

Tutorial passo a passo

Vista Saga Plugin 1.6.1 para QGIS 4

Vila Serena: do dado ao diagnóstico, nos sete módulos

Esdras de Lima Andrade

Novembro de 2026

Sumário

1. Antes de começar 3
A pergunta de Vila Serena 3
O que você precisa 3
O que tem na pasta de dados 3

2. Preparação do projeto 5

3. Lição 1 - Conversor de Formatos: preparar e trocar dados 7
1.1 Bairros: de vetor para GeoTIFF 7
1.2 Dar nome às classes do raster 8
1.3 Uso do solo 2020: de GeoTIFF para RS2 (e de volta) 8

4. Lição 2 - Assinatura: de que são feitos Centro e Beira-Rio? 10
Resultado esperado 11
Como ler 11

5. Lição 3 - Monitoria: o que mudou entre 2000 e 2020? 13
Resultado esperado 13
Como ler 14

6. Lição 4 - Combinação de Mapas: cidade sobre solo de várzea? 15
Resultado esperado 15

7. Lição 5 - Avaliação: onde a cidade pode crescer? 17
Montagem passo a passo 17
Resultado esperado 18
Como ler 19

8. Lição 6 - Análises Voronoi: qual escola atende cada parte da cidade? 20
6.1 Com Massa 20
6.2 Com Atrito 20
Resultado esperado 21
Como ler 22

9. Lição 7 - Sequenciador de Mapas: a expansão em animação 23

10. Fechamento: o diagnóstico de Vila Serena 25
Lista de conferência 25
Se o seu número não bateu 25
Próximos passos 25

1. Antes de começar

Este tutorial é um **exercício guiado**: você vai fazer, do começo ao fim, um diagnóstico territorial completo de uma cidade fictícia, **Vila Serena**, usando os sete módulos do Vista Saga Plugin. Cada passo diz o que clicar, o que preencher e **qual resultado você deve obter**. Se o seu número bater com o do texto, você fez certo.

O manual do usuário explica cada campo e cada conceito. Este tutorial faz o caminho inverso: parte de uma pergunta real e mostra como os módulos se encadeiam para respondê-la.

A pergunta de Vila Serena

Vila Serena é uma cidade de 400 hectares (2 km × 2 km), cortada por um rio de norte a sul, com uma serra a leste. Entre 2000 e 2020, a mancha urbana triplicou. A prefeitura quer saber:

1. **De que são feitos** os bairros Centro e Beira-Rio hoje? (Assinatura)
2. **O que mudou** entre 2000 e 2020, e às custas de quê? (Monitoria)
3. **Que associações** de uso do solo e solo existem, e onde há cidade sobre solo de várzea? (Combinação)
4. **Onde a cidade pode crescer** com menos conflito? (Avaliação)
5. **Qual escola atende cada parte** da cidade, considerando o tamanho das escolas e o rio? (Voronoi)
6. **Como mostrar** a expansão em uma animação para a audiência pública? (Sequenciador)

O Conversor de Formatos aparece primeiro, porque prepara um dos mapas e porque é a ponte com o Vista SAGA.

O que você precisa

Item	Detalhe
QGIS	Versão 4.x (Windows ou Linux).
Vista Saga Plugin	Versão 1.6.0 instalada (Complementos > Gerenciar e instalar > Instalar a partir do ZIP).
Dados do tutorial	**dados_tutorial_vila_serena_pt.zip** (dados sintéticos, livres para uso). Descompacte numa pasta sem acentos no caminho, por exemplo C:\VilaSerena\dados.
Tempo	Cerca de 2 horas para tudo; cada lição tem 10 a 20 minutos e pode ser feita sozinha.

O que tem na pasta de dados

Arquivo	Conteúdo
uso_solo_2000.tif, uso_solo_2010.tif, uso_solo_2020.tif	Uso do solo em três datas: 1 Área urbana, 2 Vegetação nativa, 3 Agricultura, 4 Pastagem, 5 Água.
solos.tif	1 Argissolo, 2 Latossolo, 3 Neossolo flúvico (solo de várzea, sujeito a inundação).
declividade.tif	1 Plano (0-3%), 2 Suave ondulado (3-8%), 3 Ondulado (8-20%), 4 Forte ondulado (> 20%).

Arquivo	Conteúdo
atrito.tif	Nota de atrito para o Voronoi: área urbana 1, pastagem e agricultura 2, vegetação 4, água 10.
bairros.gpkg	6 bairros (campos CODIGO e NOME).
escolas.gpkg	6 escolas (campos NOME e MATRICULAS).
aptidao_expansao.geosaga.json	Projeto pronto da Avaliação (pesos e notas da lição 5).

Todos os rasters têm a **mesma grade**: 200 × 200 células de 10 m, no SRC **SIRGAS 2000 / UTM 25S (EPSG:31985)**. Isso não é acaso: vários módulos comparam mapas célula por célula e exigem a mesma grade.

> **Os dados são sintéticos**
>
> Vila Serena não existe. Os mapas foram gerados por um script com semente fixa (docs/tutorial/gerar_dados.py, no repositório), de modo que todos obtêm exatamente os mesmos números. Os pesos e as notas usados nas lições são escolhas didáticas, não recomendações de método.

2. Preparação do projeto

1. Abra o QGIS 4 e crie um projeto novo (**Projeto > Novo**).
2. Defina o SRC do projeto: **Projeto > Propriedades > SRC**, procure **31985** e escolha **SIRGAS 2000 / UTM zone 25S**. Clique em **OK**.
3. Arraste para o painel de camadas os arquivos da pasta **dados**: os três **uso_solo**, **solos**, **declividade**, **atrito**, **bairros.gpkg** e **escolas.gpkg**.
4. Confira a legenda dos rasters categóricos: o QGIS deve mostrar os **nomes das classes** (Área urbana, Vegetação nativa…), porque eles estão gravados nos GeoTIFFs.
5. Salve o projeto na pasta do tutorial (**Projeto > Salvar como…**, por exemplo vila_serena.qgz).
6. Crie uma pasta **resultados** ao lado da pasta **dados**: todos os resultados das lições vão para lá.

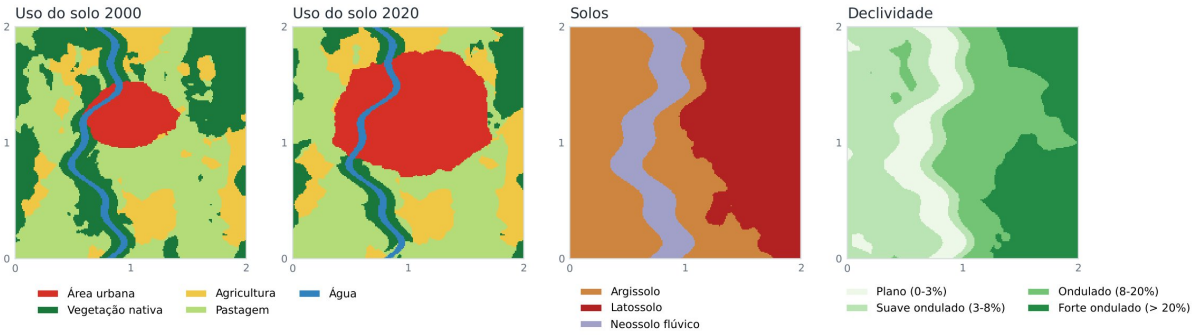


Figura 1 - Os mapas de Vila Serena: uso do solo em 2000 e 2020, solos e declividade

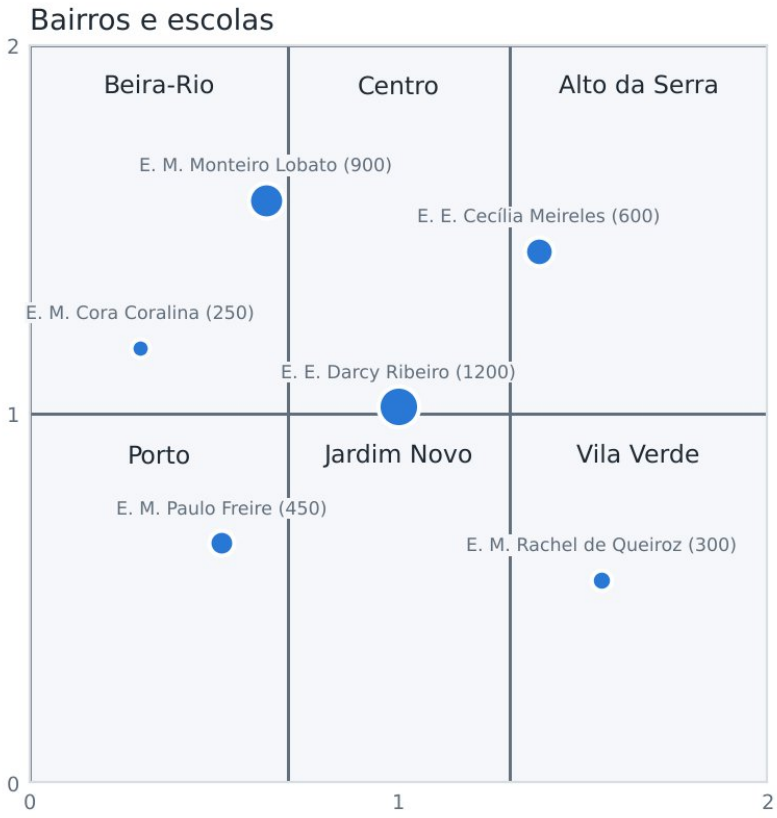


Figura 2 - Bairros e escolas (entre parênteses, o número de matrículas)

Por que o SRC importa tanto

O plugin **nunca reprojeta sem avisar** e **nunca adivinha o SRC** pelas coordenadas. Mapas em SRCs diferentes são recusados com uma mensagem clara. Em trabalhos reais, padronize o SRC (projetado, em metros) antes de começar: é o passo que mais evita retrabalho.

