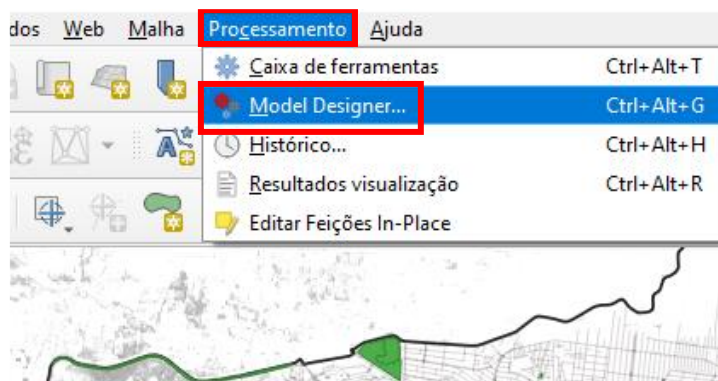
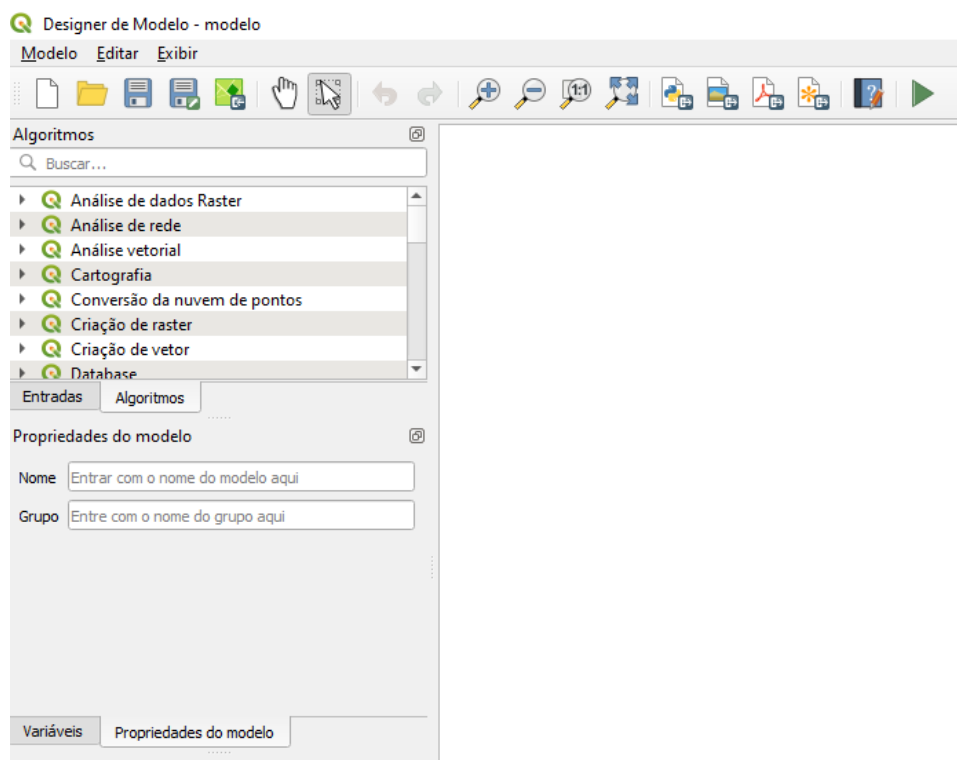


ETAPAS DE CRIAÇÃO DO MODELO “ÁREAS INTEGRADAS” NO QGIS 3.34

Para facilitar a análise multicritério no QGIS, foi desenvolvido um modelo que automatiza a transformação das camadas vetoriais em matriciais (*raster*). Esse modelo foi criado utilizando o *Designer* de Modelo, também conhecido como *Model Designer*, que está disponível na aba Processamento do QGIS.

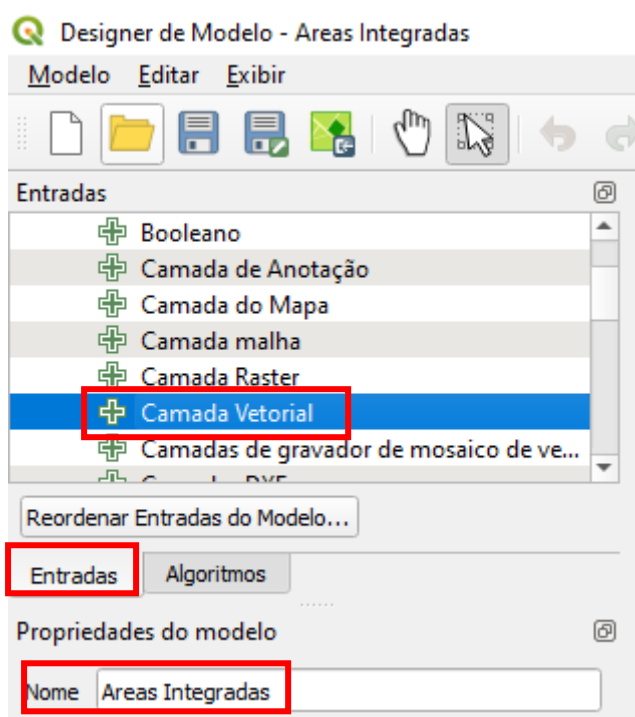


Essa ferramenta permite a criação de modelos para automatizar processos no QGIS, utilizando blocos de entrada e algoritmos disponíveis no software. A interface dessa ferramenta é apresentada abaixo:



1ª Parte: Adicionando camadas de entrada

Em primeiro momento, foram criadas as entradas, representando as variáveis necessárias para a integração entre a micromobilidade e o transporte público coletivo. Para isso, na seção "Entradas" do Model Designer, selecionou-se a opção "Camada Vetorial". Ao clicar nessa opção, uma nova janela foi aberta para inserção das informações pertinentes à camada vetorial. Além disso, na seção "Propriedade do modelo", foi inserido o nome do modelo, que neste caso foi denominado "Areas Integradas". A não utilização de acentos nos nomes foi adotada para evitar eventuais problemas na criação do modelo.

