

## **Exercício 4**

Neste exercício pede-se determinar quais estações de trem estão a até uma certa distância de alguma estação de metro. Também será solicitado agregar espacialmente os distritos de cada município, de forma a se ter uma camada de municípios.

Serão utilizados neste exercício o projeto **AUT5826 - Exercicio 1.qgz** e o GeoPackage **Exercicio\_1.gpkq**, dos primeiros dois exercícios. Pode-se compactar esses arquivos num único arquivo formato zip, com o uso do Windows ou de software específico, como backup, antes de prosseguir.

### **Parte I – estações de trem a até uma certa distância de alguma estação de metro**

#### **Planejamento (1)**

A análise dos dados das camadas estacao\_metro e estacao\_trem revela algumas dificuldades:

- (i) as camadas não contêm propriamente estações, mas pares estação-linha;
- (ii) há variações de nome em algumas estações, ou seja, sinônimos, por exemplo:
  - a. nomes hifenizados com / sem separação adicional de caracteres em branco  
‘PALMEIRAS-BARRA FUNDA’ \*
  - ‘PALMEIRAS - BARRA FUNDA’ \*\*
  - b. uso de extensões (aos nomes) para diferenciar estações próximas, de mesmo nome  
‘LAPA (LINHA 7)’ \*\* e ‘LAPA (LINHA 8)’ \*\*
  - ‘SANTO AMARO’ \* e ‘SANTO AMARO (LINHA 9)’ \*\*

\* camada estacao\_metro

\*\* camada estacao\_trem

Dada a complexidade do problema, deve se planejar os procedimentos a serem adotados. Para tanto, foi elaborado um diagrama operacional simplificado, que omite os detalhes do ambiente de banco de dados. Os diagramas das figuras 1 a 3, descriptivos, do procedimento, foram revisados duas vezes. Melhor planejar do que executar com erro, por duas vezes.

Foi elaborado uma tabela, MLS, a ser periodicamente atualizada, de modo a corrigir o problema (ii) dos sinônimos, ou seja, das diferentes versões de nome. A tabela MLS, também acrescenta:

a ordem de cada estação servida por uma linha (ou serviço), segundo uma de suas direções;

a data de início de operação do par estação-linha.

Em ambos os casos, estacao\_metro e estacao\_trem, aproveitam-se apenas as coordenadas dos pontos que representa o par estação-linha, sendo os demais atributos provenientes da tabela MLS.

A tabela MLS busca espelhar os elementos das camadas disponibilizadas no sítio eletrônico do GeoSampa. Os atributos de ligação na tabela MLS, dos pares estação-linha, são respectivamente NOMEGS e LINE. Seus correspondentes nas camadas do GeoSampa são, respectivamente, nm\_estacao e cd\_identi1.

