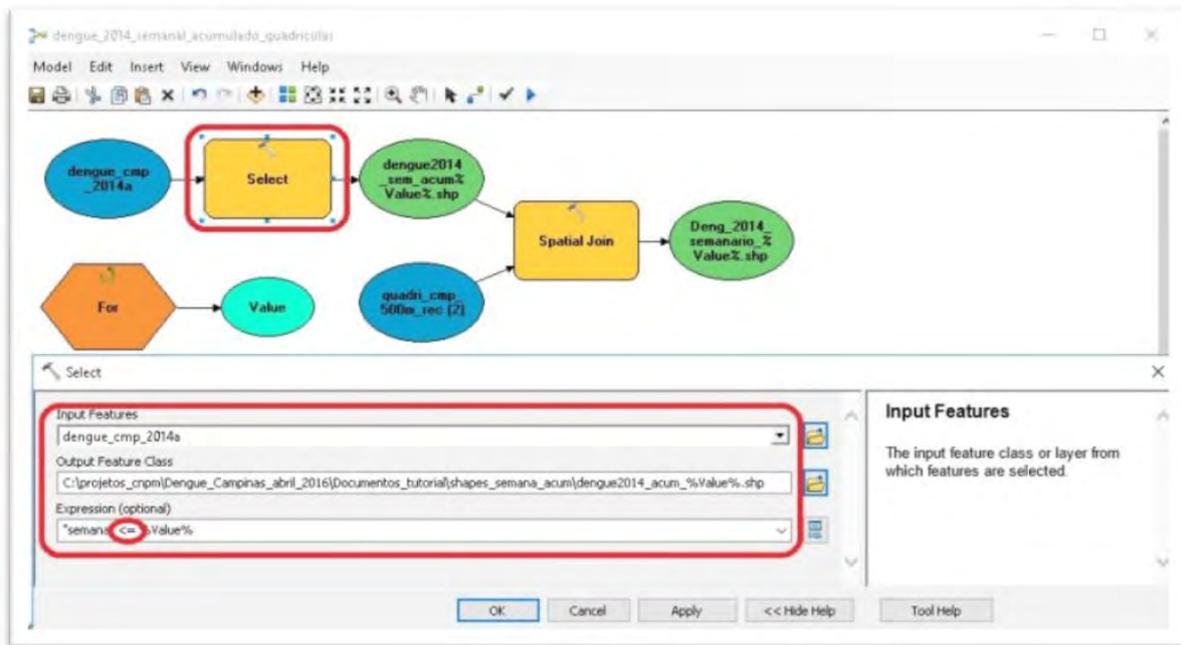


Figura 45. Função **Select**.

A função **Spatial Join** conta as linhas selecionadas em cada quadrícula do arquivo `quadri_cmp_500m_rec.shp` e exporta um arquivo chamado `Dengue_2014_semana_acumulado_%Value%.shp`, onde **Value** é o número da semana (Figura 46).

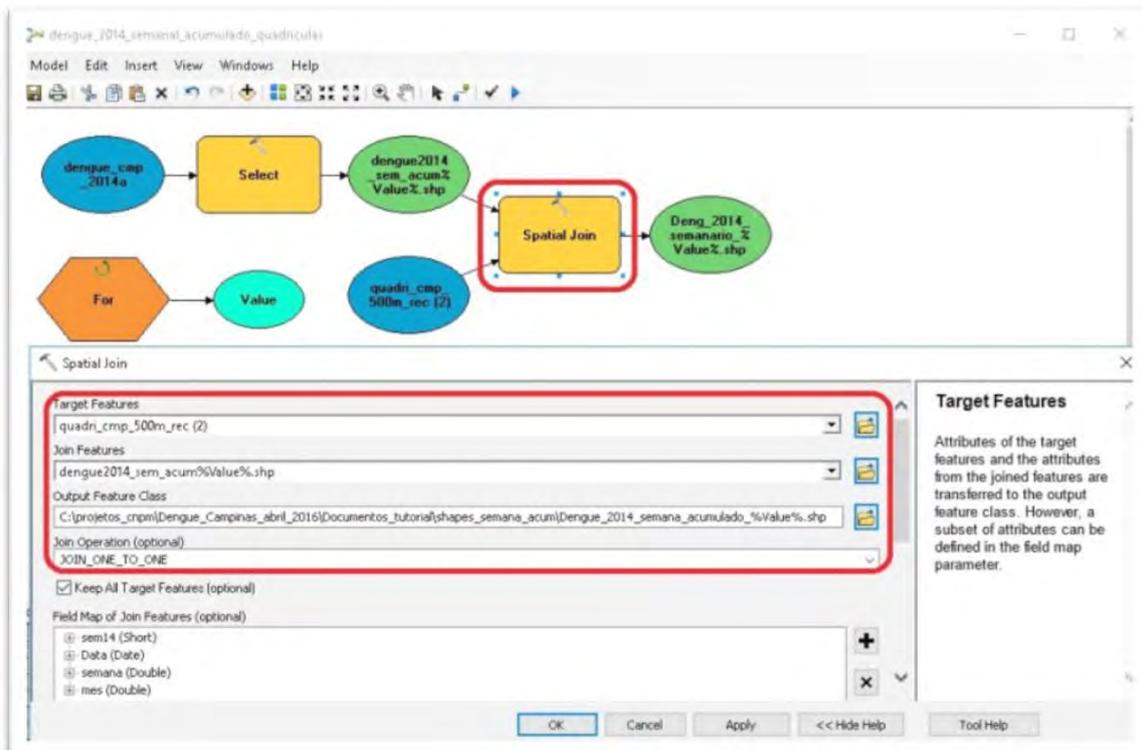


Figura 46. Função **Spatial Join**.

A execução do Model Builder gera os 53 arquivos de quadrículas e 53 arquivos de pontos acumulados referentes às semanas do ano (Figura 47).

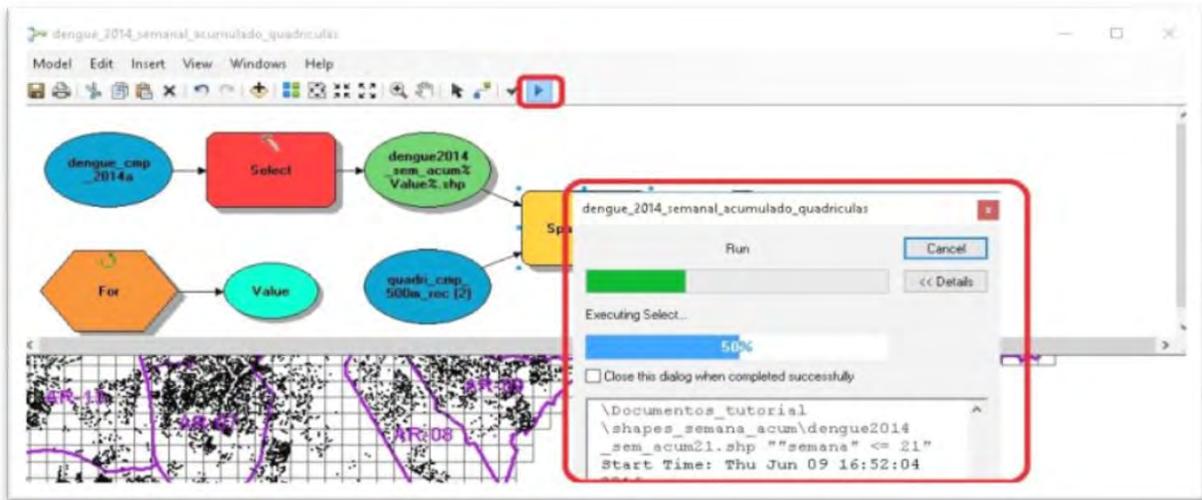


Figura 47. Execução do Model Builder

Para conferir se os arquivos gerados estão corretos, é necessário adicioná-los no projeto (.mxd) do ArcGIS (Figura 48).

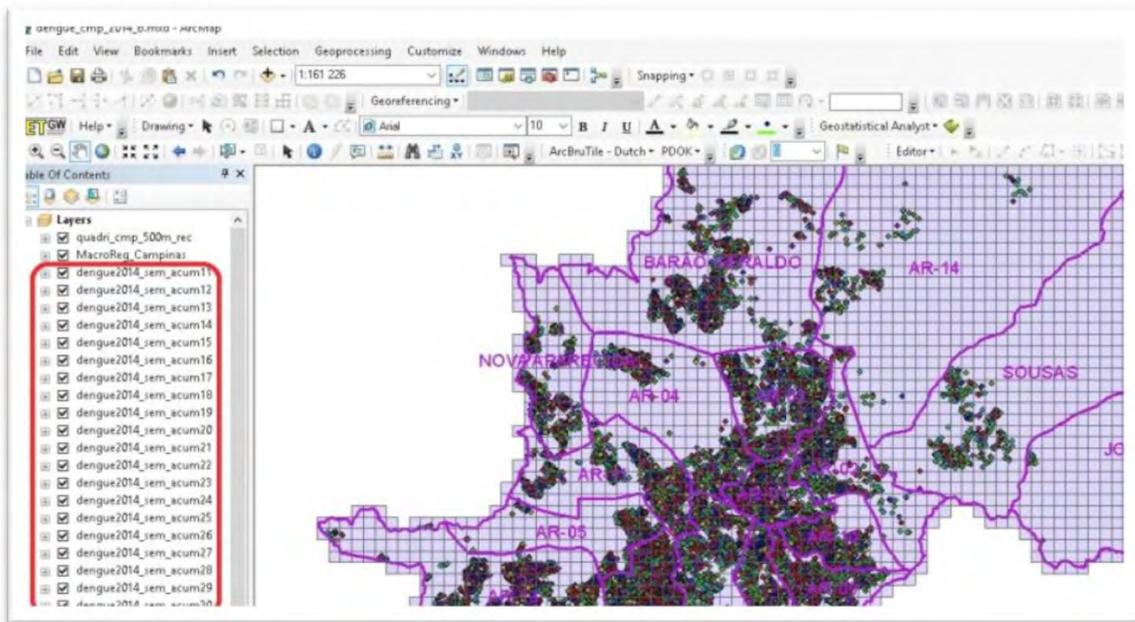


Figura 48. Arquivos de pontos e quadrículas geradas usando o Model Builder.