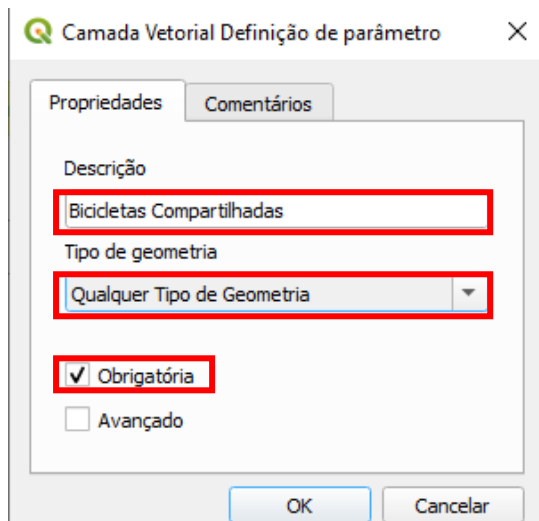


Para os parâmetros da nova camada vetorial criada, siga estas instruções:

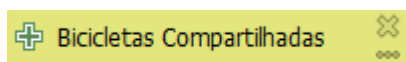
- **Descrição:** Insira o nome da variável, por exemplo, "Bicicletas Compartilhadas".
- **Tipo de geometria:** selecione "Qualquer Tipo de Geometria", pois esses dados podem ser representados por pontos, linhas ou polígonos, dependendo da forma como estão disponíveis.
- **Obrigatoriedade:** Se os dados dessa camada são essenciais para executar o modelo, selecione a opção "Obrigatória". Por exemplo, para as

bicicletas compartilhadas, que são uma parte fundamental da análise, essa opção deve ser marcada como "Sim".

Após configurar esses parâmetros, clique em "OK" para adicionar a camada vetorial ao modelo. Repita esse processo para adicionar outras camadas vetoriais.



Aqui está a representação visual da variável de entrada criada. Todas as variáveis de entrada seguem esse mesmo padrão de cores e elementos.



Após esse procedimento, o processo foi repetido para as demais variáveis, conforme listadas abaixo, juntamente com a discriminação dos parâmetros adotados para cada uma:

- Bicicletas Compartilhadas:
 - Tipo de Geometria: Qualquer Tipo de Geometria
 - Obrigatório: Sim
- Bicicletários e Paraciclos:
 - Tipo de Geometria: Qualquer Tipo de Geometria
 - Obrigatório: Sim
- Ciclovias e Ciclofaixas:
 - Tipo de Geometria: Qualquer Tipo de Geometria
 - Obrigatório: Sim
- Paradas (relacionadas aos ônibus regulares):
 - Tipo de Geometria: Qualquer Tipo de Geometria
 - Obrigatório: Sim
- Áreas Verdes:
 - Tipo de Geometria: Qualquer Tipo de Geometria
 - Obrigatório: Não

- Estações e Terminais (variáveis múltiplas):
 - Tipo de Geometria: Qualquer Tipo de Geometria
 - Obrigatório: Não

A opção por "Qualquer Tipo de Geometria" foi adotada em vez de limitar o tipo de geometria, devido à possível utilização posterior do modelo por outras pessoas, que podem apresentar dados de diferentes formas.

Os dados de bicicletas compartilhadas, bicicletários e paraciclos, ciclovias e ciclofaixas, e paradas foram elencados como obrigatórios, pois representam elementos essenciais que todas as cidades devem possuir para possibilitar a análise da integração dos meios de transporte na cidade.

Por outro lado, as áreas verdes foram consideradas opcionais, pois nem todos os usuários podem ter acesso a esses dados.

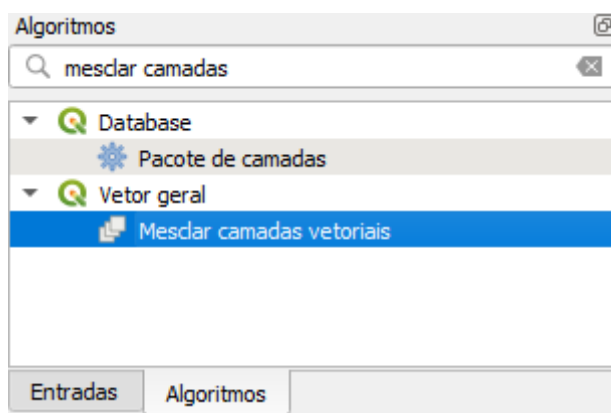
As estações e terminais foram criadas como múltiplas variáveis devido à possibilidade de cada cidade ter mais de um tipo de meio de transporte público coletivo correspondente a esse item. Também foram consideradas opcionais, diferentemente das paradas relacionadas aos ônibus, presentes em todas as cidades do estudo, devido à sua ampla utilização e fácil implantação como meio de transporte público coletivo

Descrição das Variáveis (Nome)	Tipo de Geometria	Obrigatória ou Opcional
Bicicletas Compartilhadas	Qualquer Tipo	Obrigatória
Bicicletários e Paraciclos	Qualquer Tipo	Obrigatória
Ciclovias e Ciclofaixas	Qualquer Tipo	Obrigatória
Paradas	Qualquer Tipo	Obrigatória
Áreas Verdes	Qualquer Tipo	Opcional
Estacoes_Terminais1	Qualquer Tipo	Opcional
Estacoes_Terminais2	Qualquer Tipo	Opcional
Estacoes_Terminais3	Qualquer Tipo	Opcional
Estacoes_Terminais4	Qualquer Tipo	Opcional
Estacoes_Terminais5	Qualquer Tipo	Opcional
Estacoes_Terminais6	Qualquer Tipo	Opcional
Estacoes_Terminais7	Qualquer Tipo	Opcional
Estacoes_Terminais8	Qualquer Tipo	Opcional
Estacoes_Terminais9	Qualquer Tipo	Opcional
Estacoes_Terminais10	Qualquer Tipo	Opcional

2ª Parte: Mesclando as camadas das estações e terminais

Os critérios iniciais e seus pesos foram estabelecidos com referência aos seis principais elementos: bicicletas compartilhadas, paraciclos e bicicletários, ciclovias e ciclofaixas, paradas, áreas verdes e estações e terminais. Para viabilizar o cálculo *raster* posterior desses critérios de maneira manual no QGIS, foi necessário combinar as camadas das estações e terminais em uma única camada *raster*. Isso resultou em seis camadas principais, simplificando o processo de análise.

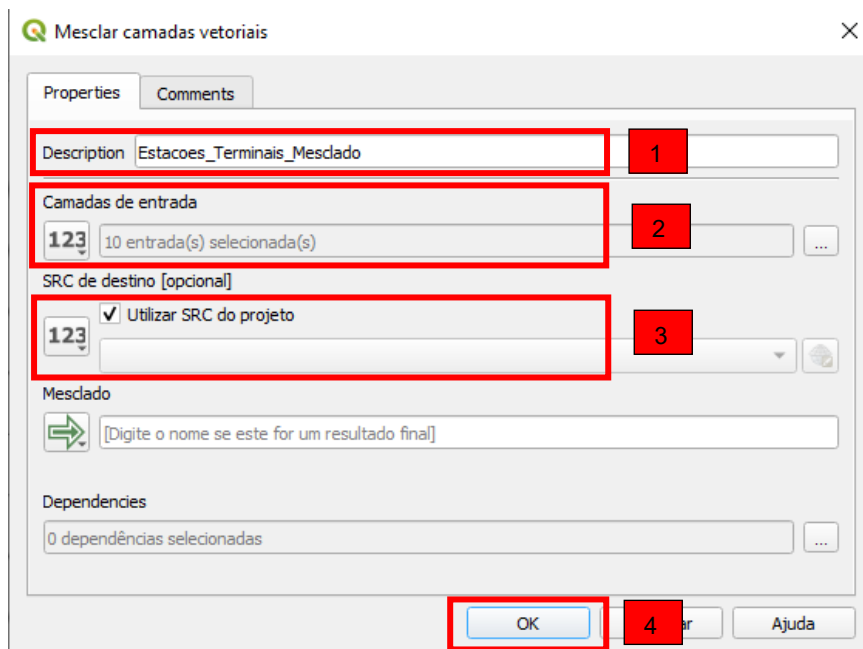
Foi utilizado o algoritmo de “Mesclar camadas vetoriais”



