

APLICAÇÃO DE METODOLOGIA DE CORREÇÃO DE INCONSISTÊNCIAS NAS GEOMETRIAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO NEGRO EM UM BANCO DE DADOS ESPACIAL

CÉSAR HUEGEL RICHA¹; MAURICIO FELIPE BEMFICA OLIVEIRA²; EVERTON DE ALMEIDA LUCAS³; NILTON SADI FREITAS DE BITENCOURT⁴; TAMÍRIS PACHECO DA COSTA⁵; ALEXANDRO GULARTE SCHAFFER⁶

¹Universidade Federal do Pampa – cesarhuegel@live.com

²Universidade Federal do Pampa – mauriciobemfica@hotmail.com

³Universidade Federal do Pampa – evertonlucas1990@hotmail.com

⁴Universidade Federal do Pampa – niltonbitencourt@hotmail.com

⁵Universidade Federal do Pampa – tamiris_dacosta@hotmail.com

⁶Universidade Federal do Pampa – alexandro.schafer@unipampa.edu.br

1. INTRODUÇÃO

Situada a sudoeste do Estado do Rio Grande do Sul, a bacia hidrográfica do rio Negro possui 2.975 Km² em território brasileiro e abrange os municípios de Aceguá, Bagé, Candiota, Dom Pedrito e Hulha Negra, onde está localizada a sua nascente. A bacia hidrográfica do rio Negro é uma das menores e menos estudadas bacias do estado.

Em 2012, iniciou-se o projeto de extensão “bacia do rio Negro em território Brasileiro: conhecer para preservar” que tem como principal objetivo o estudo e divulgação dos aspectos físicos, sociais e ambientais da bacia hidrográfica do rio Negro em território Brasileiro para o comitê da bacia e para a população local.

Um dos objetivos do projeto é coletar o maior número de informações possíveis sobre a bacia. Esta gama de informações comporá um Sistema de Informações Geográficas (SIG), da bacia hidrográfica, que se está desenvolvendo.

Na prática, a caracterização física de uma bacia hidrográfica possibilita a análise através de relações e comparações. Assim, uma das questões de grande relevância é a possibilidade de realizar consultas e análises correlacionando diversas informações através de mapas.

No decorrer do processo de estruturação e teste do SIG, deparou-se com a existência de diversas inconsistências nas geometrias dos setores censitários do IBGE do ano de 2000. No intuito de detectar, avaliar e eliminar estas inconsistências, de forma automatizada, a fim de evitar alterações no resultado da análise do relacionamento das diversas informações contidas neste e nos demais mapas do SIG, foram criadas consultas e rotinas em Structured Query Language (SQL) e SQL Procedural Language (PL/pgSQL) juntamente com as funções disponíveis na biblioteca do PostGIS. Neste contexto, o presente trabalho aborda uma aplicação da metodologia apresentada por RICHA et al. (2013) para correção de inconsistências em geometrias de uma bacia hidrográfica em um banco de dados espacial.

2. METODOLOGIA

Para confeccionar o mapa de população, foram utilizadas geometrias dos setores censitários do ano de 2000, disponibilizadas em dois arquivos na homepage do IBGE, um arquivo com os setores censitários rurais e outro com os

urbanos. Os dados de população, também disponibilizados na homepage do IBGE, são computados por setor censitário, sendo assim, o mapa é constituído pelas geometrias dos setores correlacionadas com os dados tabulares do IBGE em formato shapefile.

A manipulação das geometrias foi realizada através do Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) PostgreSQL versão 9.2, sua extensão espacial PostGIS versão 2.0, ferramenta que o habilita-o a trabalhar com dados espaciais e para a análise das inconsistências o software SIG OpenJump.

Inicialmente foi necessário realizar a sobreposição das geometrias dos setores em um software SIG, assim pode-se verificar a incompatibilidade entre os arquivos, o que gerou inúmeras inconsistências.