O mapa de quadrículas semanal é gerado no ArcGIS (Figura 49) e torna-se o padrão para gerar todos os mapas semanais ou mensais do ano.

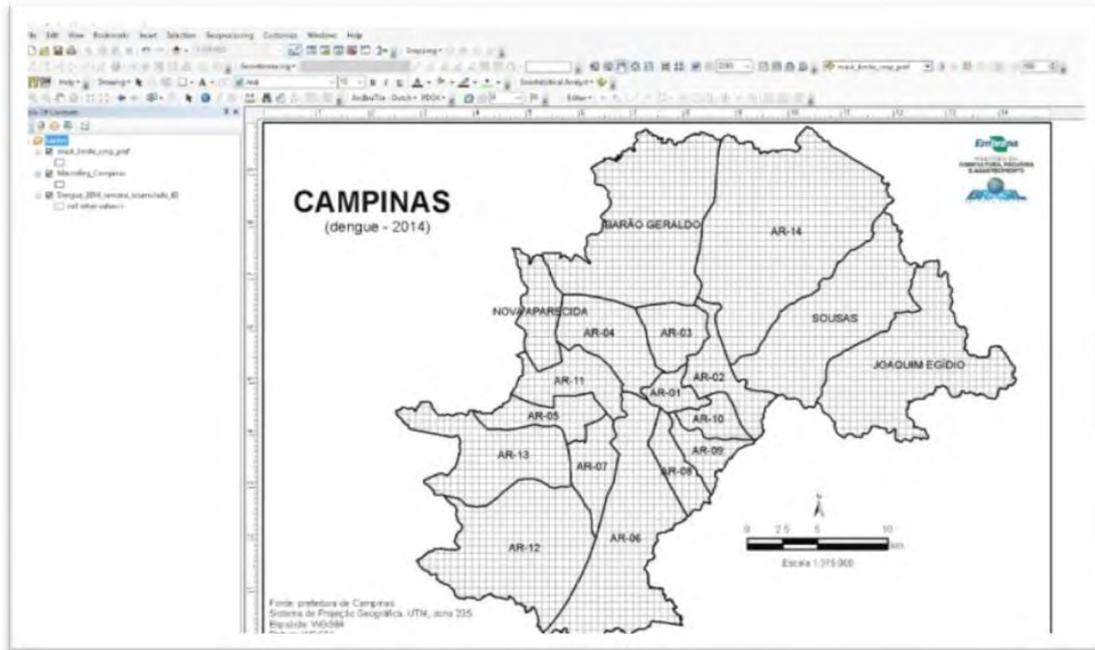


Figura 49. Mapa padrão de quadrículas.

O mapa acima não contém a legenda dos casos de dengue. Foram usadas seis classes, a primeira delas com valor 0 e as cinco seguintes com quantidade de quadrículas proporcionais ao arquivo com maior número de casos. No caso do mapa semanal acumulado, o arquivo é o do número 53, a última semana do ano (Figura 50).

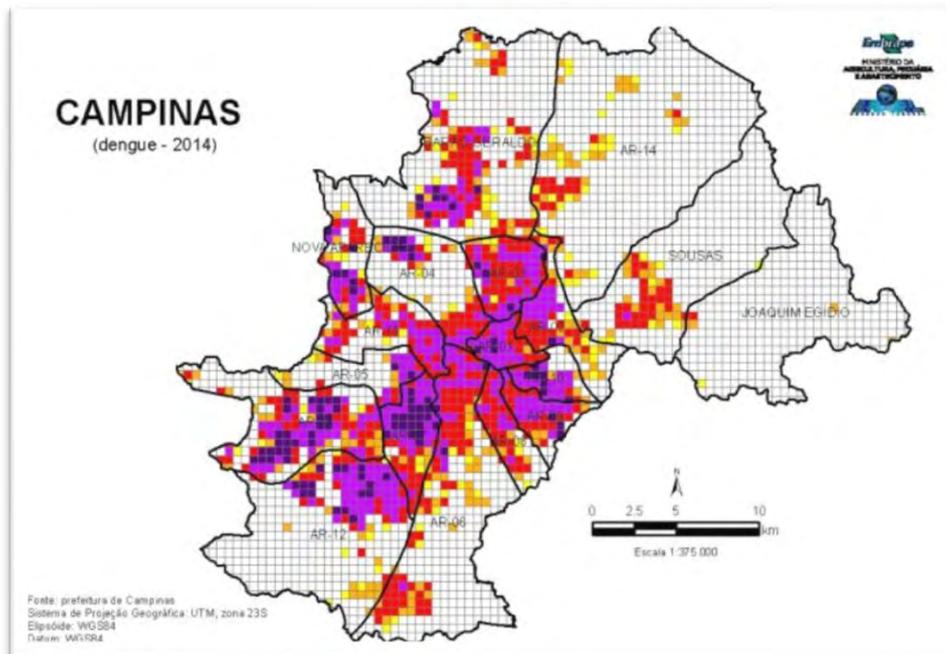


Figura 50. Mapa de quadrículas com todos os casos de dengue de 2014 em Campinas.

No caso dos mapas **semanal** e **acumulado**, a última semana é a que apresenta o maior número de casos, e os mapas anteriores tomam por base a mesma legenda. É necessário salvar a simbologia usada nesse *shape*. Para isso, é necessário clicar com o botão direito do mouse e seguir os passos mostrados nas Figuras 51 e 52.

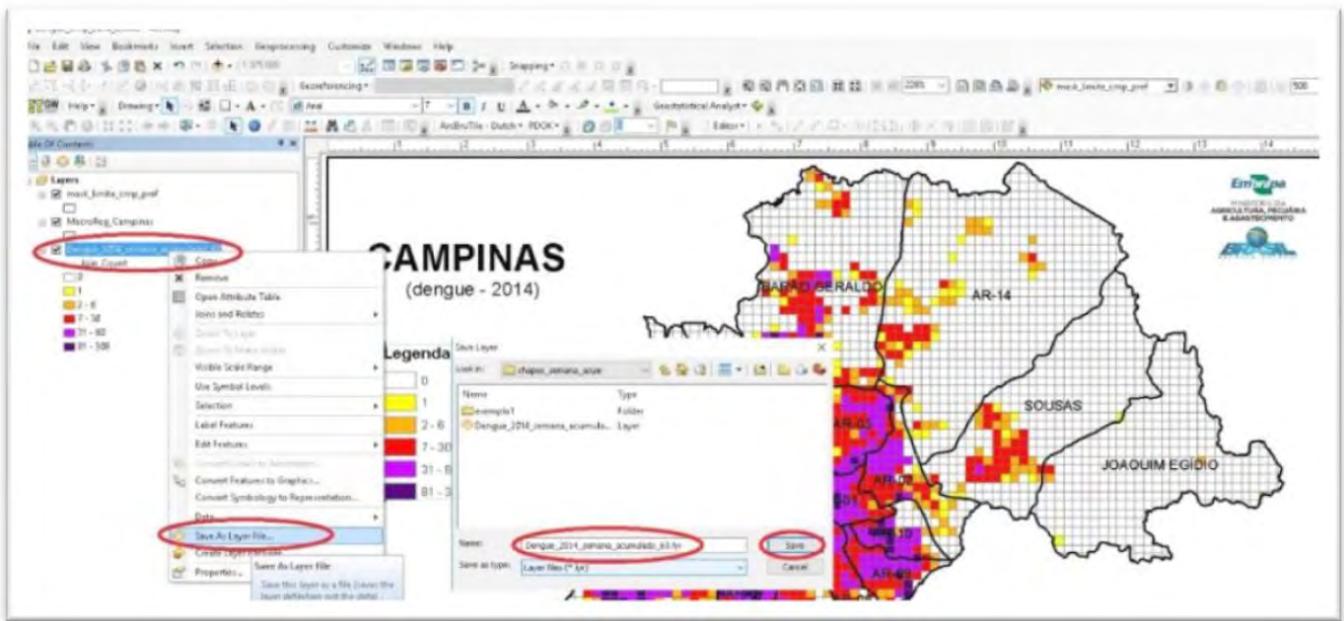


Figura 51. Etapas para salvar a simbologia do *shape* da semana com maior número de casos.

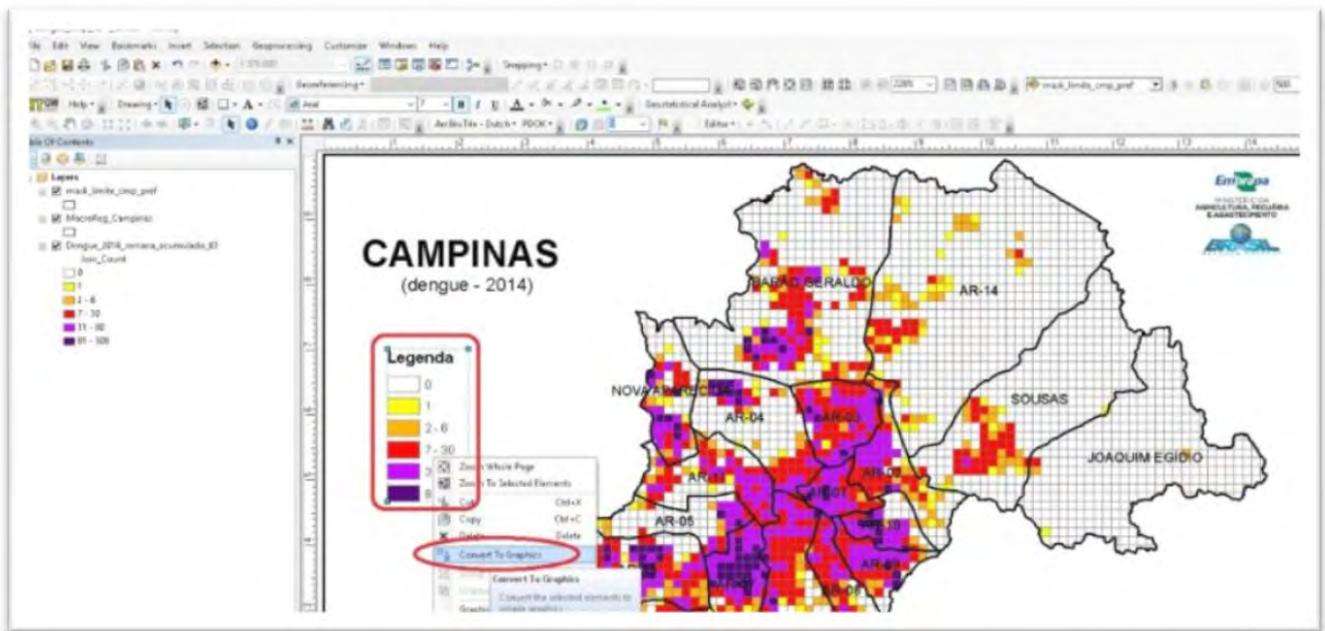


Figura 52. Transformação da legenda em gráfico.