3. Lição 1 - Conversor de Formatos: preparar e trocar dados

Objetivo: transformar os bairros (vetor) num raster na mesma grade dos demais mapas, para usá-lo como referência na Assinatura; e exportar o uso do solo para o formato RS2, do Vista SAGA.

1.1 Bairros: de vetor para GeoTIFF

1. Abra **Vista Saga Plugin > Conversor de Formatos**.
2. Em **Converter**, escolha **Vetor → GeoTIFF (rasterização)**.
3. Em **Camada vetorial do projeto**, escolha **Bairros** e clique em **Selecionar**.
4. Em **Campo para rasterizar**, escolha **CODIGO**; em **Tamanho do pixel**, **10**.
5. Em **Arquivo de saída**, indique resultados\bairros.tif. Clique em **Executar**.



Figura 3 - Conversor de Formatos: bairros.gpkg para GeoTIFF

Resultado esperado: bairros.tif com **200 × 200 células de 10 m**, exatamente a grade dos outros mapas, porque os bairros cobrem toda a área de estudo. O raster é carregado com um estilo (.qml) que mostra só as classes reais.

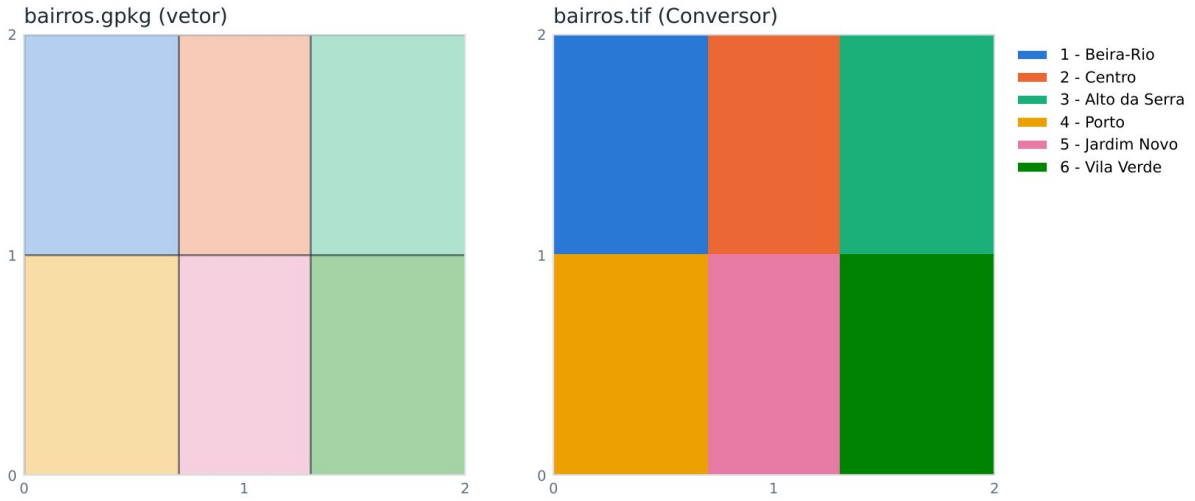


Figura 4 - O mesmo mapa antes (vetor) e depois (raster) da conversão

1.2 Dar nome às classes do raster

O GeoTIFF gerado guarda os **códigos** (1 a 6), e o QGIS mostra "Classe 1", "Classe 2"… A Assinatura usa os nomes do estilo da camada no QGIS; então, dê nome às classes agora:

1. Clique duas vezes na camada **bairros** (raster) e abra **Simbologia**.
2. Na coluna **Rótulo**, troque: 1 Beira-Rio, 2 Centro, 3 Alto da Serra, 4 Porto, 5 Jardim Novo, 6 Vila Verde.
3. Clique em **OK**. Para guardar os nomes junto do arquivo: **Estilo > Salvar como padrão**.

> **Dica que só o tutorial conta**
>
> A tabela de correspondência código → nome está no próprio bairros.gpkg (campos CODIGO e NOME). Abra a tabela de atributos ao lado da Simbologia e copie os nomes; em mapas com dezenas de classes, isso evita erro.

1.3 Uso do solo 2020: de GeoTIFF para RS2 (e de volta)

1. No Conversor, escolha **GeoTIFF → RS2 (formato Vista SAGA)**.
2. Em **Arquivo de entrada**, indique dados\uso_solo_2020.tif; em **Arquivo de saída**, resultados\uso_solo_2020.rs2. Clique em **Executar**.
3. Para conferir, faça o caminho de volta: **RS2 → GeoTIFF**, entrada uso_solo_2020.rs2, saída uso_solo_2020_de_volta.tif. Confira o SRC: o plugin o lê do arquivo .rs2.json gravado no passo anterior (**EPSG:31985**).

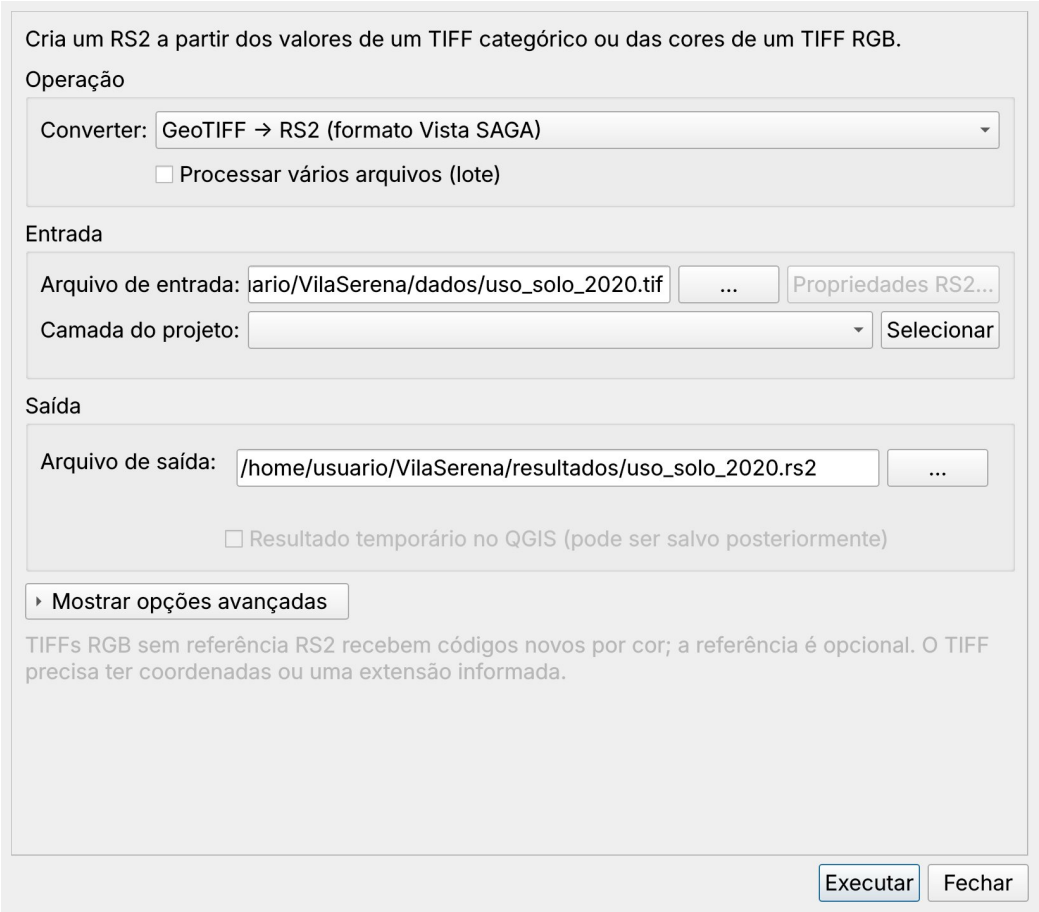


Figura 5 - Conversor de Formatos: GeoTIFF para RS2

Resultado esperado: um arquivo RS2 de 140.002 bytes, mais o arquivo lateral **uso_solo_2020.rs2.rs2.json**, que guarda o SRC, a legenda e a correspondência dos códigos. O GeoTIFF de volta é **idêntico célula a célula** ao original, com os mesmos nomes e cores.

