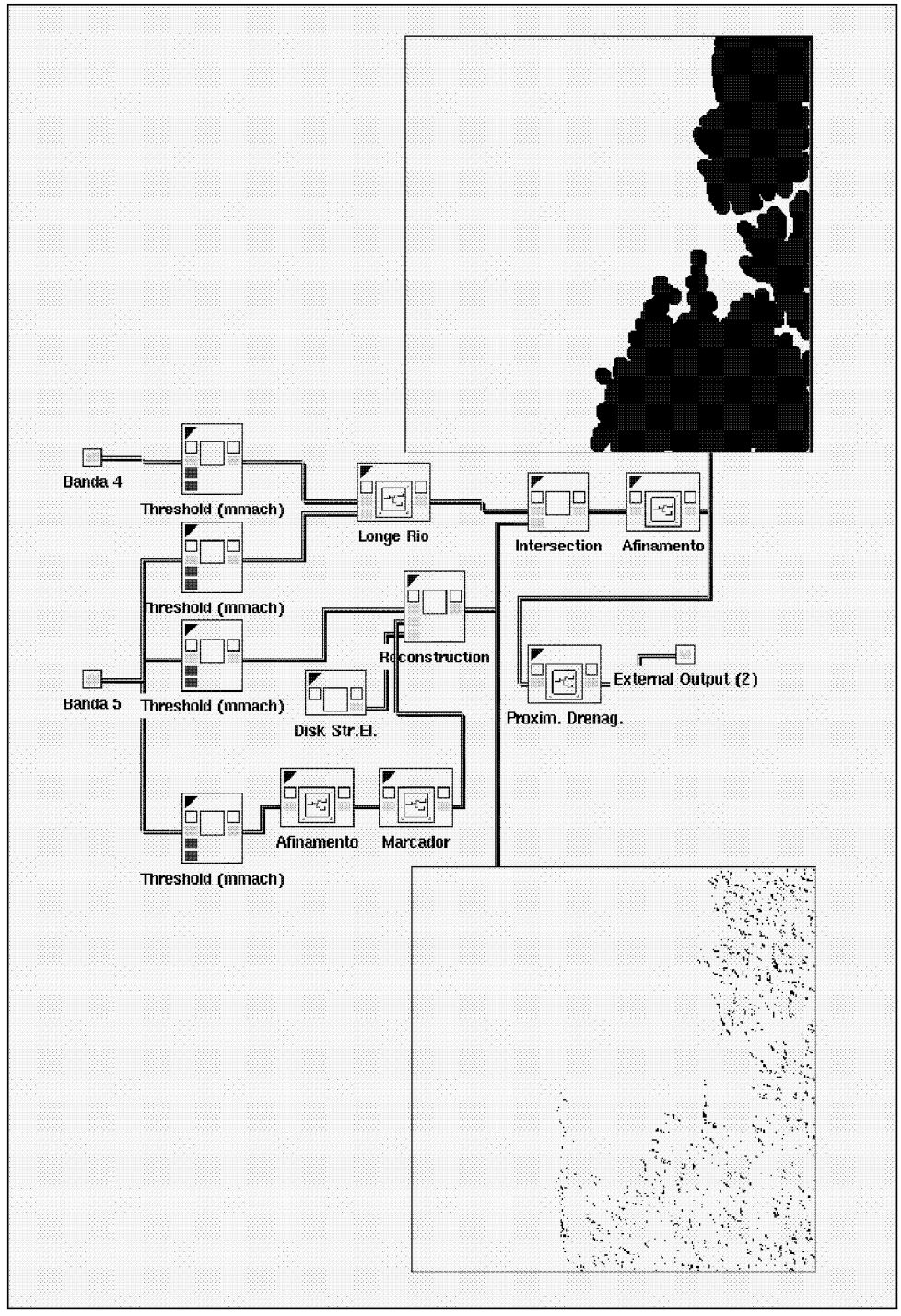

Fig. 5.12: "Workspace" que extrai o atributo Drenagem Densa (regras R_8 e R_9).