A configuração do mapa padrão para geração automática é mostrada na Figura 53.



Figura 53. Mapa padrão para o caso **semanal acumulado**.

## A estatística de *kernel*

Utilizando a estatística de *kernel* (MEDEIROS, 2016), foram gerados quatro tipos de mapas: **semanal individual**, **semanal acumulado**, **mensal individual** e **mensal acumulado**.

Para gerar os arquivos *raster* que recobrem toda a área do Município de Campinas, foi necessário configurar o ambiente de trabalho das funções do ArcGIS (Figura 54) no ambiente do arquivo MacroReg\_Campinas.

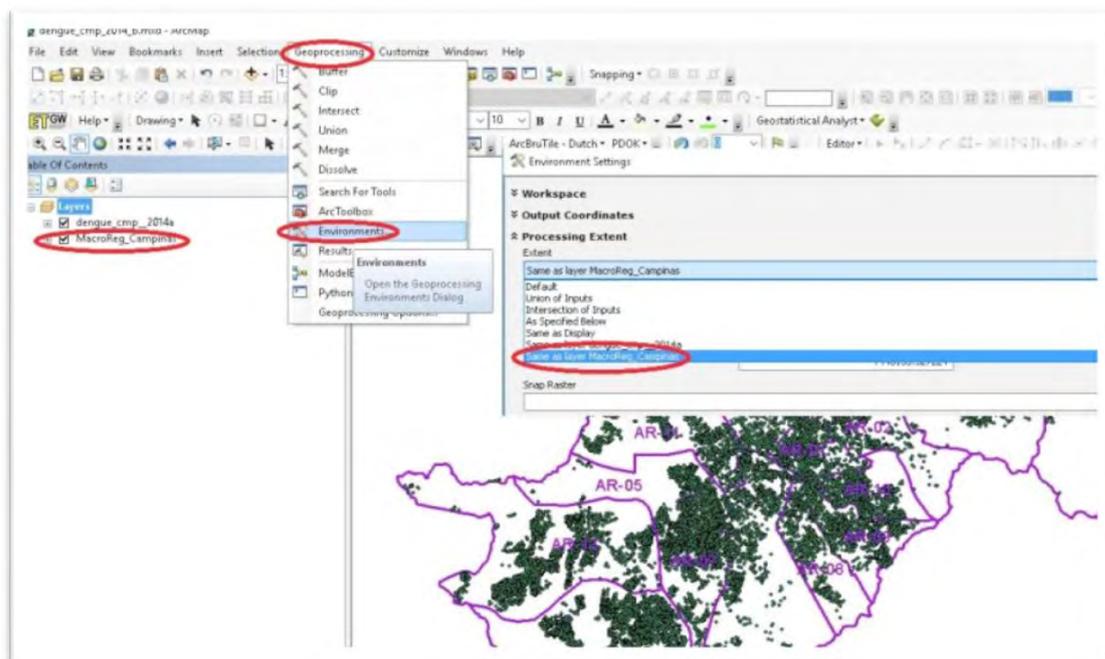


Figura 54. Configuração do ambiente do ArcGIS para a estatística de *kernel*.

Neste caso, basta usar o arquivo de pontos dengue\_cmp\_2014a.shp gerado inicialmente (Figura 55).

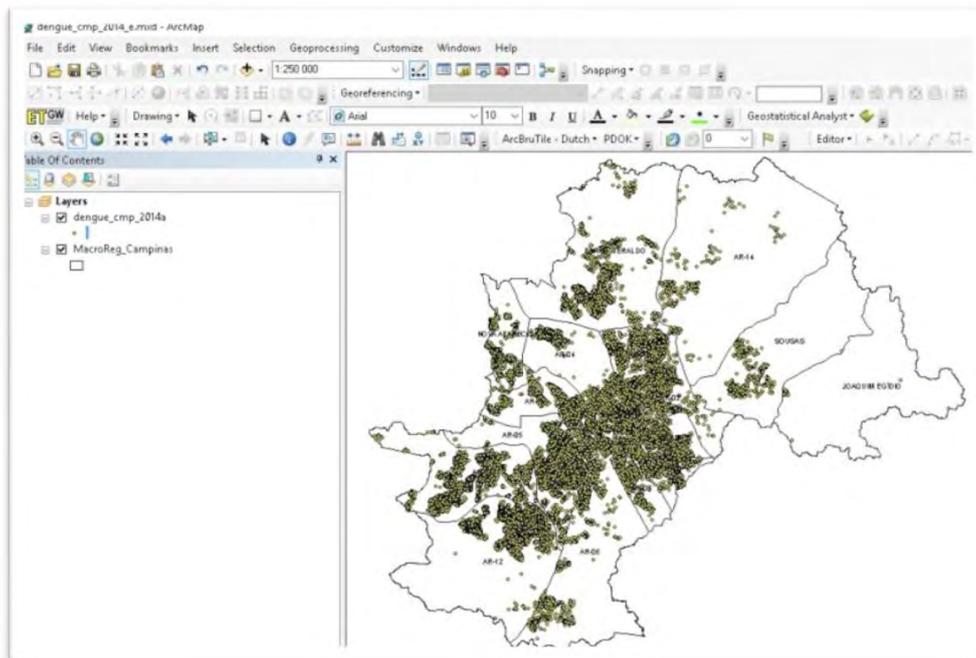


Figura 55. Arquivo de pontos de casos de dengue em 2014.

O Model Builder dengue\_2014\_semanal\_acumulado\_kernel necessita apenas do arquivo de pontos (Figura 56) e gera automaticamente 53 arquivos *raster* (img) para cada semana do ano.

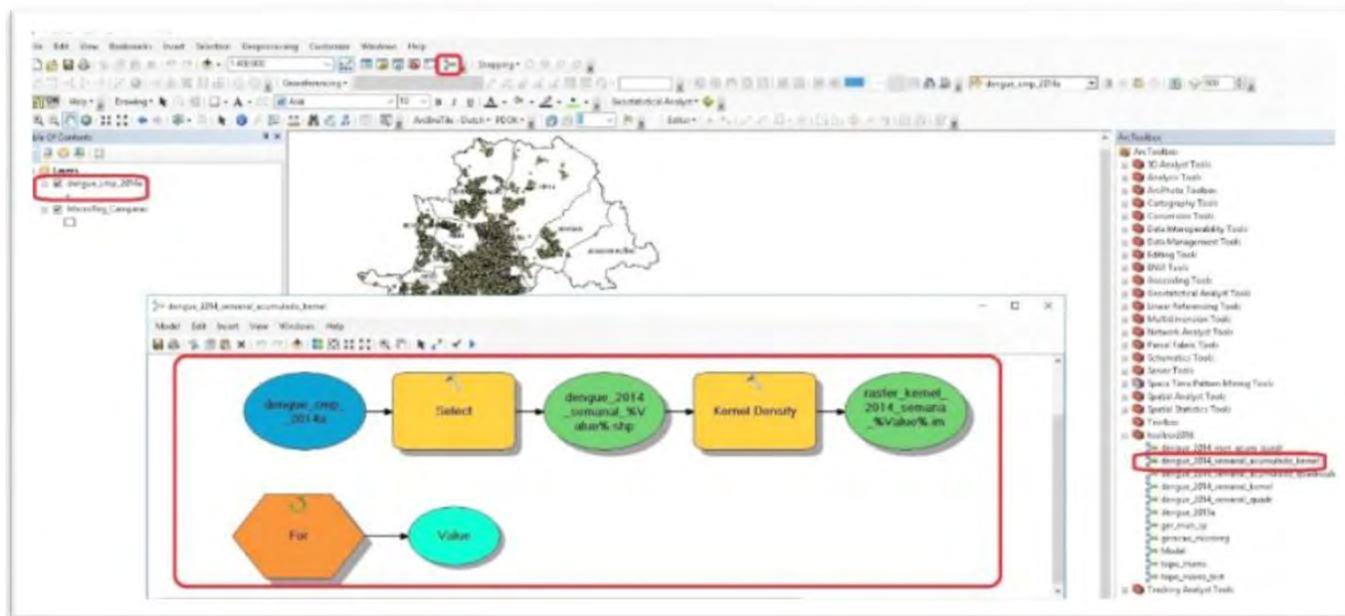


Figura 56. Arquivo de pontos e Model Builder.

Esse modelo consiste de basicamente de três funções: **For**, **Select** e **Spatial Join**.

A função **For** tem início em 11, para facilitar o ordenamento do arquivo final, e finaliza em 63, com acréscimo de 1 (Figura 57).

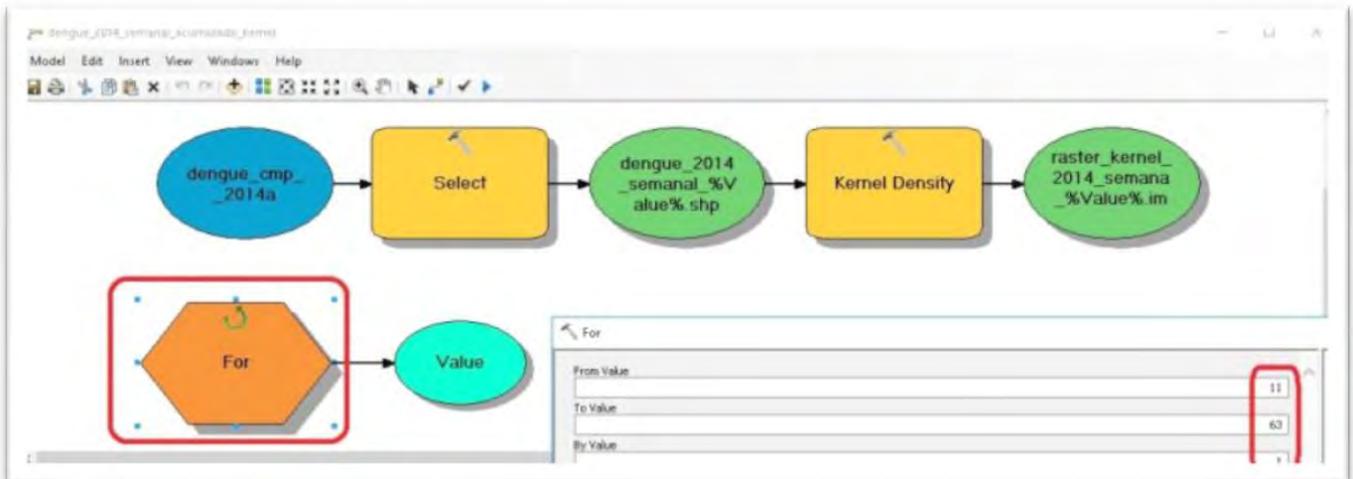


Figura 57. Função For.

