

CORREÇÃO DE INCONSISTÊNCIAS NAS GEOMETRIAS DE UMA BACIA HIDROGRÁFICA EM UM BANCO DE DADOS ESPACIAL

César Huegel Richa

Aluno do curso de Engenharia de Computação da Universidade Federal do Pampa
cesarhuegel@live.com

Alexandro Gularte Schafer

Professor dos cursos de engenharia da Universidade Federal do Pampa
alexandro.schafer@unipampa.edu.br

Resumo. *A bacia hidrográfica do rio Atuba, localizada na região metropolitana de Curitiba, no Paraná, registra uma série de eventos de inundações ao longo do tempo. Visando realizar um estudo da influência das alterações do uso e cobertura do solo no escoamento superficial direto, foi estruturado um banco de dados espaço-temporal (BDET). Durante a aplicação do BDET, deparou-se com a existência de diversos erros e inconsistências nas geometrias dos arquivos shapefile que o compõe. Para verificar onde havia erros e para eliminá-los de maneira automatizada, foram criadas consultas e rotinas utilizando as funções disponíveis no PostGIS, a extensão espacial do Sistema Gerenciado de Bancos de Dados PostgreSQL. A partir da aplicação dessas consultas e rotinas criadas, foi possível gerar novas geometrias, sem a presença de erros e inconsistências. Desta maneira, foi possível obter resultados mais confiáveis quanto à influência das alterações do uso e cobertura superficial do terreno no escoamento superficial na bacia hidrográfica do rio Atuba.*

Palavras-chave: *Bacia hidrográfica, banco de dados espacial, PostGIS.*

1. INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica do rio Atuba, localizada na região metropolitana de Curitiba, no Paraná, vem sofrendo um processo de urbanização no decorrer dos últimos trinta anos. Atualmente, é

considerada a segunda bacia mais urbanizada de Curitiba e suas imediações (NUNES, 2007). O canal principal, com aproximadamente 32,43 km de extensão possui boa parte do seu percurso e de seus afluentes canalizados, tendo como afluente principal o rio Bacacheri. No período compreendido entre 1911 até os dias atuais, foram registrados diversos episódios pluviais intensos, o que provocou, em determinados locais, inundações com ocorrência de grande número de desabrigados e incalculáveis danos materiais para o poder público e para a população local.

Visando realizar um estudo da influência das alterações do uso e cobertura do solo no escoamento superficial direto na bacia hidrográfica do rio Atuba, foi estruturado um banco de dados espaço-temporal (Schafer, 2012), utilizando o Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) PostgreSQL, com sua extensão espacial PostGIS.

Na estruturação do banco de dados espaço-temporal da bacia do rio Atuba, deparou-se com a existência de diversos erros e inconsistências relacionadas às geometrias dos arquivos shapefile que o compõe. No intuito de buscar soluções automatizadas para a eliminação destes erros, evitando os problemas ocasionados pela falta de interoperabilidade entre softwares, foram criadas consultas e rotinas em *Structured Query Language* (SQL), utilizando as funções disponíveis na biblioteca do PostGIS. Neste contexto, o presente trabalho aborda a metodologia

utilizada e os resultados obtidos no processo de verificação e correção desses erros e inconsistências.

2. MATERIAIS E MÉTODO

2.1 Área de estudo

A bacia hidrográfica do rio Atuba (figura 1) está localizada na bacia do Alto Iguaçu e abrange a porção nordeste do município de Curitiba e partes dos municípios de Almirante Tamandaré, Colombo, Pinhais e São José dos Pinhais.

