

Manejo de águas pluviais

Jose Antonio Sena do Nascimento

Compondo um dos principais ciclos naturais do nosso planeta, a água percorre um longo caminho desde o topo do solo até as maiores profundidades originalmente pela infiltração ou escoamento, dependendo das características intrínsecas do solo e das condições do relevo. Ao infiltrar o solo, a água poderá percolar até grandes profundidades, atingindo e alimentando lençóis subterrâneos e aquíferos, escoar lateralmente em funções de variações nas condições de drenabilidade interna ou condutividade hidráulica dos materiais e inclinação do terreno ou ser absorvida pelas raízes dos vegetais, participando assim do processo de ciclagem natural dos nutrientes nos ecossistemas.

Nas áreas urbanas, no entanto, tal processo sofre modificações marcantes. Segundo Botelho (2011), toda essa diversidade de caminhos do sistema natural é reduzida ao binômio escoamento e infiltração, com maior participação do primeiro. Em virtude da quase total ausência de uma cobertura vegetal, nessas áreas as demais possibilidades de trajetória da água são praticamente eliminadas. Nas áreas urbanas, novos elementos são adicionados pelo homem, como edificações, pavimentação, canalização e retificação de rios, entre outros, que acabam por reduzir drasticamente a infiltração e favorecem o escoamento das águas que assume assim um padrão mais concentrado, gerando o aumento da magnitude e frequência das enchentes.

O sistema de drenagem das chuvas constitui-se num item fundamental para o funcionamento das cidades, uma vez que com o crescimento das áreas urbanizadas ocorre um grande aumento de áreas impermeabilizadas, o que favorece a acumulação e empoçamento da água, que precisa ser contornado por sistemas eficientes de escoamento para evitar não somente a acumulação, mas, também, outros problemas relacionados como erosão e assoreamento. Neste sentido, as grandes e médias cidades dependem cada vez mais de sistemas de drenagem que constituem parte essencial da agenda de planejamento urbano, para assegurar crescimento ordenado com menores riscos para a população.

As enchentes nas áreas urbanas do Brasil vêm, ao longo de várias décadas, tornando-se um problema crônico. Este cenário foi se construindo ao longo dos anos, principalmente, pela falta de planejamento apropriado dos sistemas de drenagem e pela inadequação dos projetos de engenharia à real dimensão das necessidades das cidades brasileiras.

As características do processo de urbanização experimentado no Brasil a partir da década de 1960, com uma expansão não planejada e muito acelerada, sem o crescimento proporcional dos serviços de infraestrutura urbana, entre os quais os sistemas de drenagem, ocasionaram situações críticas em praticamente todas as regiões do Brasil. Segundo Braga (1997), os principais problemas de drenagem urbana associada a países em desenvolvimento são:

- rápida expansão da população que vive em áreas urbanas;
- nível de conscientização baixo da população a respeito do problema;
- planos diretores e planos de longo prazo ineficientes;
- precária utilização de medidas não estruturais; e
- inadequada utilização dos sistemas de controle de cheias.

De acordo com Colombo (2002), as enchentes urbanas constituem-se em um dos principais impactos negativos sobre a população urbana, tanto do ponto de vista da saúde pública quanto da economia. Segundo este autor, os prejuízos causados pelas enchentes são de difícil mensuração, levando-se em conta tanto as perdas diretas como indiretas. Esses impactos podem ocorrer devido à urbanização ou à inundação natural das várzeas ribeirinhas.

O primeiro impacto é causado pelo aumento do volume escoado, devido à impermeabilização do solo e consequente diminuição da infiltração, fazendo com que uma parcela maior da chuva se transfira para os cursos d'água da bacia através do escoamento superficial.

No segundo impacto, as enchentes naturais atingem a população que ocupa os leitos de rios por falta de planejamento do uso do solo, por ocupação indevida ou pelo não convencimento dos reais perigos envolvidos na questão.

Segundo o levantamento realizado pela Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - PNSB 2008, independentemente do tamanho da extensão da rede e de sua eficiência, 78,6% dos municípios brasileiros tinham serviços de drenagem urbana, à época da pesquisa. A análise deste dado, pelo porte populacional dos municípios, revela que a existência dos serviços de drenagem varia segundo o tamanho da população.

Nos municípios com até 20 mil habitantes, em 74,8% existem rede de drenagem. Na medida em que o porte populacional cresce, a proporção do serviço aumenta, chegando a 100% nos municípios com mais de 300 mil habitantes, onde vivem aproximadamente 60 milhões de pessoas. Cabe observar que as maiores deficiências neste tipo de serviço ainda se encontram nos municípios com porte populacional abaixo de 45 mil habitantes.

As diferenças entre os municípios de pequeno e grande portes, no que se refere aos serviços de drenagem urbana, têm explicações. Uma delas, e talvez a principal, é a falta de recursos enfrentada pelos municípios pequenos que têm que priorizar investimentos diante de pequenos orçamentos. Uma segunda explicação pode ser as características climáticas, geográficas, geológicas ou topográficas de determinadas regiões que podem demandar menores investimentos neste serviço, como é o caso de algumas áreas do Nordeste do Brasil.

Outra possível razão seria a própria demanda de populações mais organizadas dos municípios mais populosos que, com melhores níveis educacionais e socioeconômicos, criam canais de reivindicação formais e outras formas de pressão popular por melhores serviços.

A distribuição dos serviços de drenagem urbana pelos municípios segundo as Grandes Regiões do Brasil confirma as situações mais favoráveis nas áreas mais desenvolvidas. No caso das Regiões Sul e Sudeste, onde se concentram os melhores atendimentos pelo serviço de drenagem urbana. Situação oposta é a visualizada para a Região Norte, onde a proporção de municípios com rede de drenagem é sensivelmente menor.

Em termos estaduais, percebem-se variações significativas no que se refere à qualidade dos serviços de drenagem nos municípios em praticamente todos os estados das Regiões Norte e Nordeste, observando-se, porém, que nessas regiões, os núcleos urbanos próximos às capitais e áreas economicamente mais desenvolvidas apresentam uma situação melhor do que as áreas mais distantes. O caso do Estado do Pará é bastante ilustrativo deste padrão, onde os municípios próximos a Belém apresentam condições de drenagem mais adequadas do que os municípios situados a sudeste do estado.

Mesmo nos estados mais desenvolvidos economicamente, nas Regiões Sul e Sudeste, existem diferenciações entre as áreas mais dinâmicas e as de menor dinamismo. No Estado de Minas Gerais, por exemplo, a presença de municípios com situação de drenagem muito boa e boa na porção sul do estado é visivelmente maior do que aquela observada na porção norte do estado. Em certa medida esta situação é coerente com o quadro de outros indicadores de saneamento em nível municipal.

Nos estados das Regiões Sul e Sudeste, observa-se que, muitas vezes, municípios mais distantes das capitais apresentam situações de atendimento pelos serviços de drenagem melhores que a periferia imediata das metrópoles.