A função **Select** seleciona as linhas do arquivo `dengue_cmp_2014a.shp` que serão inseridas no arquivo de pontos `dengue_2014_semanal_xx.shp`, onde "xx" varia de 11 a 63. Atenção especial deve ser dada à expressão comparação "`< =`" para acumulados, pois caso sejam arquivos de semanas individuais a expressão usada deve ser "`=`".



Figura 58. Função Select.

A função **kernel density** calcula uma área de magnitude por unidade de ponto, usando uma função de *kernel* para encaixar uma superfície suavemente para cada ponto, e exporta um arquivo *raster* chamado `raster_kernel_2014_semana_%Value%.img`, no qual **Value** é o número da semana (Figura 59).

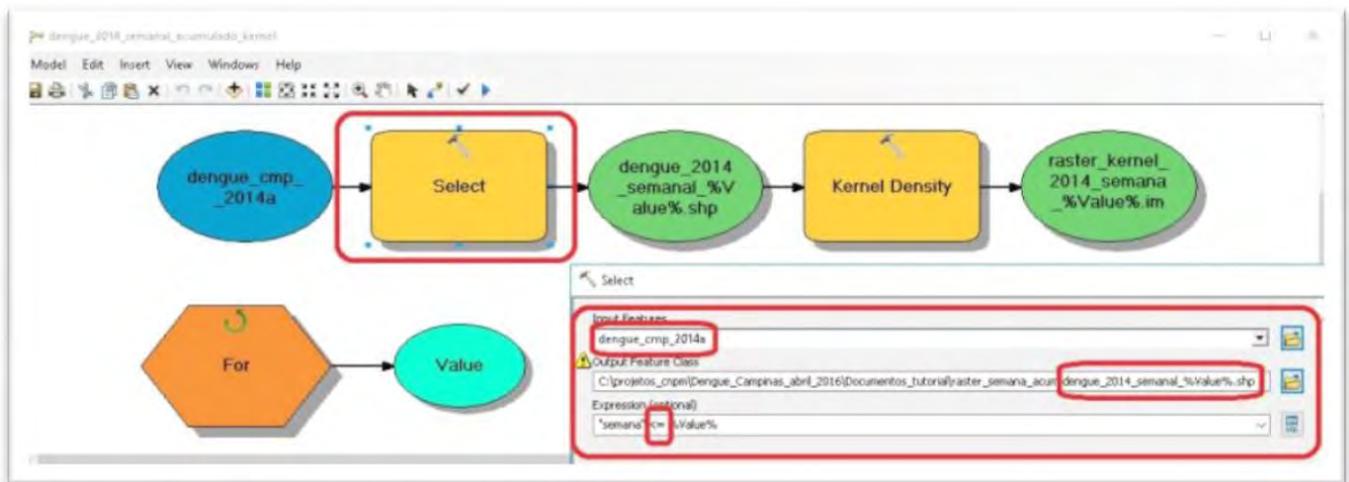


Figura 59. Função Spatial Join.

A execução desse Model Builder gera os 53 arquivos *raster* referentes às semanas do ano (Figura 60). É importante certificar que o arquivo de pontos, neste caso o arquivo *dengue\_cmp\_2014a.shp*, esteja projetado no sistema de coordenadas geográficas UTM23S.



Figura 60. Execução do Model Builder.

Para conferir se os arquivos foram gerados corretamente, é necessário adicioná-los ao projeto (mxd) do ArcGIS (Figura 61).

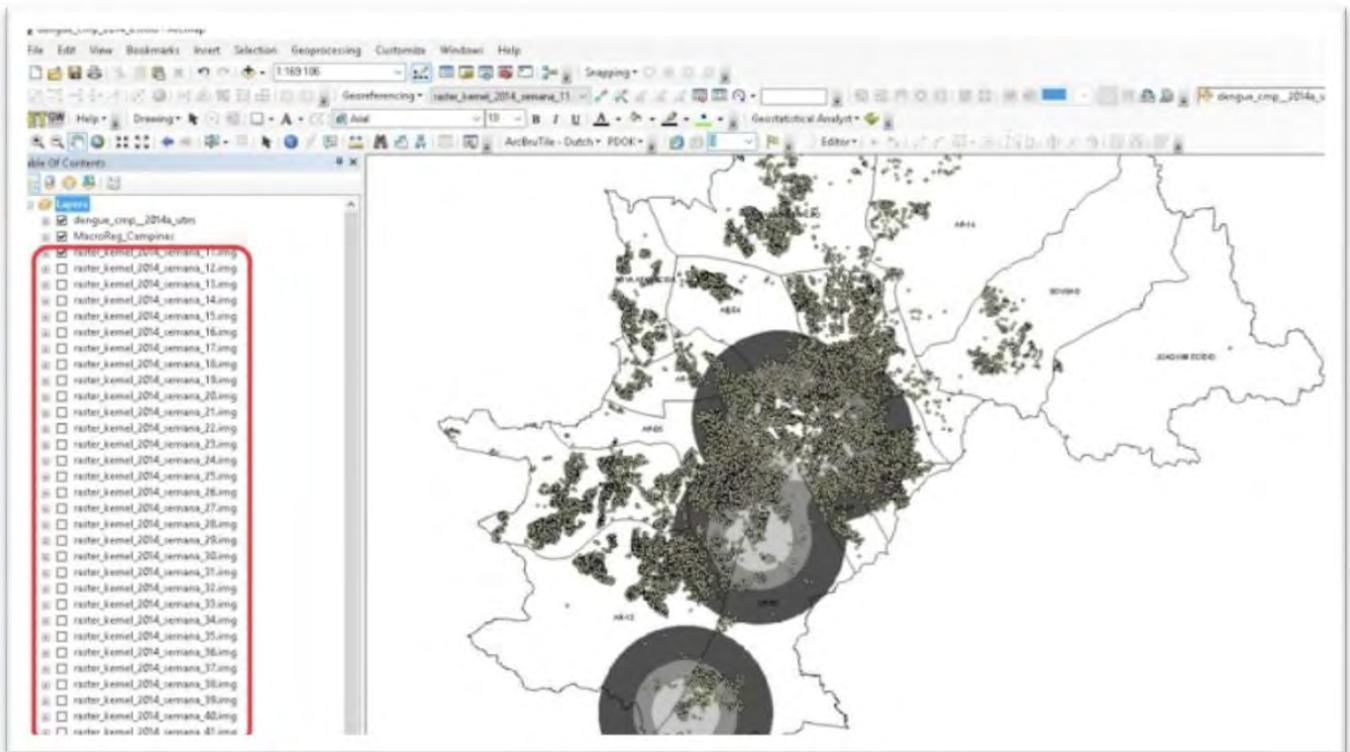


Figura 61. Os arquivos *raster* no formato *img* gerados usando o Model Builder.

O padrão para gerar mapas de densidade de *kernel* é mostrado na Figura 62.

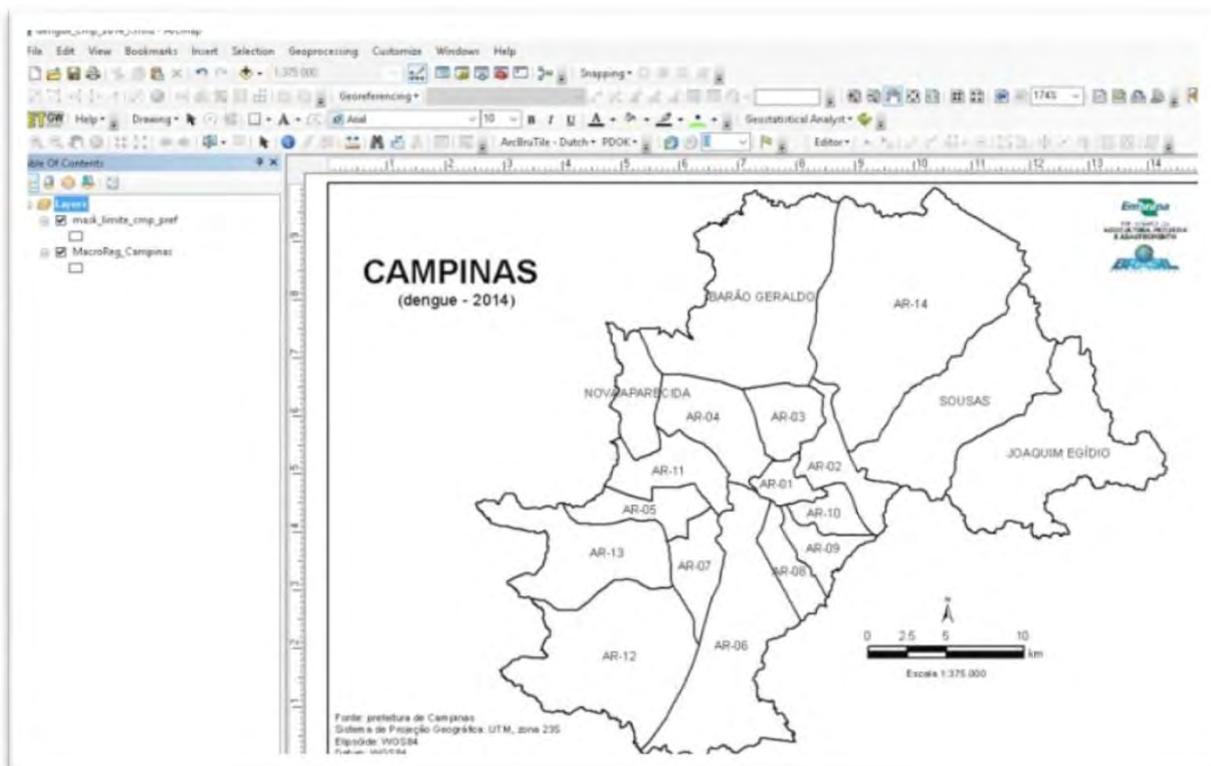


Figura 62. Padrão para gerar mapa de densidade de *kernel*.

