

ESTIMATIVA DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL DIRETO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ATUBA/PR/BRASIL UTILIZANDO UM BANCO DE DADOS ESPACIAL

Alexandro G. Schäfer
UNIPAMPA – Campus Bagé - Brasil

PORQUE DESENVOLVER O BDE?

- Consideração da drenagem urbana no planejamento do uso e ocupação do solo;
- Bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gerenciamento;
- Vantagens na integração de SIG e modelo hidrológico: plataforma única, transferência de dados, erros, incompatibilidade de formato.

PORQUE O MÉTODO NRCS-CN?

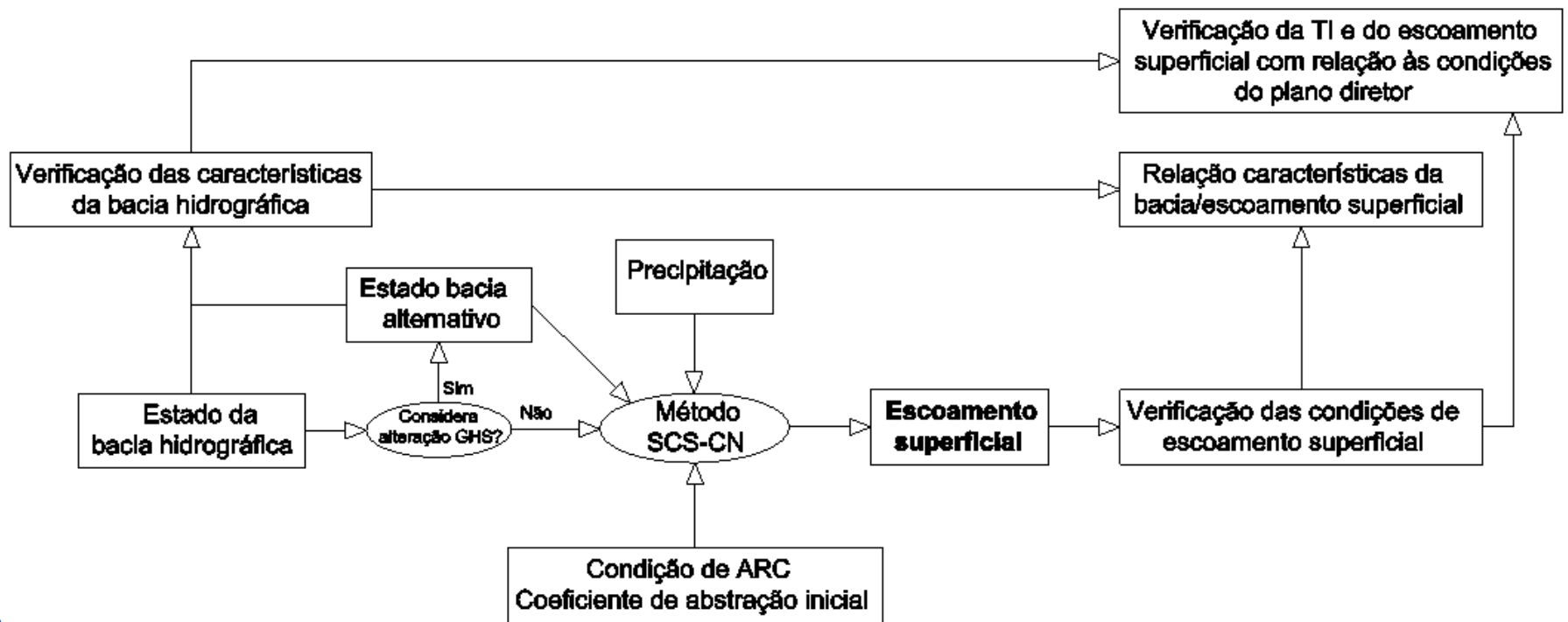
- Ampla e mundialmente aceita e utilizado;
- Simplicidade e não requer muitos dados;
- Pode ser aplicado para determinar o incremento no escoamento superficial direto originado pela urbanização;
- Possibilidades não utilizadas de aplicação voltada ao processo de tomada de decisão na gestão territorial.

METODOLOGIA

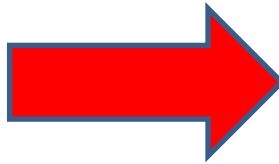
CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA

DE VERIFICAÇÃO DOS INDICADORES DAS CARACTERÍSTICAS DE UMA
BACIA HIDROGRÁFICA E DA ESTIMATIVA DO ESCOAMENTO
SUPERFICIAL DIRETO EM UM DADO CENÁRIO

COMO O SISTEMA DEVE TRABALHAR?