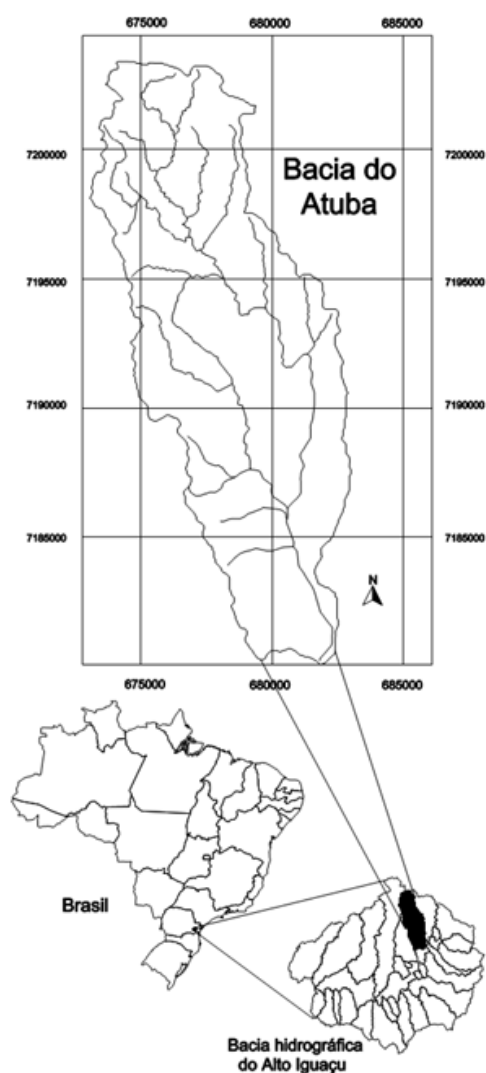


Figura 1: Localização da bacia hidrográfica do rio Atuba, PR.

A Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e

Saneamento Ambiental do estado do Paraná (SUDERHSA) adota, atualmente, a divisão da bacia do rio Atuba em três subbacias, de acordo com a figura 2.

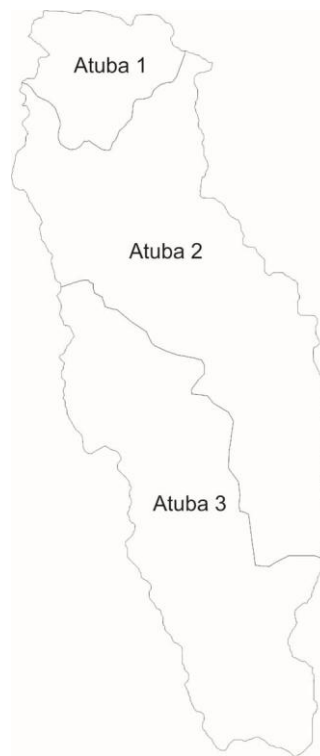


Figura 2: Subbacias da bacia hidrográfica do rio Atuba.

2.2 Método

Para a realização do trabalho, utilizou-se as geometrias provenientes dos arquivos shapefile bacia e subbacias. O primeiro arquivo fazia parte do Sistema de Informações Geográficas (SIG) desenvolvido por Nunes (2007) e o segundo foi concedido pela SUDERHSA.

Utilizou-se o PostgreSQL, versão 9.2 e sua extensão espacial PostGIS versão 2.0 As consultas e rotinas foram elaboradas utilizando *Structured Query Language (SQL)* e *SQL Procedural Language (PL/pgSQL)*, que é uma linguagem estrutural estendida da SQL que tem por objetivo auxiliar as tarefas de programação no PostgreSQL.

Inicialmente criou-se uma consulta para confirmar a existência de inconsistências

entre as geometrias da bacia e das subbacias que a compõe. Confirmada a existência de erros e inconsistências, trabalhou-se no desenvolvimento de consultas para verificar quais eram os erros e as inconsistências e onde estavam localizados. Por fim, foram elaboradas consultas e rotinas para eliminar os erros e inconsistências encontrados.

3. RESULTADOS

No quadro 1, apresentam-se os scripts das consultas elaboradas para verificar quais eram os erros e inconsistências existentes nos arquivos *shapefile* e onde eles estavam localizados:

Quadro 1: Script das consultas criadas para verificar a existência de erros e inconsistências

Finalidade	Script da consulta
Verificar a interseção de áreas das subbacias	<i>select geom from (select st_intersection(s1.geom_sb, s2.geom_sb) as geom from subbacia_gm s1, subbacia_gm s2 where s1.gid_sb != s2.gid_sb AND s2.gid_sb > s1.gid_sb) as it where st_area(geom) != 0;</i>
Verificar os limites da bacia que estavam além dos limites das subbacias	<i>select st_difference(geom_b, (select st_union(geom_sb) from subbacia_gm)) from bacia_gm;</i>
Verificar os limites das subbacias que excediam os limites da bacia	<i>select st_difference((select st_union(geom_sb) from subbacia_gm), geom_b) from bacia_gm</i>

Apresenta-se, na figura 3, o resultado das operações realizadas para identificar as inconsistências existentes entre as geometrias da bacia e das subbacias, e entre as geometrias de cada subbacia.

As partes das geometrias das subbacias que se sobrepõe estão identificadas em vermelho. As partes da geometria da bacia não compreendidas pelas subbacias estão identificadas em azul. As partes das subbacias que estão “fora” da

bacia hidrográfica, estão representadas em verde.