Figura 1 – padronização e discriminação dos pares estação-linha de metro

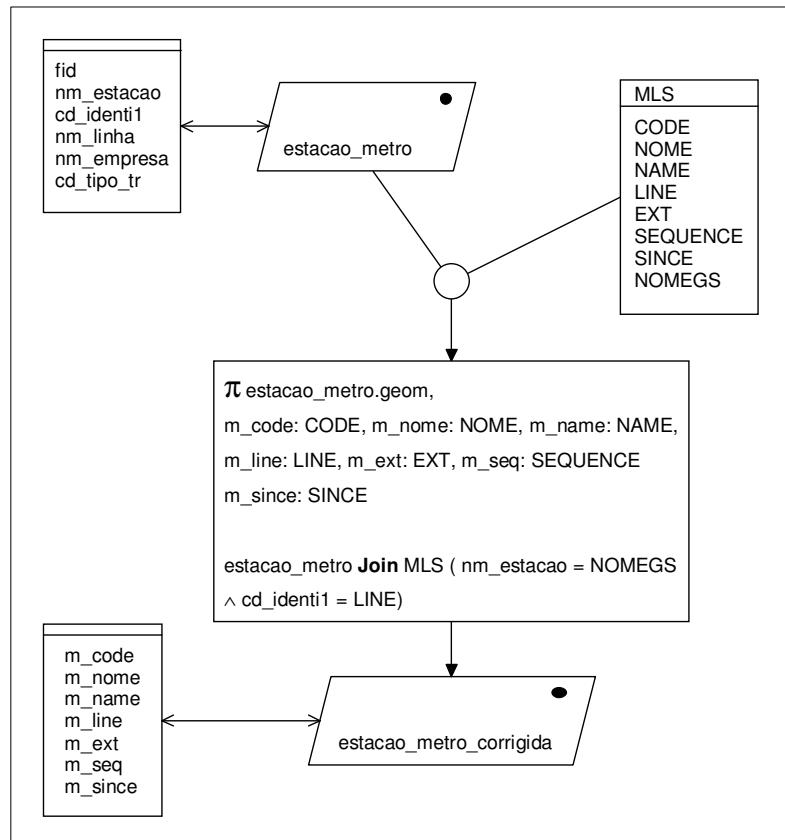


Figura 2 – padronização e discriminação dos pares estação-linha de trem

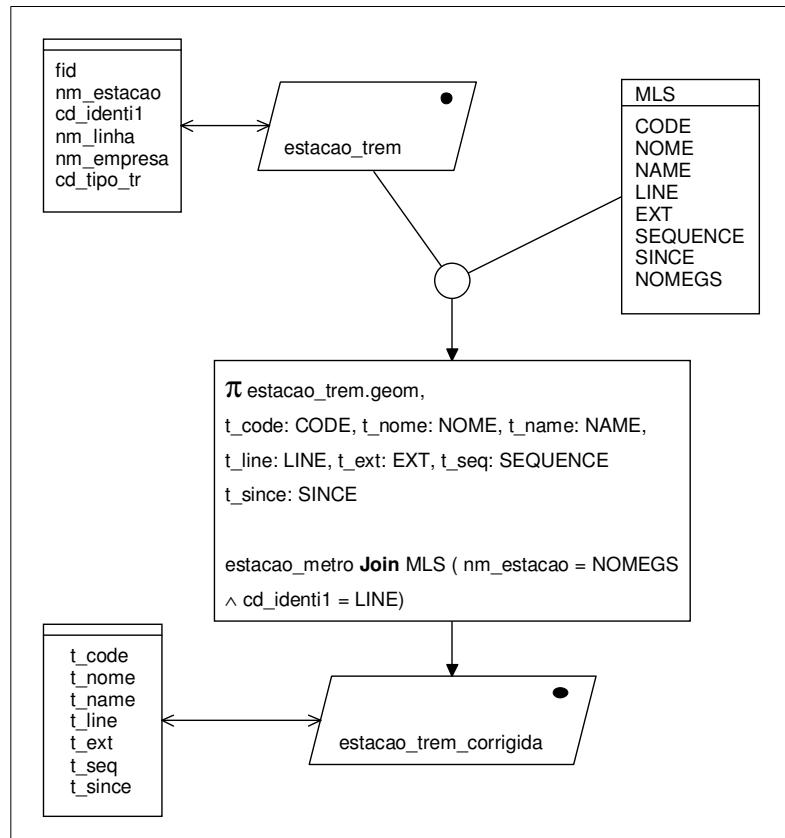
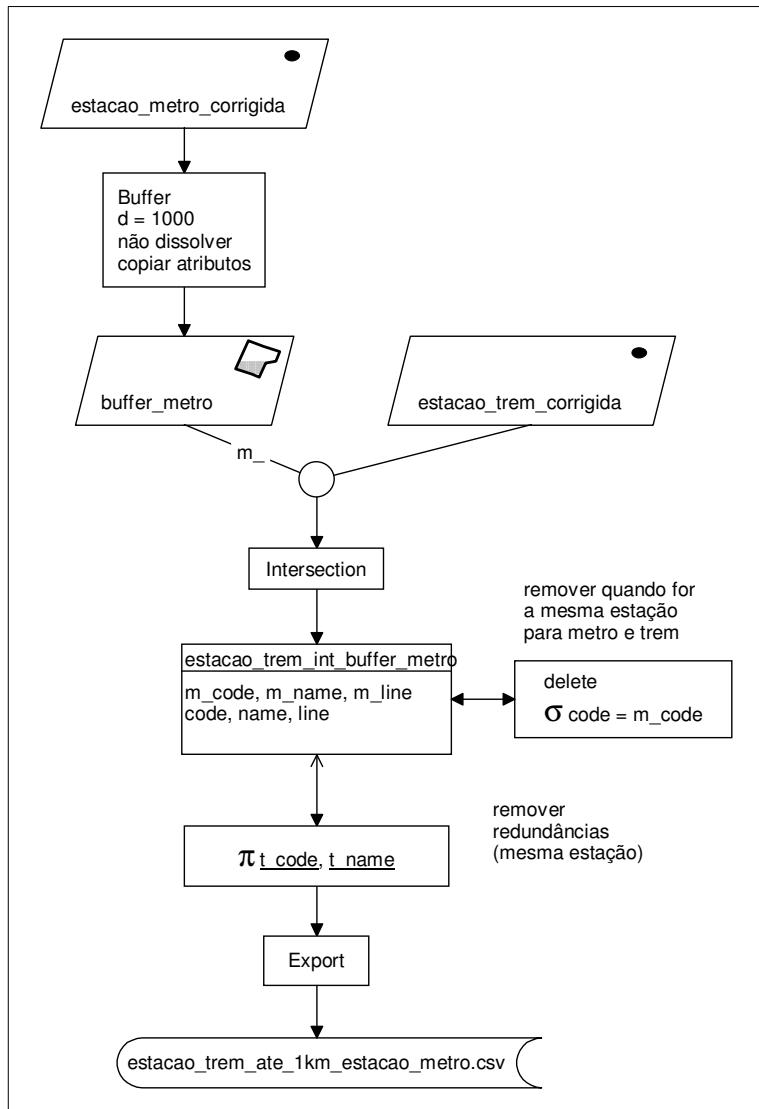