É necessário obter os dados do arquivo inicial dengue\_campinas\_2014a.shp por meio da exportação no formato txt (Figura 63).

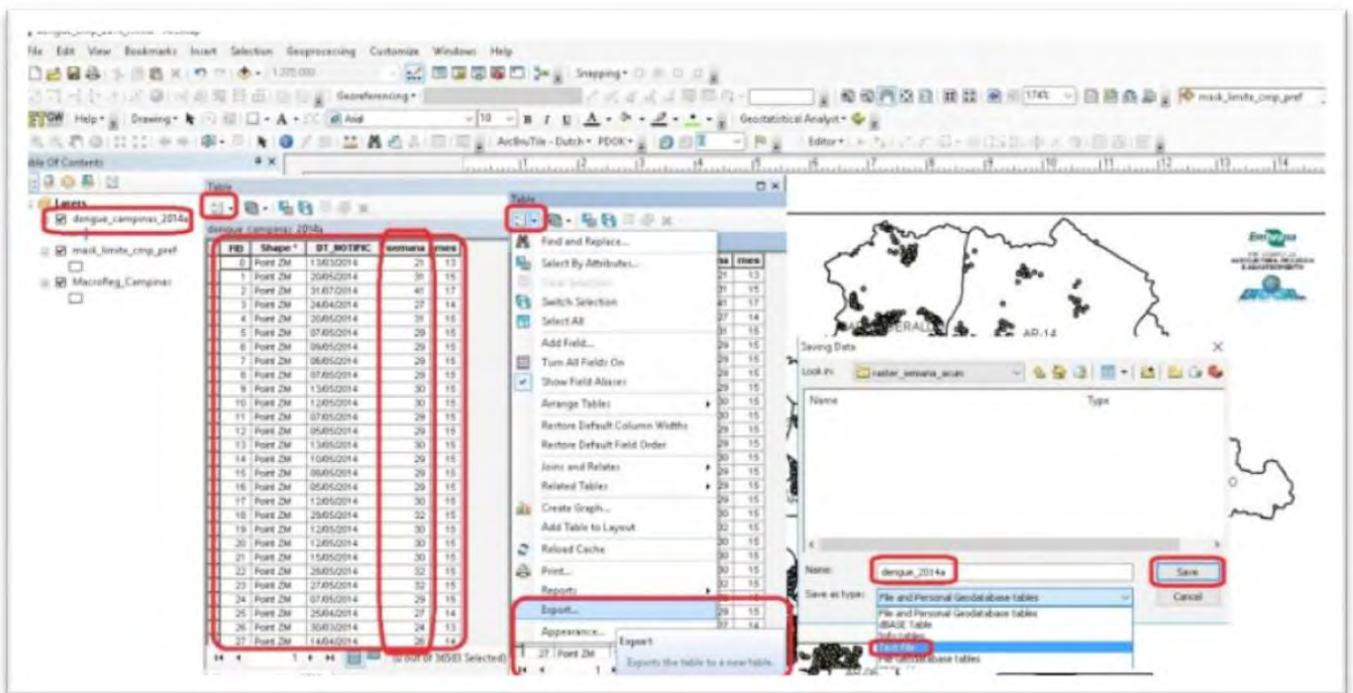


Figura 63. Exportação dos dados do arquivo dengue\_campinas\_2014a.shp.

Para importar o arquivo txt usando o Excel 2013, é necessário marcar alguns delimitadores, mostrados na Figura 64.

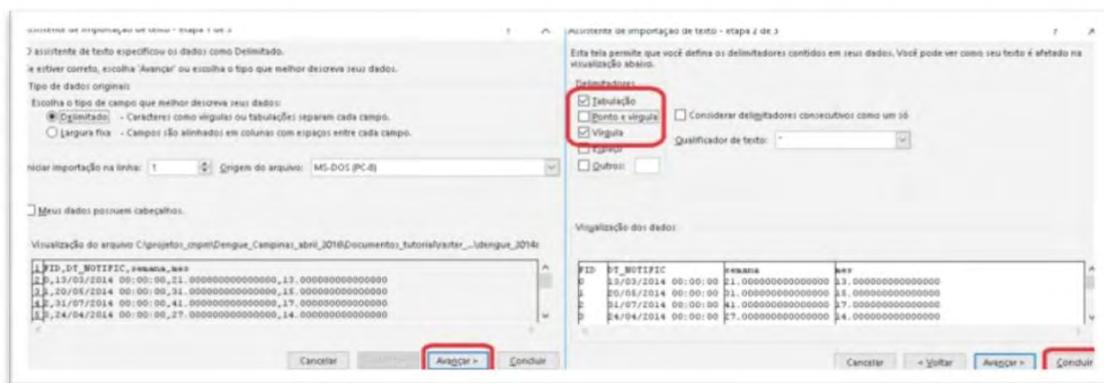


Figura 64. Importação do arquivo txt no Excel 2013.

Após importar o arquivo txt, é necessário salvá-lo no formato xlsx (Figura 65). Com isso é possível trabalhar com os dados de dengue2014 na ferramenta Tabela Dinâmica.

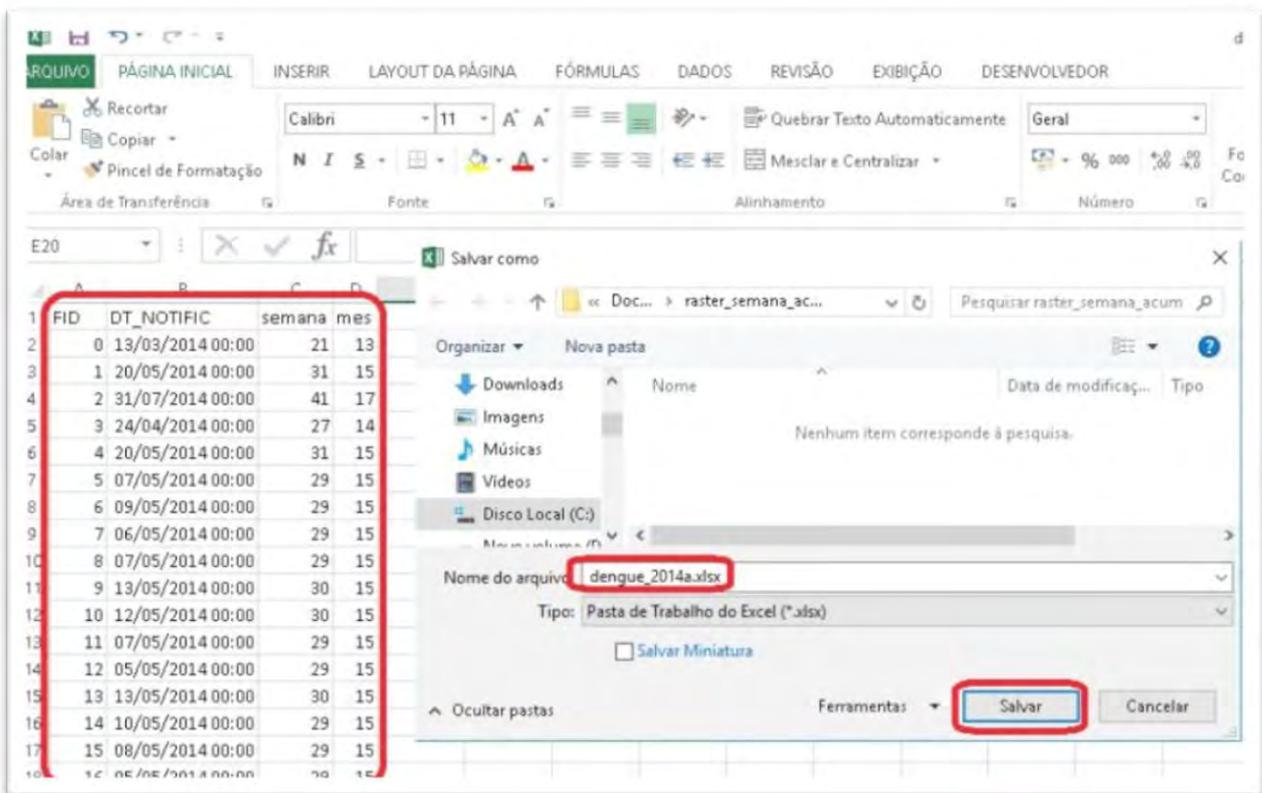


Figura 65. Arquivo no formato txt salvo no formato.xlsx.

Para gerar a legenda da carta que servirá de modelo, é necessário utilizar a função **tabela dinâmica** do Excel para localizar a semana que teve mais casos de dengue em 2014. É necessário destacar a ferramenta **Inserir** e clicar em **Tabela Dinâmica** (Figura 66).

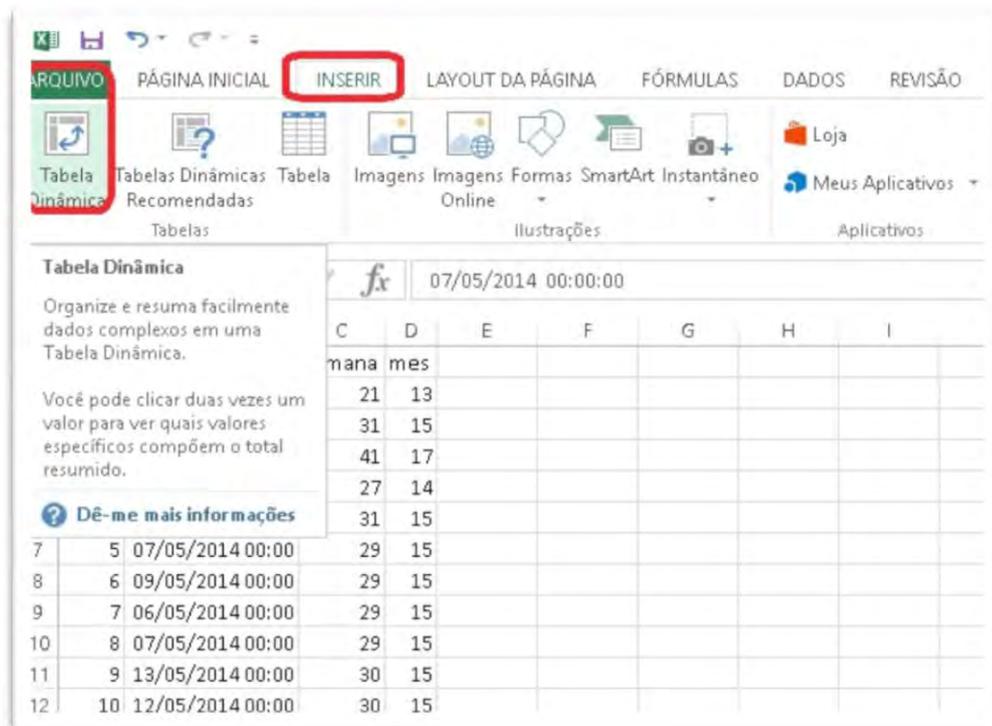


Figura 66. Tabela dinâmica do Excel 2013.