**DESENVOLVIMENTO
DO BANCO DE
DADOS**



Requisitos

Modelagem conceitual

Escolha do SGBD

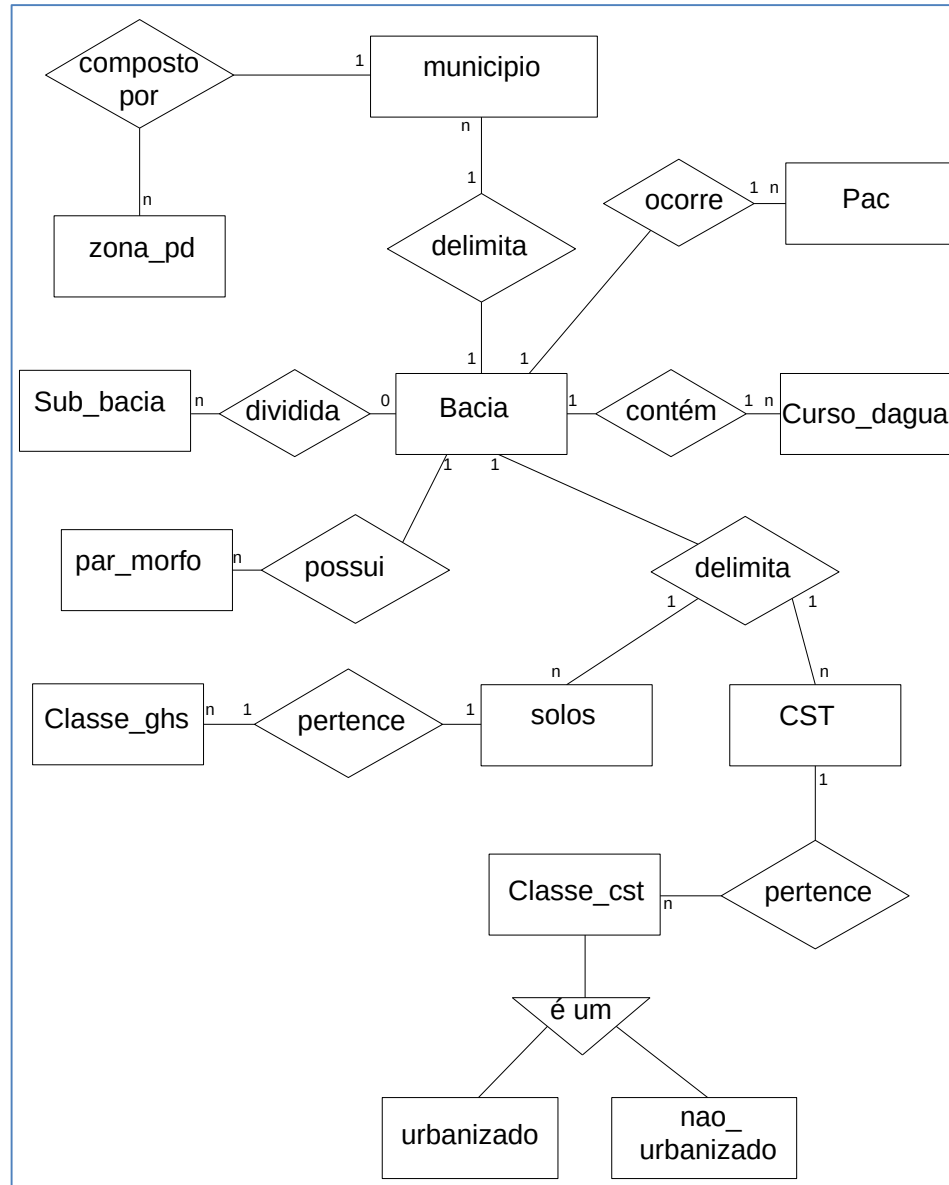
Projeto lógico

Projeto físico

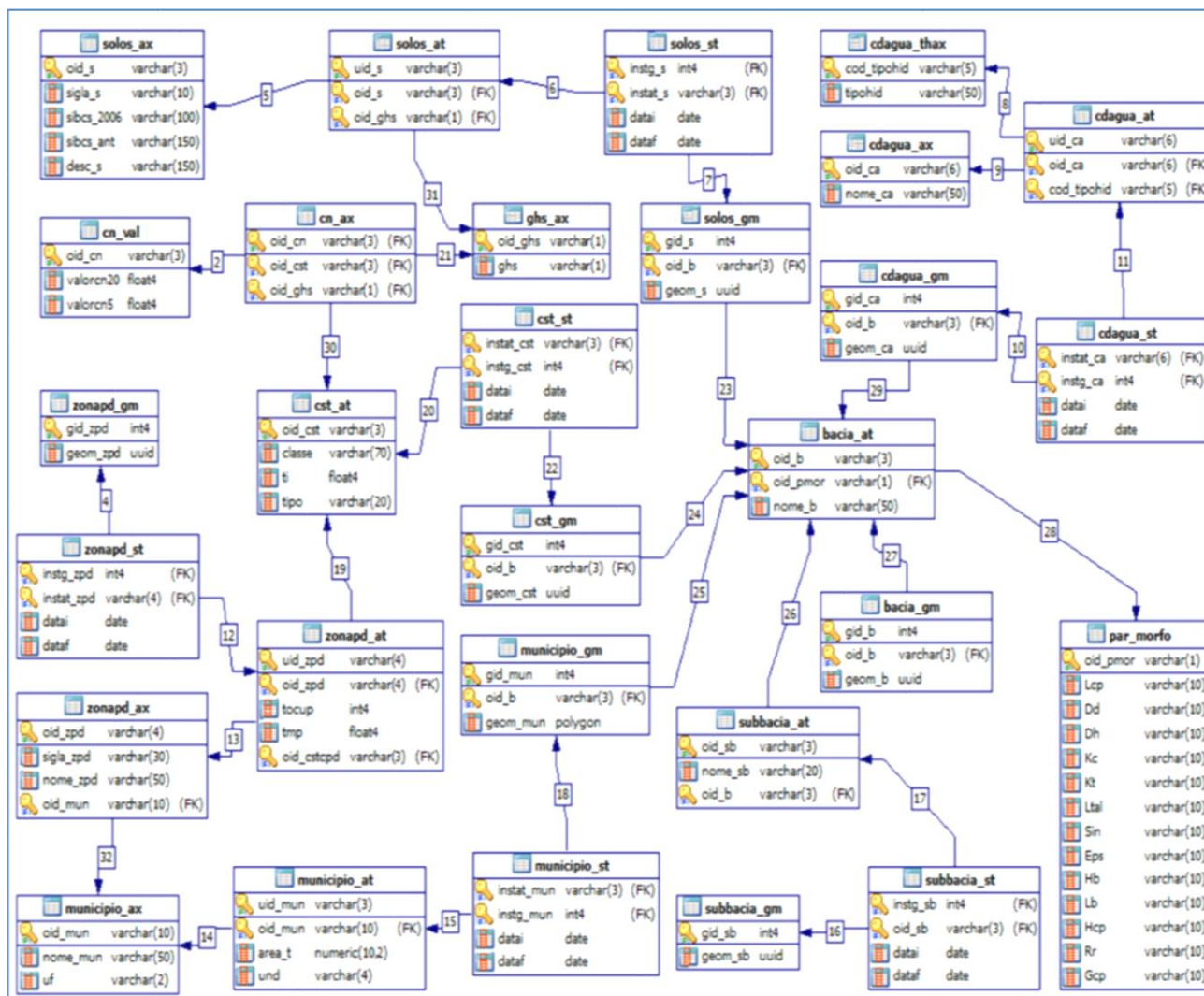
Desenvolvimento das
consultas