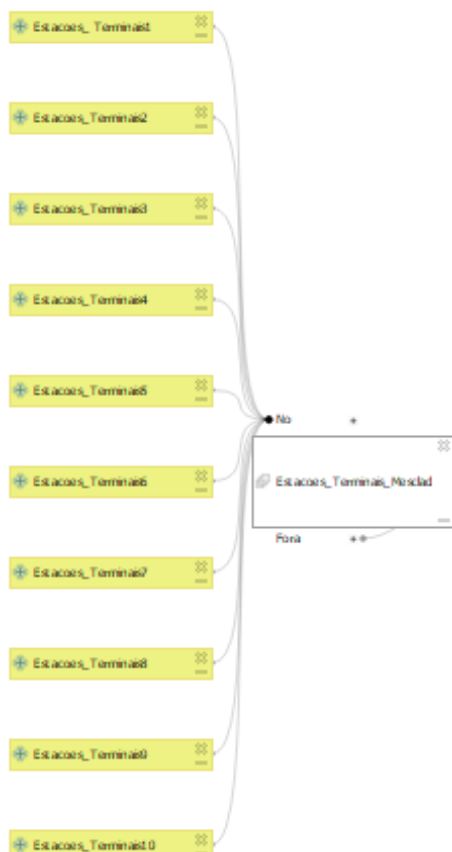
Abaixo é mostrado os parâmetros utilizados para realizar a mesclagem das camadas.

1. Description: Estacoes_Terminais_Mesclado
2. Camadas de Entrada: selecionar todas as camadas de estações e terminais
 - Estacoes_Terminais1
 - Estacoes_Terminais2
 - Estacoes_Terminais3
 - Estacoes_Terminais4
 - Estacoes_Terminais5
 - Estacoes_Terminais6
 - Estacoes_Terminais7
 - Estacoes_Terminais8
 - Estacoes_Terminais9
 - Estacoes_Terminais10

3. Ativar a opção "Utilizar SRC do projeto" é essencial, garantindo que esteja alinhada com todas as outras camadas. No caso, deve estar configurada com coordenadas planas, correspondendo ao SRC do projeto.
4. Clicar em OK.



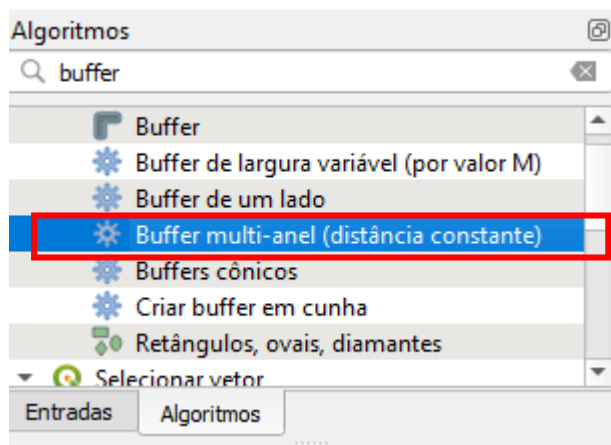
Este é o aspecto visual do algoritmo da mesclagem de camadas vetoriais criado.



3ª Parte: Inserindo os algoritmos para a criação de *buffers*

Para as variáveis de bicicletas compartilhadas, bicicletários e paraciclos, foi criado um processo (algoritmo) para a criação de buffers de 300 metros. Esses *buffers* foram considerados nessas duas variáveis por serem fundamentais na integração entre os meios de transporte, conforme evidenciado na literatura e nas análises realizadas. A expansão do raio de abrangência dessas infraestruturas colabora com a integração entre a micromobilidade e o transporte público coletivo.

Para criar esse processo, foi inserido o algoritmo de *Buffer* multi-anel (distância constante). Nesse algoritmo, foram criados anéis a cada 100 metros. No mapa final da análise multicritério, esses buffers irão refletir nas áreas mais e menos integradas, considerando que dentro dos 100 metros há uma maior integração e, à medida que a distância aumenta, a integração diminui.



Este é o aspecto visual do algoritmo de *buffer* criado. Um algoritmo é criado separadamente para cada variável.



Para configurar o algoritmo e vinculá-lo às variáveis, são necessárias algumas informações, as quais são descritas e mostradas na imagem a seguir.

1. Descrição: BC_Buffer

2. **Camada de Entrada** (Ao usar entrada do Modelo): selecionar a camada de entrada criada inicialmente, no caso **Bicicletas Compartilhadas**
3. **Número de Anéis**: 3 (pois será considerado 300 m)
4. **Distância entre anéis**: 100 (corresponde a 100 m, por isso o número 3 para os anéis)
5. Clicar em OK

Repetir o processo para Bicicletários e Paraciclos, utilizando os mesmos parâmetros, com exceção da camada de entrada, que será Bicicletários e Paraciclos.

Buffer multi-anel (distância constante)

Properties Comments

Description BC_Buffer 1

Camada de entrada
A usar entrada de modelo Bicicletas Compartilhadas 2

Número de anéis
123 3 3

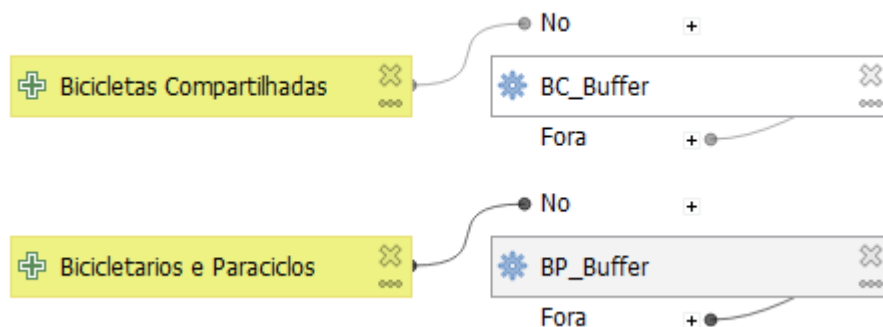
Distância entre anéis
123 100,000000 4

Buffer multi-anel (distância constante)
[Digite o nome se este for um resultado final]

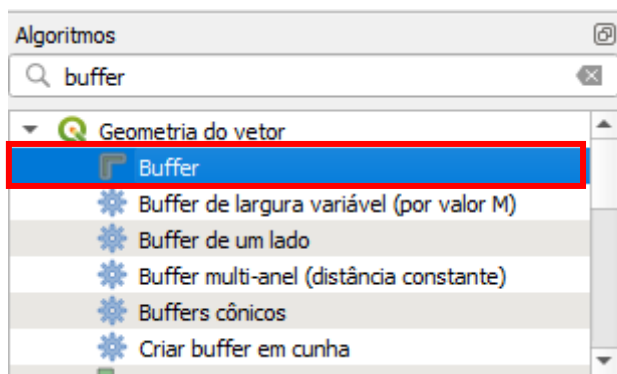
Dependencies
0 dependências selecionadas ...