Figura 3 – processamento para a solução do problema proposto



Uma vez feitas as correções, para a solução da questão (ii) acima descrita, procede-se à solução do problema proposto, conforme indicado na Figura 3.

Cria-se um buffer de 1000 m (ou 1 km) em torno dos pontos que representam cada estação de metro. Neste caso, pede-se gerar um buffer, independente, para cada estação, com a cópia dos atributos (e de seus valores) de estacao\_metro para os correspondentes elementos na camada de buffer.

Faz-se a interseção espacial entre a camada dos buffers, em torno das estações de metro e os pontos que representam as estações de trem, sem, no entanto, gerar as figuras geométricas resultantes dessas interseções. Apenas os dados alfanuméricos da interseção interessam para a solução do problema.

Eliminam-se os pares estação-linha nos casos em que uma estação de trem é a mesma para alguma linha do metro, ou seja, quando de tratar da mesma estação servindo uma (ou mais linhas de trem) e também uma ou mais linhas de metro. Esta operação resolve a questão (i), indicada no início desta parte.

Em seguida, eliminam-se as duplicidades de ocorrência de uma estação de trem, ou seja, no caso dela estar a até 1 km de mais de uma estação de metro, no que seria listada mais de uma vez. Por fim, exporta-se a lista em formato csv.

## Execução

**(2)**

Baixar o arquivo MLS.zip, que contém MLS.xlsx, com a tabela a ser usada na correção dos arquivos estacao\_metro e estacao\_trem. Lembrar de descompactar o arquivo.

**(3)**

Carregar a tabela MLS.xlsx no GeoPackage

Database > DB Manager > GeoPackage > ▼ Exercicio\_1.gpkg

Import Layer/File...

