

Exercício 1 – Distritos e Sistema Metroferroviário da RMSP

Neste exercício com o uso de software SIG, serão carregados, em um banco de dados, de uso do aluno, camadas de informação, com os mapas dos distritos, dos municípios, da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), e do seu sistema metroferroviário, em especial as estações. Esses dados serão usados em exercícios subsequentes.

Parte I – Criar mapa de distritos da RMSP num banco de dados GeoPackage, com o uso do software QGIS.

(1) Mapa dos distritos da RMSP

Buscar e baixar o arquivo **DistrRMSP.zip**, do Repositório da página da disciplina no Tidia

Notas de Aula e exercícios: > dados da RMSP para exercícios >

clicar com o botão direito do mouse (⌘) e selecionar a opção ‘Salvar link como...’

Distritos da RMSP - Córrego Alegre - UTM 23S (Centro de Estudos da Metrópole), sob os anos **2005 – 2011**

Trata-se do mapa de distritos, produzido pelo Centro de Estudos da Metrópole – CEM, da USP.

(2) Descompactar os arquivos numa pasta de trabalho, por exemplo, **sistema metroferroviario**.

Clicar com o botão direito sobre o arquivo ZIP e descompactar com o Windows

⌘ DistrRMSP.zip > Extrair tudo...

ou com o software de compactação/descompactação que estiver instalado

Por exemplo, o 7Zip (freeware)

O pacote se desdobra em seis arquivos no formato ESRI shapefile.

| | |
|-------------|--|
| CEMdist.dbf | dados dos distritos |
| CEMdist.prj | sistema de coordenadas dos distritos |
| CEMdist.sbn | (não obrigatório) de indexação espacial* |
| CEMdist.sbx | (não obrigatório) de indexação espacial* |
| CEMdist.shp | representação geométrica de cada distrito |
| CEMdist.shx | correspondência entre cada representação geométrica, do arquivo SHP, e seus respectivos dados no arquivo DBF |

* esses arquivos não serão aproveitados no banco de dados a ser criado – caso que a indexação espacial será refeita dentro dele.

(3) Abrir o arquivo PRJ para saber do sistema de coordenadas do shapefile, com um editor de texto simples, por exemplo, o aplicativo **Bloco de Notas**

Trata-se o sistema de projeção intitulado ‘Corrego_Alegre_UTM_Zone_23S’, ou seja, da Projeção UTM (Universal Transversal Mercator) Zona 23 Sul, sobre o Datum ‘Córrego Alegre’, não mais o oficialmente em uso no Brasil.

O Datum oficialmente em uso no Brasil é o SIRGAS 2000*

* também, por questão prática, dependendo da aplicação, faz-se uso do WGS84.

(4) Executar o software QGis e configurar o sistema de coordenadas para a projeção UTM 23S sobre o Datum 'Corrego Alegre 1970-72' para referenciar o mapa dos distritos do CEM.

Executar o software **QGis** instalado, sendo altamente recomendável o uso de uma versão estável (**long-term**), e não a última versão, em geral, ainda sob testes de funcionamento,

por exemplo, foi usada a versão 3.28 – Firenze, na elaboração deste texto.

Project > New

(4.1) selecionar o sistema de projeção do projeto

Project > Properties > CRS

Em **Filter**, buscar 'Corrego Alegre' – e observar as diversas opções indicadas em **Predefined Coordinate Reference Systems**

minimizar o grupo *Geographic Coordinate Systems*, deixando aberto o grupo *Projected Coordinate Systems*

da lista, selecionar o sistema de projeção
Corrego Alegre 1970-72 / UTM 23S EPSG:22523

[Apply]

[OK]

Observar no canto inferior esquerdo da tela, a indicação [EPSG:22523].

(4.2) referenciar o shapefile no projeto

Layer > Add Layer > Add Vector Layer...