OK 5 Cancelar Ajuda

Após essa configuração, este será o visual no modelador do QGIS, com a camada de entrada e o algoritmo criado vinculados.



Também foram criados outros *buffers* para as variáveis das paradas, ciclovias e ciclofaixas, bem como para as estações e terminais. Essa criação possibilita uma melhoria na qualidade do resultado final, ao aumentar o tamanho do alcance da geometria. No presente estudo, foi utilizado o valor de 5 metros.



Para configurar o algoritmo e vinculá-lo às variáveis, é necessário preencher algumas informações, conforme descrito e mostrado na imagem a seguir.

1. **Descrição:** Buffer P
2. **Camada de Entrada** (Ao usar entrada do Modelo):
selecionar a camada de entrada criada inicialmente, no caso **Paradas**.
3. **Distância:** 5
4. **Segmentos:** 1
5. Clicar em OK

Os mesmos parâmetros devem ser aplicados às ciclovias e ciclofaixas, com apenas a modificação da camada de entrada e a descrição correspondente à camada das ciclovias e ciclofaixas.

Para as estações e terminais, a camada de entrada deve ser modificada para "a usar saída do algoritmo", selecionando a camada mesclada anteriormente que representa as estações e terminais combinados. A descrição também deve ser ajustada para refletir as estações e terminais correspondentes.

The image shows the 'Buffer' tool dialog box in QGIS. It has two tabs: 'Properties' and 'Comments'. The 'Properties' tab is active. The dialog contains several fields and options, with five red boxes and numbers indicating specific settings:

- 1**: Points to the 'Description' field, which contains the text 'Buffer P'.
- 2**: Points to the 'Camada de entrada' (Input layer) dropdown menu, which is set to 'A usar entrada de modelo Paradas'.
- 3**: Points to the 'Distância' (Distance) field, which is set to '123' and '5,000000'.
- 4**: Points to the 'Segmentos' (Segments) field, which is set to '123' and '1'.
- 5**: Points to the 'OK' button at the bottom right of the dialog.

Other visible settings include 'Estilo da cobertura do fim' (End cap style) set to 'Arredondado', 'Estilo da união' (Join style) set to 'Arredondado', 'Limite do mitre' (Miter limit) set to '2,000000', 'Dissolver Resultado' (Dissolve result) set to 'Não', and 'Bordeada' (Bounded) with a checkbox and a text field for the final result name.

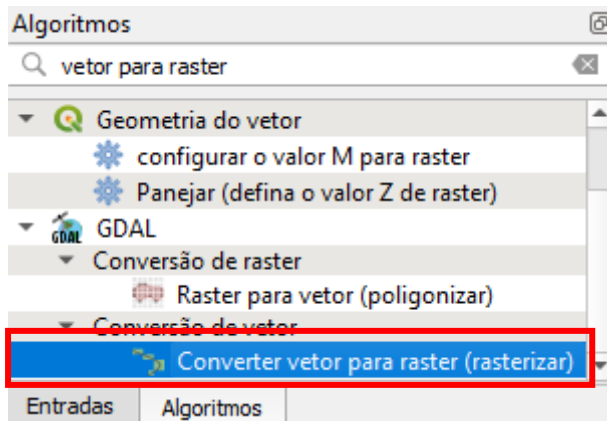
4ª Parte: Inserindo algoritmo para a transformação de vetor para *raster*

Para realizar o cálculo com os pesos definidos inicialmente, é necessário transformar os dados vetoriais em *rasters* (imagens). Isso permite a utilização da calculadora *raster*, na qual os pesos de cada critério/variável são inseridos,

resultando no mapa final que mostra os locais mais e menos integrados nas cidades.

Para automatizar esse procedimento, foi criado outro algoritmo que abrange todas as variáveis (camadas de entrada) mostradas anteriormente. Esse algoritmo permitirá a transformação dos dados vetoriais em *rasters*, garantindo uma execução eficiente e consistente do processo.

O algoritmo utilizado foi Converter vetor para *raster* (rasterizar)



Para explicar esse algoritmo, serão apresentados três modelos, pois difere-se para as bicicletas compartilhadas e bicicletários e paraciclos, áreas verdes em relação aos demais (ciclovias e ciclofaixas, paradas, estações e terminais). Cada grupo apresenta parâmetros diferentes na questão do buffer.

Parâmetros - Bicicletas compartilhadas e Bicicletários e Paraciclos

1. **Descrição:** BC_Raster_Process
2. **Camada de entrada** (A usar saída de algoritmo): selecionar o algoritmo do buffer correspondente à camada, no exemplo BC_Buffer
3. **Campo a usar para o valor burn in:** distance (pois ao gerar o buffer, esse campo é criado na tabela de atributos da camada, possibilitando gerar o raster com as 3 distâncias)
4. **Unidades de tamanho da saída:** unidades georreferenciadas (pois, as camadas vetoriais estão em coordenadas planas)
5. **Resolução horizontal/largura:** 1 (quanto menor, maior o detalhamento, foram realizados testes e o menor número foi considerado o melhor resultado)

6. **Resolução vertical/altura:** 1 (quanto menor, maior o detalhamento, foram realizados testes e o menor número foi considerado o melhor resultado)
7. **Rasterizado:** definir o nome da camada final a ser gerada. No exemplo BC_Raster
8. **Adicionar a dependência:** a dependência criada anteriormente – BC Buffer (para que o modelo criado gere o *raster* do buffer criado)
9. Clicar em OK

Repetir o processo para Bicicletários e Paraciclos, utilizando os mesmos parâmetros, com exceção da camada de entrada, que será Bicicletários e Paraciclos.