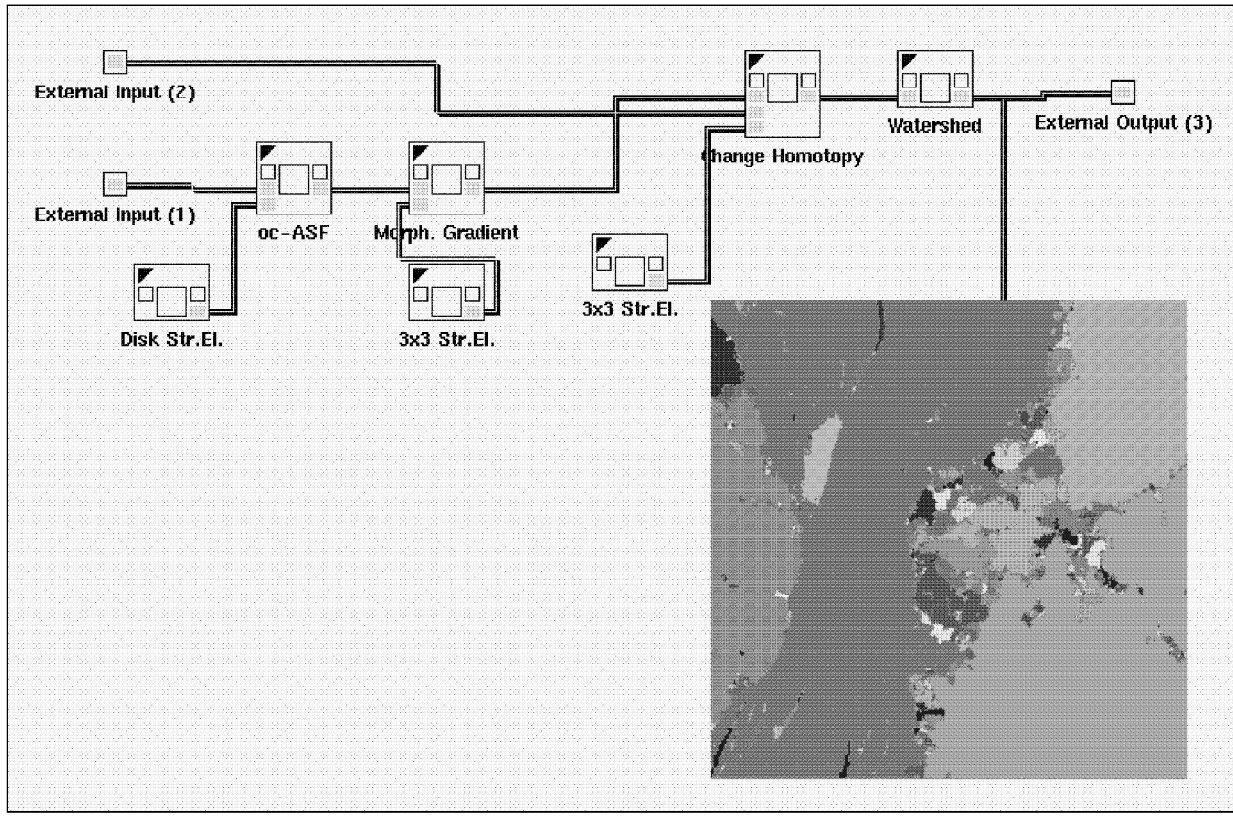

Fig. 5.13: "Workspace" que implementa a segmentação no Khoros 2.1

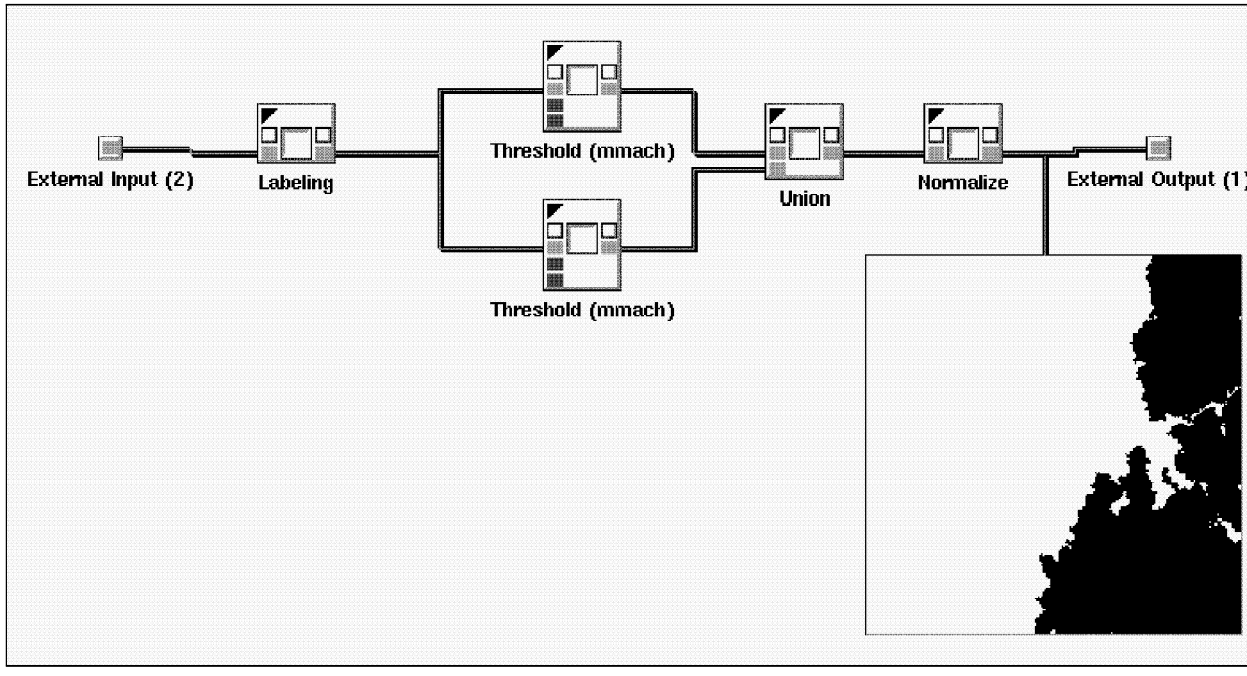

Fig. 5.14: Operadores que compõem a "caixinha" Componentes Conexas.

A Classe Floresta Aluvial

Conforme visto anteriormente, a Floresta Aluvial está presente em ambos os lados do Rio e é definida pelas regras:

R_{10} : *SE posição* $\in$ *erosão_da_banda_7_à_direita_do_rio*
ENTÃO posição $\in b_{pafadrb7}$

onde: *erosão_da_banda_7_à_direita_do_rio* denota o conjunto nebuloso dado pela descrição "erosão das componentes com radiometria aproximada entre 6 e 8 na banda 7 e à direita do rio" e $b_{pafadrb7}$ denota o conjunto nebuloso "possíveis áreas de floresta aluvial à direita do rio na banda 7".

R_{11} : *SE posição* $\in$ *erosão_da_banda_5_à_direita_do_rio*
ENTÃO posição $\in b_{pafadrb5}$

onde: *erosão_da_banda_5_à_direita_do_rio* denota o conjunto nebuloso dado pela descrição "erosão das componentes com radiometria aproximada entre 44 e 47 na imagem filtrada da banda 5 e à direita do rio" e $b_{pafadrb5}$ denota o conjunto nebuloso dado pela descrição "possíveis áreas de floresta aluvial à direita do rio na banda 5".

R_{12} : *SE posição* $\in b_{pafadrb7}$
E posição $\in b_{pafadrb5}$
ENTÃO posição $\in b_{pafadr}$

onde: b_{pafadr} denota o conjunto nebuloso "possíveis áreas de floresta aluvial à direita do rio".

R_{13} : *SE posição* $\in$ *componente_conexa_7*
ENTÃO posição $\in b_{afadr}$

onde: *componente_conexa_7* denota o conjunto nebuloso dado pela descrição "componente conexa das possíveis áreas de floresta aluvial à direita do rio na banda 5" marcado pelas possíveis áreas de floresta aluvial à direita do rio" e b_{afadr} denota o conjunto nebuloso "áreas de floresta aluvial à direita do rio".

R_{14} : *SE radiometria_na_banda_7* = *aproximadamente_entre_6_e_8*
E posição $\in b_{lado_esquerdo_do_rio}$
E posição $\in$ *não_ponto_isolado*
ENTÃO posição $\in b_{pafaerb7}$

onde: $b_{pafaerb7}$ denota o conjunto nebuloso "possíveis áreas de floresta aluvial à esquerda do rio na banda 7".