Source type

(*) File

Encoding

Automatic

Source – Vector datasets

[...] e navegar até a pasta de trabalho e selecionar o arquivo **CEMdist.shp**

[Add]

[Close]

Observar o mapa dos distritos da RMSP

(4.3) verificar o sistema de coordenadas

➤ CEMDist > Properties > Source

verificar em Assigned Coordinate Reference System que se trata também do EPSG:22523, em concordância do indicado para o Project

[Close]

(5) Verificar a codificação (Encoding) para caracteres acentuados

➤ CEMdist > Open Attribute Table

observar na coluna nome que a acentuação e uso de cê-cedilha estejam corretos, ou seja, se o 'Encoding' automático funcionou, caso contrário haveria de alterar a codificação para a correta,

no caso, 'ISO-8859-1' (Latin-1), o que pode ser verificado ou alterado, ao clicar com o botão direito (↗) do mouse sobre o nome da camada e selecionar:

↗ CEMdist > Properties... > Source

Data source encoding

ISO-8859-1

[Apply] e [OK] se necessário, senão, apenas [Cancel] ou [X]

(6) Salvar o projeto em sua pasta de trabalho, como **AUT5826 - Exercício 1**

Project > Save

(7) Confrontar os atributos alfanuméricos, seus valores e tipos de dados:

↗ CEMdist > Properties... > Fields

e

↗ CEMdist > Open Attribute Table

(7.1) os campos IBGECOD, SIGLA, NOME, NOMECAPS identificam univocamente os distritos, não havendo necessidade para os campos numéricos ID e CEMCOD (a não ser, no caso deste último, que houvesse tabela adicional de dados dos distritos, fornecida pelo CEM, com essa codificação de chave primária).

(7.2) o campo IBGEPOP00, se refere à população do Censo de 2000; os valores de AREA podem ser recalculados a partir da geometria dos polígonos representativos desses distritos, ou obtida de tabelas do IBGE; e a DENSIDADE pode ser recalculada a partir de dados corretos e/ou atualizados.

(7.3) o campo IBGECOD está definido como numérico Inteiro de 64 bits e doze dígitos. Trata-se da codificação dos distritos, de 7 dígitos para o município, seguido de 2 dígitos para o distrito. Não há razão para ser definido como numérico, por não ser usado em cálculos matemáticos.

(8) Fazer as alterações na tabela de atributos da camada acima indicadas.

Selecionar a camada CEMdist com um clique do mouse e depois, selecionar:

Processing > Toolbox > Vector table > ⚡⚡ Refactor fields (com duplo clique ⚡⚡)

Input Layer

CEMdist [EPSG:22523]

Refactored

[...]

[Create temporary layer]

Fields Mapping

Selecionar os atributos ID, CEMCOD, AREA, IBGEPOP00 e DESNIDADE (um de cada vez, ou conjuntamente) e excluir com o botão identificado por [Delete selected field] – usar a tecla [Ctrl] para selecionar mais de um;

Selecionar o atributo IBGECOD e alterar o seu Type e Length respectivamente para **Text (string)** e **9** (nove)

[v] Open output file after running algorithm

clique no botão [Run]

depois que executar e adicionar a camada recém criada à lista de camadas, terminar com [Close]

Observar a camada temporária, de nome Refactored, ou similar, na lista de camadas do projeto.

(9.1) Verificar a tabela de atributos, e seus valores, da camada temporária recém-definida

➤ Refactored > Open Attribute Table

[9.2] Verificar se o CRS aparecer como inválido, caso em que os ícones representativos das estações não são exibidos no mapa, indicar o correto em:

➤ Refactored > Properties > Source

Assigned Coordinate System

EPSG:31983 SIRGAS 2000 / UTM 23S

É importante fazer isso, antes de armazenar esses dados no BD GeoPackage.

(10) Aproveitar para salvar o referido projeto, com as alterações feitas até o momento

Project > Save

(11) Carregar os dados da camada Refactored para um banco de dados GeoPackage, aproveitando converter o sistema de coordenadas, do Datum Corrego Alegre para o SIRGAS 2000, atualmente o oficialmente em uso no Brasil, mantendo o sistema de projeção UTM 23S.

➤ **Refactored** > Export > Save Features As...