A importância dos serviços de drenagem urbana, principalmente nas médias e grandes cidades, se torna mais destacado em épocas de chuvas, quando as imagens das enchentes, com consequentes danos materiais e humanos, frequentemente são mostradas pela imprensa.

A análise conjunta da situação dos municípios quanto à drenagem e aos aspectos do relevo revelam alguns aspectos importantes relacionados com a vulnerabilidade de grande número de áreas urbanas no Brasil aos eventos climáticos extremos, principalmente as chuvas de grande intensidade. Associada às inundações, a urbanização provoca uma série de impactos, devido ao aumento de áreas impermeáveis, ocupação do solo e a construção da rede de condutos pluviais. O crescimento urbano pode ainda produzir obstruções ao escoamento, como aterros e pontes, drenagens inadequadas e obstruções de condutos e assoreamento do leito dos rios. Tais efeitos poderão ser

potencializados quando as áreas urbanas ocupam terrenos de alta declividade, vales de rios encaixados ou se expandem por áreas sujeitas a inundações.

A vulnerabilidade de significativa parcela dos municípios do Brasil, principalmente nas áreas de relevo acidentado, como os municípios da Região Serrana do Rio de Janeiro, tem se revelado como uma das questões mais sensíveis na gestão urbana e, sem dúvida, os aspectos da adequação da rede de drenagem devem ser bem equacionados, como forma de evitar prejuízos materiais e de vidas humanas. A superposição de informações sobre a adequação do sistema de drenagem urbana e o mapa de relevo revelam-se assim uma boa aproximação para identificação de áreas mais críticas nestes aspectos.

A PNSB 2008 mostrou que 5 256 municípios brasileiros possuem algum serviço de manejo de águas pluviais, o que corresponde a 94,5% do universo dos municípios do País. No entanto, apenas 12,7% dos municípios declararam possuir dispositivos coletivos de detenção e amortecimento de vazão das águas pluviais urbanas.

Segundo a PNSB 2008, a eficiência dos sistemas de drenagem de águas pluviais no que tange à diminuição de impactos resultantes de processos erosivos e assoreamento de corpos receptores – consequentemente, prevenindo desastres com enchentes e inundações – está diretamente relacionada com a existência dos dispositivos de controle de vazão. Estes permitem a atenuação da energia das águas e o carreamento de sedimentos e outros detritos para os corpos receptores, hídricos ou não, onde há a disposição final dos efluentes da drenagem pluvial.

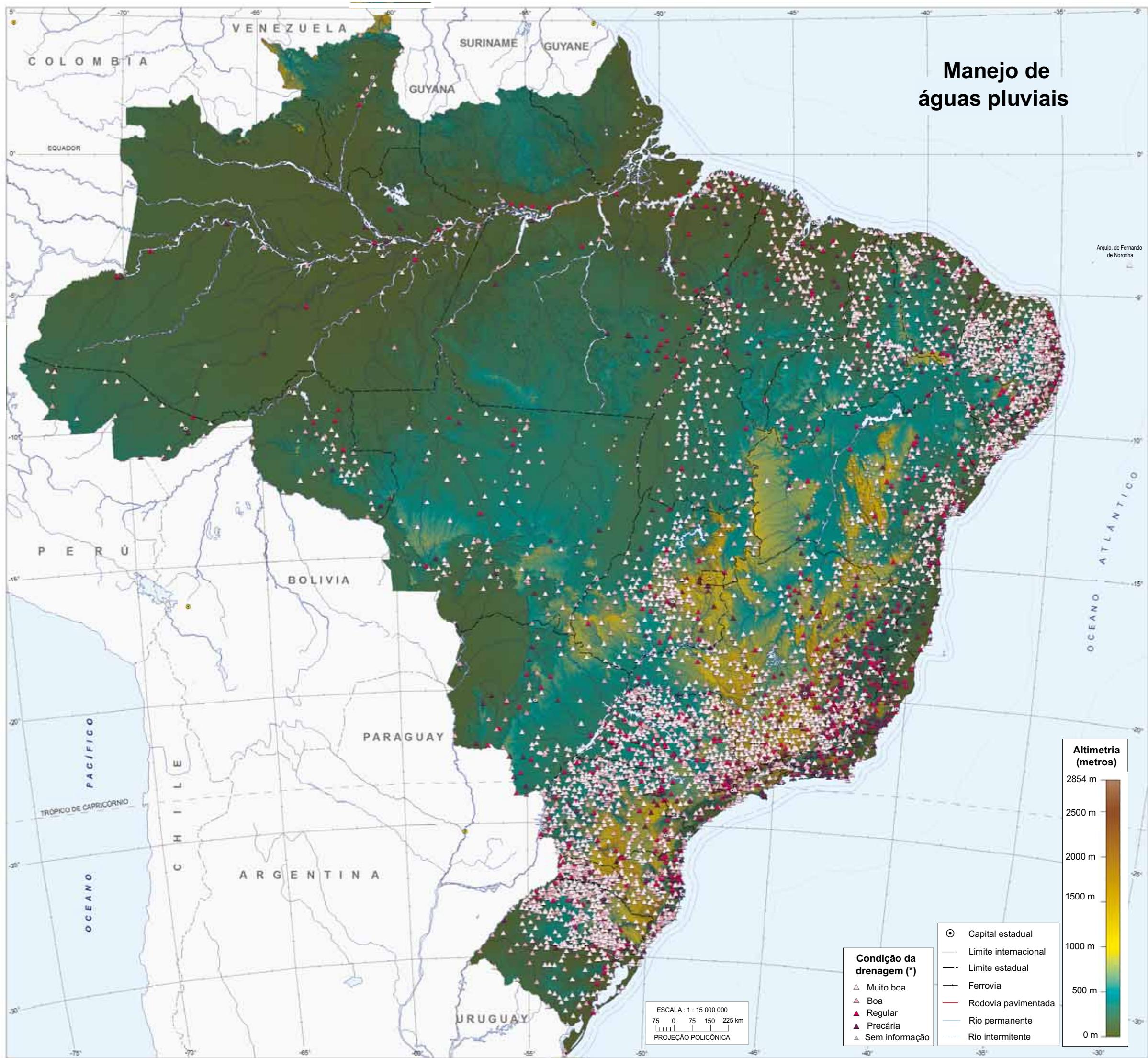
Estudos sobre o assunto apontam que um primeiro passo para eficiência do setor seria a criação de um Plano Diretor de Drenagem Urbana, no qual o estudo dos aspectos hidrológicos é fundamental para o dimensionamento do sistema de

drenagem e criação de soluções alternativas para áreas de risco, aliado ao uso e ocupação racional do solo, que deve ser compatível com a capacidade de macrodrenagem da região.