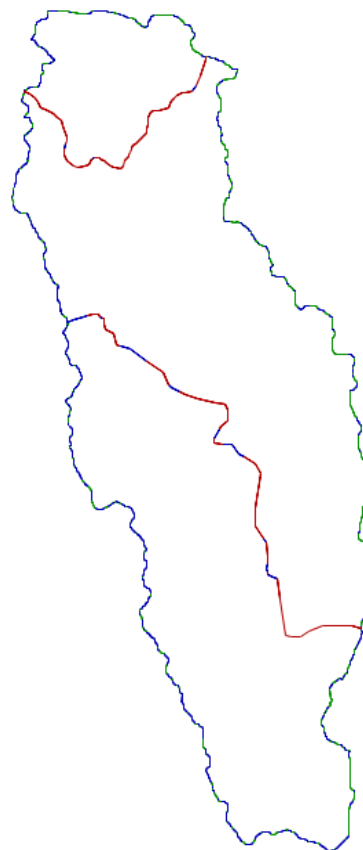


Figura 3: resultado da verificação das inconsistências entre a geometria da bacia e das subbacias.

Analisando a figura 3, é possível verificar a grande quantidade de inconsistências entre as geometrias da bacia e das subbacias, e entre as geometrias das subbacias.

Para corrigir os problemas detectados, foi criada uma série de consultas e de rotinas. No quadro 2, apresentam-se as funções e rotinas utilizadas em cada fase do processo de correção das geometrias, bem como a sua finalidade.

Quadro 2: Funções do PostGIS e rotinas utilizadas na correção das geometrias e sua finalidade

Função do PostGIS/rotina	Finalidade
<i>ST_Simplify</i> <i>PreserveTopology</i>	Para simplificar as geometrias, preservando a sua topologia. Elimina vértices e semirretas sobrepostas.
<i>ST_Intersection</i>	Para obter a interseção entre duas geometrias. Utilizou-se nas rotinas para remover a interseção entre as subbacias.
Rotina 1	Para eliminar as partes da geometria subbacia que estavam “fora” da bacia hidrográfica.
<i>ST_Dump</i>	Para recuperar separadamente os <i>polygons</i> de um <i>multipolygon</i> . Utilizou-se para corrigir separadamente cada inconsistência.
<i>ST_Buffer</i>	Para “expandir” a geometria em um raio específico. Utilizou-se nas rotinas, preenchendo pequenas lacunas entre as geometrias.
Rotina 2	Para eliminar as linhas excedentes entre as geometrias das subbacias. A função é recursiva e será executada enquanto existirem linhas excedentes.
Rotina 3	Para eliminar os espaços vazios existentes entre as geometrias das subbacias. Recupera as linhas excedentes e aplica <i>ST_Dump</i> . Atualiza as subbacias e une cada um dos <i>polygons</i> à subbacia indicada, formando a geometria corrigida de cada subbacia.
<i>ST_Equals</i>	Para verificar se duas geometrias são iguais. Utilizou-se para certificar que a união das geometrias das subbacias é igual à geometria da bacia.

A partir do desenvolvimento e aplicação dos scripts em SQL, utilizando as funções disponíveis no postGIS, foi possível realizar a correção de todas as inconsistências presentes nas geometrias das subbacias da bacia hidrográfica do rio Atuba.

4. CONCLUSÕES

Com a realização deste trabalho, foi possível verificar a potencialidade de

algumas das funções disponíveis na biblioteca do PostGIS, extensão espacial do PostgreSQL, na correção de geometrias que constituem o banco de dados espaço-temporal da bacia hidrográfica do rio Atuba. Dado a grande quantidade de funções disponíveis, têm-se a consciência de que a metodologia adotada 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 para possibilitar a correção de geometrias mais complexas, como as geometrias relacionadas aos mapas de solos e de cobertura superficial do terreno.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Pró-Reitoria de Pesquisa da Universidade Federal do Pampa, pela concessão da bolsa de pesquisa que possibilitou a realização deste trabalho.

5. REFERÊNCIAS

NUNES, F. G. **A influência do uso e ocupação do solo nas vazões de pico na bacia hidrográfica do rio Atuba**. Tese. Curso de Pós-Graduação em Geologia Ambiental. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2007.

POSTGRESQL 9.2 DOCUMENTATION.

Disponível em: <<http://www.postgresql.org/docs/9.2/static/index.html>>. Acesso em 1 abr. 2013.

POSTGIS 2.0 MANUAL. Disponível em:

<<http://postgis.net/docs/manual-2.0/index.html>>. Acesso em 3 abr. 2013.

SCHAFFER, A. G. **Um banco de dados espaço-temporal para o monitoramento e modelagem do escoamento superficial em bacias hidrográficas no contexto do planejamento urbano**. Tese. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2012.