Na tela, 'Save Feature As' configurar a exportação da camada para o GeoPackage:

Format

GeoPackage

Fine name

navegar até a pasta de trabalho em uso e indicar o nome do GeoPackage a ser criado, no caso:

Exercicio_1

[Save]

Layer name

DistritosCEM

CRS

clique no botão indicado como 'Select CRS'

e em Filter, buscar 'SIRGAS 2000' – e observar as diversas opções indicadas em Predefined Coordinate Reference Systems

minimizar o grupo Geographic Coordinate Systems, deixando aberto o grupo Projected Coordinate Systems

da lista, selecionar o sistema de projeção

SIRGAS 2000 / UTM 23S EPSG:31983

[OK]

[v] Extent (current layer)

Clicar no botão [Current Layer Extent], ou seja, o retângulo mínimo que envolve a RMSP

Layer Options

SPATIAL_INDEX

YES – para criar indexação especial

[v] Add saved layer to map

[OK]

São apresentadas duas opções de conversão – usar a *default* de 2 m de acurácia (não parece haver muita diferença nas descrições).

Também, no processo, a codificação é alterada para a padrão UTF-8

(11.1) Verificar se a acentuação está correta e o sistema de coordenadas da camada recém criada, de nome DistritosCEM no GeoPackage Exercício_1, que aparece na lista como 'Exercício_1 – DistritosCEM'.

(11.2) Renomear a camada na lista como apenas DistritosCEM

➤ Exercício_1 – DistritosCEM > Rename Layer

(11.3) Curiosidade: o município Mogi das Cruzes está escrito como Moji das Cruzes na tabela de atributos do arquivo obtido do CEM.

(12) Remover cada camada, em formato Shapefile, originalmente referenciada do projeto

➤ Refactored > Remove Layer...

➤ CEMdist > Remove Layer ...

(13)

Alterar o sistema de coordenadas do projeto,

de Corrego Alegre 1970-72 / UTM 23S para SIRGAS 2000 / UTM 23S

(14)

Salvar novamente o projeto para refletir as alterações efetuadas.

Parte II – Mapas do sistema metroferroviário da RMSP

O sistema metroviário da RMSP está em constante evolução, por isso há de se acessar o arquivo mais recente, ou seja, do seu sítio eletrônico.

(15) Acessar o site do Geosampa

https://geosampa.prefeitura.sp.gov.br/PaginasPublicas/_SBC.aspx

(16) Fazer download das estações e linhas (existentes) do sistema metroferroviário, em formato Shapefile, do grupo de camadas Transporte, em

Camadas > Transporte > Trem > Trem Metropolitano – Estação

Camadas > Transporte > Trem > Trem Metropolitano – Linha

Camadas > Transporte > Metrô > Metrô – Estação

Camadas > Transporte > Metrô > Metrô - Linha

(17)

Cada conjunto vem baixado na forma de um arquivo ZIP

Há de se descompactar os arquivos na pasta de trabalho, criada anteriormente, 'sistema metroferroviario'.

(18) Verificar no arquivo, indicativo do sistema de coordenadas usado, PRJ, que se trata da projeção UTM 23S, sobre o Datum SIRGAS 2000, atualmente o oficialmente em uso.

(19) No software SIG, QGis, abrir o projeto, anteriormente salvo, denominado 'AUT5826 – Exercício 1', e, em seguida, abrir todos os shapefiles, se possível, de uma só vez, a partir da seleção:

Layer > Add Layer > Add Vector Layer ...

Source Type

(*) File

Encoding

Automatic

Source - Vector Dataset(s)

[...] (Browse)

selecionar, 'estacao_metro_v2.shp', depois, sempre com a tecla 'Ctrl', selecionar também 'estacao_term_v2.shp', 'linha_metro_v4.shp', e 'linha_trem_v2.shp' (apenas os de terminação SHP)

e clicar [Open]

[Add] (Add selected layers to map)

[Close]

(20) Na lista de camadas (Layers) do software, clique com o botão direito (⌘) do mouse sobre o nome da camada 'estacao_trem_v2' e selecione 'Open Attribute Table'

para verificar, na coluna 'nm_estacao', se a acentuação está correta, ou seja, se o 'Encoding' automático funcionou, caso contrário haveria de alterar a codificação de cada camada para a correta,

no caso, 'Windows-1252', o que pode ser verificado ou alterado:

⌘ estacao_trem_v2 > Properties... > Source

Data source encoding 'Windows-1252' (Latin 1 / Western European)

[Apply] e [OK] se necessário, senão, apenas [Cancel] ou [X]

(21)

Abrir novamente a tabela de dados da camada 'estacao_trem_v2' e verificar que as colunas 'cd_identif', 'cd_identi0', 'cd_situaca', e 'cd_identi1' exibem números de ponto flutuante, que, na realidade seriam números inteiros

Posicione o apontador do mouse em cada uma dessas colunas e observe que os seus tipos de dados estão como Real(32,15), ou seja 32 dígitos, sendo quinze para a parte fracionária

Também, 'cd_tipo_tr' exhibe números inteiros e seu tipo de dados está como Integer(9), inteiro de nove dígitos, um tanto exagerado.