Referências

- BOTELHO, R. G. M. Bacias hidrográficas urbanas. In: GUERRA, A. J. T. (Org.). *Geomorfologia urbana*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. p. 71-115.
- BRAGA, B. P. F. Controle de cheias urbanas em ambiente tropical. In: DRENAGEM urbana: gerenciamento, simulação e controle. Porto Alegre: Ed. da UFRGS: Associação Brasileira de Recursos Hídricos - ABRH, 1997. p. 51-65.
- COLOMBO, J. C. *Diagnóstico e diretrizes para plano diretor de drenagem urbana*: Ribeirão Quilombo Americana - SP. 2002. 2 v. Dissertação (Mestrado)-Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas - Unicamp, Campinas, 2002.
- MIRANDA, E. E. de (Coord.). *Brasil em relevo*. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2007. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: jul. 2011.
- PESQUISA nacional de saneamento básico 2008. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. 218 p. Acompanha 1 CD-ROM. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb2008/PNSB_2008.pdf>. Acesso em: jun. 2011.

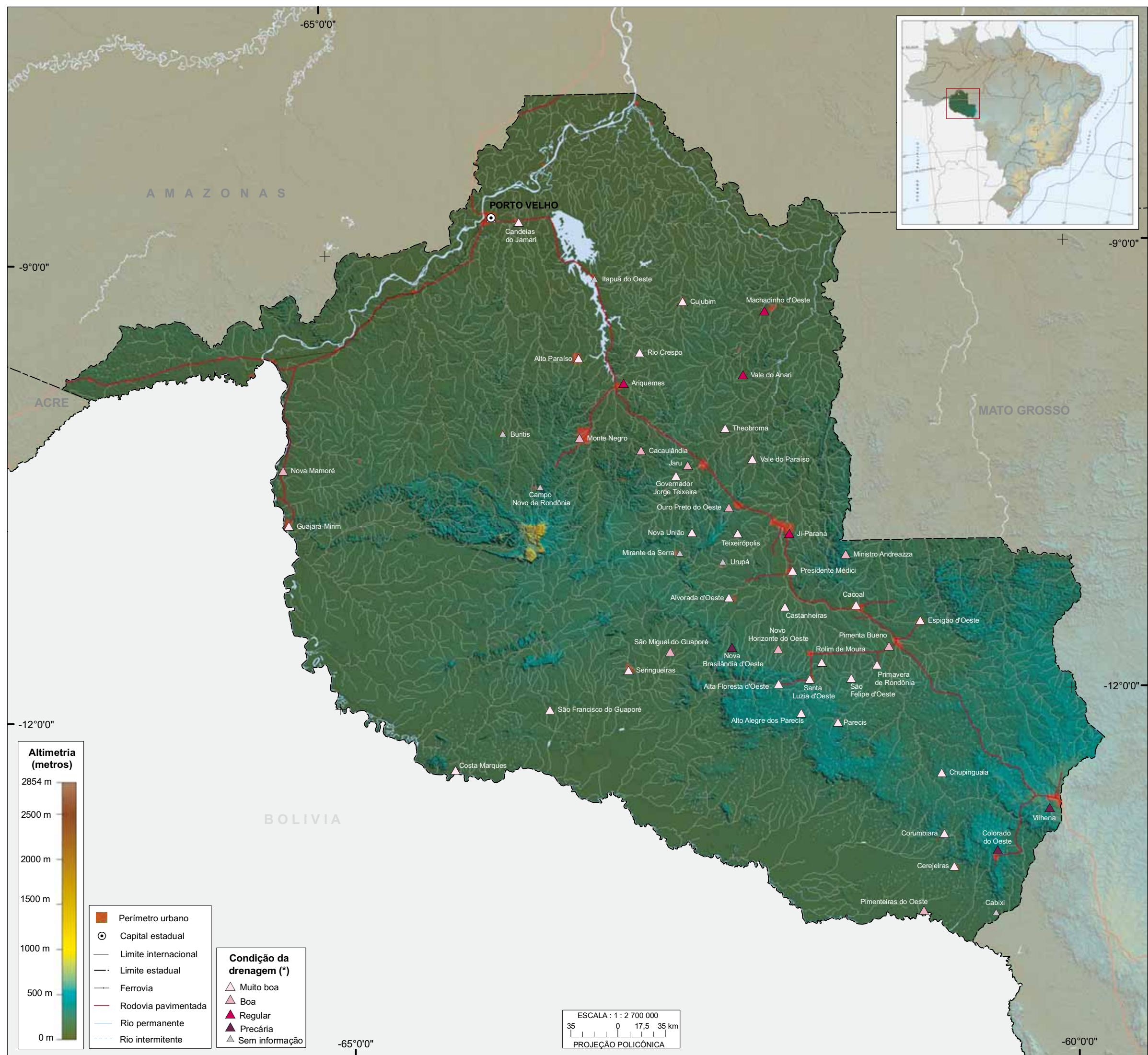
Manejo de águas pluviais - Brasil



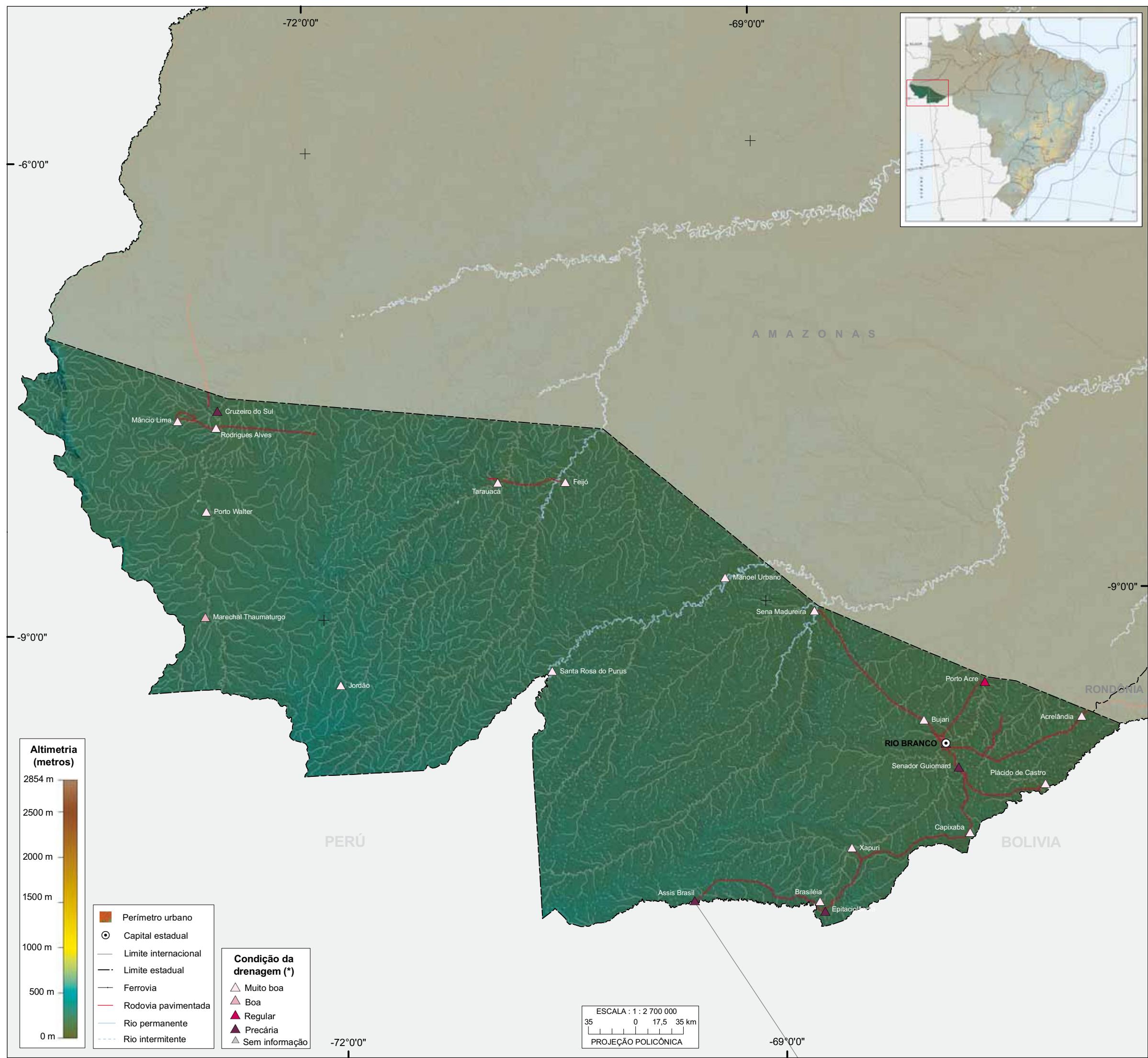
Fontes: IBGE, Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008; e Miranda, E. E. de (Coord.). Brasil em relevo. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2007. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: jul. 2011.