Tendo conhecimento disto, criou-se uma consulta para confirmar a existência de inconsistências entre as geometrias da bacia e dos setores censitários que a compõe. Confirmada a existência de inconsistências, desenvolveram-se consultas para analisar, juntamente com o software SIG OpenJump, quais eram e onde estavam localizadas. Por fim, foram desenvolvidas consultas e rotinas para eliminar as inconsistências encontradas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O desenvolvimento das consultas e rotinas para verificação das inconsistências está apoiado na visualização destas. Para tanto, foram elaboradas consultas para verificar quais eram e onde estavam localizadas as inconsistências existentes, conforme o quadro 1:

Quadro 1: Consultas desenvolvidas para visualizar as inconsistências existentes nas geometrias dos setores censitários

Descrição da consulta	Consulta em SQL
Visualização das inconsistências através da intersecção de áreas dos setores censitários	<i>select (st_dump(st_polygonize(geom))).geom from (select st_intersection(s1.geom, s2.geom) as geom from setores s1, setores s2 where s1.geocod != s2.geocod AND s2.geocod > s1.geocod) as it where st_area(geom) != 0;</i>
Visualização de áreas da bacia sem classificação de setor censitário	<i>select st_difference(geom, (select st_union(geom) from setores)) from bacia;</i>
Visualização de áreas dos setores que excedem os limites da bacia	<i>select st_difference((select st_union(geom) from setores), geom) from bacia;</i>
Visualização de áreas com dupla classificação (urbana e rural)	<i>select * from (select (st_dump(st_intersection(r1.geom, (select st_difference(b.geom, (select st_union(geom) from urbano_new)) from bacia b)))).geom, r1.geocod from rural_new r1) as r2 where r2.geocod in (select geocod from urbano_new) and st_area(r2.geom) != 0;</i>

Na figura 1, apresenta-se o resultado da execução das consultas para verificação das inconsistências existentes entre as geometrias bacia e dos setores censitários. As partes das geometrias dos setores que se sobrepõe estão identificadas em verde, as áreas da bacia sem classificação de setor censitário estão identificadas em azul e as regiões com dupla classificação de setor censitário estão identificadas em vermelho.

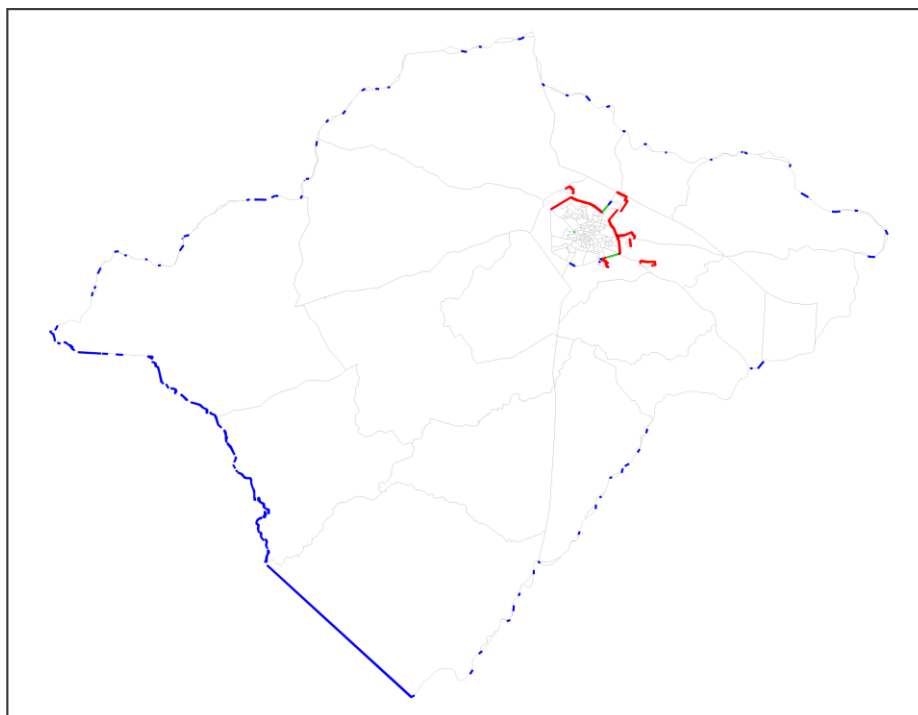


Figura 1: resultado da execução das consultas apresentadas no quadro 1.