The screenshot shows the 'Converter vetor para raster (rasterizar)' dialog box with the following elements and annotations:

- 1:** Description field containing 'BC_Raster_Process'.
- 2:** 'Camada de entrada' dropdown menu showing 'A usar saída de algoritmo "Buffer multi-anel (distância constante)" do algoritmo "BC_Buffer"'.
- 3:** 'Campo a usar para o valor burn-in [opcional]' dropdown menu showing 'distance'.
- 4:** 'Unidades de tamanho da saída' dropdown menu showing 'Unidades georreferenciados'.
- 5:** 'Resolução Horizontal/Largura' input field showing '1,000000'.
- 6:** 'Resolução Vertical/Altura' input field showing '1,000000'.
- 7:** 'Rasterizado' dropdown menu showing 'BC_Raster'.
- 8:** 'Dependencies' list showing '1 dependências selecionadas'.
- 9:** 'OK' button.

Parâmetros – Paradas, Ciclovias e Ciclofaixas, Estações e Terminais

No exemplo utilizando, a camada de Ciclovias e Ciclofaixas como entrada:

1. **Descrição:** CC_Raster_Process
2. **Camada de entrada** (A usar saída de algoritmo): selecionar a camada de correspondente ao buffer gerado anteriormente gerado das ciclovias e ciclofaixas.
3. **Campo fixo to burn:** 1 (para gerar somente os vetores que aparecem na camada). Diferente do outro exemplo, nessas outras variáveis só importa se existem ou não os atributos, não há nenhum valor a ser definido.
4. **Unidades de tamanho da saída:** unidades georreferenciadas (pois, as camadas vetoriais estão em coordenadas planas)
5. **Resolução horizontal/largura:** 1 (quanto menor, maior o detalhamento, foram realizados testes e o menor número foi considerado o melhor resultado)
6. **Resolução vertical/altura:** 1 (quanto menor, maior o detalhamento, foram realizados testes e o menor número foi considerado o melhor resultado)
7. **Rasterizado:** definir o nome da camada final a ser gerada. No exemplo CC_Raster
8. **Adicionar a dependência:** a dependência criada anteriormente – CC Buffer (para que o modelo criado gere o *raster* do *buffer* criado)
9. Clicar em OK

Repetir o processo para paradas e estações e terminais, sempre utilizando como entrada as camadas dos buffer correspondentes. Pois da camada do buffer que resultará no raster.

The image shows a software dialog box titled "Converter vetor para raster (rasterizar)". It has two tabs: "Properties" and "Comments". The "Properties" tab is active. The dialog contains several input fields and dropdown menus, each with a red box and a number indicating a specific parameter:

- 1**: Description field containing "CC_Raster_Process".
- 2**: "Camada de entrada" dropdown menu showing "A usar saída de algoritmo" and "Bordeada" do algoritmo "Buffer CC".
- 3**: "Valor fixo to burn [opcional]" field containing "1,000000".
- 4**: "Unidades de tamanho da saída" dropdown menu showing "Unidades georreferenciados".
- 5**: "Resolução Horizontal/Largura" field containing "1,000000".
- 6**: "Resolução Vertical/Altura" field containing "1,000000".
- 7**: "Rasterizado" dropdown menu showing "CC_Raster".
- 8**: "Dependencies" field showing "1 dependências selecionadas".
- 9**: "OK" button.

Other visible fields include "Show advanced parameters", "Campo a usar para o valor burn-in [opcional]" (containing "123"), "Queimar valor extraído dos valores 'Z' da feição [opcional]" (containing "123" and "Não"), "extensão de saída [opcional]" (containing "123" and "Não definido"), and "Atribua um valor 'sem dados' especificado às bandas de saída [opcional]" (containing "123" and "Não definido"). At the bottom are "Cancelar" and "Ajuda" buttons.

Parâmetro – Áreas Verdes

Como não foi criado *buffer* das áreas verdes, modifica-se os parâmetros inseridos, conforme exemplificado a seguir.

- 1. Descrição:** AV_Raster_Process
- 2. Camada de entrada** (A usar entrada do modelo): selecionar a camada de entrada do modelo, Areas Verdes
- 3. Campo fixo to burn:** 1 (para gerar somente os vetores que aparecem na camada). Diferente do outro exemplo, nessas outras variáveis só importa se existem ou não os atributos, não há nenhum valor a ser definido.

4. **Unidades de tamanho da saída:** unidades georreferenciadas (pois, as camadas vetoriais estão em coordenadas planas)
5. **Resolução horizontal/largura:** 1 (quanto menor, maior o detalhamento, foram realizados testes e o menor número foi considerado o melhor resultado)
6. **Resolução vertical/altura:** 1 (quanto menor, maior o detalhamento, foram realizados testes e o menor número foi considerado o melhor resultado)
7. **Rasterizado:** definir o nome da camada final a ser gerada. No exemplo AV_Raster
8. Clicar em OK

Q Converter vetor para raster (rasterizar) X

Properties Comments

Description AV_Raster_Process 1

Show advanced parameters

Camada de entrada

A usar entrada de modelo Areas_Vermes 2

Campo a usar para o valor burn-in [opcional]

123

Valor fixo to burn [opcional]

123 1,000000 3

Queimar valor extraído dos valores "Z" da feição [opcional]

123 Não

Unidades de tamanho da saída

123 Unidades georreferenciadas 4

Resolução Horizontal/Largura

123 1,000000 5

Resolução Vertical/Altura

123 1,000000 6

extensão de saída [opcional]

123 Não definido

Atribua um valor "sem dados" especificado às bandas de saída [opcional]

123 Não definido

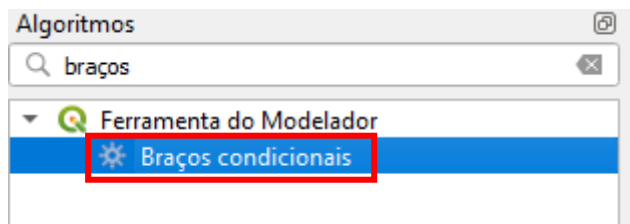
Rasterizado

AV_Raster 7

OK 8 Cancelar Ajuda

5ª Etapa: Procedimento Extra para as Variáveis Opcionais (Áreas Verdes e Estações e Terminais)

Para as variáveis opcionais (áreas verdes e estações e terminais), foi necessário inserir outro algoritmo chamado "Braços Condicionais". Esse algoritmo permite adicionar condições para que parte do modelo seja executada seletivamente.