(*) A condição da drenagem levou em consideração: as áreas de risco sem infraestrutura de drenagem, a erosão laminar de terrenos sem cobertura vegetal, o desmatamento e a ocupação intensa e desordenada do solo nos municípios.

Manejo de águas pluviais - Rondônia



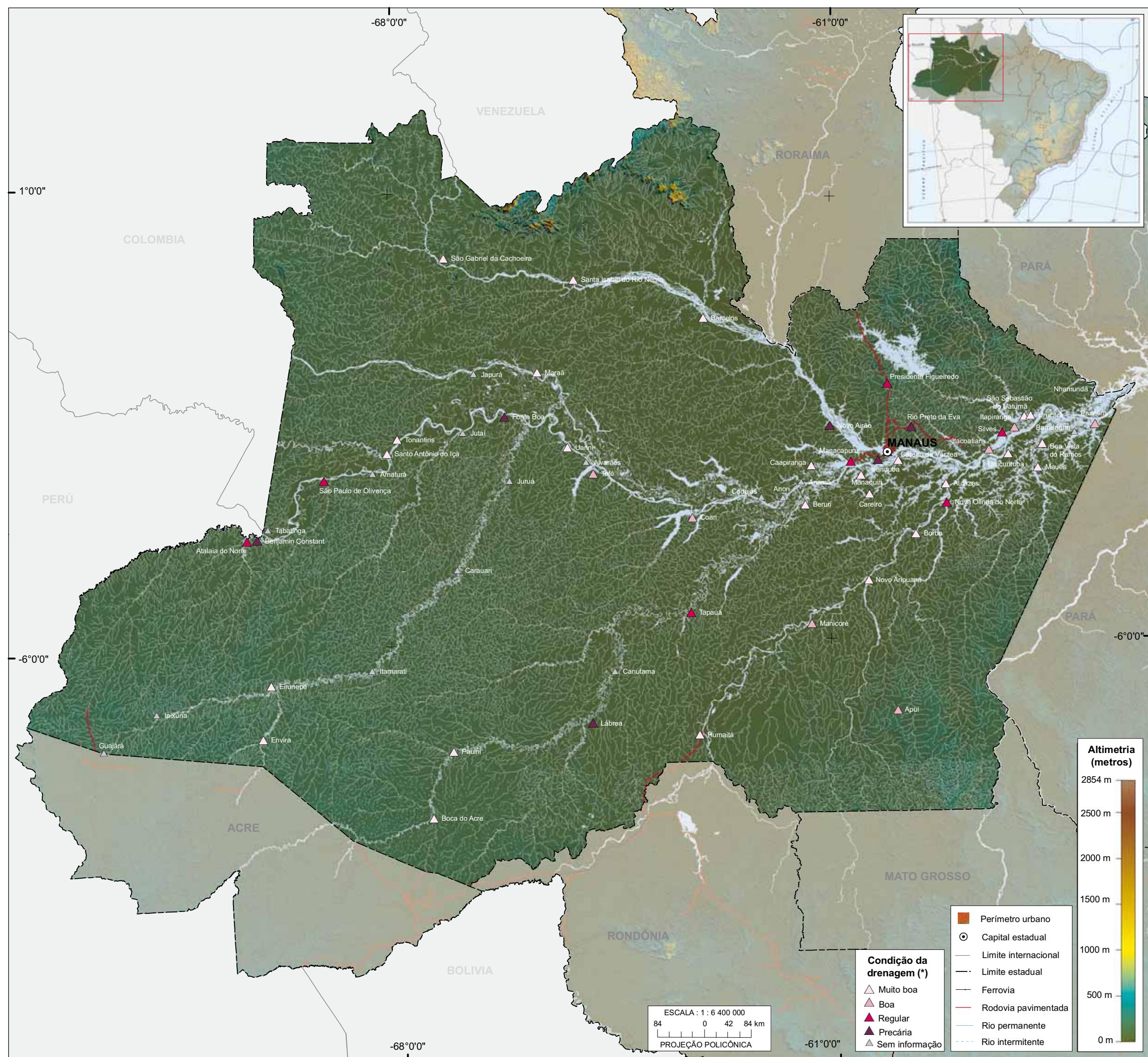
Manejo de águas pluviais - Acre



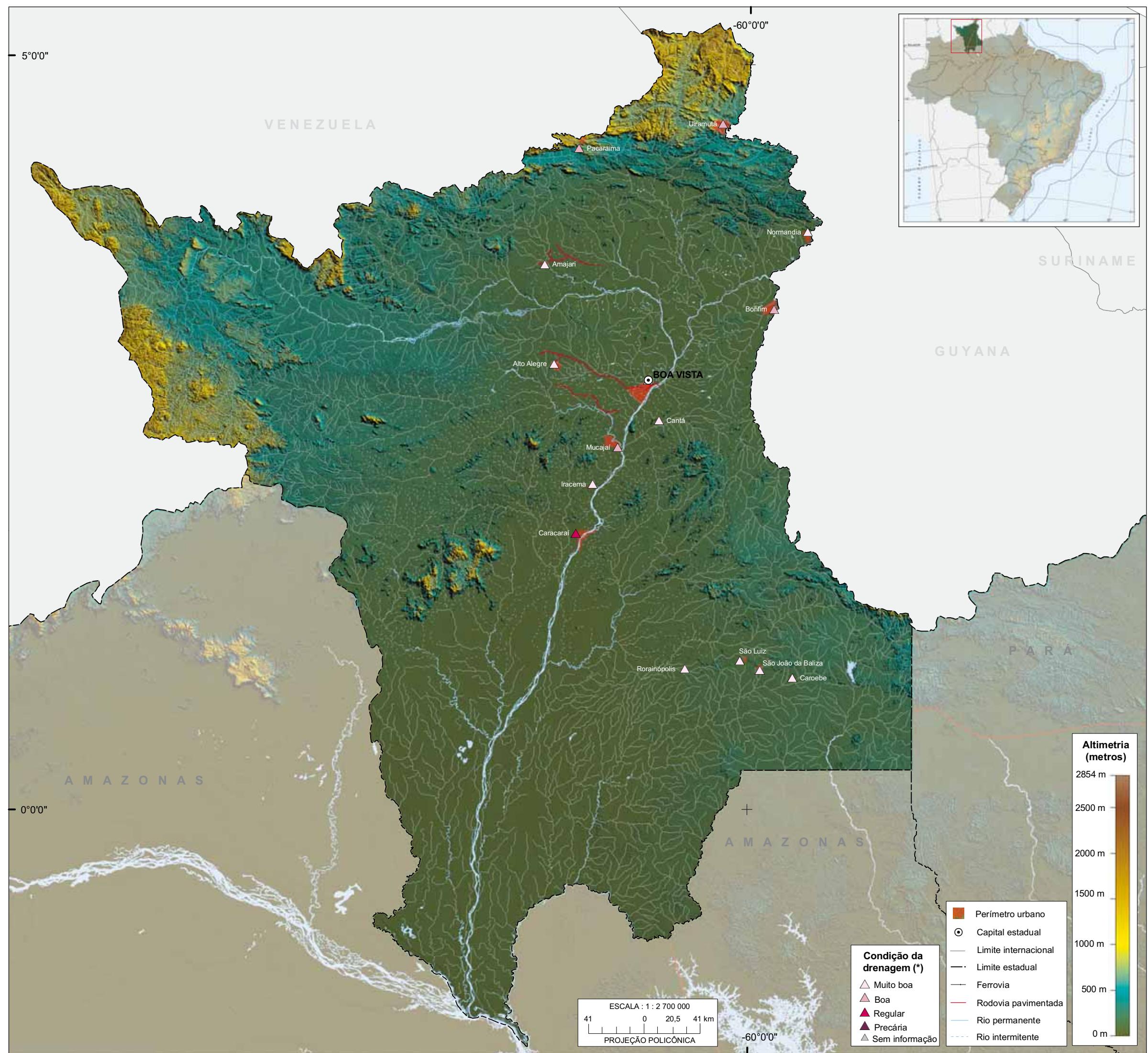
Fontes: IBGE, Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008; e Miranda, E. E. de (Coord.). Brasil em relevo. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2007. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: jul. 2011.