Implementação

MODELAGEM CONCEITUAL



PROJETO LÓGICO

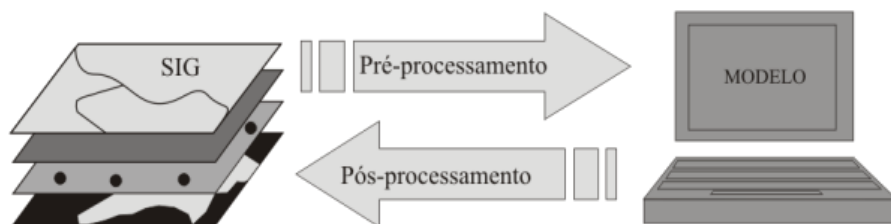


ACOPLAMENTO ENTRE SIG E MODELOS AMBIENTAIS

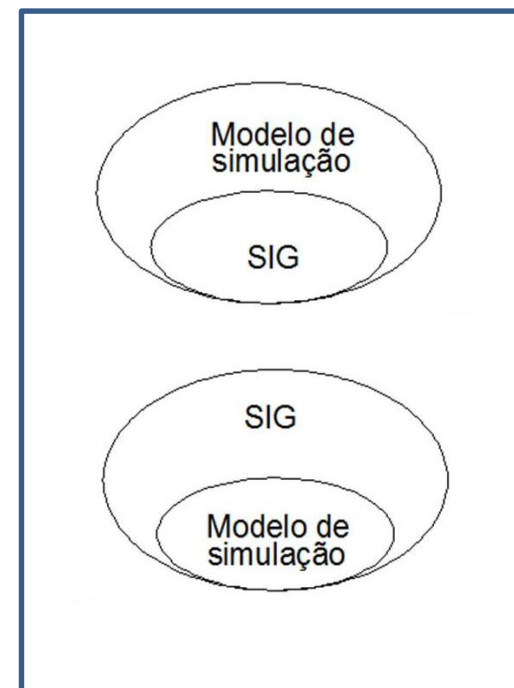
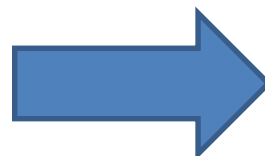
1. INTERCÂMBIO