R_{15} : *SE posição* $\in$ *erosão_da_banda_5_à_esquerda_do_rio*
ENTÃO posição $\in b_{pafaerb5}$

onde: $\widetilde{erosão_da_banda_5_à_esquerda_do_rio}$ denota o conjunto nebuloso dado pela descrição "erosão das componentes com radiometria aproximada entre 44 e 47 na imagem filtrada da banda 5 e à esquerda do rio" e $\widetilde{b_{pafaerb5}}$ denota o conjunto nebuloso "possíveis áreas de floresta aluvial à esquerda do rio na banda 5".

R_{16} : *SE posição* $\in \widetilde{componente_conexa_8}$
ENTÃO posição $\in \widetilde{b_{afaer}}$

onde: $\widetilde{componente_conexa_8}$ denota o conjunto nebuloso dado pela descrição "componente conexa das possíveis áreas de floresta aluvial à esquerda do rio na banda 7 marcado pelas possíveis áreas de floresta aluvial à esquerda do rio na banda 5" e $\widetilde{b_{afaer}}$ denota o conjunto nebuloso "áreas de floresta aluvial à esquerda do rio".

R_{17} : *SE posição* $\in \widetilde{b_{afadr}}$
OU posição $\in \widetilde{b_{afaer}}$
ENTÃO posição $\in \widetilde{b_{áreas_de_floresta_aluvial}}$

A Figura 5.15 ilustra a obtenção do atributo Floresta Aluvial. Como esta classe em particular foi definida pelo especialista sobre a composição RGB da Figura 5.2, como uma coloração específica de verde, as regras que a definem em imagens em níveis de cinza são regras operacionais. A seqüência de limiarizações e erosões são necessárias para uma melhor obtenção da informação resultando tanto à direita como à esquerda do Rio em possíveis áreas de floresta aluvial. Em particular, uma filtragem pelo filtro da mediana é útil na banda 5 para realçar essa área. Na seqüência, a Reconstrução recupera a informação em ambos os lados do Rio e a união final recoloca essas áreas em uma mesma imagem.

Para a classe $c_{áreas_de_floresta_aluvial}$, uma regra adicional R_{17a} relaciona o conjunto nebuloso $\widetilde{c_{áreas_de_floresta_aluvial}}$ ao conjunto nebuloso $\widetilde{b_{áreas_de_floresta_aluvial}}$ dado pela regra R_{17}:

R_{17a} : *SE posição* $\in \widetilde{b_{áreas_de_floresta_aluvial}}$
ENTÃO classe $= \widetilde{c_{áreas_de_floresta_aluvial}}$

onde $\widetilde{c_{áreas_de_floresta_aluvial}}$ é um conjunto nebuloso. Essa regra, de forma análoga a regra R_{5a}, não é explicitada em uma "workspace" própria.

A Classe Área de Contato: Floresta Ombrófila/Formações Pioneiras

As Áreas de Contato: Floresta Ombrófila/Formações Pioneiras, ou simplesmente Área de Contato, são as ilhas que aparecem no Rio e algumas áreas em algumas partes das margens à esquerda e à direita do Rio. As regras são:

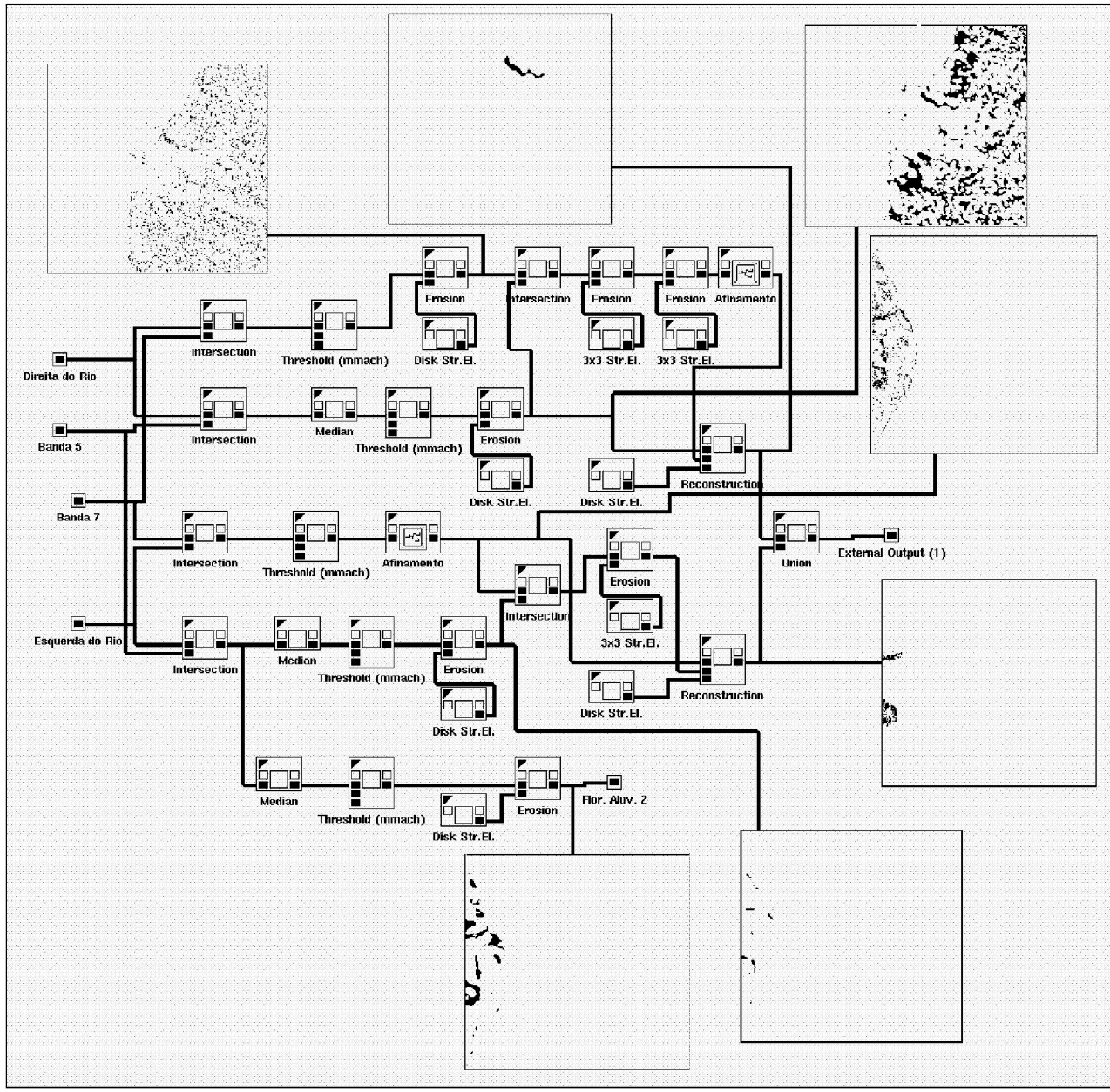

Fig. 5.15: "Workspace" que isola o atributo Floresta Aluvial.

R_{18} : *SE posição* $\in \neg$(*posição* $\in \widetilde{b_{rio}}$ *OU posição* $\in \widetilde{b_{lado_direito_do_rio}}$
OU posição $\in \widetilde{b_{lado_esquerdo_do_rio}}$)
ENTÃO posição $\in \widetilde{b_{acnr}}$

onde: $\widetilde{b_{acnr}}$ denota o conjunto nebuloso "áreas de contato no rio".

R_{19} : *SE posição* $\in \widetilde{componente_conexa_9}$
ENTÃO posição $\in \widetilde{b_{acdr}}$

onde: $\widetilde{componente_conexa_9}$ denota o conjunto nebuloso dado pela descrição "componente conexa da área antropizada marcado pela erosão da componente (Direita do Rio E Muito Muito Perto do Rio)" e $\widetilde{b_{acdr}}$ denota o conjunto nebuloso "áreas de contato à direita do rio".

R_{20} : *SE posição* $\in \widetilde{erosão_2_da_banda_5_à_esquerda_do_rio}$
ENTÃO posição $\in \widetilde{b_{pacer}}$

onde: $\widetilde{erosão_2_da_banda_5_à_esquerda_do_rio}$ denota o conjunto nebuloso dado pela descrição "erosão das componentes com radiometria aproximada entre 46 e 51 na imagem filtrada da banda 5 e à esquerda do rio" e $\widetilde{b_{pacer}}$ denota o conjunto nebuloso "possíveis áreas de contato à esquerda do rio".