(*) A condição da drenagem levou em consideração: as áreas de risco sem infraestrutura de drenagem, a erosão laminar de terrenos sem cobertura vegetal, o desmatamento e a ocupação intensa e desordenada do solo nos municípios.

Manejo de águas pluviais - Amazonas



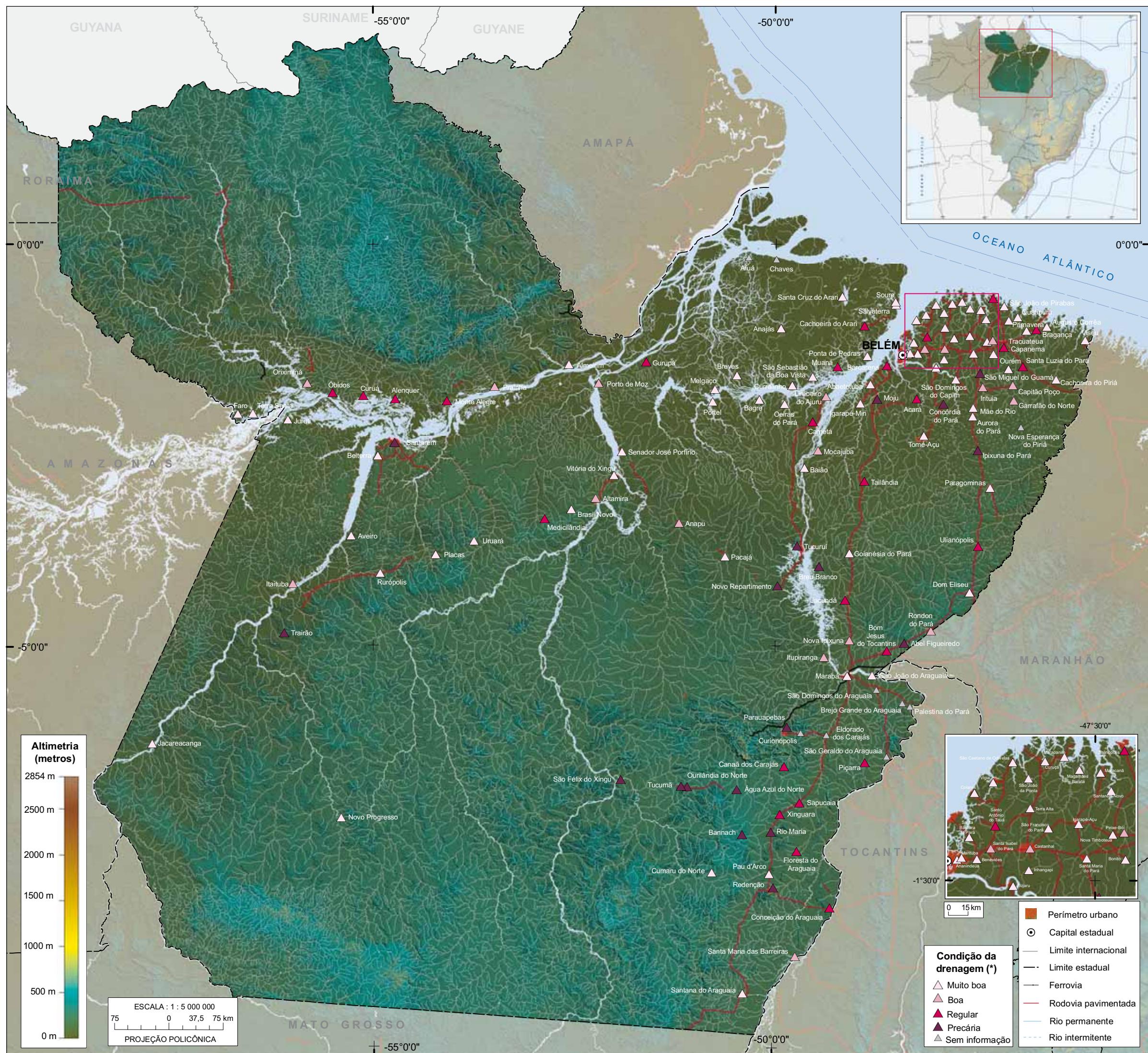
Manejo de águas pluviais - Roraima



Fontes: IBGE, Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008; e Miranda, E. E. de (Coord.). Brasil em relevo. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2007. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: jul. 2011.