2. INTERFACE



3. INTEGRAÇÃO

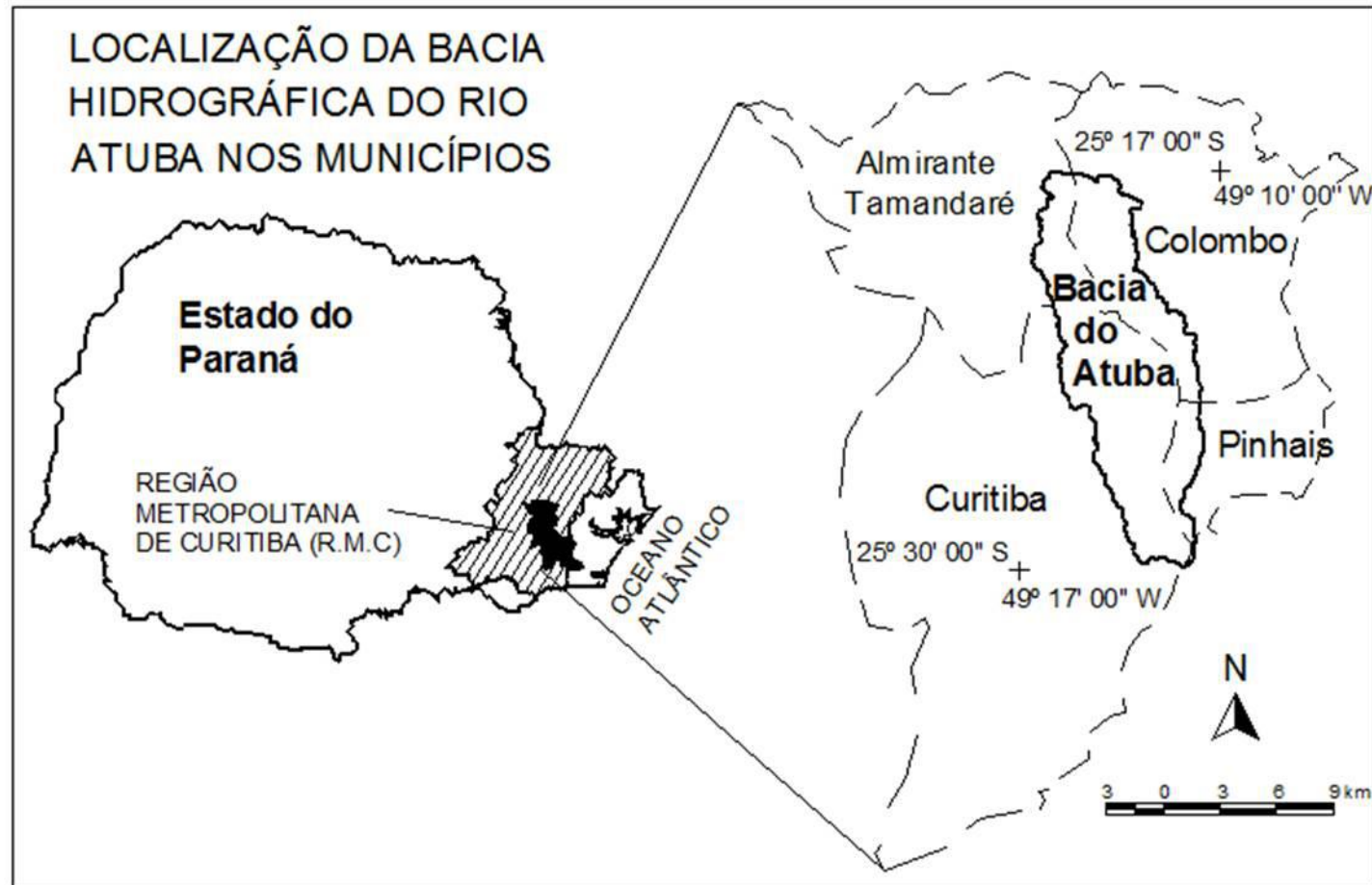


INTEGRAÇÃO DO MÉTODO NRCS-CN NO BDE

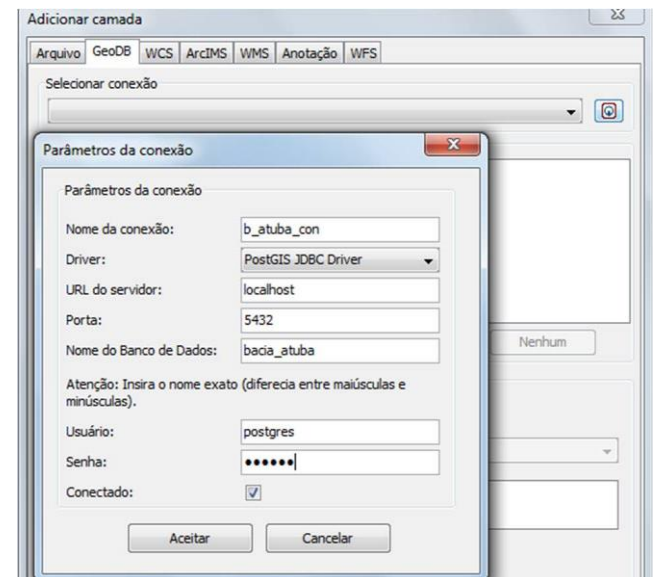
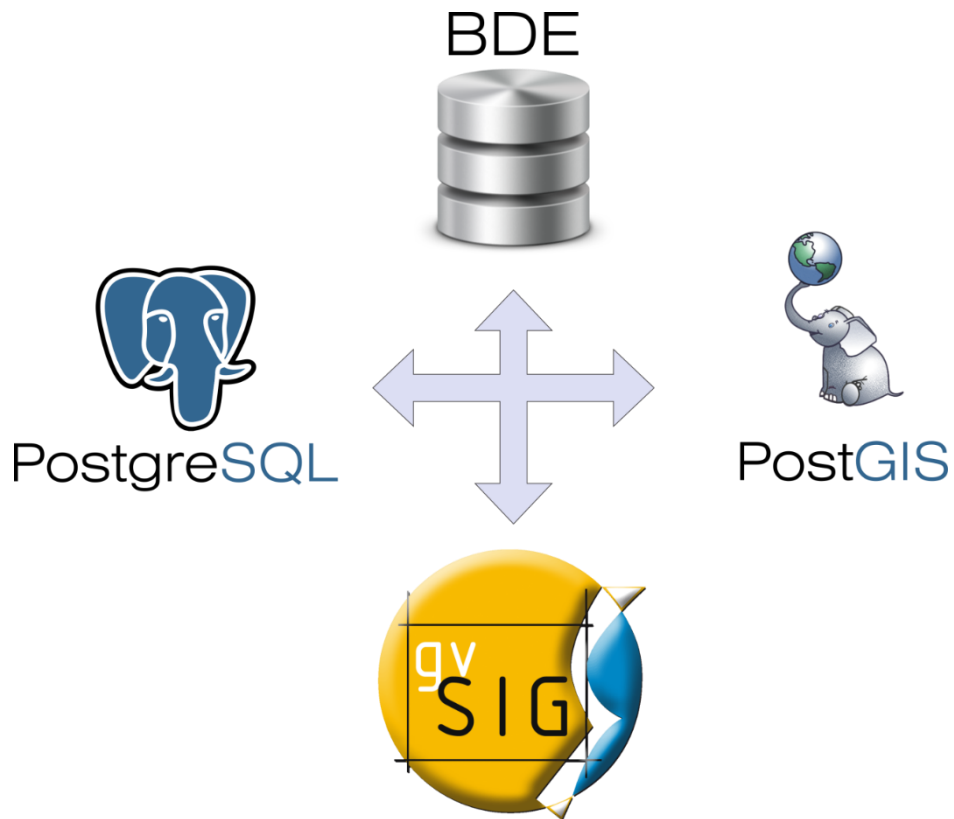
Tarefa	Fórmula	Operação
Calcular o CN médio na bacia em um determinado cenário	$\overline{CN} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \times CN_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$	SELECT SUM(CN*ST_AREA(ST_INTERSECTION(cg.geom_cst, sg.geom_solos)))/SUM(ST_AREA(bacia_gm))
Calcular o escoamento superficial direto para uma URH	$P_e = \frac{(P-I_a)^2}{P+S-I_a}$ $S = \frac{25400}{CN} - 254$	SELECT ((P-(λ*((25400/CN)-254)))^2/(P+(25400/CN-254)-(λ*((25400/CN)-254))))
Calcular o volume de escoamento superficial direto para uma determinada área de interesse	$Q = \sum_{i=1}^n A_i \times P_{e_i}$	SELECT SUM(st_area(geom_urh)* ((P-(λ*((25400/CN)-254)))^2/(P+(25400/CN-254)-(λ*((25400/CN)-254))))))