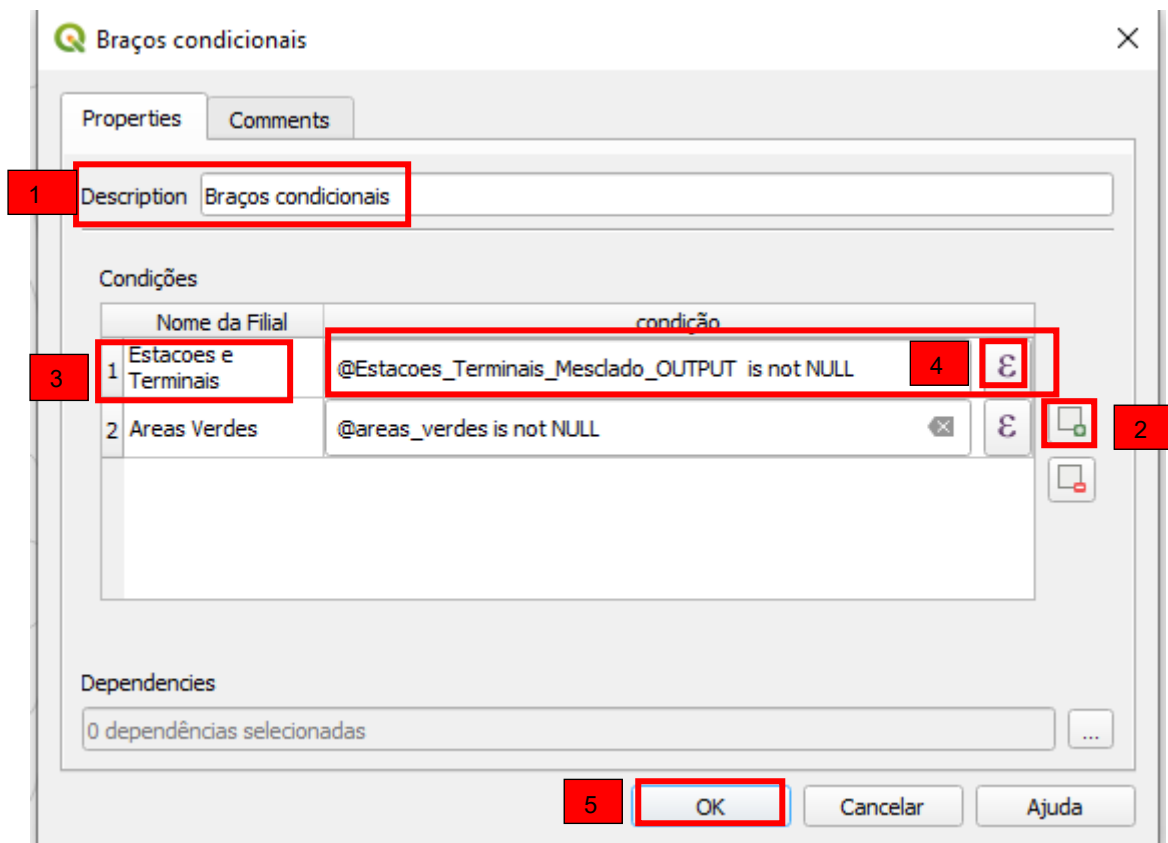
Ao abrir a janela de configuração dos “braços condicionais”, inserir as seguintes informações:

1. **Descrição:** Braços condicionantes
2. **Inserir uma nova condição** (no estudo foram 2 – áreas verdes e estações e terminais)
3. **Definir o Nome da Filia:** nome da camada ou variável
4. **Abrir a calculadora para inserir a condição:** a fórmula vai ser expressa pelo nome da camada, nesse caso **@area_verdes** seguida da condição **is not NULL**.

E para estações e terminais é necessário inserir o resultado da mesclagem das camadas como condição, sendo **@Estacoes_Terminais_Mesclado_OUTPUT** seguida da condição **is not NULL**.

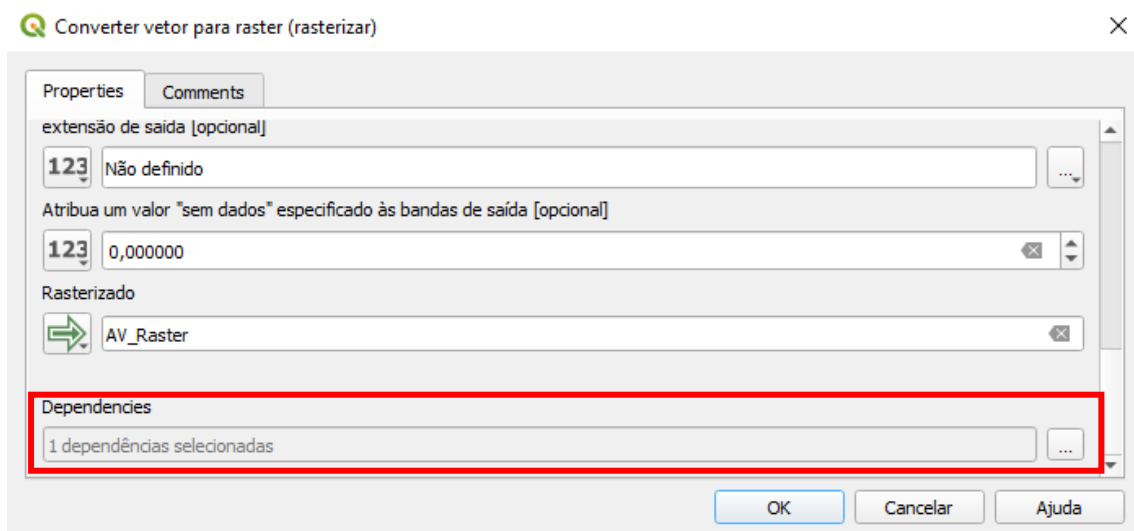
No modelo criado, as condições serão configuradas para verificar se uma camada foi inserida para cada uma das variáveis. Se uma camada correspondente for inserida, o modelo procederá a gerar o *raster*. Caso contrário, a etapa correspondente será ignorada durante o processamento. Isso garante uma execução flexível e adaptável do modelo, lidando com diferentes cenários de entrada.