(*) A condição da drenagem levou em consideração: as áreas de risco sem infraestrutura de drenagem, a erosão laminar de terrenos sem cobertura vegetal, o desmatamento e a ocupação intensa e desordenada do solo nos municípios.

Manejo de águas pluviais - Pará



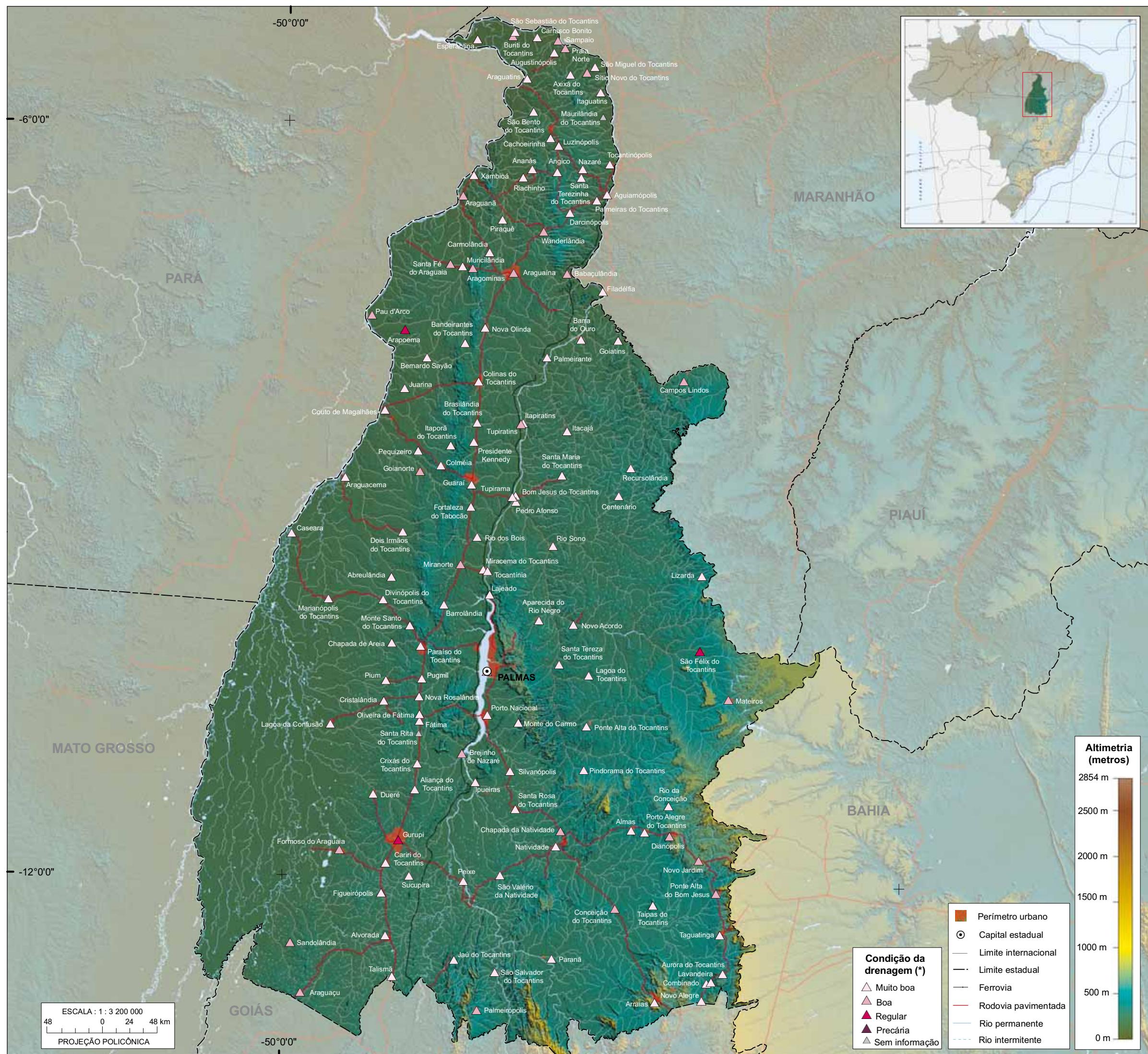
Manejo de águas pluviais - Amapá



Fontes: IBGE, Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008; e Miranda, E. E. de (Coord.). Brasil em relevo. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2007. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: jul. 2011.

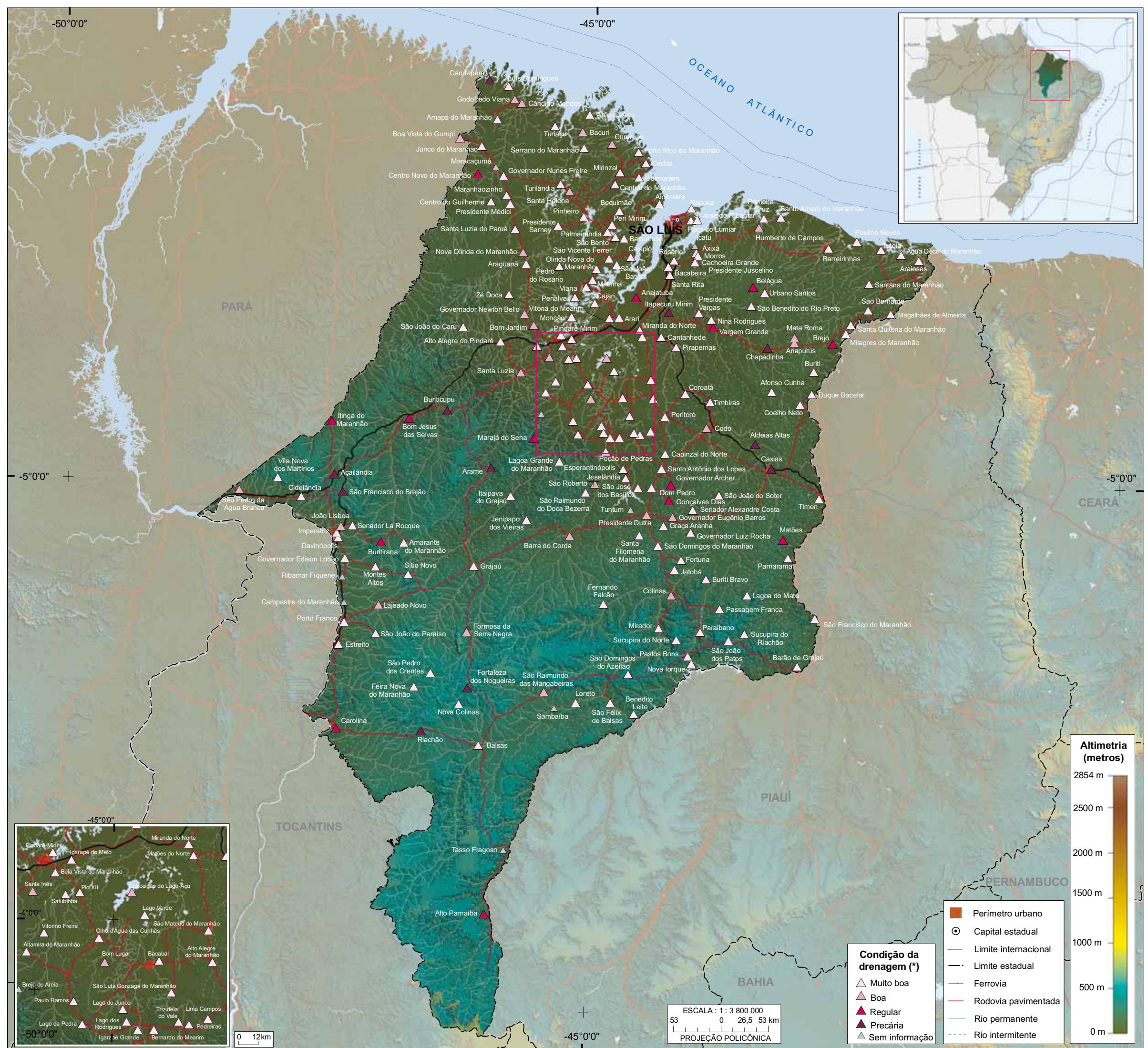
(*) A condição da drenagem levou em consideração: as áreas de risco sem infraestrutura de drenagem, a erosão laminar de terrenos sem cobertura vegetal, o desmatamento e a ocupação intensa e desordenada do solo nos municípios.