Input File [...]

navegar até a pasta de trabalho e selecionar o arquivo MLS.xlsx

Output table

Table MLS

[OK]

**(3.1)**

Verificar na tabela de atributos, se a operação foi bem sucedida.

**(4)**

Correção da camada estacao\_metro

Database > DB Manager > GeoPackage > ▼ Exercicio\_1.gpkg

[SQL Window] ou Database > SQL Window

[SQL]

▼ Tables

estacao\_metro

MLS

que, ao final, deve exibir

"estacao\_metro", "MLS"

clicar na caixa de texto **Where**  
▼ Columns  
"estacao\_metro"."nm\_estacao"  
digitar na caixa de texto  
= "ML".NOMEGS"  
▼ Columns  
"ML".LINE"  
que, ao final, deve exibir  
"estacao\_metro"."nm\_estacao" = "ML".NOMEGS AND  
"estacao\_metro"."cd\_identi1" = "ML".LINE"

clicar na caixa de texto **Columns**  
▼ Columns  
"estacao\_metro"."geom"  
"ML".\*  
que, ao final, deve exibir  
"estacao\_metro"."geom",  
"ML".\*

clicar na caixa de texto **Order By**  
▼ Columns  
"ML".LINE"  
"ML".SEQUENCE"

Na tela do SQL Window salvar a query, em sua pasta de trabalho, como  
q\_corrige\_estacao\_metro

[v] Load as new layer  
[v] Geometry column geom  
Layer name (prefix) estacao\_metro\_corrígida  
[Execute] e [Load]

**(5)**

Carregar os dados no GeoPackage.

Resulta erro de duplicidade do "ML".fid" da tabela MLS (?)

A estação Vila Mariana está duplicada (!) no arquivo obtido do sítio eletrônico de GeoSampa, usado nos exercícios até este ponto. Neste caso, há de se refazer a query acima para, também, eliminar a duplicata, conforme indicado a seguir.

(6)

Database > DB Manager > GeoPackage > ▼ Exercicio\_1.gpkg

SQL Window

[SQL]

Proceder como anteriormente, exceto nos conteúdos das caixas de texto Columns e **Group By**, cujas expressões devem, ambas, ficarem como segue.

```
"estacao_metro"."geom",
"MLS"."CODE",
"MLS"."NOME",
"MLS"."NAME",
"MLS"."LINE",
"MLS"."EXTENSION",
"MLS"."SEQUENCE",
"MLS"."SINCE"
```

e/ou

```
"estacao_metro"."geom", "MLS"."CODE", "MLS"."NOME", "MLS"."NAME",
"MLS"."LINE", "MLS"."EXTENSION", "MLS"."SEQUENCE", "MLS"."SINCE"
```

De volta à Janela SQL Window, a expressão resulta algo como:

```
SELECT "estacao_metro"."geom",
       "MLS"."CODE",
       "MLS"."NOME",
       "MLS"."NAME",
       "MLS"."LINE",
       "MLS"."EXTENSION",
       "MLS"."SEQUENCE",
       "MLS"."SINCE"
  FROM "estacao_metro", "MLS"
 WHERE "estacao_metro"."nm_estacao" = "MLS"."NOMEGS" AND
 "estacao_metro"."cd_identi1" = "MLS"."LINE"
 GROUP BY "estacao_metro"."geom", "MLS"."CODE", "MLS"."NOME", "MLS"."NAME",
 "MLS"."LINE", "MLS"."EXTENSION", "MLS"."SEQUENCE", "MLS"."SINCE"
 ORDER BY "MLS"."LINE", "MLS"."SEQUENCE"
```

Salvar a query sobrescrevendo a anterior na pasta de trabalho, e executar novamente.

Layer Name (prefix):

q\_corrige\_estacao\_metro

[v] Load as new layer

[v] Geometry column geom

Layer name (prefix) estacao\_metro\_corrigida

[Execute] e [Load]

(7)

Remover a camada virtual e salvar o projeto.