Entretanto, não há razão para haver atributos numéricos, se não forem usados em cálculos matemáticos.

(22) Esses atributos podem ter seus tipos alterados para texto (string), mas há de se considerar a finalidade de cada um.

Da observação dos dados das estações dos arquivos estacao_trem e estacao_metro, pode-se concluir o que segue, a respeito dos atributos de codificação numérica:

cd_identif numeração dos pares estação-linha, de 1 a 94 no caso do estacao_metro, de 564 a 659 no caso do estacao_trem (96 pares); trata-se de identificador único, mas, ao que tudo indica, sem correspondência com outros dados; será substituído por **fid** quando da importação no banco de dados GeoPackage;

cd_identi0 numeração da operadora – 1: METRO, 2: CPTM, 3: VIAQUATRO, e 6: VIAMOBILIDADE, mas já existe o atributo nm_empresa com esse papel;


cd_situaca em todos os casos, está como 1, ou seja, OPERANDO, o que é indicado pelo atributo tx_situaca – portanto pode ser considerado redundante;

cd_identi1 número da linha, correspondente a designação pela cor, do atributo nm_linha_m;

cd_tipo_tr 1, no caso do estacao_metro, e 2, para estacao_trem;

O atributo **tx_situa** também pode ser considerado redundante, visto todos os pares estação-linha desses arquivos estarem operacionais; O mesmo no caso do atributo **sg_fonte_o**.

(22.1) Com a referida camada, apontada na lista de camadas, selecionar:

Processing > Toolbox > Vector table >  Refactor fields (duplo clique)

Input Layer

estacao_trem_v2

Refactored

[...]

[Create temporary layer]

Fields Mapping

Selecionar os atributos **cd_identif**, **cd_identi0**, **sg_fonte_o**, **cd_situaca**, e **tx_situa** (um de cada vez, ou conjuntamente) e excluir com o botão identificado por [Delete selected field] – usar a tecla [Ctrl] para selecionar mais de um;

Selecionar o atributo cd_ident1 e alterar o seu Type, Length, e Precision, respectivamente, para **Text (string)**, **2** (dois) e **0** (zero)

Selecionar o atributo cd_tipo_tr e alterar o seu Type, Length e Precision, respectivamente, para **Text (string)** e **1** (dois), e **0** (zero)

☒ Open output file after running algorithm

clique no botão [Run]

depois que executar e adicionar a camada recém criada à lista de camadas, terminar com [Close]

(22.2) Abrir a tabela de atributos da camada temporária recém-criada e verificar se as alterações foram bem sucedidas.

[22.3] Verificar se o CRS aparecer como inválido, caso em que os ícones representativos das estações não são exibidos no mapa, indicar o correto em:

➤ Refactored > Properties > Source

Assigned Coordinate System

EPSG:31983 SIRGAS 2000 / UTM 23S

É importante fazer isso, antes de armazenar esses dados no BD GeoPackage.

(22.4) Salvar o projeto, para preservar as alterações feitas

(23) Carregar a camada temporária no banco de dados GeoPackage

➤ **Refactored** > Export > Save Features As...