Manejo de águas pluviais - Tocantins



Fontes: IBGE, Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008; e Miranda, E. E. de (Coord.). Brasil em relevo. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2007. Disponível em: <<http://www.releovbr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: jul. 2011.
 (*) A condição da drenagem levou em consideração: as áreas de risco sem infraestrutura de drenagem, a erosão laminar de terrenos sem cobertura vegetal, o desmatamento e a ocupação intensa e desordenada do solo nos municípios.

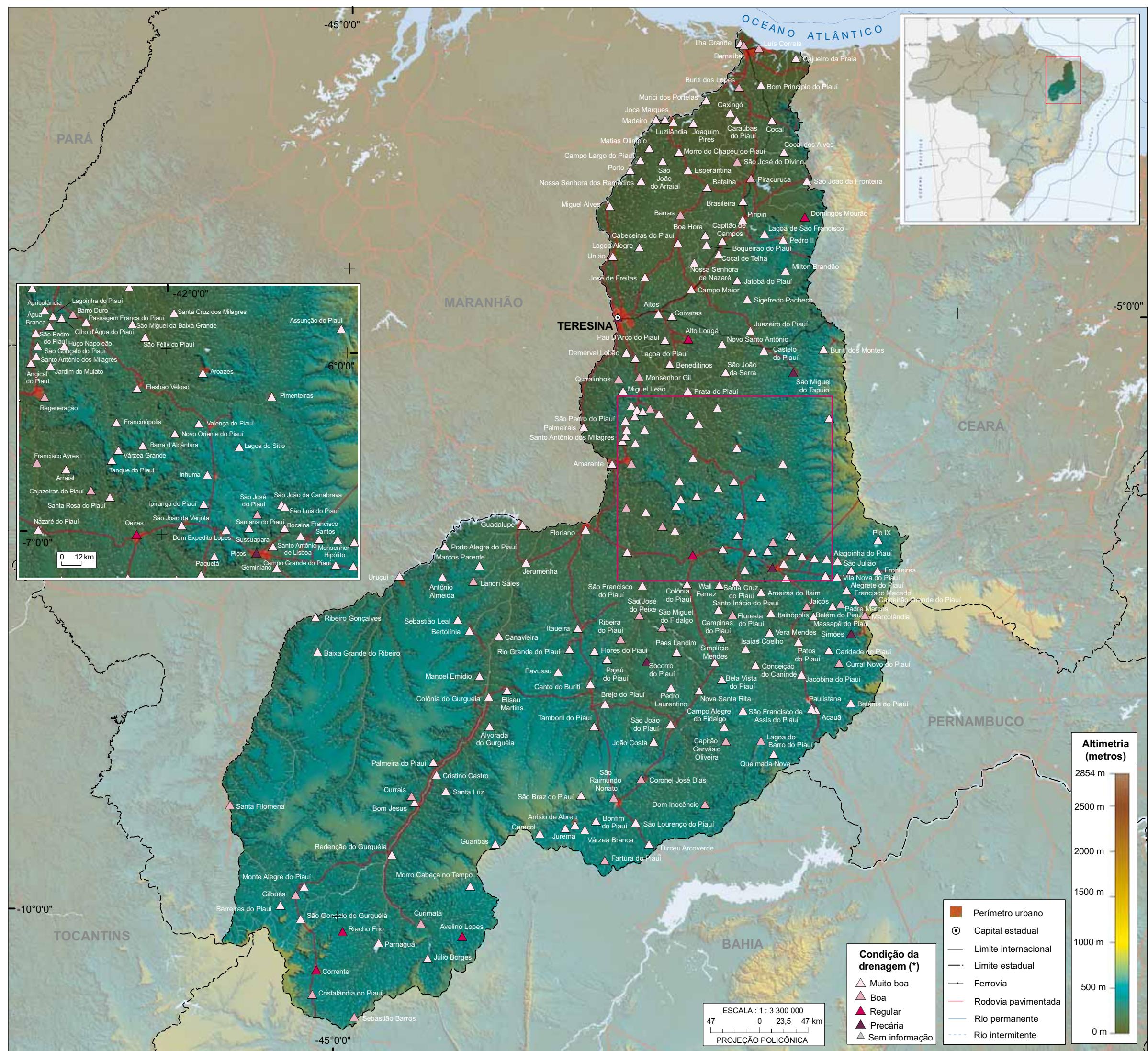
Manejo de águas pluviais - Maranhão