PROJETO PILOTO

ÁREA DE ESTUDO



RESULTADOS



VERIFICAÇÃO DA VALIDADE E CORREÇÃO DE GEOMETRIAS

Descrição	Script
Verificação da validade das geometrias	<pre>create table validade_cst as Select c.gid_cst, c.oid_cst, c.cst_geom, st_isvalid (d.cst_geom) as validade from cst_original as c</pre>
Criação de tabela com as geometrias que contém algum tipo de erro. Criação de uma nova geometria a partir da criação de um buffer com largura zero.	<pre>create table validade_cst_false as Select c.gid_cst, c.oid_cst, ST_Buffer(v.cst_geom,0) as cst_geom from validade_cst as v where validade = false</pre>
Criação de uma tabela com as geometrias que não contém erros.	<pre>create table validade_cst_true as Select c.gid_cst, c.oid_cst, c.cst_geom from validade_cst as v where validade = true</pre>
União das geometrias que não contém erro com as geometrias corrigidas.	<pre>create table cst_corrigido as SELECT c.gid_cst, c.oid_cst, c.cst_geom FROM validade_cst_true UNION SELECT c.gid_cst, c.oid_cst, c.cst_geom FROM validade_cst_false</pre>

COBERTURA SUPERFICIAL DO TERRENO

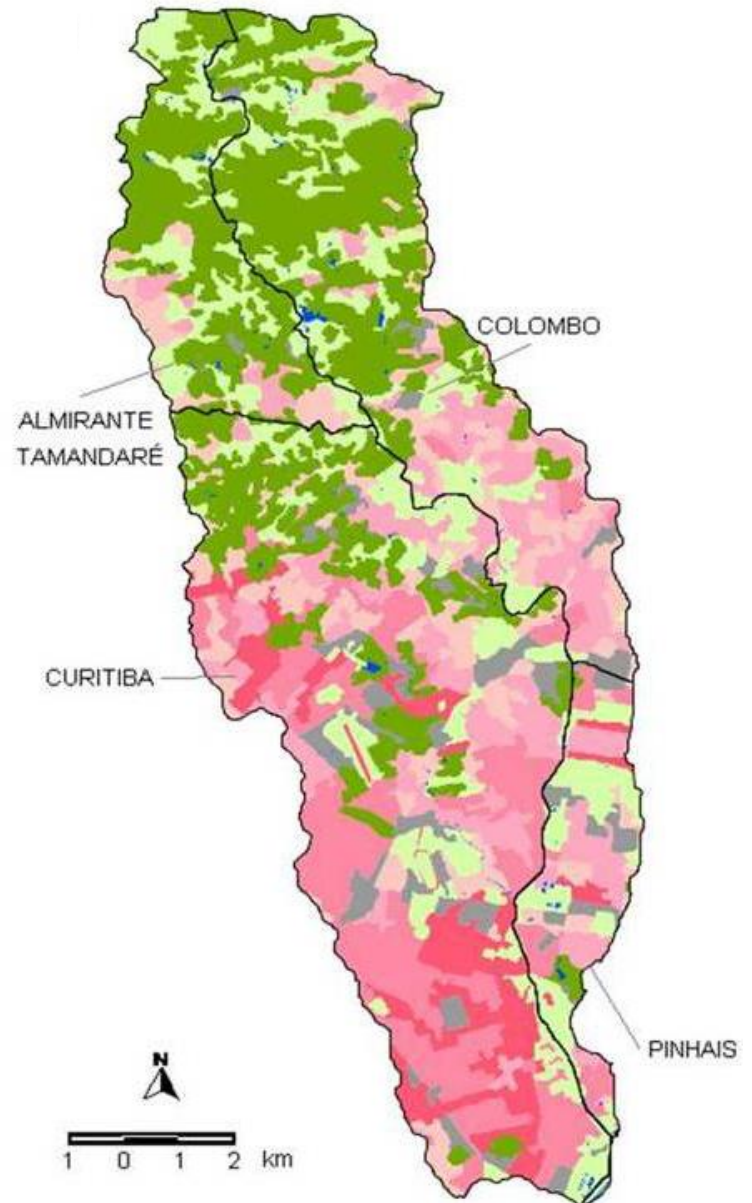
cst_gm			
gid_cst	oid_b	geom_cst	
1	1	01060000006E0000000103000000010000000600000023A7341704D4...	
2	2	010600000053000000010300000027000000A10F000093DDD0536DA...	
3	3	01060000000D00000001030000000100000014000000D64AF981D0D...	
4	4	01060000001300000001030000000100000082000000CABA341704D4...	
5	5	01060000000200000001030000000200000021000000510289DE27B9...	
6	6	01060000000100000001030000000100000063000000F47726DC8CB3...	
7	7	01060000003600000001030000000100000012000000DAD9462D7AC...	
8	8	010600000004000000010300000001000000390000006621B1E3C7BC...	
9	9	010600000078000000010300000001000000160000007231068681B9...	
10	10	010600000053000000010300000027000000A20F000093DDD0536DA...	
11	11	010600000010000000010300000001000000220000008248070437CB...	
12	12	01060000002E0000000103000000010000001B000000A448BE5F46B9...	
13	13	01060000003C0000000103000000010000001A0000001FD148BCA1B7...	
14	14	0106000000590000000103000000010000000800000058BE8932DD8...	
15	15	0106000000360000000103000000010000003900000005F55FCC52CA...	
16	16	01060000006000000001030000000100000029000000AC6FAE4429C2...	
17	17	010600000046000000010300000001000000260000000581D91358D...	
18	18	0106000000E1000000010300000001000000A000000466C47F7AFD1...	