Na tela, 'Save Feature As' configurar a exportação da camada para o GeoPackage:

Format

GeoPackage

Fine name

navegar até a pasta de trabalho em uso e indicar o nome do GeoPackage a ser criado, no caso:

Exercicio_1

[Save]

Layer name

estacao_trem

CRS

SIRGAS 2000 / UTM 23S

EPSG:31983

☒ Extent (current layer)

Clicar no botão [Current Layer Extent], ou seja, o retângulo mínimo que envolve a RMSP

Layer Options

SPATIAL_INDEX

YES – para criar indexação especial

☒ Add saved layer to map

[OK]

(23.1) Se necessário, renomear, de 'Exercicio 1 – estacao_trem' para, apenas, 'estacao_trem'

(24) Abrir a tabela de atributos da camada recém-criada 'estacao_trem' e verificar se as alterações foram bem sucedidas, caso em que a camada original 'estacao_trem_v2' pode ser removida do projeto, assim como a temporária:

➤ Estacao_term_v2 > 'Remove Layer...', e confirmar

➤ Refactored > 'Remove Layer...', e confirmar

(25) Salvar novamente o projeto

(26) Fazer o mesmo com a camada 'estacao_metro_v2', para a criação da camada 'estacao_metro' no mesmo banco de dados Geopackage 'Exercicio_1'

Observar, em todas as camadas, que os nomes dos atributos estão limitados a dez caracteres. Num ESRI Shapefile, os dados estão num arquivo no formato DBF do software dBase (da empresa Ashton-Tate), de 1979.

(27)

Abrir a tabela de atributos da camada 'estacao_metro' recém-criada e verificar se as alterações foram bem sucedidas, caso em que a camada original 'estacao_metro_v2' pode ser removida do projeto

➤ estacao_metro_v2 > 'Remove Layer...', e confirmar

(28) Salvar novamente o projeto

(29) Em ambos casos acima, o atributo **fid** é o identificador único, criado quando do carregamento dos dados de uma camada no banco de dados GeoPackage Exercicio_1. Chaves candidatas também seriam as composições:

(nm_estacao, cd_ident1) e (nm_estacao, nm_linha)

Parte III – Extra – ‘Visite Nossa Cozinha (Município de São Paulo - Lei Municipal 11.617/1994)’

O banco de dados GeoPackage é na realidade um encapsulamento parcial de um banco de dados Sqlite.

(30) Fazer uma cópia do arquivo Exercicio_1.gpkg e renomear essa cópia como Exercicio_1.db, ou seja, alterar a terminação do arquivo de GPKG para DB.

Exercicio_1.gpkg BD GeoPackage

Exercicio_1.db BD sqlite (renomeado)

(31) O banco de dados no formato Sqlite pode ser acessado com um aplicativo de interface de banco de dados como, por exemplo, o Sqlite Express / Sqlite Studio, em:

<https://sqlitestudio.pl/>

Há uma versão inicial, que ainda funciona, e pode ser baixada de:

https://aut5826.fau.usp.br/sqlite/SqliteExpressSetup_v0.1.0.msi

Juntamente com uma DLL (dynamic link library), necessária para o seu funcionamento, que deve ser copiada numa das pastas de Path* do Usuário ou na própria pasta aonde o software for instalado:

<https://aut5826.fau.usp.br/sqlite/SQLite.Interop.dll>

* digitar **env** no menu Iniciar do Windows

Editar as variáveis de ambiente do sistema

[Variáveis de ambiente]

Variáveis de usuário para <nome do usuário>

Path

Editar

[Novo]

Entrar o caminho até a pasta onde se encontra a DLL, por exemplo:

C:\sqlite3

[OK]

Os passos a seguir têm por base o uso dessa versão. Versões atualizadas não foram ainda testadas, mas devem funcionar de maneira similar.

(32) Conectar ao BD Sqlite

Connect to Database

navegar até a pasta de trabalho e abrir o arquivo Exercicio_1.db

(32.1) A lista de bancos de dados exibe o banco de dados, suas tabelas e vistas (views), esta última não contém elementos.

É possível criar objetos de banco de dados no BD Sqlite, mas estes podem não ser entendidos como parte da definição de um BD GeoPackage e o próprio arquivo pode ser interpretado como estando corrompido pelo QGis ou outro software que tente acessar o GeoPackage alterado como Sqlite.

(32.2) No caso, a lista indica as tabelas de dados esperadas:

DistritosCEM

Estacao_metro

Estacao_trem

Mas, há outros que não são vistos, por fazerem parte do encapsulamento do GeoPackage. Trata-se de dados escondidos propositalmente dos usuários, pelos aplicativos de criação de dados e de manipulação de dados de um GeoPackage, mas que são visíveis quando do uso de um aplicativo de criação e manipulação de dados de um banco de dados Sqlite.