> **Atenção**
>
> O RS2 **não guarda o SRC**. Ao levar um RS2 para outra pasta ou outra pessoa, leve também o .rs2.json; sem ele, o plugin pedirá que você confirme o SRC.

4. Lição 2 - Assinatura: de que são feitos Centro e Beira-Rio?

Objetivo: medir, dentro dos bairros Centro e Beira-Rio, quanto ocupa cada classe de uso do solo, de solo e de declividade.

1. Abra **Vista Saga Plugin > Assinatura**, guia **Raster**.
2. Em **1. Mapas**, adicione **primeiro** o raster **bairros** (ele será a referência) e depois **Uso do solo 2020**, **Solos** e **Declividade** (Camada no QGIS + **Adicionar camada selecionada**).
3. Em **2. Seleção na referência**, marque **1 - Beira-Rio** e **2 - Centro**.
4. Em **3. Opções**, deixe **Resultado por feição** ligado (um bloco para cada bairro, além da união).
5. Em **4. Resultado**, escreva o título "Centro e Beira-Rio" e escolha resultados\assinatura.csv (o TXT é gravado ao lado). Clique em **Executar**.

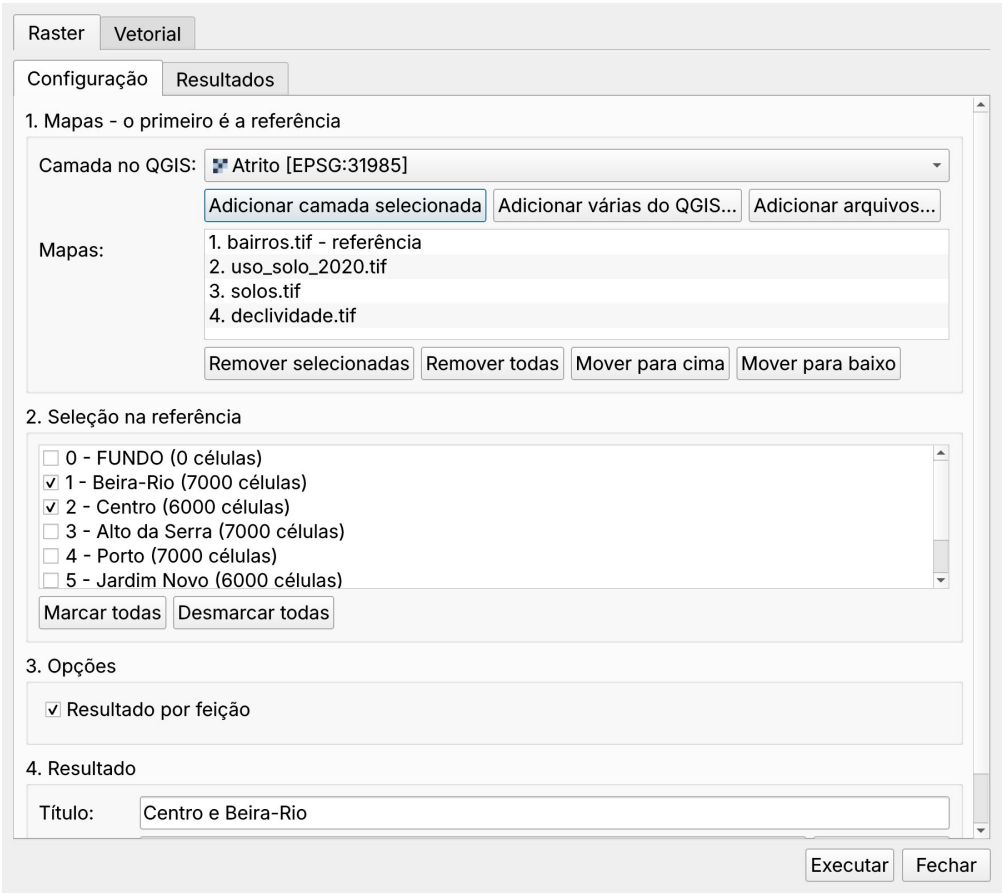
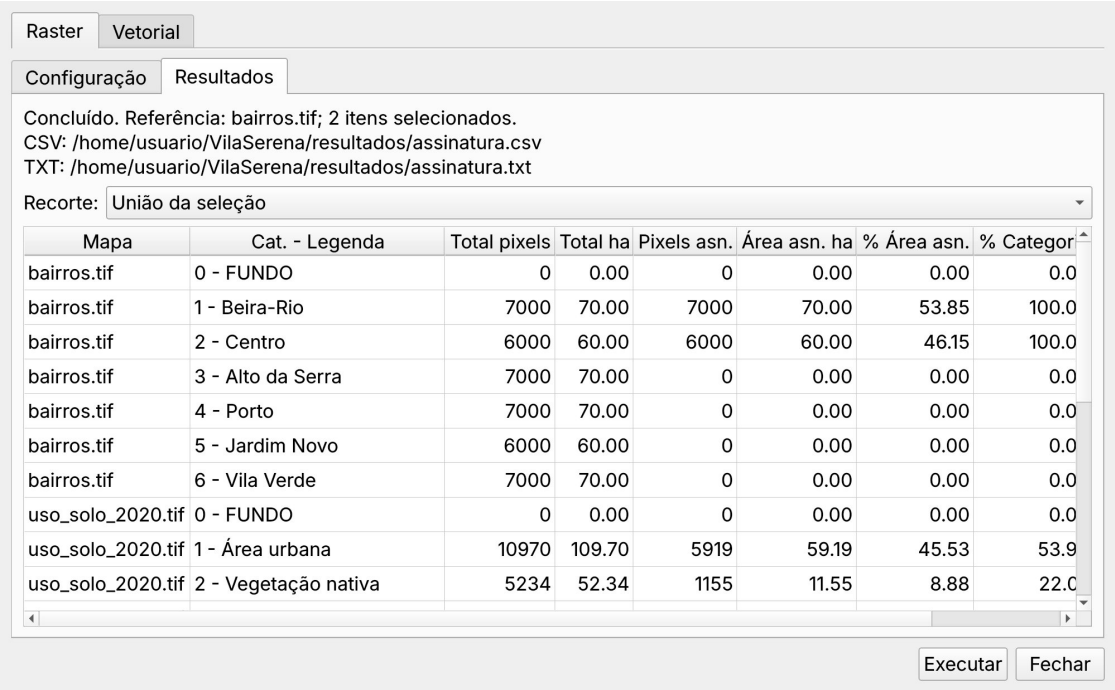


Figura 6 - Assinatura: bairros como referência, Centro e Beira-Rio marcados



Mapa	Cat. - Legenda	Total pixels	Total ha	Pixels asn.	Área asn. ha	% Área asn.	% Categor
bairros.tif	0 - FUNDO	0	0.00	0	0.00	0.00	0.0
bairros.tif	1 - Beira-Rio	7000	70.00	7000	70.00	53.85	100.0
bairros.tif	2 - Centro	6000	60.00	6000	60.00	46.15	100.0
bairros.tif	3 - Alto da Serra	7000	70.00	0	0.00	0.00	0.0
bairros.tif	4 - Porto	7000	70.00	0	0.00	0.00	0.0
bairros.tif	5 - Jardim Novo	6000	60.00	0	0.00	0.00	0.0
bairros.tif	6 - Vila Verde	7000	70.00	0	0.00	0.00	0.0
uso_solo_2020.tif	0 - FUNDO	0	0.00	0	0.00	0.00	0.0
uso_solo_2020.tif	1 - Área urbana	10970	109.70	5919	59.19	45.53	53.9
uso_solo_2020.tif	2 - Vegetação nativa	5234	52.34	1155	11.55	8.88	22.0

Figura 7 - Assinatura, guia Resultados: a tabela da união da seleção

Resultado esperado

A união dos dois bairros tem **130,00 ha** (Beira-Rio 70,00 ha + Centro 60,00 ha). Para o uso do solo de 2020:

Classe	Área assinada (ha)	% Área Asn.	% Categoria
Área urbana	59,19	45,53	53,96
Vegetação nativa	11,55	8,88	22,07
Agricultura	19,84	15,26	26,41
Pastagem	32,95	25,35	21,96
Água	6,47	4,98	50,55

Como ler

- **% Área Asn.** responde "de que é feito o lugar": 45,53% da área dos dois bairros é urbana. Essa coluna soma 100% em cada mapa.
- **% Categoria** responde "quanto da classe está aqui": 53,96% de toda a área urbana de Vila Serena está nesses dois bairros, e 50,55% da água. Essa coluna **não** soma 100%.
- Por bairro, o contraste é forte: o Centro é 70,75% urbano; a Beira-Rio, só 23,91%, com 46,36% de pastagem.
- No Centro, 32,65% da área é Neossolo flúvico, solo de várzea: uma pista que a Combinação e a Avaliação vão confirmar.