cst_at				
oid_cst	classe	ti	tipo	
1	edificado muito denso	85	urbanizado	
2	edificado nao muito denso	65	urbanizado	
3	edificado com superficies livres	38	urbanizado	
4	edificado com muitas superficies livres	30	urbanizado	
5	areas industriais e comerciais	72	urbanizado	
6	campos e areas verdes	0	nao urbanizado	
7	areas florestais e vegetacao densa	0	nao urbanizado	
8	massa dagua	0	nao urbanizado	
9	corpo dagua	0	nao urbanizado	
10	pastagem boas condicoes hidrologicas		urbanizado	

```

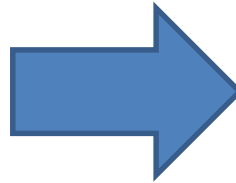
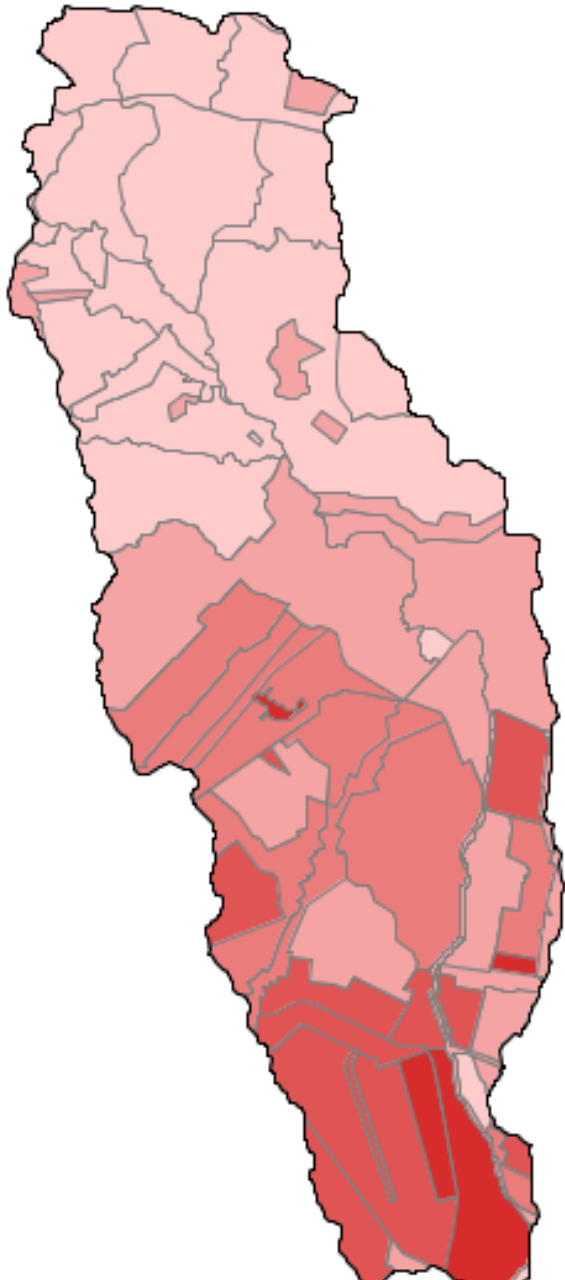
SELECT cstg.gid_cst, csa.oid_cst, csa.classe, csa.tipo, csa.ti,
csg.geom_cst
FROM cst_gm AS cstg natural join cst_at AS csa natural join
cst_st AS csst
WHERE cstg.gid_cst=csst.instg_cst and
csa.oid_cst=csst.instat_cst and (csst.datai, csst.dataf)
OVERLAPS (DATE'1962-01-01', DATE '1999-12-31');