Pode-se explorar os elementos originalmente conhecidos

(33)

Expandir a tabela DistritosCEM e seus subitens:

[-] DistritosCEM

[-] Columns

fid (INTEGER, not null, pk)
geom (VARCHAR, null)
IBGECOD (VARCHAR(9), null)
SIGLA (VARCHAR(5), null)
NOME (VARCHAR(30), null)
NOMECAPS (VARCHAR(3), null)
MUNSIGLA (VARCHAR(8), null)
MUNNOME (VARCHAR(30), null)

Relations

Indexes

[-] Triggers

rtree_DistritosCEM_geom_insert
rtree_DistritosCEM_geom_update1
rtree_DistritosCEM_geom_update2
rtree_DistritosCEM_geom_update3
rtree_DistritosCEM_geom_update4
rtree_DistritosCEM_geom_delete
trigger_insert_feature_count_DistritosCEM
trigger_delete_feature_count_DistritosCEM

(33.1) o atributo **fid** foi criado quando do carregamento dos dados para o BD GeoPackage, e definido como chave primária (PK) – portanto não aceita ausência de valor (not null);

(33.2) não são definidas chaves estrangeiras (foreign keys), ou seja, associações entre instâncias desta tabela e instâncias de outras tabelas, por meio de seus atributos.

(33.3) não há indexação (indexes) com base em outros atributos, que não o da PK, fid.

(33.4) há uma série de gatilhos (triggers), acionados quando se insere uma nova instância em DistritosCEM, ou se ocorrem alterações em sua geometria, ou ainda, no caso de remoção de uma instância.

(34) Uso de linguagem de manipulação de dados – queries em SQL

New Query

Na tela indicativa da query a criar, digitar:

Select * from DistritosCEM;

[Run]

O resultado aparece logo abaixo. O uso do caractere asterisco (*) equivale dizer que se deseja listar todos os atributos.

(34.1) Há um atributo, quase despercebido quando da criação desta camada no QGis, **geom**. Trata-se de denominação default, não citada quando da exportação dos dados dos distritos para o GeoPackage, assim como o **fid**.

pode-se clicar sobre os dizeres (viewcontent) de uma dessas instâncias para visualizar seu conteúdo, exibido em uma janela a parte, e identificado oficialmente como do tipo varchar, mas que, de fato, é um 'blob' – binary large object.

Trata-se da codificação da geometria do distrito em questão, exibida integralmente em formato hexadecimal, difícil de ser interpretado, mesmo conhecendo sua estrutura de dados.

(34.2) a query pode ser salva externamente ao BD como na forma de um arquivo de texto, para poder ser usada posteriormente no BD ou documentação do sistema.

(35) Uso de linguagem de definição e de manipulação de dados – queries em SQL

➤ rtree_DistritosCEM_geom_insert > Edit

Na tela de expressões pode-se visualizar as expressões:

```
DROP TRIGGER IF EXISTS rtree_DistritosCEM_geom_insert

CREATE TRIGGER "rtree_DistritosCEM_geom_insert" AFTER INSERT ON
"DistritosCEM" WHEN (new."geom" NOT NULL AND NOT ST_IsEmpty(NEW."geom")) BEGIN
INSERT OR REPLACE INTO "rtree_DistritosCEM_geom" VALUES (NEW."fid",
ST_MinX(NEW."geom"), ST_MaxX(NEW."geom"), ST_MinY(NEW."geom"),
ST_MaxY(NEW."geom")); END
```

A primeira remove o próprio gatilho, seguida de criação e execução de novo gatilho, disparado quando da inserção de uma nova instância, ou seja, um novo distrito, na camada.

Esta segunda expressão faz a inclusão do retângulo envolvente mínimo de um novo distrito, dado pelas funções ST_MinX(), ST_MaxX(), ST_MinY() e ST_MaxY() sobre a geometria NEW."geom" da nova instância NEW, identificada pela sua chave primária NEW."fid".

Rtree é a forma de indexação espacial adotada no GeoPackage, cujos detalhes são escondidos de quem usa um software SIG, como o QGis.

(36) Pode-se explorar as demais tabelas, e seus elementos, no BD Sqlite, escondidas para quem usa o correspondente GeoPackage.