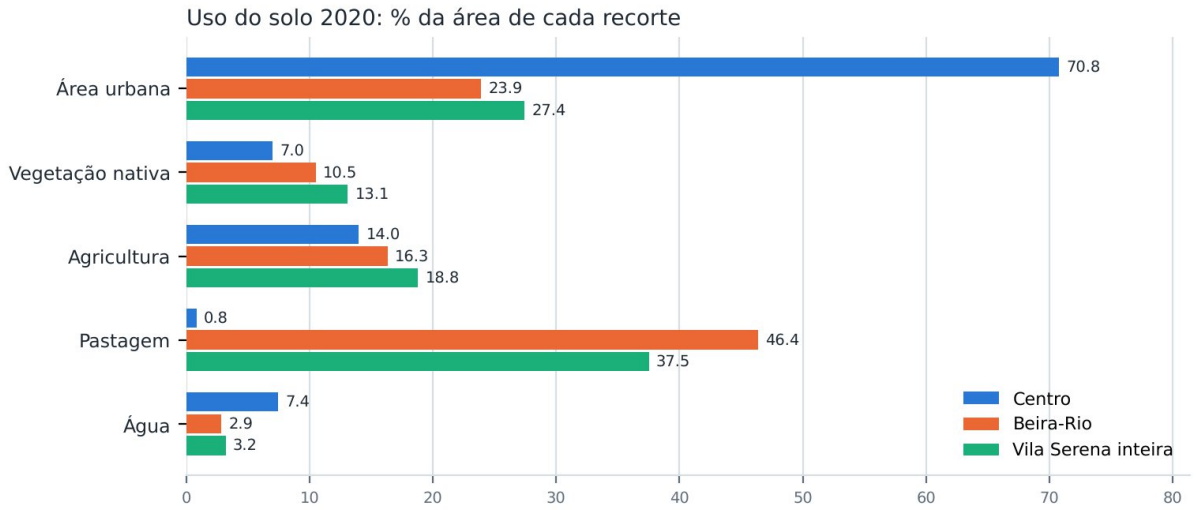


Figura 8 - Uso do solo 2020 em cada recorte: Centro, Beira-Rio e a cidade inteira

Dicas que só o tutorial conta

- A tabela da própria referência (bairros) mostra 100% nas classes marcadas: é a conferência do tamanho exato do limite. Se não der 100%, a seleção não é a que você pensa.
- Não some os blocos por bairro para obter a união: use o bloco "União da seleção".
- No CSV, filtre a coluna RECORTE (UNIAO ou FEICAO) e monte uma tabela dinâmica por MAPA e CLASSE.

Exercício: assine sozinho o bairro **Jardim Novo**, a fronteira de expansão da cidade. Qual a % de área urbana? E de vegetação nativa?

5. Lição 3 - Monitoria: o que mudou entre 2000 e 2020?

1. Abra **Vista Saga Plugin > Monitoria**, guia **Raster**.
2. Em **Mapa inicial**, escolha **Uso do solo 2000** e escreva **2000** em Período.
3. Em **Mapa final**, escolha **Uso do solo 2020** e escreva **2020** em Período.
4. Em **Título do estudo**, "Uso do solo 2000 - 2020"; em **Salvar em**, resultados\transicoes_2000_2020.tif.
5. Clique em **Executar**.

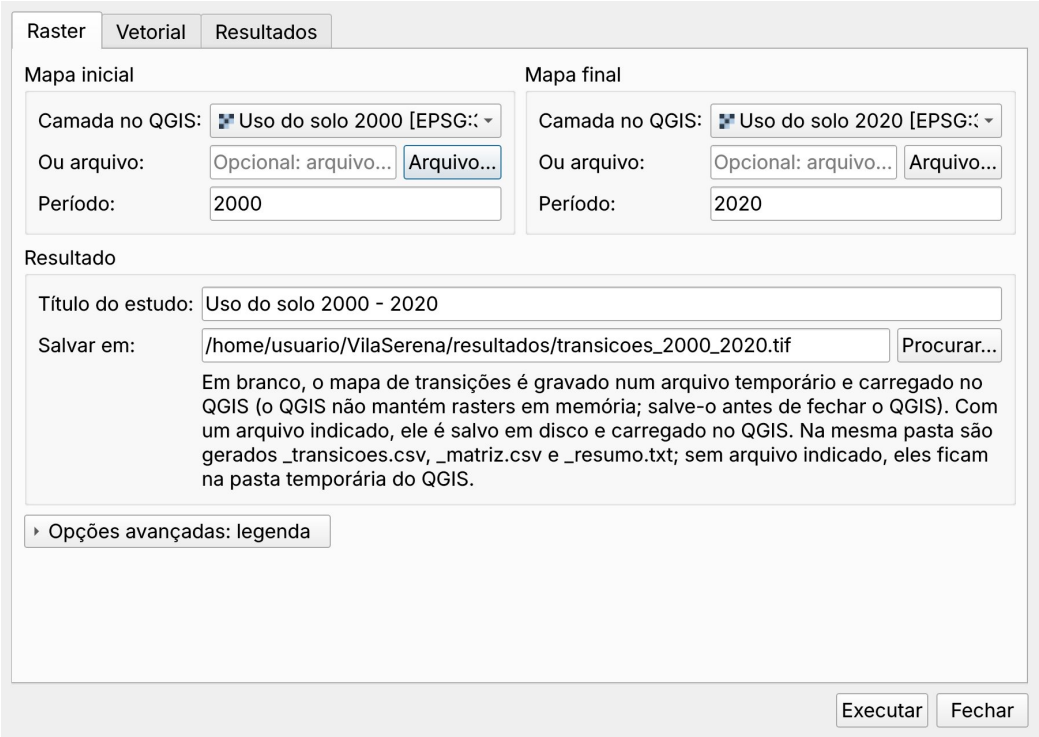


Figura 9 - Monitoria: os dois períodos e o resultado

Resultado esperado

Das 40.000 células (400 ha), **69,11% permaneceram** na mesma classe (276,46 ha) e **30,89% mudaram** (123,54 ha). As maiores mudanças:

Transição	Área (ha)	% da área
Pastagem → Área urbana	46,98	11,74
Vegetação nativa → Pastagem	29,56	7,39
Vegetação nativa → Área urbana	21,85	5,46
Vegetação nativa → Agricultura	16,77	4,19
Agricultura → Área urbana	8,38	2,10

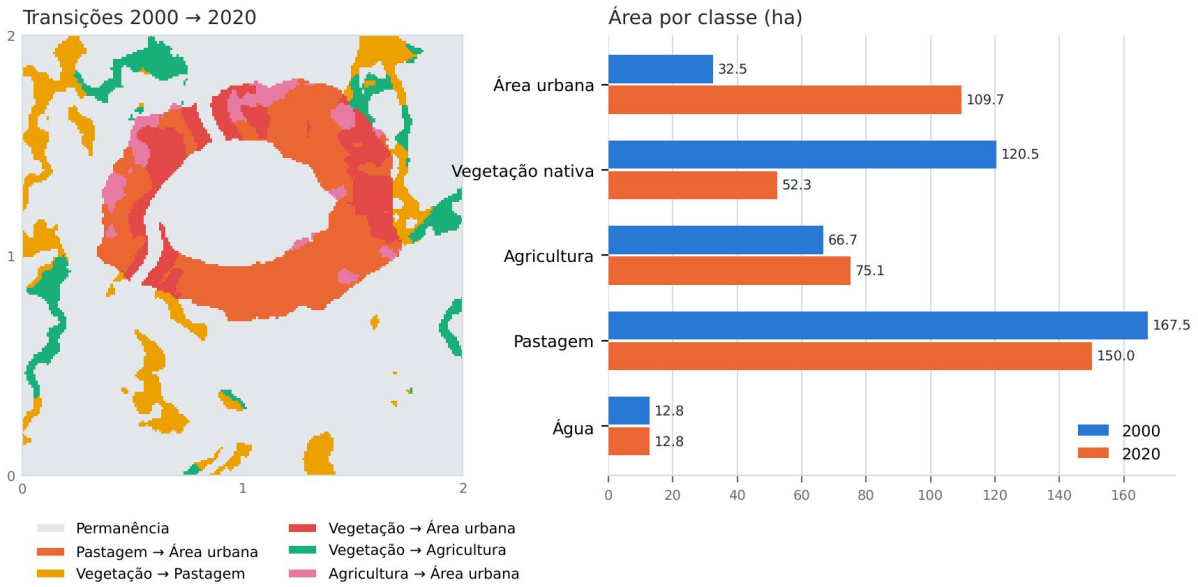


Figura 10 - O mapa de transições (permanência em cinza) e a área de cada classe nas duas datas

Como ler

- A área urbana passou de **32,49 ha para 109,70 ha** (3,4 vezes). Quase metade do crescimento veio de pastagem (46,98 ha) e um quarto, de vegetação nativa (21,85 ha).
- A vegetação nativa caiu de **120,52 ha para 52,34 ha** (-56,6%): perdeu área para a cidade, para a pastagem e para a agricultura.
- A água (12,80 ha) não mudou: é um bom controle de qualidade. Se a água "mudasse", desconfie dos mapas.
- Na matriz (_matriz.csv), leia **por linha**: cada linha mostra para onde foi cada classe de 2000.