5. Clicar em OK

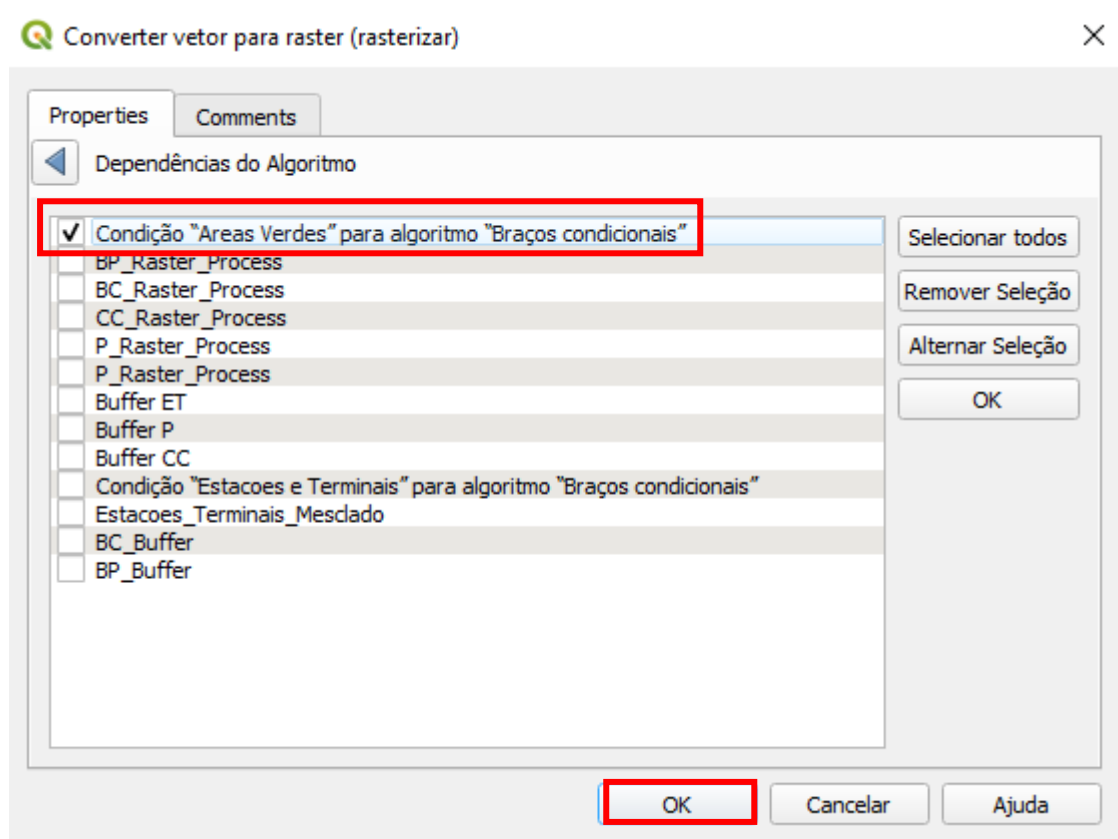


Após a criação de as condições, será necessário adicionar uma dependência no algoritmo de criação do *raster*. Isso permitirá que o algoritmo verifique a condição e decida se deve ou não gerar o *buffer*, conforme especificado nas condições estabelecidas.

Abrir o algoritmo da criação de *raster* de cada uma das duas variáveis opcionais e clicar em **Dependencies**.



A janela abaixo será exibida, mostrando todas as dependências possíveis que podem ser incluídas no algoritmo, incluindo as condições criadas para cada uma das variáveis (camadas). Você deve selecionar a condição correspondente à camada desejada, como por exemplo a condição "Áreas Verdes" para o algoritmo "Braços Condicionais", e então clicar em OK. A dependência estará vinculada e será verificada cada vez que o modelo for executado, para determinar se a camada foi inserida ou não para a geração do *raster*.

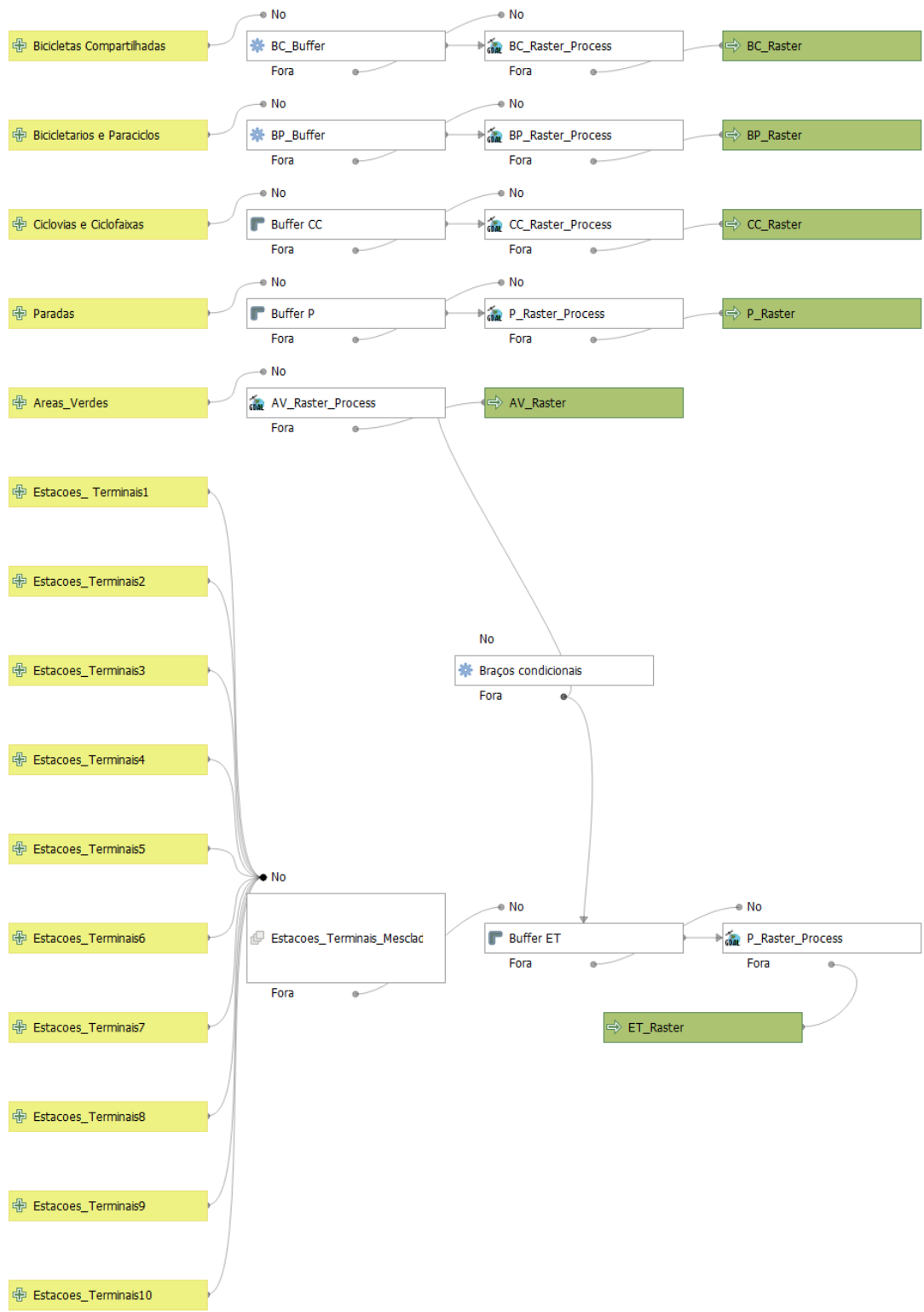


Repetir esse processo para estações e terminais, selecionando a condição criada para essa camada.