```



Descrição	Script das consultas
Cálculo da área ocupada por cada classe de cobertura superficial do terreno no cenário de 2000.	SELECT classe, (select st_area(geom_cst)/1000000) as acst_2000 from cst_gm as csg, cst_st as csst, cst_at as csa where csst.dataf='infinity' and csst.instg_cst=csg.gid_cst and csst.instat_cst=csa.oid_cst;

IMPERMEABILIZAÇÃO



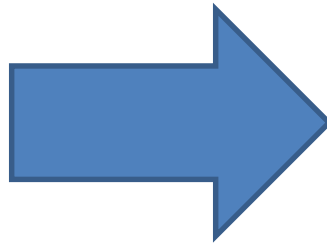
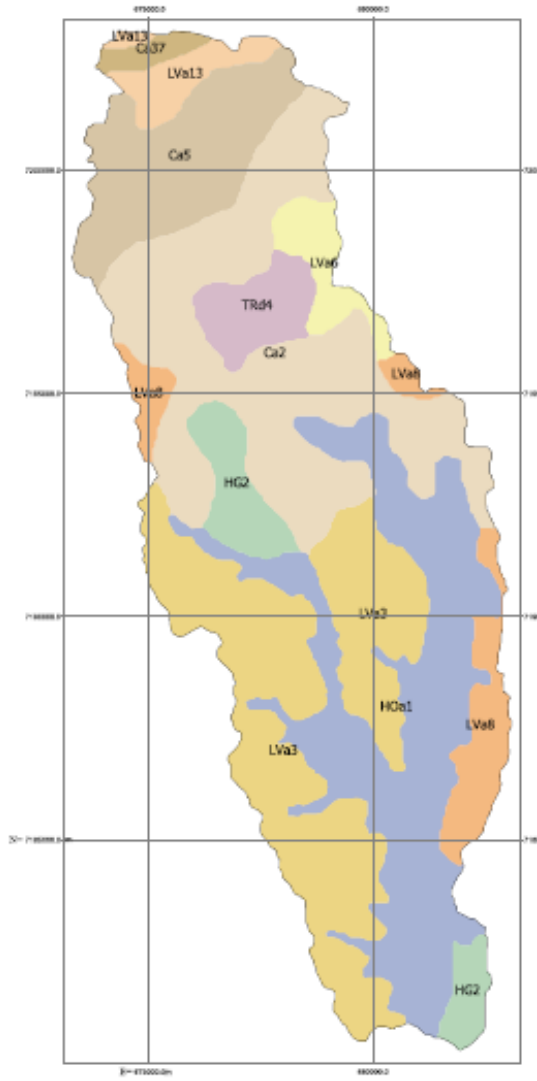
```
SELECT '2000' as cenario,  
(cast((sum(ti*(st_area(geom_cst)))/s  
um(st_area(geom_cst))) as numeric  
(10,2))) as taxa_imp  
FROM cst_st as cs, cst_gm as cg,  
cst_at as ca  
WHERE cs.instat_cst=ca.oid_cst and  
cs.instg_cst=cg.gid_cst and  
cs.dataf='infinity'
```



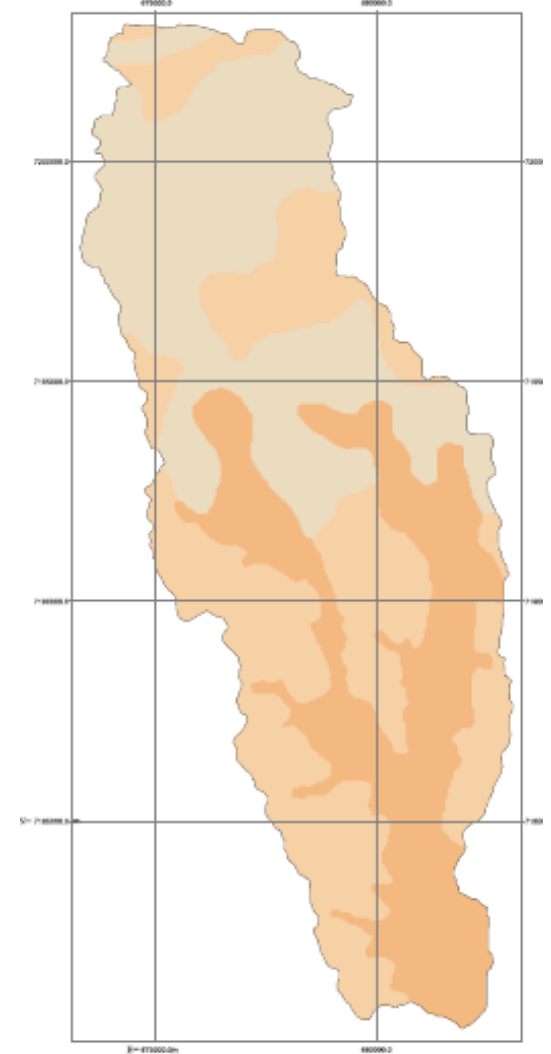
☒ cst_st as c...		
OFF ▾    		
	cenario	taxa_imp
1	1962	4.01
2	2000	29.20
3	plano diretor	67.62