**(8)**

Repetir o processo para a camada estacao\_trem, para criar a query q\_corrige\_estacao\_trem e a camada estacao\_trem\_corrigida no GeoPackage.

**(9)**

Após a conclusão do processo, pode-se verificar, da análise das tabelas MLS, e informações, do cadastro das estações de trem do GeoSampa, confrontadas com informações dos sítios eletrônicos do Metrô, CPTM, e Wikipedia, indica haver erros e omissões, indicadas nos quadros 1 e 2.

Quadro 1 - Estações não alocadas a linhas nos arquivos do GeoSampa

Estação	ausente nas linhas				
				11	12
Brás				11	12
Calmon Viana					
Engenheiro Goulart					12
Tatuapé					
Luz			10	11	
Osasco		9			
Presidente Altino					
Palmeiras – Barra Funda	7		10	11	

Quadro 2 – Outros erros e omissões nos arquivos do GeoSampa

A estação Água Branca está cadastrada como pertencente à linha 8, quando o correto seria a linha 7
Falta a estação Varginha (linha 9)
Falta o serviço expresso ao Aeroporto Internacional André Franco Montoro, em Guarulhos, a partir da estação Palmeiras – Barra Funda, passando pelas estações Luz, Brás e Guarulhos-CECAP

**(10)**

Buffer de 1000 m em torno dos pontos que representam as estações de metro.

Vector > Geoprocessing Tools > Buffer...

```

Input layer      estacao_metro_corrigida [EPSG: 31983]
Distance        1000 meters
[ ] Dissolve Result – não marcar para copiar os dados da estação correspondente
Buffered        [...] Save to geoPackage...
          output      metro_buffer_1000
[Run]
```

**(10.1)**

reordenar a exibição das camadas, de modo a que os buffers fiquem sob as estações

**(11)**

Buffer de 10 m em torno dos pontos que representam as estações de trem\*

Vector > Geoprocessing Tools > Buffer...

Input layer estacao\_trem\_corrigida [EPSG: 31983]  
Distance 10 meters  
[ ] Dissolve Result – não marcar para copiar os dados da estação correspondente  
Buffered [...] Save to geoPackage...  
output trem\_buffer\_10  
[Run]

\* Não se aceita interseção com representações do tipo ponto, algo que não havia sido previsto, quando da etapa de planejamento (ver Figura 3 e texto correspondente).

### (12)

Interseção das camadas

Vector > Geoprocessing Tools > Intersection...

Input Layer trem\_buffer\_10 [EPSG: 31983]  
Overlay Layer metro\_buffer\_1000 [EPSG: 31983]  
Input fields to keep [...]  
[v] CODE  
[v] NAME  
[v] LINE  
[OK]  
Overlay fields to keep [...] os mesmos acima  
Advanced Parameters  
Overlay fieds prefix m\_  
Intersection [...]  
salvar no GeoPackage como trem\_intersect\_metro\_1000  
[v] Open output file after running algorithm  
[RUN]

Visualizar o resultado e salvar o projeto.

### (13)

Eliminar eventuais redundâncias, ou seja, uma estação de trem ter mais de uma interseção com estações de metro.

Database > DB Manager > SQL Window

[SQL] – montar a expressão abaixo:

```
SELECT "trem_intersect_metro_1000"."CODE",
       "trem_intersect_metro_1000"."NAME"
  WHERE "trem_intersect_metro_1000"."CODE" <>
        "trem_intersect_metro_1000"."m_CODE"
   FROM "trem_intersect_metro_1000"
 GROUP BY "trem_intersect_metro_1000"."CODE",
          "trem_intersect_metro_1000"."NAME"
```

[v] load as new layer

[ ] Geometry column – desnecessário (deseja-se apenas a lista)