Resultado do Modelo

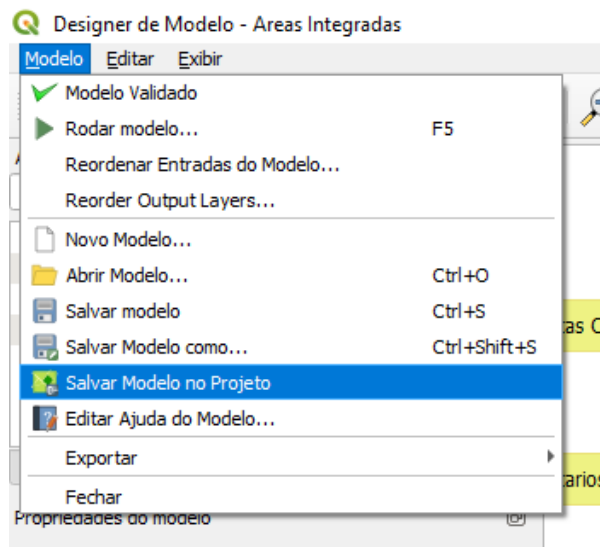
O modelo criado automatizará a criação de todos os rasters necessários para o cálculo posterior e a geração do mapa da integração entre os meios de transporte. No entanto, não foi possível gerar o mapa final de forma automática, pois a ferramenta de calculadora *raster* apresentou problemas nos testes realizados. Portanto, essa etapa precisou ser realizada manualmente.

A seguir uma imagem do modelo que foi criado, mostrando suas respectivas entradas e algoritmos.

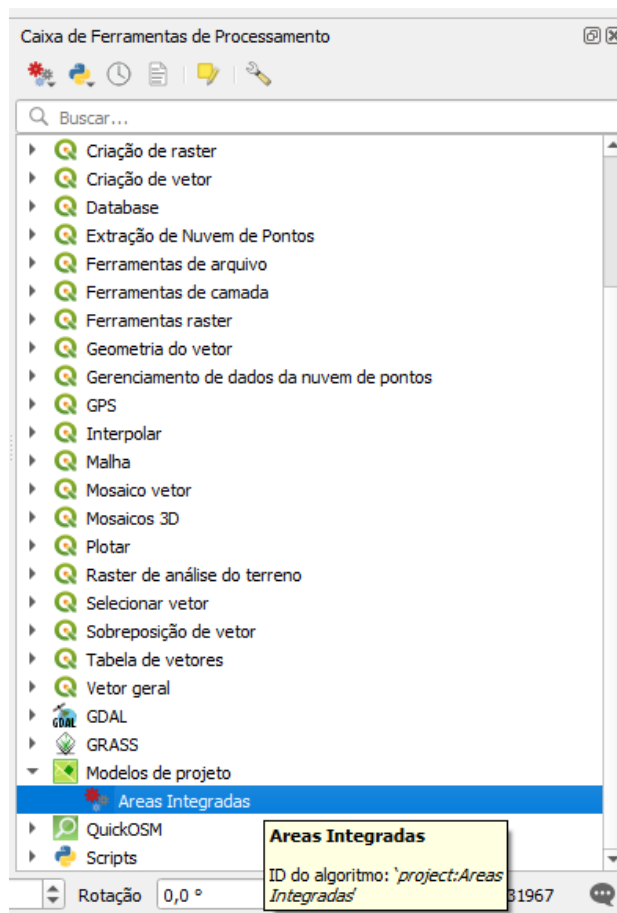


Inserir modelo no QGIS

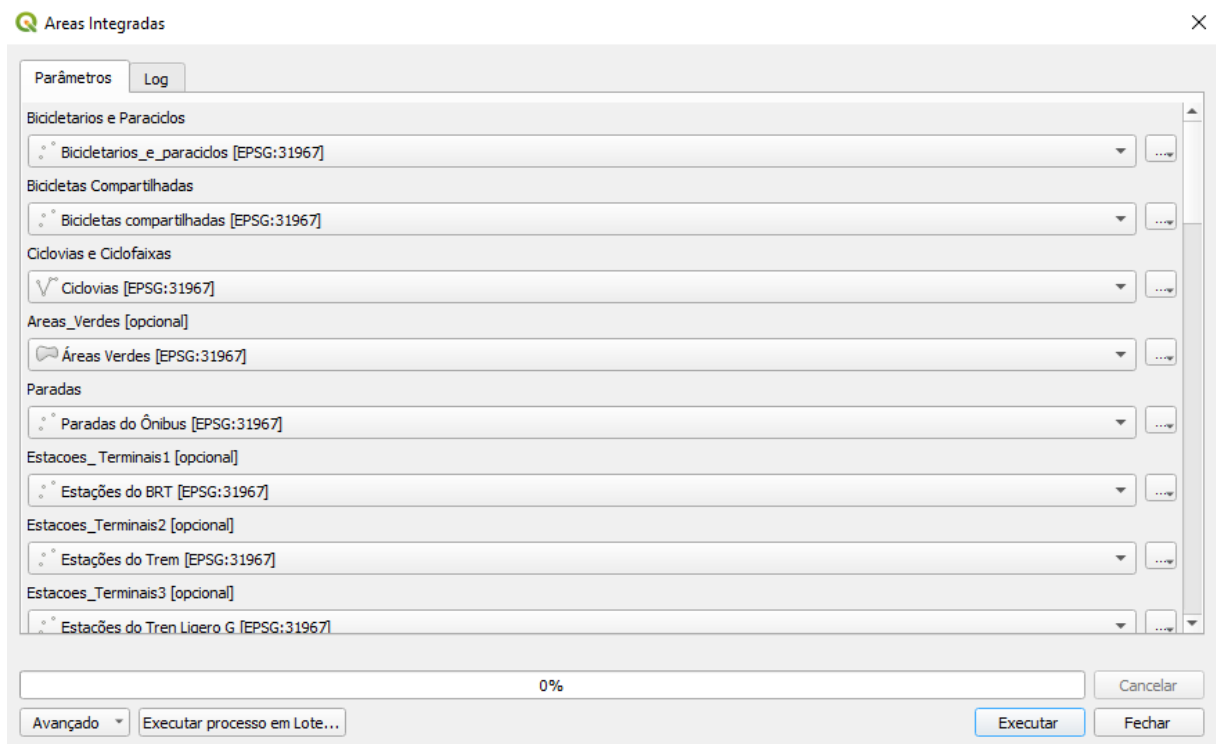
Clicar em Modelo – Salvar Modelo no Projeto.



O modelo irá aparecer na caixa de ferramentas de processamento do QGIS



Esta é a interface final do Modelo "Áreas Integradas" criado, que possibilita a seleção das camadas vetoriais e as transforma automaticamente em *rasters*, de acordo com os parâmetros estabelecidos no modelo desenvolvido, conforme explicado anteriormente. A sua utilização é descrita no Apêndice 31.



O arquivo do modelo criado "Modelo Áreas Integradas" está disponível para *download* no *link* fornecido no Apêndice 32. Você pode modificá-lo conforme necessário, incluindo outras entradas e ajustando os parâmetros conforme julgar apropriado.

Além disso, o script em Python do modelo criado está disponível no Apêndice 33, permitindo que você examine o código e faça modificações conforme suas necessidades específicas.