ESTIMATIVA DA PRECIPITAÇÃO EFETIVA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ATUBA

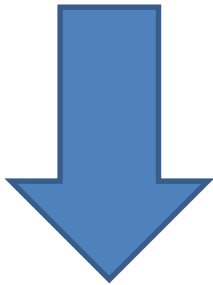
Grupo hidrológico de solos



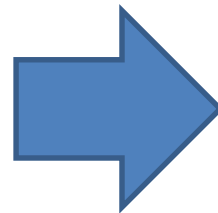
```
SELECT gx.ghs, ST_Multi  
(ST_Union(sg.geom_s)) as  
geom_ghs  
FROM solos_st as sst, solos_gm as  
sg, solos_at as sa, ghs_ax as gx  
WHERE sst.instg_s=sg.gid_s and  
sst.instat_s=sa.uid_s and  
sa.oid_ghs=gx.oid_ghs and  
dataf='infinity'  
GROUP BY gx.ghs;
```



SOBREPOSIÇÃO
ESPACIAL CSTxGHS



UNIDADES DE
RECURSO
HIDROLÓGICO



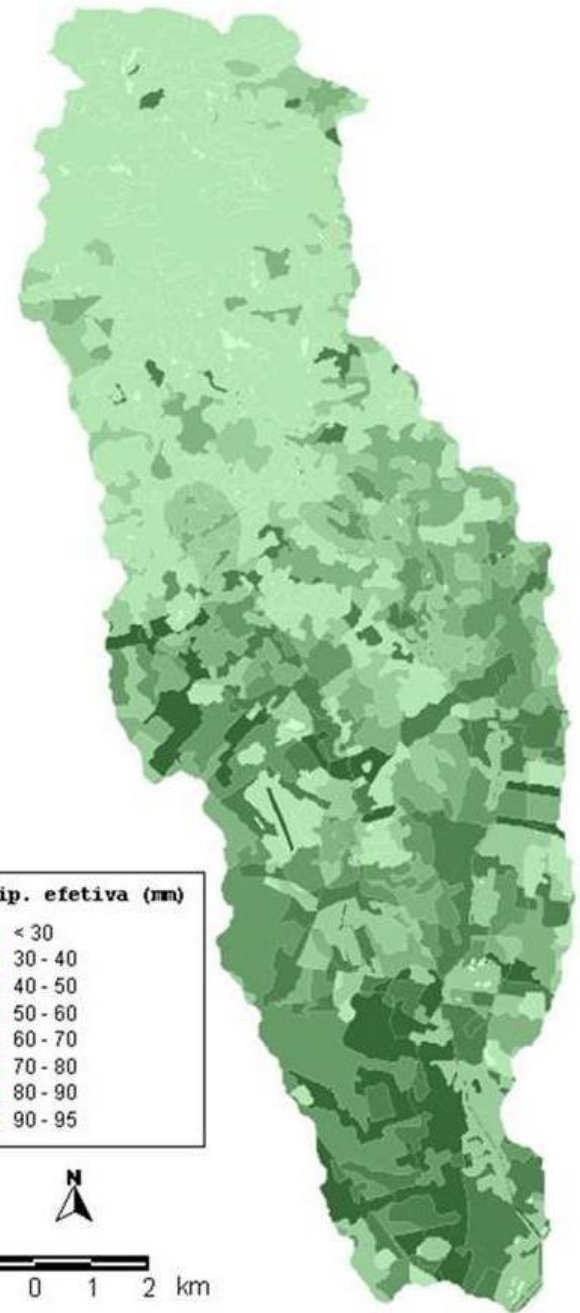
ESCOAMENTO SUPERFICIAL DIRETO

```
select
cnv.valorcn5,
ST_INTERSECTION (sg.geom_s, csg.geom_cst) as geom_urh
from cst_st as csst, cst_gm as csg, cst_at as csa, solos_st as
sst, solos_at as sa, solos_gm as sg, ghs_ax as gx, cn_ax as
cnx, cn_val as cnv
where csst.dataf='infinity' and csst.instg_cst=csg.gid_cst and
csst.instat_cst=csa.oid_cst and csa.oid_cst=cnx.oid_cst and
sst.dataf='infinity' and sst.instg_s=sg.gid_s and
sst.instat_s=sa.oid_s and sa.oid_ghs=gx.oid_ghs and
gx.oid_ghs=cnx.oid_ghs and cnx.oid_cn=cnv.oid_cn;
```

```
Select
((96.32 - (0.05*((25400/bu.valorcn5)-
254)))^2)/(96.32+(25400/bu.valorcn5-254)-
(0.05*((25400/bu.valorcn5)-254))) as pe,
bu.geom_urh
from resultados.base_urh_1962 AS bu;
```



1 0 1 2 km



Alteração no volume de escoamento superficial entre 1962 e 2000

	Cenário de 1962	Cenário de 2000	Aumento entre os cenários (%)
Volume de escoamento superficial (hm ³)	3,777	5,492	45,41%

CONCLUSÕES

- Respostas às questões definidas;
- Atendimento aos requisitos;
- BDE funcional;
- Aplicável para a modelagem e monitoramento do ESD;
- Aplicável na verificação dos impactos das alterações das características de uma bacia hidrográfica no ESD;
- Pode contribuir no processo de tomada de decisão no contexto do planejamento do uso e ocupação do solo.