Dica que só o tutorial conta

Abra o _transicoes.csv no Excel ou no LibreOffice e ordene pela coluna AREA_HA: as cinco primeiras linhas de mudança contam a história do período. A coluna LEGENDA já vem em linguagem de relatório ("Deixou de ser: Pastagem | Tornou-se: Área urbana").

6. Lição 4 - Combinação de Mapas: cidade sobre solo de várzea?

1. Abra **Vista Saga Plugin > Combinação de Mapas**, guia **Raster**.
2. Adicione **Uso do solo 2020** e depois **Solos** (a ordem define a ordem das colunas na tabela).
3. Em **Salvar em**, indique resultados\uso2020_x_solos.tif e clique em **Executar**.

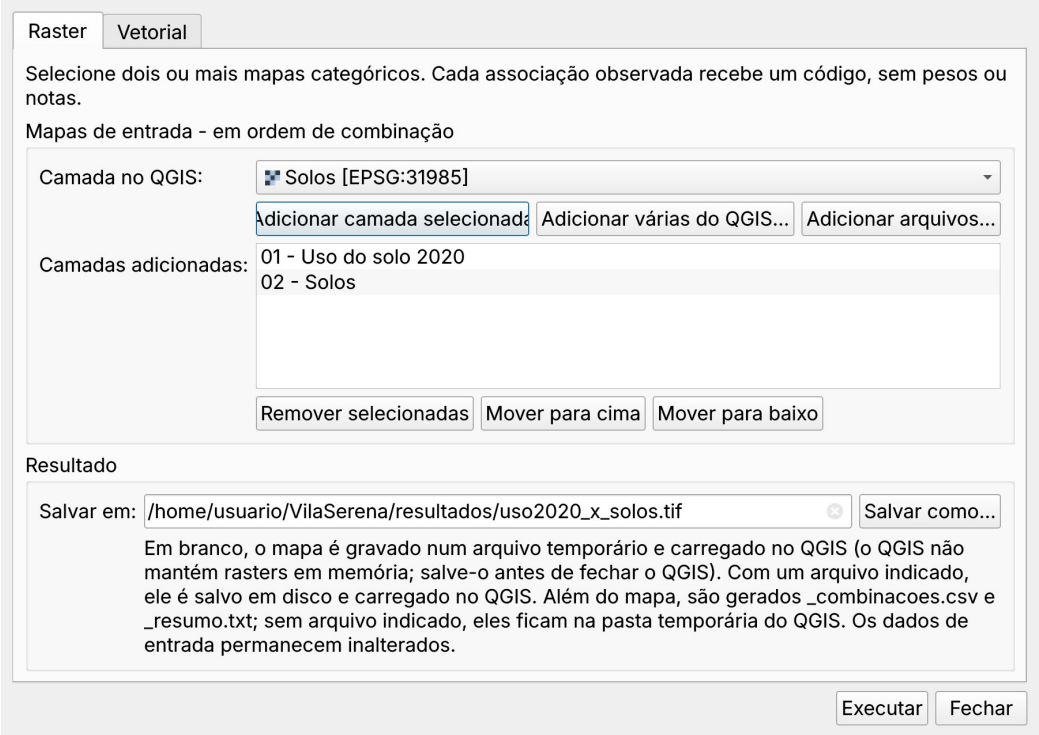


Figura 11 - Combinação de Mapas: uso do solo 2020 e solos

Resultado esperado

13 combinações observadas, em 400 ha. A maior é **Pastagem | Argissolo** (98,07 ha, 24,52%). A que interessa à prefeitura é **Área urbana | Neossolo flúvico: 17,89 ha (4,47%)**: cidade construída sobre solo de várzea, sujeito a inundação.

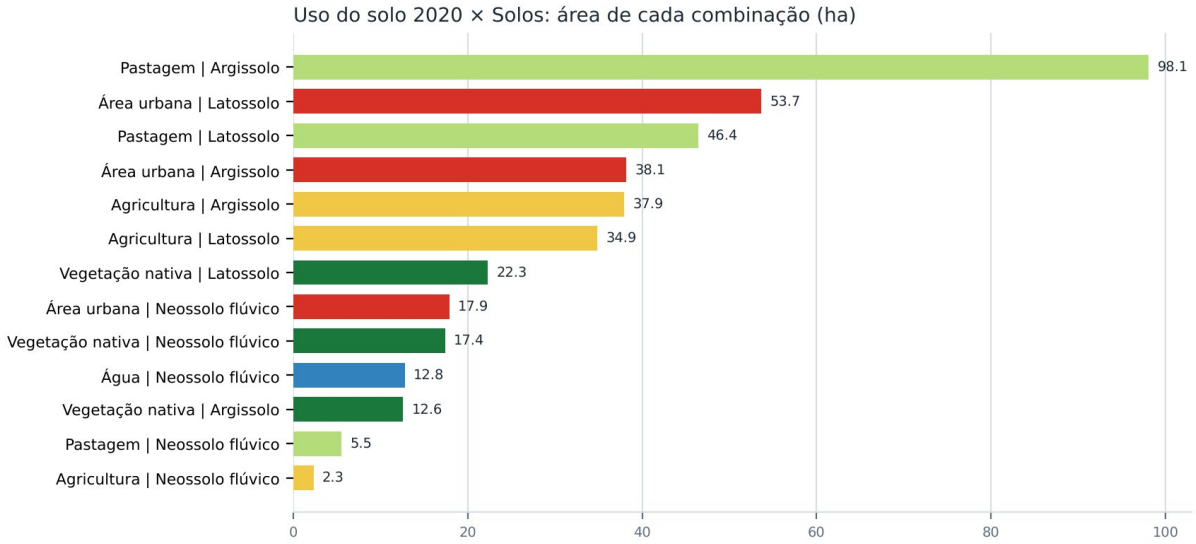


Figura 12 - Área de cada combinação de uso do solo e solo

Dica que só o tutorial conta

No QGIS, use a ferramenta **Identificar** sobre o mapa combinado: o código da célula corresponde ao ID_COMB do _combinacoes.csv. Para destacar só as áreas urbanas em várzea, abra a Simbologia e desmarque as demais combinações.

7. Lição 5 - Avaliação: onde a cidade pode crescer?

Objetivo: produzir uma carta de aptidão à expansão urbana pela média ponderada de três critérios. Os pesos e as notas abaixo são **didáticos**: num estudo real, eles precisam ser justificados (literatura, consulta a especialistas, legislação).

Critério (peso)	Notas (0 a 10)
Declividade (40%)	Plano 10; Suave ondulado 8; Ondulado 4; Forte ondulado 1
Solos (25%)	Argissolo 7; Latossolo 9; Neossolo flúvico 2 (várzea, inundável)
Uso do solo 2020 (35%)	Área urbana 8; Vegetação nativa 1; Agricultura 6; Pastagem 9; Água: Não avaliar

Montagem passo a passo

1. Abra **Vista Saga Plugin > Avaliação**, guia **Raster**. Escala das notas: **0 a 10**.
2. Adicione **Declividade**, **Solos** e **Uso do solo 2020**. Os pesos entram em branco, de propósito.
3. Digite os pesos 40, 25 e 35 (a tecla **Tab** salta de peso em peso). A linha abaixo da tabela deve dizer "Pesos: 100,00% - distribuição válida".
4. Selecione cada mapa e digite as notas das classes. Em **Água**, marque **Não avaliar**.
5. Clique em **Validar**: não pode restar nenhuma classe com nota "—".
6. Em **Salvar em**, indique resultados\aptidao_expansao.tif, mantenha os dois relatórios marcados e clique em **Executar**.

> **Atalho**
>
> Em vez de digitar tudo, clique em **Abrir projeto…** e escolha dados\aptidao_expansao.geosaga.json: os três mapas, os pesos e as notas são carregados de uma vez. É assim que você reaproveita uma avaliação.