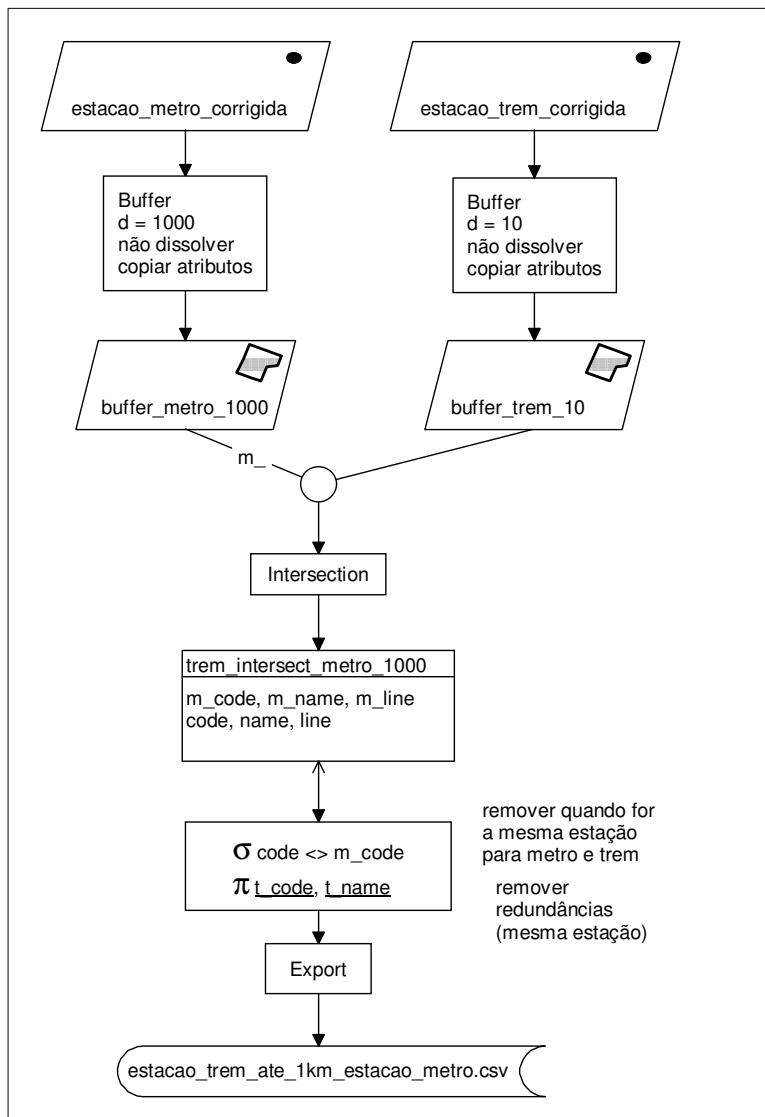
Layer name (prefix) estacao\_trem\_ate\_1km\_estacao.metro

[Execute] e [Load]

**Obs:** a operação acima é mais simples do que havia sido planejado inicialmente (ver a Figura 3), mas o resultado prático é o mesmo.

Para efeito de documentação do realizado, o diagrama da Figura 3 pode ser alterado para refletir o que, de fato, foi feito, conforme indicado na Figura 4.

Figura 4 – processamento para a solução do problema proposto - atualizado



(14)

Exportar o resultado como arquivo formato csv, que possa ser aberto diretamente em uma planilha eletrônica.

#### Parte II – criar polígonos representativos dos municípios da RMSP, a partir de seus distritos

É certo que estejam disponíveis diversos mapas digitais dos municípios da RMSP. Entretanto, dada suas diferenças de origem, dificilmente os vértices de seus polígonos de representação coincidem com os dos distritos fronteiriços de cada município, do mapa de distritos objeto dos exercícios anteriores.

Propõe-se dissolver os limites dos distritos internos a cada município de modo que os vértices desses municípios coincidam em número e coordenadas com vértices de seus distritos limítrofes. Isso tendo por pressuposto, que o original tenha sido elaborado com a qualidade necessária, ou seja, que os vértices dos distritos confrontantes coincidam em número e coordenadas, em suas adjacências. É comum haver cadastros, produzidos sem esse cuidado, por exemplo os polígonos dos setores censitários do IBGE nos censos passados.