R_{21} : *SE posição* $\in \widetilde{componente_conexa_10}$
ENTÃO posição $\in \widetilde{b_{acer}}$

onde: $\widetilde{componente_conexa_10}$ denota o conjunto nebuloso dado pela descrição "componente conexa das possíveis áreas de contato à esquerda do rio na banda 5 marcado pela Dilatação da (Erosão da componente (Esquerda do Rio E Muito Muito Perto do Rio))" e $\widetilde{b_{acer}}$ denota o conjunto nebuloso "áreas de contato à direita do rio".

R_{22} : *SE posição* $\in \widetilde{b_{acnr}}$
OU posição $\in \widetilde{b_{pacdr}}$
OU posição $\in \widetilde{b_{acer}}$
ENTÃO posição $\in \widetilde{b_{áreas_de_contato}}$

Pode-se observar pelas regras definidas acima e pela Figura 5.16 que a obtenção das Áreas de Contato necessita de três enfoques diferentes: uma para as ilhas no Rio, uma para as áreas à esquerda e outro para as áreas à direita do Rio. Ao final a união dos três recoloca as áreas em uma mesma imagem.

Pode-se observar também que há uma entrada Flor. Aluv 2 na Figura 5.16. Essa entrada corresponde a regra R_{20} que, por uma questão de praticidade, está computada juntamente com a floresta aluvial e pode ser observada na Figura 5.15.

Para a classe $c_{áreas_de_contato}$, uma regra adicional R_{22a} relaciona o conjunto nebuloso $\widetilde{c_{áreas_de_contato}}$ ao conjunto nebuloso $\widetilde{b_{áreas_de_contato}}$ obtido na regra R_{22}:

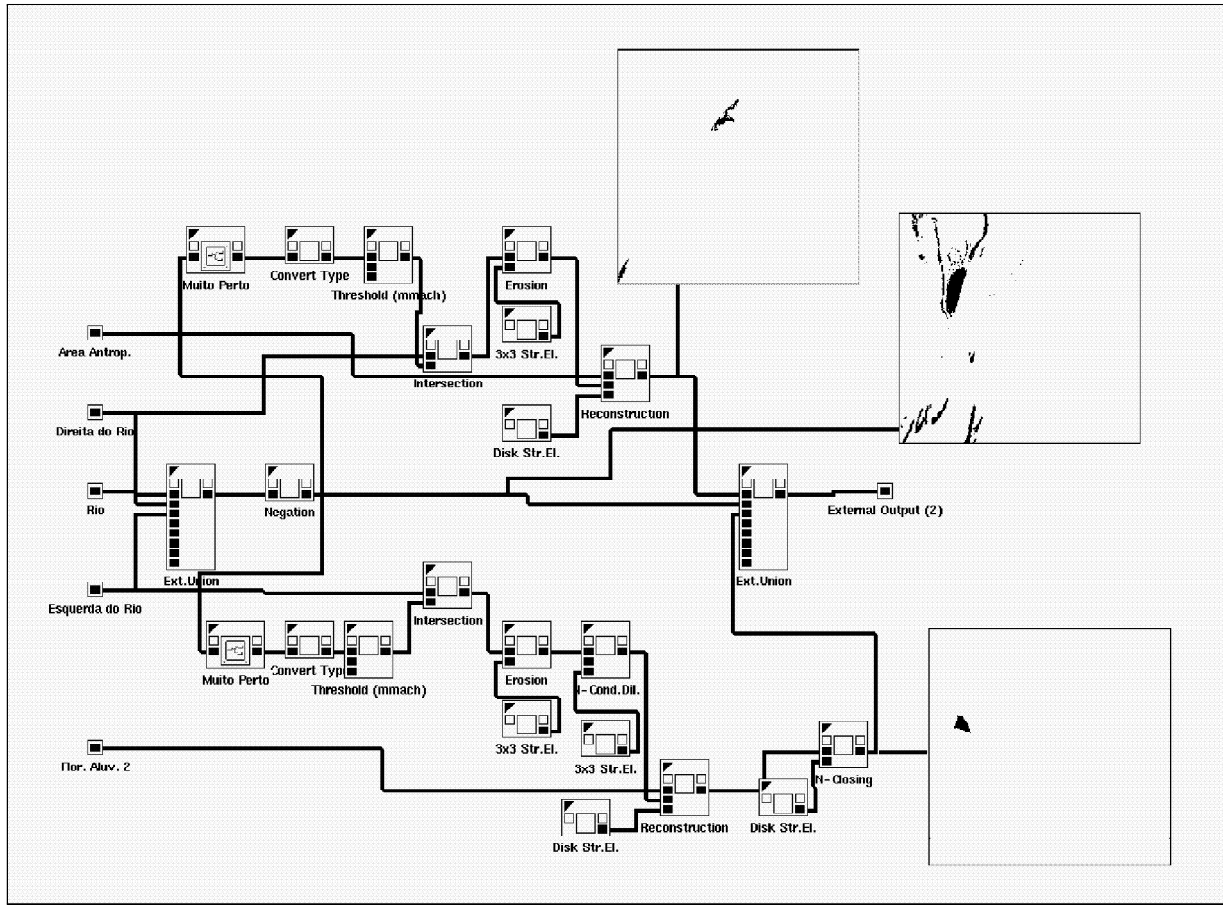

Fig. 5.16: "Workspace" que isola o atributo Área de Contato: Floresta Ombrófila/Formações Pioneiras.

R_{22a} : *SE posição* $\in \widetilde{b_{áreas_de_contato}}$
ENTÃO classe $= \widetilde{c_{áreas_de_contato}}$

onde $\widetilde{c_{áreas_de_contato}}$ é um conjunto nebuloso. Analogamente a regra R_{17a}, essa regra não é explicitada em uma "workspace" própria.

A Classe Área de Mistura

As áreas de mistura são áreas à esquerda do Rio nas quais não é possível para o foto-intérprete distingüí-las tanto sobre as imagens em níveis de cinza como sobre a composição colorida. Nessa última é possível verificar que tal área é a mistura de duas outras: área antropizada e floresta secundária. As áreas de mistura são obtidas por exclusão e as regras são:

R_{23} : *SE posição* $\in \widetilde{b_{esquerda_do_rio}}$
E posição $\in \widetilde{área_norte}$
ENTÃO posição $\in \widetilde{b_{anmer}}$

onde: $\widetilde{área_norte}$ denota o conjunto nebuloso dado pela descrição "está ao norte da componente conexa da floresta aluvial marcado por (esquerda do rio E muito muito perto do rio E não rio E floresta aluvial)" e $\widetilde{b_{anmer}}$ denota o conjunto nebuloso dado pela descrição "áreas ao norte na margem esquerda do rio".

R_{24} : *SE posição* $\in \widetilde{b_{esquerda_do_rio}}$
E posição $\in \neg\widetilde{b_{anmer}}$
OU posição $\in \neg\widetilde{b_{áreas_de_floresta_aluvial}}$
OU posição $\in \neg\widetilde{b_{área_antropizada}}$
ENTÃO posição $\in \widetilde{b_{áreas_de_mistura}}$

A regra R_{23} reúne as características na parte norte do lado esquerdo do Rio que pertencem a áreas bem definidas. A regra R_{24} reúne a área obtida pela regra R_{23}, às áreas complementares ao sul que também estão bem definidas. Assim, as áreas ainda não classificadas nessa região são as áreas de mistura - implementada pela negação na Figura 5.17.

Para a classe $\widetilde{c_{áreas_de_mistura}}$, uma regra adicional $\widetilde{R_{24a}}$ relaciona o conjunto nebuloso $\widetilde{c_{áreas_de_mistura}}$ com o conjunto nebuloso $b_{áreas_de_mistura}$ obtido na regra R_{24}:

R_{24a} : *SE posição* $\in \widetilde{b_{áreas_de_mistura}}$
ENTÃO classe $= \widetilde{c_{áreas_de_mistura}}$