A partir da figura 1, podemos verificar a grande quantidade de inconsistências entre as geometrias da bacia e dos setores censitários. Para eliminar as inconsistências detectadas, foi aplicada a metodologia apresentada por RICHA et al. (2013), que consiste em criar consultas e rotinas para correção automatizada. Estão dispostas no quadro 2, as principais funções e rotinas utilizadas na correção das geometrias, bem como a sua finalidade.

Quadro 2: Principais funções e rotinas utilizadas na correção das geometrias e sua finalidade.

Funções e rotinas	Finalidade
ST_Simplify_Pre serveTopology	Eliminar vértices e semirretas sobrepostas, simplificando as geometrias, porém preservando sua topologia.
ST_Intersection	Obter a intersecção entre duas geometrias. Utilizou-se nas rotinas para identificar áreas com dupla classificação.
ST_Buffer	Expandir a geometria em um raio específico. Utilizou-se nas rotinas para preencher pequenas lacunas entre as geometrias.
ST_Union	Unir áreas duas geometrias. Utilizou-se nas rotinas para unir áreas sem classificação a geometria mais próxima e com maior extensão de "fronteira".

ST_Difference	Obter a diferença entre duas geometrias. Utilizou-se nas rotinas para identificar áreas sem classificação de setor ou fora dos limites da bacia.
ST_Dump	Recuperar separadamente os <i>polygons</i> de um <i>multipolygon</i> . Utilizou-se nas rotinas para tratar separadamente cada inconsistência.
Rotina 1	Eliminar as áreas das geometrias dos setores que extrapolavam os limites da bacia.
Rotina 2	Eliminar as áreas com dupla classificação das geometrias dos setores censitários.
Rotina 3	Eliminar as áreas sem classificação de setor censitário. Recupera as áreas sem classificação, aplica ST_Dump e atualiza os setores censitários unindo estas áreas ao setor mais próximo e com maior extensão de "fronteira" formando a geometria corrigida de cada setor.
ST_Equals	Verificar se duas geometrias são iguais. Utilizou-se para certificar que a união das geometrias dos setores é igual à geometria da bacia.

A partir da metodologia utilizada, foi possível realizar a correção de todas as inconsistências presentes nas geometrias dos setores censitários da bacia hidrográfica do rio Negro.

4. CONCLUSÕES

Com a realização deste trabalho, foi possível verificar a potencialidade da metodologia apresentada por RICHA et al. (2013). As rotinas desenvolvidas apresentam alta flexibilidade de implementação devido a grande quantidade de funções disponíveis na biblioteca do PostGIS, o que facilita o desenvolvimento das mesmas.

Dado esta grande quantidade de funções disponíveis, têm-se a consciência de que a metodologia aplicada neste trabalho para a correção das geometrias é apenas uma entre as muitas alternativas possíveis para esta finalidade.

A continuidade do trabalho prevê a adaptação dos scripts criados a fim de desenvolver novas metodologias para possibilitar a correção automatizada de geometrias.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

RICHA, C.H.; SCHÄFER, A. Correção de inconsistências nas geometrias de uma bacia hidrográfica em um banco de dados espacial. In: **CONGRESSO REGIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA EM ENGENHARIA – CRICTE**, 25., Passo Fundo, 2013, **Anais do XXV CRICTE**. Passo Fundo: UPF, 2013. v.1.

POSTGRESQL. **PostgreSQL 9.2.4 Documentation**. Acessado em 01 abr. 2013. Online. Disponível em: <http://www.postgresql.org/docs/9.2/static/index.html>

POSTGIS. **PostGIS 2.0 Manual**. Acessado em 01 abr. 2013. Online. Disponível em: <http://www.postgis.net/docs/manual-2.0/index.html>