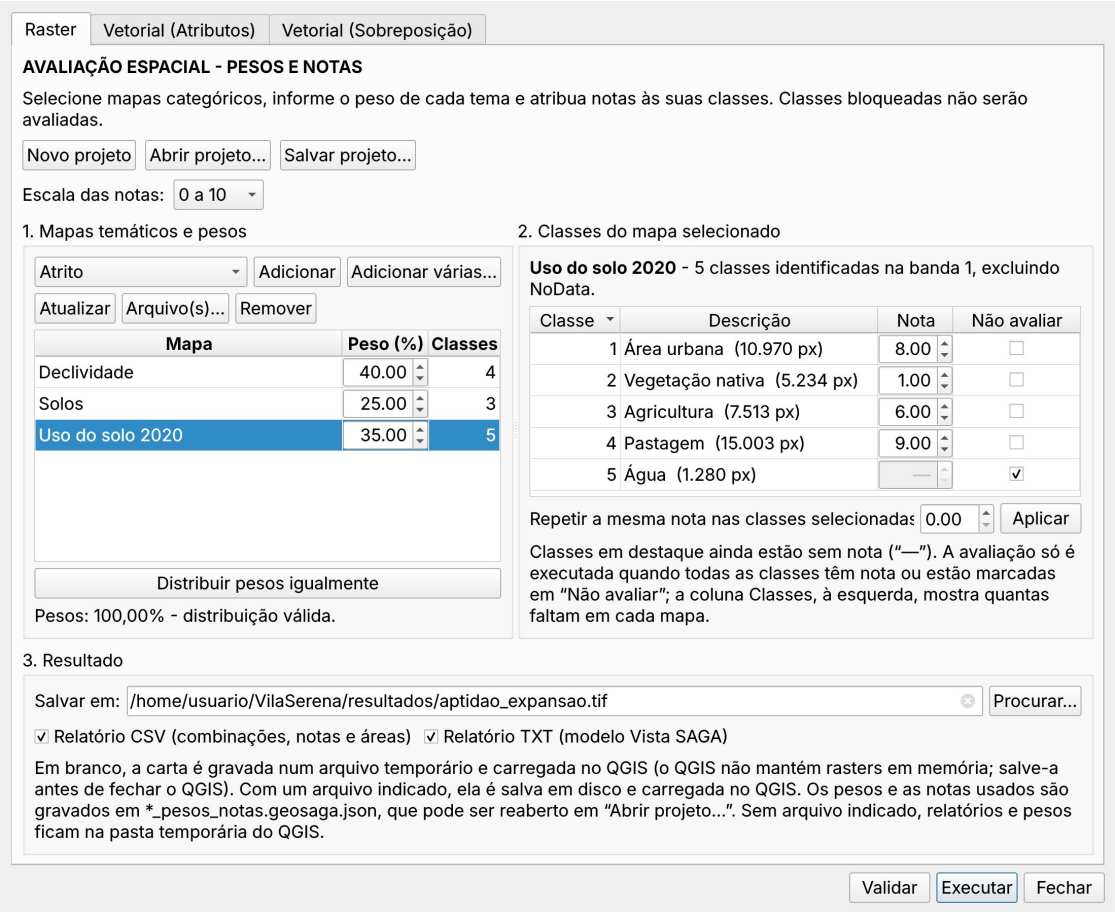


Figura 13 - Avaliação: pesos, notas e Água em "Não avaliar"

Resultado esperado

38.720 células avaliadas (387,2 ha) e 1.280 sem avaliação (a água, 12,8 ha). Nota mínima **3,0**, máxima **8,9**, média **6,34**. Área por nota final (como no relatório):

Nota final	3	4	5	6	7	8	9
Área (ha)	21,83	2,76	86,49	70,35	107,70	93,44	4,63

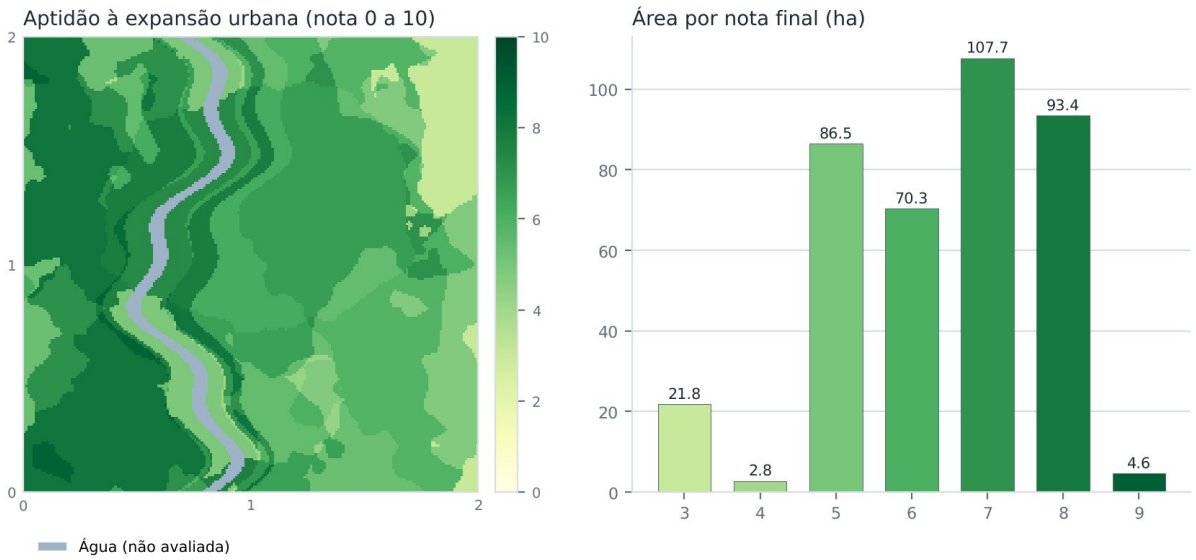


Figura 14 - Carta de aptidão à expansão urbana e área por nota final

Como ler

- As notas **8 e 9** (98,07 ha) são as áreas mais aptas: quase todas em relevo plano ou suave ondulado, sobre argissolo, ocupadas por pastagem ou já urbanas.
- A nota **3** (21,83 ha) junta o pior de tudo: vegetação nativa em encosta forte.
- Um resultado que ensina: o **Latossolo**, apesar da nota 9, tem a menor nota média (5,51), porque fica na serra, em declividade alta. A declividade (40%) pesa mais que o solo (25%) e domina. Já a várzea (Neossolo flúvico, nota 2) fica com média 6,18: é plana, e o solo a penaliza só em parte. Se a prefeitura quiser excluir a várzea de vez, não basta nota baixa: marque a classe como **Não avaliar**.

Dicas que só o tutorial conta

- A nota "—" bloqueia a execução: o plugin **nunca supõe nota 0**. Isso é proposital, para que nenhuma classe entre na conta sem decisão sua.
- Cada execução grava *_pesos_notas.geosaga.json ao lado da carta: é o registro exato do que você usou. Guarde-o junto do relatório do estudo.
- Teste a sensibilidade: troque os pesos para 50/20/30 e compare as cartas. Se o mapa mudar muito, a decisão sobre os pesos é crítica e precisa de justificativa forte.

8. Lição 6 - Análises Voronoi: qual escola atende cada parte da cidade?

Três versões da mesma pergunta: pela distância pura (**Simples**), pelo porte da escola (**Com Massa**, matrículas) e pela dificuldade de deslocamento (**Com Atrito**, o rio custa caro para atravessar).

6.1 Com Massa

1. Abra **Vista Saga Plugin > Análises Voronoi**, guia **Raster**.
2. Em **Modalidade**, escolha **Com Massa**.
3. Em **Pontos geradores**, **Escolas**; em **Identificação do ponto**, **NOME**; em **Campo de massa**, **MATRICULAS**.
4. Em **Extensão da análise**, escolha **Grade de raster de referência** e, em **Raster de referência**, **Atrito**: assim o resultado cai exatamente na grade dos outros mapas.
5. Em **Salvar em**, resultados\voronoi_com_massa.tif. Clique em **Executar**.