**(15)**

Verificar a consistência geométrica do mapa de distritos em:

Vector > Geometry Tools > Check Validity...

Input layer: DistritosCEM [EPSG 31983]

[ Run ]

que neste caso, não aponta haver erros

São criadas três camadas temporárias, se isso estiver indicado na tela de execução do teste. Uma apresenta a geometria que passou no teste, a outra a geometria inválida e dos vértices correspondentes aos erros. Após verificar não haver erros, essas camadas podem ser removidas do projeto.

**(16)**

Dissolver os distritos para formar seus correspondentes municípios

Vector > Geoprocessing Tools > Dissolve...

Input Layer: DistritosCEM [EPSG 31983]

Dissolve Fields [...]

[v] MUNSIGLA

[v] MUNNOME

demais desmarcados

Advanced Parameters

[ ] keep disjoint features separate\*\*

Dissolved [...]

Save to Geopackage

Exercicio\_1.gpkg

Layer name: MunicipiosCEM

[v] Open output file after running algorithm

[Run]

[Close]

\*\* não faz diferença, neste caso, pois os territórios de todos os municípios contíguos. Caso não fossem, por default (opção desmarcada), seriam formados multipolígonos.

**(17)**

A ferramenta parece ser um tanto limitada, ao menos até a versão 3.28 (Firenze) usada na elaboração do exercício. Ela não provê opções de agregação de atributos que não os usados para a dissolução dos distritos. Esses atributos, no entanto, não foram eliminados e estão com os valores de um dos distritos de cada município.

Pode-se neste caso fazer as seguintes correções:

- IBGECOD preservar os primeiros sete caracteres, eliminando os dois últimos
- SIGLA, NOME, NOMECAPS, com\_metro e com\_trem eliminar da tabela

Abrir a tabela de atributos, entrar em modo edição, remover os atributos acima indicados e proceder a alteração do IBGECOD, conforme segue.

[Field Calculator]

[v] Update existing field

IBGECOD

▼ String

left

▼ Fields and Values

IBGECOD

na caixa de texto Expression

completar, digitando: vírgula, 7 e fechar os parênteses.

left( "IBGECOD" , 7)

verificar no Preview se a operação está correta

[OK] – para executar

Salvar as alterações, e sair do modo de edição.

Na lista de camadas, reordenar de modo que os municípios fiquem sob os distritos, e salvar o projeto.

### (18)

Uma alternativa, útil no caso da necessidade de se agregar atributos, por exemplo, pela soma dos valores das feições componentes, pode ser executada, a partir do Processing Toolbox:

Vector Geometry

Aggregate

## Parte III – Segundo Exercício para Avaliação

Pede-se, a exemplo dos exercícios anteriores:

**(A.2.1)** Produzir contagem de estações metroferroviárias por distrito - não contar pares estação-linha, apenas as estações.

**(A.2.2)** Para os distritos que não possuem estações metroferroviárias em seus territórios, indicar quais tem, ao menos uma, estação a até 200 metros de seus limites.

Em cada caso, indicar, considerando o GeoPackage no estado correspondente, ao menos, ao final da Parte I deste Exercício 4, entregar:

**(a)** Diagrama operacional do processo (elaborar antes de executar as operações no software SIG escolhido\*);

**(b)** Roteiro detalhado de todo o procedimento, que permita outra pessoa executá-lo, no software SIG indicado\*;

**(c)** Listas geradas em formato CSV, que possam ser carregadas diretamente por software de planilha eletrônica.

\* Pode ser usado outro software SIG que não o QGis, como, por exemplo, ArcGis, TerraView, MapInfo, etc., desde que se consiga usar o GeoPackage criado e usado nos exercícios anteriores.