Os valores da coluna **semana** devem ser subtraídos de 10 para ajustar a ordem das semanas do ano. Na ferramenta **Criar Tabela Dinâmica** é necessário clicar em **OK** (Figura 67).

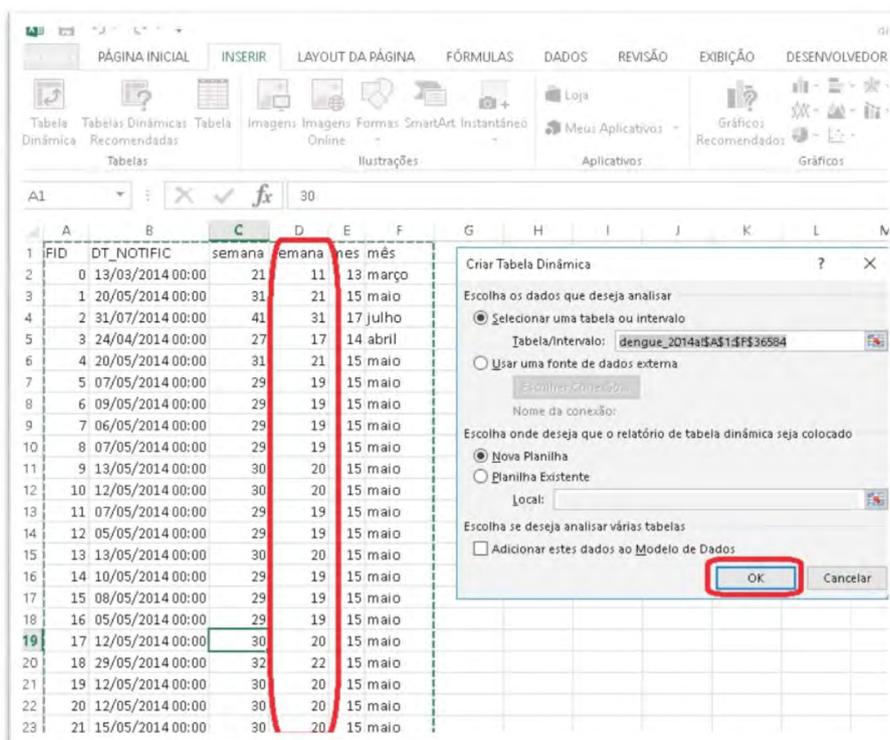


Figura 67. Criação da tabela dinâmica.

Os campos escolhidos na tabela dinâmica são a contagem da data de notificação (**DT\_NOTIFIC**) e o rótulo para **semana**. A semana com maior número de casos é a 17ª, com 4.666 casos de dengue (Figura 68).

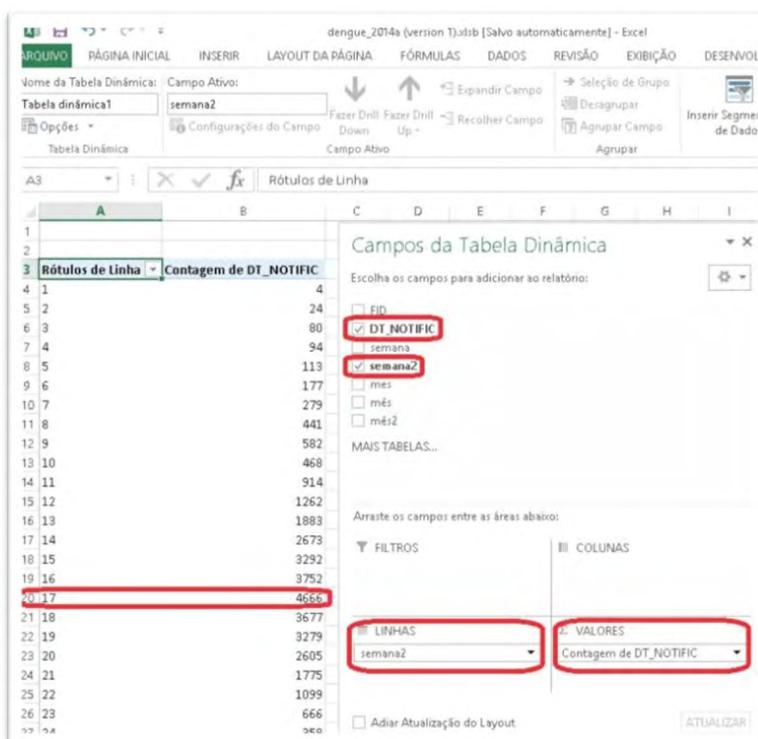


Figura 68. Tabela dinâmica de casos de dengue em 2014.

Usando a ferramenta **Coluna 2D** do Excel, é possível gerar o histograma da tabela dinâmica da Figura 68, como mostra o resultado na Figura 69.

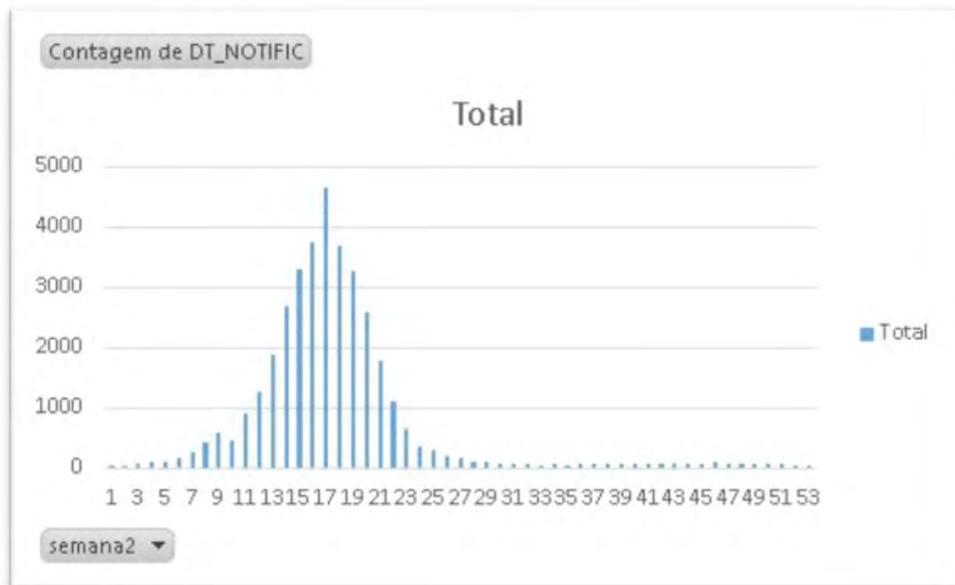


Figura 69. Histograma das notificações por semana.

Também é possível gerar o histograma para casos por mês. A formatação da coluna **mês** para inserir o nome é feita pela função "Texto(célula,"mmmm")", mostrada na Figura 70.

| FID | DT_NOTIFIC       | semana | mes | mês   |
|-----|------------------|--------|-----|-------|
| 0   | 13/03/2014 00:00 | 21     | 13  | março |
| 1   | 20/05/2014 00:00 | 31     | 15  | maio  |
| 2   | 31/07/2014 00:00 | 41     | 17  | julho |
| 3   | 24/04/2014 00:00 | 27     | 14  | abril |
| 4   | 20/05/2014 00:00 | 31     | 15  | maio  |
| 5   | 07/05/2014 00:00 | 29     | 15  | maio  |
| 6   | 09/05/2014 00:00 | 29     | 15  | maio  |
| 7   | 06/05/2014 00:00 | 29     | 15  | maio  |
| 8   | 07/05/2014 00:00 | 29     | 15  | maio  |
| 9   | 13/05/2014 00:00 | 30     | 15  | maio  |
| 10  | 12/05/2014 00:00 | 30     | 15  | maio  |
| 11  | 07/05/2014 00:00 | 29     | 15  | maio  |
| 12  | 05/05/2014 00:00 | 29     | 15  | maio  |
| 13  | 13/05/2014 00:00 | 30     | 15  | maio  |
| 14  | 10/05/2014 00:00 | 29     | 15  | maio  |
| 15  | 08/05/2014 00:00 | 29     | 15  | maio  |

Figura 70. Formatação da coluna mês e geração da tabela dinâmica.

Neste caso, as linhas ficam com o nome dos meses e os valores contados são da data da notificação. E o mês com maior número de casos foi o mês de abril (Figura 71).