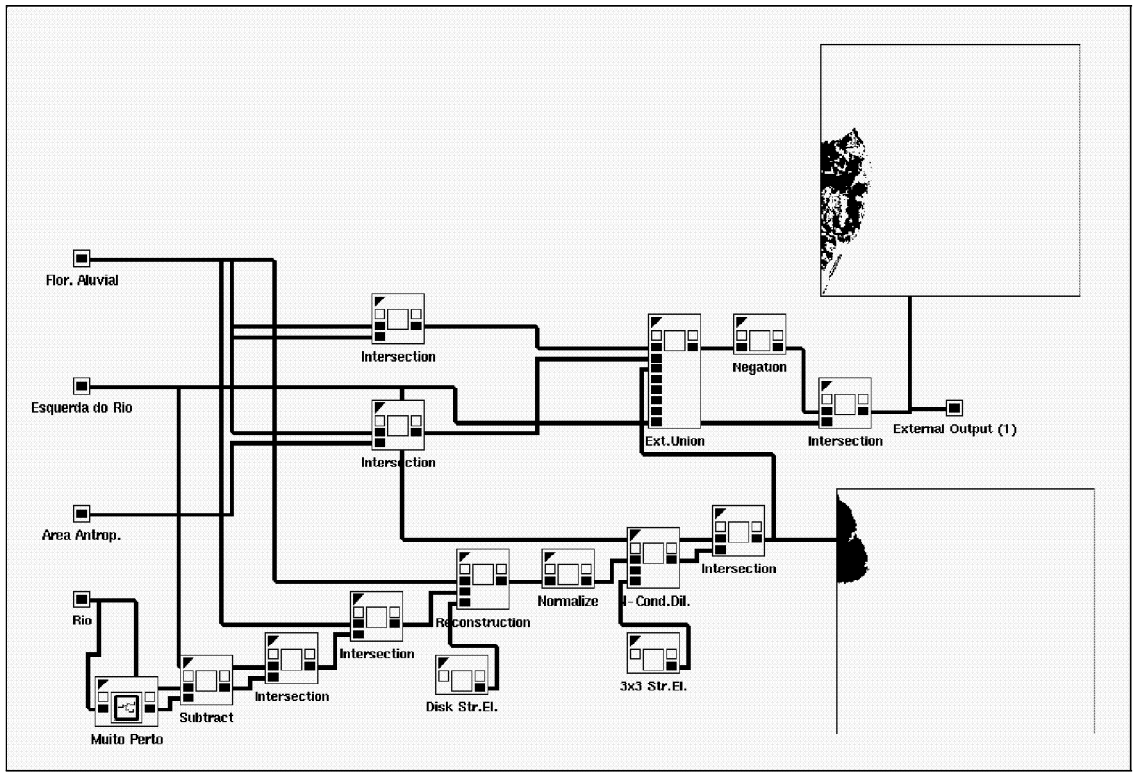

Fig. 5.17: "Workspace" que isola o atributo Áreas de Mistura.

onde $c_{\widetilde{áreas_de_mistura}}$ é um conjunto nebuloso. Analogamente a regra R_{22a}, essa regra não é explicitada em uma "workspace" própria.

A Classe Vegetação Secundária

A classe $c_{vegetação_secundária}$ é obtida por exclusão das demais classes. A regra é:

$$
\begin{aligned}
R_{25}: \; & SE\ posição \in \neg\widetilde{b_{rio}} \\
& OU\ posição \in \neg\widetilde{b_{área_antropizada}} \\
& OU\ posição \in \neg\widetilde{b_{floresta_ombrófila_densa_submontana}} \\
& OU\ posição \in \neg\widetilde{b_{áreas_de_floresta_aluvial}} \\
& OU\ posição \in \neg\widetilde{b_{áreas_de_contato}} \\
& OU\ posição \in \neg\widetilde{b_{áreas_de_mistura}} \\
& ENTÃO\ classe = \widetilde{c_{vegetação_secundária}}
\end{aligned}
$$

Para esta classe, não há a necessidade de uma "workspace", visto que todos os "pixels" que não foram atribuídos a uma outra classe qualquer será atribuído a classe Vegetação Secundária.

5.4.2. As Áreas Classificadas

A "caixinha" "Áreas Classificadas" agrega todas as informações e as acomoda em uma única imagem. Como todas as imagens de entrada são imagens binárias uma simples união delas resultaria também numa imagem binária. Por isso, é feito um conjunto de operações algébricas para diferenciar cada entrada e atribuir um nível de cinza. Ao final, as imagens são somadas resultando em uma imagem em níveis de cinza que é colorida pela "caixinha" "Thematic Map" e exibida por "Classif. Final".

Vale observar que a sobreposição de classes, como Área Antropizada e Cidade de Aveiro (a segunda é um subconjunto da primeira) é resolvida por uma hierarquia na confecção da imagem final que resolve possíveis conflitos. Por exemplo, a classe Rio que é obtida em primeiro lugar, recebe o nível mais baixo dos níveis de cinza e assim por diante. Se alguma outra classe tem algum ponto com interseção com a classe Rio, a opção é que esse ponto seja classificado com o nível mais baixo, ou seja, como Rio.