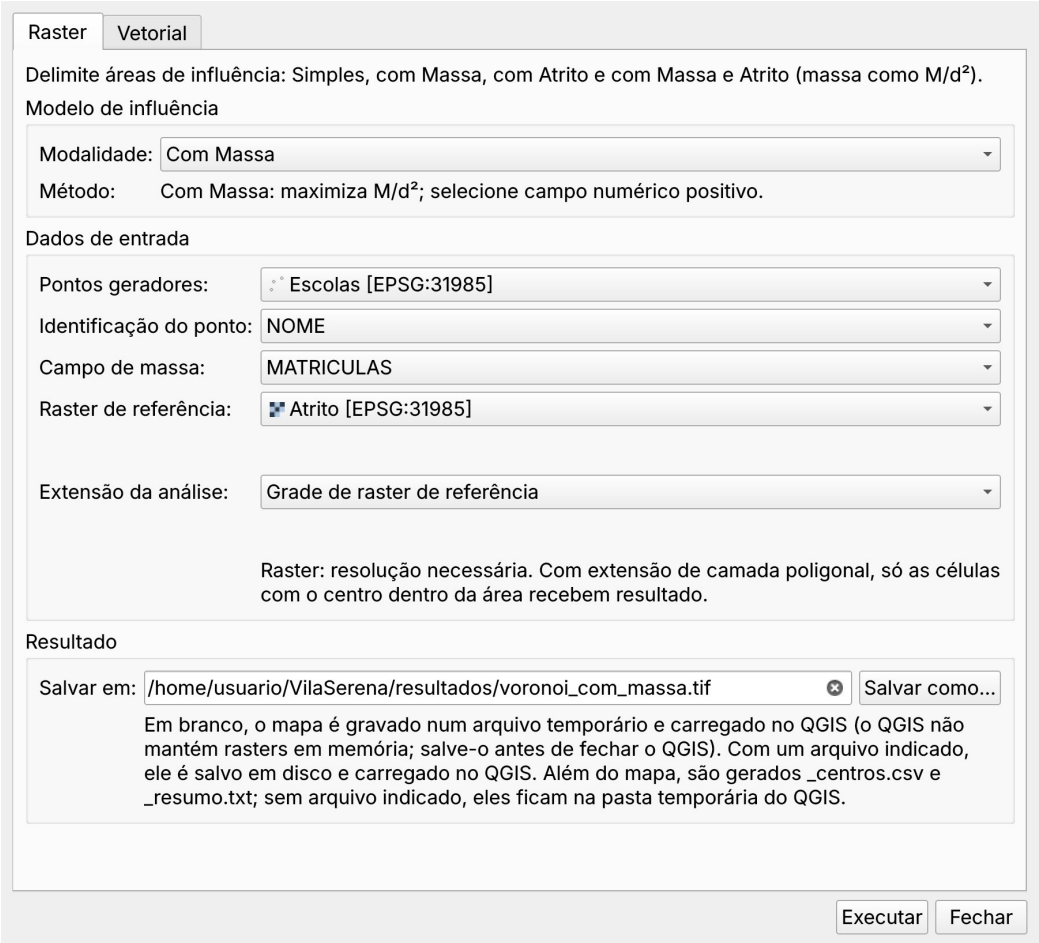


Figura 15 - Análises Voronoi, Com Massa: matrículas como massa, grade do raster de atrito

6.2 Com Atrito

1. Troque a **Modalidade** para **Com Atrito**.

2. Em **Tipo de superfície**, **Raster**; em **Superfície de atrito**, **Atrito**.
3. Mantenha a grade do raster de referência; em **Salvar em**, resultados\voronoi_com_atrito.tif. Clique em **Executar**.
4. Para comparar, rode também a modalidade **Simples** (resultados\voronoi_simples.tif).

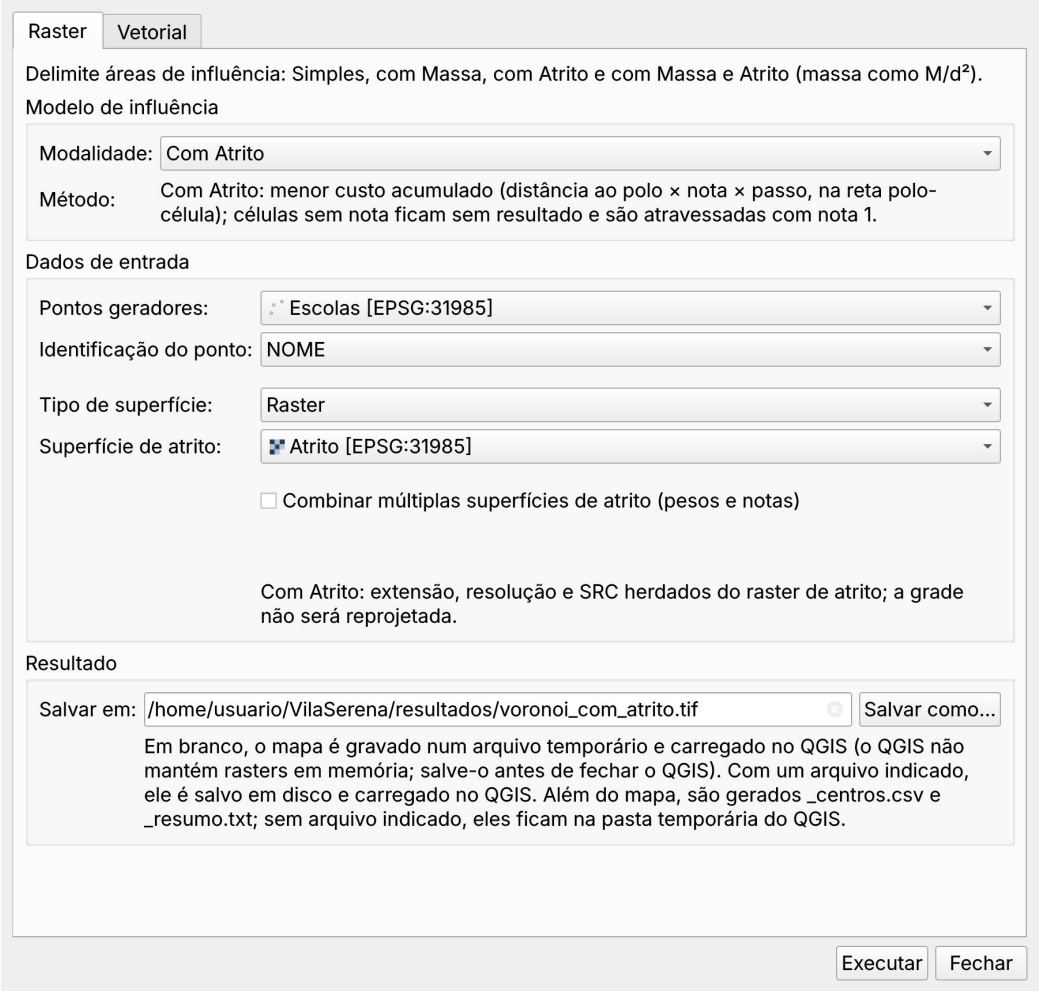


Figura 16 - Análises Voronoi, Com Atrito: superfície de atrito raster

Resultado esperado

Escola (matrículas)	Simples (ha)	Com Massa (ha)	Com Atrito (ha)
E. M. Monteiro Lobato (900)	59,40	72,94	49,70
E. E. Cecília Meireles (600)	85,86	76,92	97,85
E. M. Paulo Freire (450)	83,50	69,66	68,12
E. M. Rachel de Queiroz (300)	90,14	57,55	86,83
E. E. Darcy Ribeiro (1.200)	40,52	100,34	56,99
E. M. Cora Coralina (250)	40,58	22,59	40,51

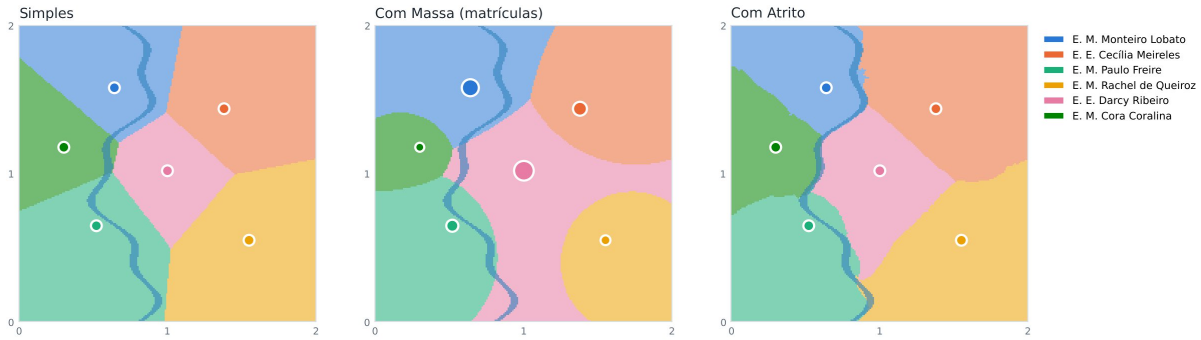


Figura 17 - As regiões de influência nas três modalidades (na modalidade Com Massa, o tamanho do ponto é proporcional às matrículas)

Como ler

- **Com Massa**, a E. E. Darcy Ribeiro (1.200 matrículas) passa de 40,52 para **100,34 ha**; a E. M. Cora Coralina (250) cai de 40,58 para 22,59 ha. O critério é M/d^2: uma escola com massa 4 vezes maior alcança o dobro da distância, não o quádruplo.
- **Com Atrito**, a E. M. Monteiro Lobato, junto ao rio, perde área (59,40 → 49,70 ha): atravessar a água custa 10 vezes mais que andar na cidade. A E. E. Cecília Meireles ganha (85,86 → 97,85 ha).
- O custo é medido na **reta** entre a escola e cada lugar, como no Vista SAGA: não é o caminho de menor custo (r.cost do GRASS). A reta "paga" o rio; não o contorna.