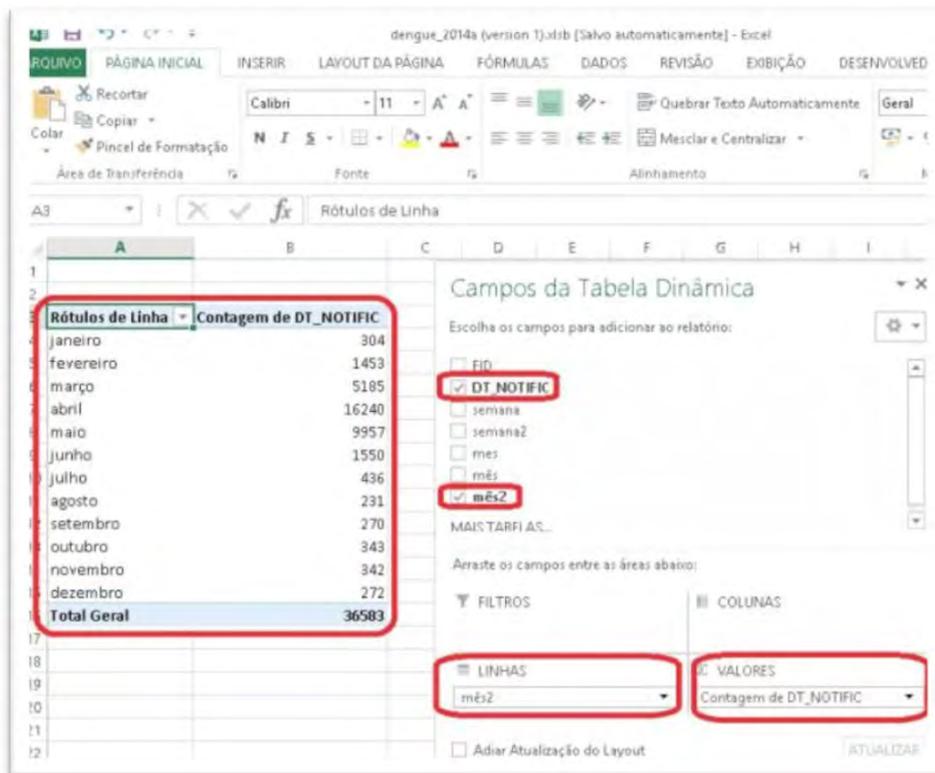


Figura 71. Tabela dinâmica dos meses por contagem das notificações.

O histograma mostra a evolução e o declínio dos casos de dengue em relação aos meses ao longo do ano.

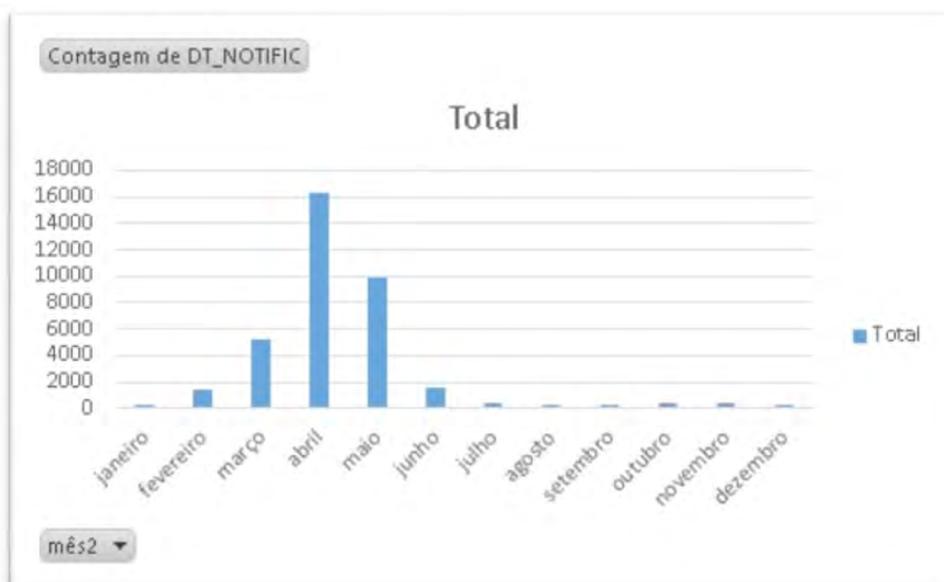


Figura 72. Histograma de casos de dengue por mês.

No caso das cartas da estatística de *kernel*, é feito o agrupamento de seus valores em 11 classes, a primeira com valor 0 e cor transparente (Figura 73). Neste caso, foi escolhida para servir como referência a semana com maior número de casos, embora estejamos trabalhando com dados **semanais acumulados**, que foi a 17ª semana, correspondente ao número 27.

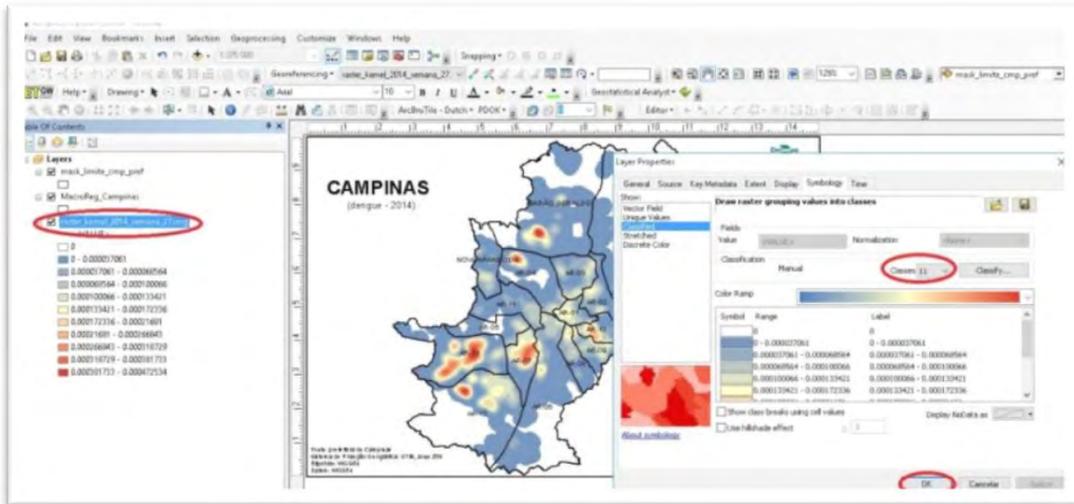


Figura 73. Geração de 11 classes para o arquivo semanal.

A classificação do arquivo *raster* da semana 27 é salva no arquivo de simbologia (Figura 74) com o nome raster\_kernel\_2014\_semana\_27.img.lyr. Ele será importado automaticamente na geração de todos os mapas semanais acumulados.

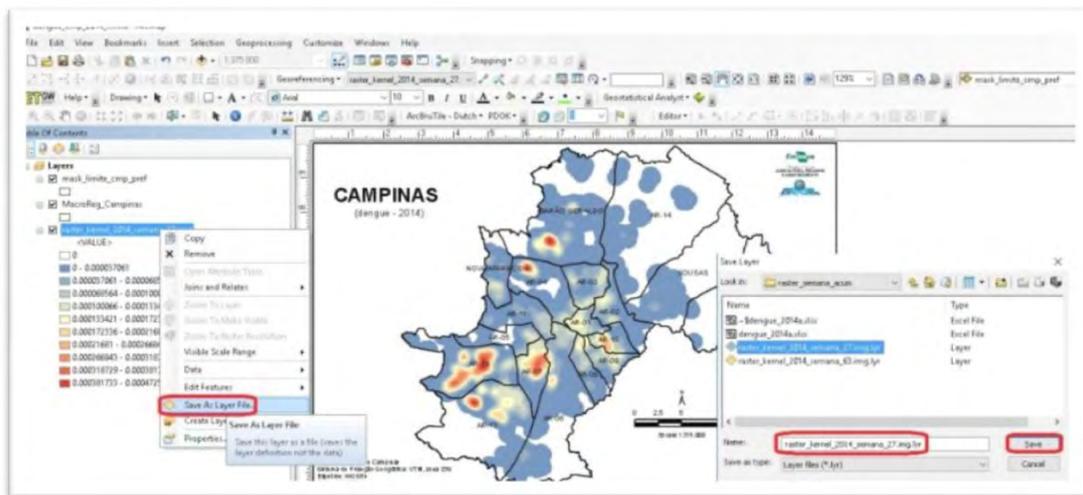


Figura 74. Exportação do arquivo de simbologia da semana com maior número de casos.

## ArcGIS 10.3

A geração automática dos 53 mapas de densidade por quadrículas **semanal acumulada** e dos 53 mapas de densidade de **kernel semanal acumulada** reduz muito o trabalho e o tempo de geração de mapas. Para isso, podem ser utilizados *scripts* escritos na linguagem Python. A execução do *script* em Python pode ser feita diretamente ou carregada por meio do interpretador de Python existente no ArcGIS (ARCGIS, 2016). No caso de densidade por quadrículas, o processo é mostrado na Figura 75.

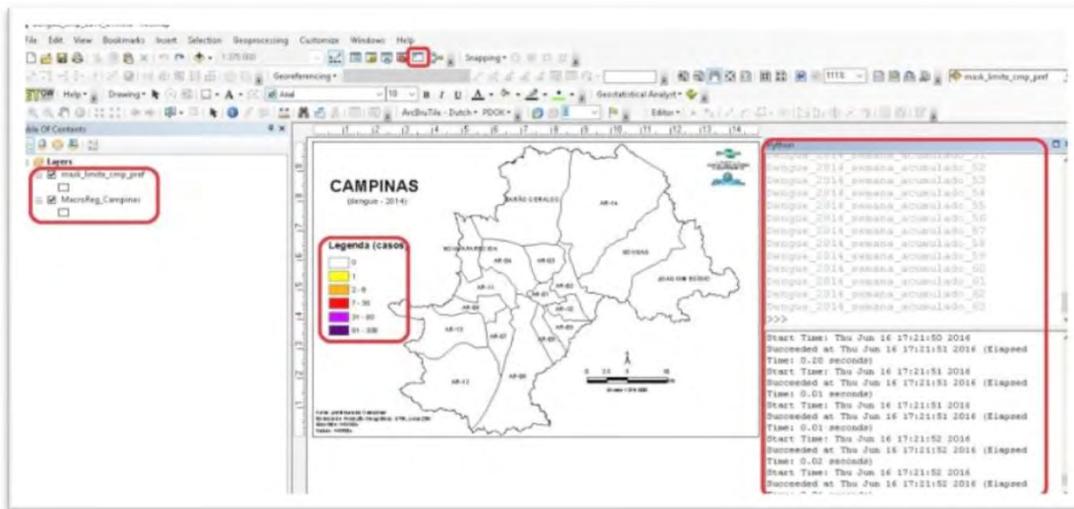


Figura 75. Execução do *script* para geração de mapas de densidade de quadrículas.

O *script* para geração de mapas de densidade por quadrículas pode ser inserido no editor de Python usando as funções **Copiar** e **Colar**. O código-fonte do *script* de densidade de quadrículas é:

```
import arcpy,os,sys
import arcpy.mapping
    # "current" é arquivo .mxd (projeto) aberto
mxd = arcpy.mapping.MapDocument("current")
df = arcpy.mapping.ListDataFrames(mxd, "Layers")[0]
from arcpy import env
env.workspace = r"C:\projetos_cnpm\Dengue_Campinas_abril_2016\Documentos_tutorial\shapes_semana_acum"
    # todos arquivos .shp no diretório
shplist = arcpy.ListFeatureClasses("", "Polygon")
simb_font = r"Dengue_2014_semana_acumulado_63.lyr"
for shp in shplist: # for para todos .shp
    # .shp que irá trabalhar
    shp1 = arcpy.mapping.Layer(shp)
    print shp1
        # adiciona o .shp ao .mxd
    arcpy.mapping.AddLayer(df, shp1, "BOTTOM")
    for lyr in arcpy.mapping.ListLayers(mxd):
        arcpy.ApplySymbologyFromLayer_management(lyr, simb_font)
        # exporta o .mxd para jpeg 200dpi
    arcpy.mapping.ExportToJPEG(mxd, shp, resolution = 200)
    arcpy.mapping.RemoveLayer(df, lyr)
del mxd
```

A execução do *script* em Python gera os mapas no formato jpg (Figura 76), e o caso de densidade de *kernel* é mostrado na Figura 77.



Figura 76. Mapas de densidade de quadrículas gerados.

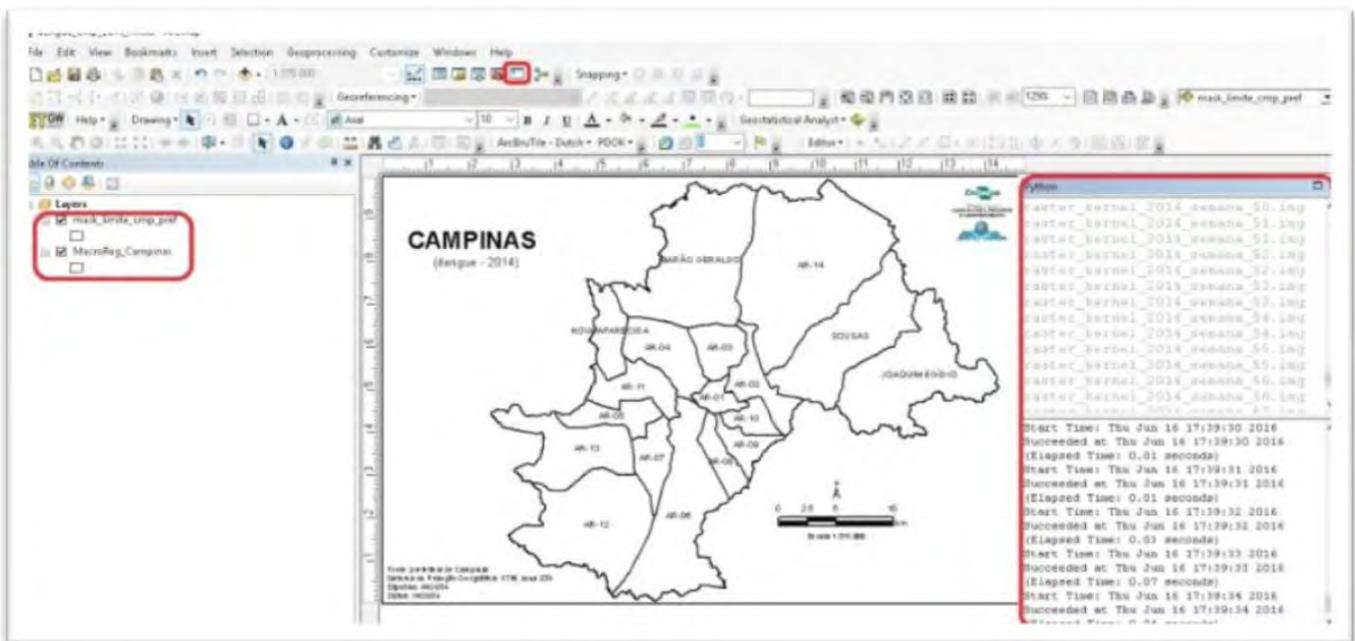


Figura 76. Mapas de densidade de quadrículas gerados.

O *script* para geração de mapas de densidade de *kernel* também pode ser inserido no editor de Python usando as funções **Copiar** e **Colar**. Esse *script* insere um arquivo *raster* no ArcGIS, configura a simbologia usando um arquivo definido, exporta para um determinado diretório no formato jpeg, retira o arquivo *raster* e prossegue com o próximo arquivo do diretório, repetindo as ações do primeiro mapa até esgotar todos os arquivos *raster*.

## Geração automática de mapas de densidade de *kernel* usando Python

O código-fonte do script de mapas de densidade de *kernel* em Python é:

```
import arcpy,os,sys
import arcpy.mapping
# "current" é arquivo .mxd (projeto) aberto
mxd = arcpy.mapping.MapDocument("current")
df = arcpy.mapping.ListDataFrames(mxd, "Layers")[0]
from arcpy import env
env.workspace = r"C:\projetos_cnpm\Dengue_Campinas_abril_2016\Documentos_tutorial\raster_semana_acum"
imglist = arcpy.ListRasters("","IMG") #todos arquivos .img no diretório \imagem
simb_font = "raster_kernel_2014_semana_27.lyr" #simbologia do raster que será aplicado em todos
for img in imglist: # for para todos .img
    img1 = arcpy.mapping.Layer(img) # .img que irá trabalhar
    arcpy.ApplySymbologyFromLayer_management(img1,simb_font) # simbologia que será aplicado
    arcpy.mapping.AddLayer(df, img1) # adiciona o .img no .mxd
    arcpy.mapping.ExportToJPEG(mxd,img,resolution = 200) # exporta o .mxd para jpeg 200dpi
for lyr in arcpy.mapping.ListLayers(mxd, "*.img", df): # le os .img do .mxd
    arcpy.mapping.RemoveLayer(df,lyr) # remove o raster
    print lyr # simples impressão para acompanhar
del mxd
```

A execução do *script* em Python gera os mapas no formato jpeg (Figura 78).

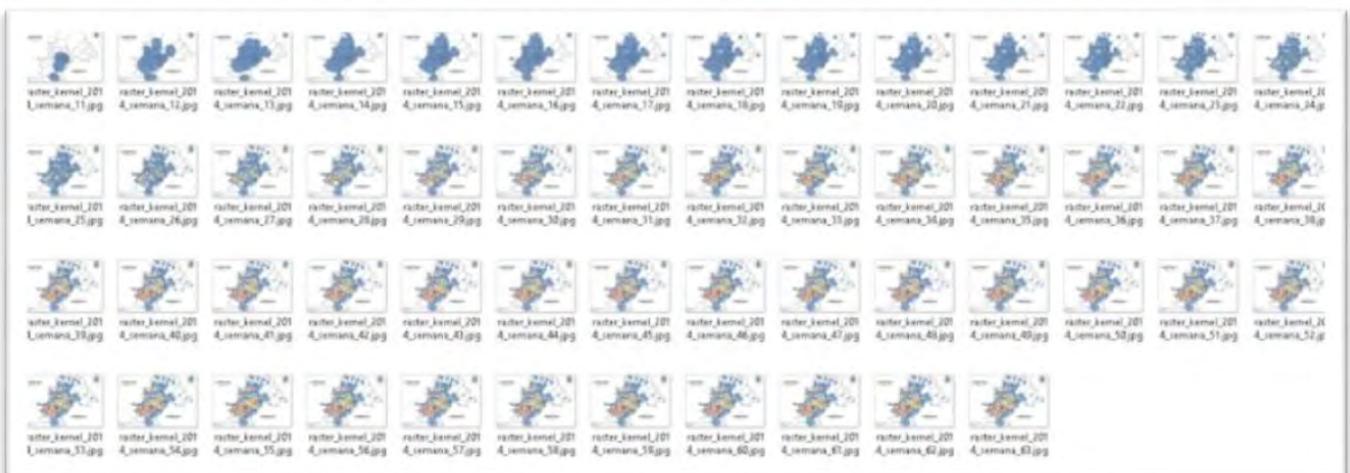


Figura 78. Mapas de densidade de *kernel* gerados usando o *script*.

## Considerações finais

Este documento apresentou uma explicação detalhada dos passos para a espacialização e geração de mapas das notificações de dengue em um dado município a partir da base de dados do Sinan. A partir do estudo de caso apresentado para o Município de Campinas, SP, este documento serve como tutorial e guia inicial para que outros municípios, por meio de suas secretarias de saúde e prefeituras, possam produzir suas próprias espacializações de notificações de dengue e, assim, contribui para suas ações de combate ao *Aedes aegypti*.

## Literatura citada

EMBRAPA. **Combate ao *Aedes aegypti***. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/combate-ao-aedes-aegypti> >. Acesso em: 10 maio 2016.

EXÉRCITO retoma ações de combate ao *Aedes aegypti* em Campinas, SP. G1, fev. 2016. Disponível em: < <http://g1.globo.com/sp/campinas-regiao/noticia/2016/02/exercito-retoma-acoes-de-combate-ao-aedes-aegypti-em-campinas-sp.html> > Acesso em: 10 maio 2016.

MEDEIROS, A. **Introdução aos Mapas de *Kernel***. Disponível em: < <http://andersonmedeiros.com/mapas-de-kernel-parte-1> >. Acesso em 10 maio 2016.

ARC GIS. **Construção de modelos no *Model Builder***. Disponível em: < <http://help.arcgis.com/EN/ARCGISDESKTOP/10.0/HELP/> >. Acesso em: 10 maio 2016.

SINAN. **Sinan Dengue/Chikungunya**. Disponível em: < <http://portalsinan.saude.gov.br/sinan-dengue-chikungunya> >. Acesso em: 10 maio 2016.

## Fontes consultadas

CLUBE DO HARDWARE. **Divisão de planilhas com macros (Fórum)**. Disponível em: < <http://forum.clubedohardware.com.br/topic/945231-dividir-planilhas/> >. Acesso em: 10 maio 2016.

STACKEXCHANGE. **Geração de *Scripts* para adição de arquivos *shapefile* e *raster* nas cartas com Python (FAQ)**. Disponível em: < <http://gis.stackexchange.com/questions> >. Acesso em: 10 maio 2016.





---

*Monitoramento por Satélite*

MINISTÉRIO DA  
**AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO**