Dicas que só o tutorial conta

- Nota de atrito 0 é recusada; para "quase sem atrito", use 0,1.
- Em caso de empate exato, ganha o primeiro ponto da camada.
- O _centros.csv traz a área e a % de cada escola: cole-o ao lado da tabela de matrículas e calcule matrículas por hectare atendido.

9. Lição 7 - Sequenciador de Mapas: a expansão em animação

1. Abra **Vista Saga Plugin > Sequenciador de Mapas**, guia **Raster**.
2. Adicione, nesta ordem, **Uso do solo 2000**, **Uso do solo 2010** e **Uso do solo 2020** (o plugin lê o ano no nome; use **Ordenar por data** se precisar).
3. Em **2. Dimensões e composição**: largura e altura **600**, duração **1000 ms / quadro**, **Exibir data/período sobre o mapa** ligado.
4. Em **3. Saídas e prévia**, indique resultados\vila_serena_2000_2020.gif e marque a exportação dos quadros em PNG. Clique em **Executar**.

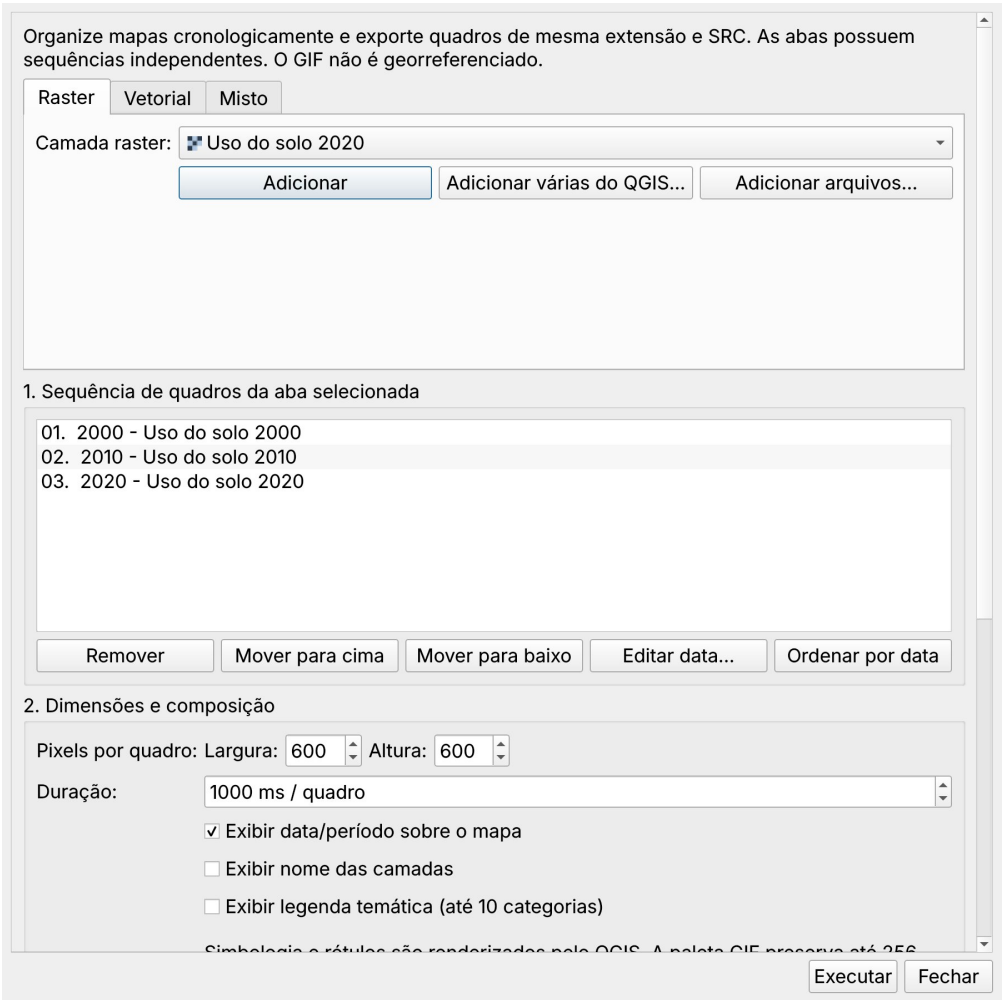


Figura 18 - Sequenciador de Mapas: três quadros, 600 × 600 pixels

Resultado esperado: um GIF de 3 quadros (2000, 2010, 2020) com o ano no canto, e uma pasta com os três PNGs (quadro_001_2000.png…). Os quadros usam a simbologia que está no QGIS.

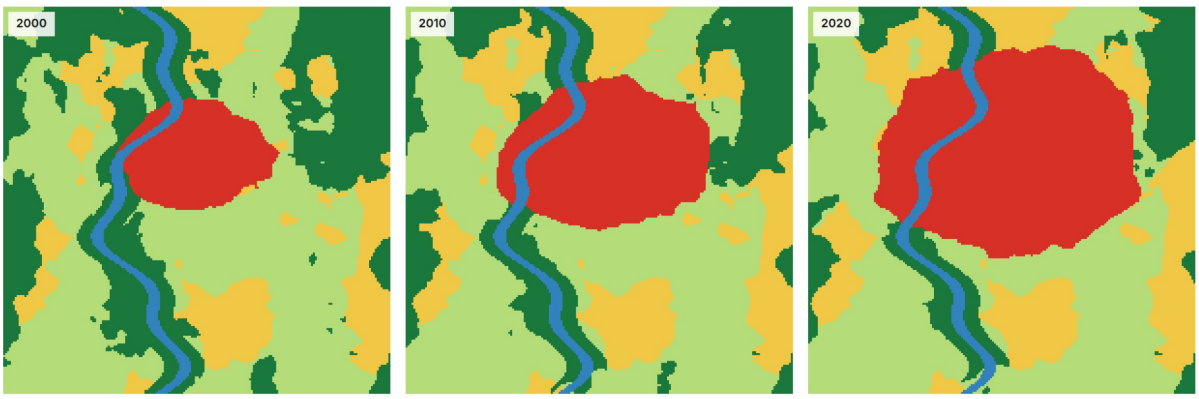


Figura 19 - Os três quadros gerados pelo Sequenciador

> **Dica que só o tutorial conta**
>
> O GIF tem no máximo 256 cores. Para uma apresentação de slides, use os PNGs: as cores ficam exatas e você controla o tempo de cada quadro no próprio programa de apresentação.

10. Fechamento: o diagnóstico de Vila Serena

Juntando as lições, a resposta à prefeitura cabe em cinco frases:

1. O Centro já é 70,8% urbano, e um terço dele está sobre solo de várzea (Assinatura).
2. Em 20 anos, a cidade triplicou, principalmente sobre pastagem, e a vegetação nativa perdeu mais da metade da área (Monitoria).
3. Há 17,89 ha de cidade sobre Neossolo flúvico, prioridade para drenagem e controle de cheias (Combinação).
4. As áreas mais aptas para crescer (notas 8 e 9, 98,07 ha) ficam em relevo plano ou suave, quase todas fora da várzea (Avaliação).
5. O rio redesenha o atendimento escolar: considerar a travessia muda a área atendida da maioria das escolas (Voronoi).

Lista de conferência

Lição	Arquivo esperado em resultados	Número-chave
1	bairros.tif, uso_solo_2020.rs2 (+ .rs2.json)	200 × 200 células; ida e volta idêntica
2	assinatura.csv, assinatura.txt	Área urbana na união: 59,19 ha (45,53%)
3	transicoes_2000_2020.tif + _transicoes.csv, _matriz.csv, _resumo.txt	Mudança: 30,89%
4	uso2020_x_solos.tif + _combinacoes.csv, _resumo.txt	13 combinações
5	aptidao_expansao.tif + relatórios CSV e TXT + _pesos_notas.geosaga.json	Média 6,34
6	voronoi_*.tif + _centros.csv, _resumo.txt	Darcy Ribeiro Com Massa: 100,34 ha
7	vila_serena_2000_2020.gif + pasta de PNGs	3 quadros

Se o seu número não bateu

- Confira se usou os mapas certos (2000 e 2020, não 2010) e a ordem certa na lista.
- Confira o SRC do projeto e das camadas (EPSG:31985).
- Na Avaliação, confira pesos e notas com o projeto pronto (aptidao_expansao.geosaga.json).
- No Voronoi, confira a extensão: com "Extensão visível no QGIS", a área total muda com o zoom e as áreas não batem; use a grade do raster de referência.

Próximos passos

- Repita as lições com os seus dados: o roteiro é o mesmo.
- Consulte o **Manual do Usuário** para todos os campos, opções avançadas e dicas de cada módulo.
- Assista aos vídeos de cada módulo no canal do projeto (links no site oficial).