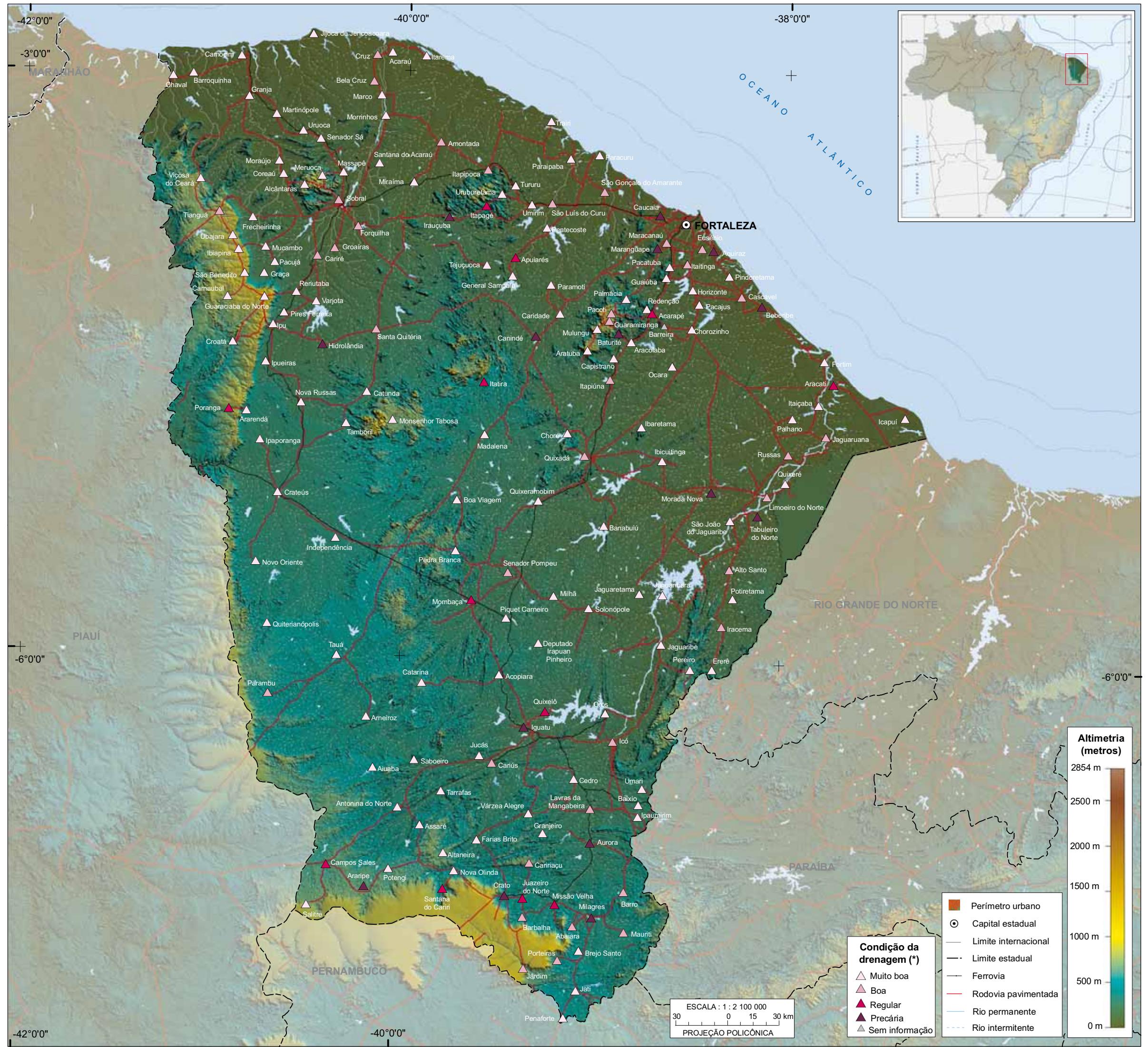
Fontes: IBGE, Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008; e Miranda, E. E. de (Coord.). Brasil em relevo. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2007. Disponível em: <<http://www.relevo.br.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: jul. 2011.

(*) A condição da drenagem levou em consideração: as áreas de risco sem infraestrutura de drenagem, a erosão laminar de terrenos sem cobertura vegetal, o desmatamento e a ocupação intensa e desordenada do solo nos municípios.

Manejo de águas pluviais - Piauí



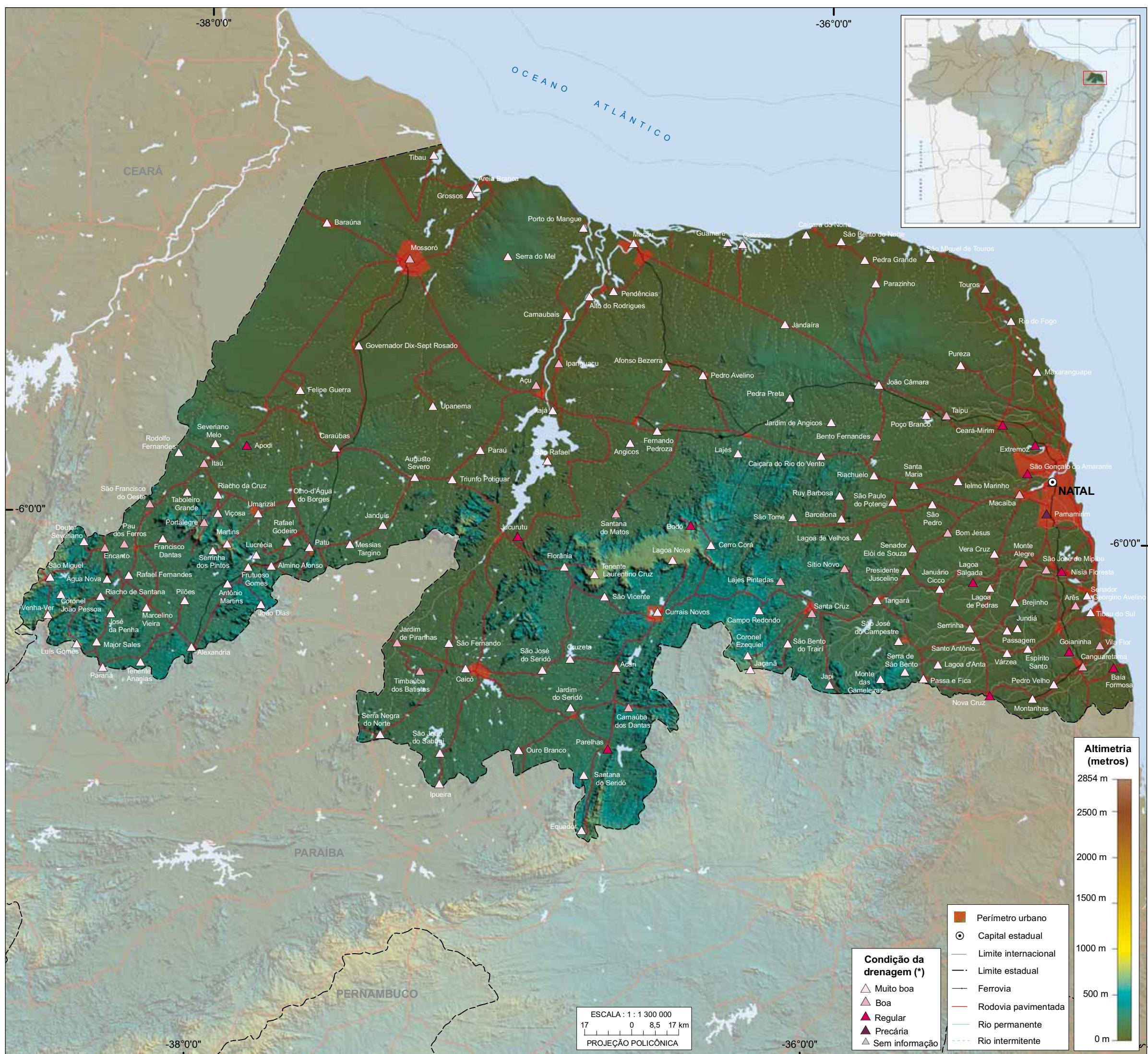
Manejo de águas pluviais - Ceará



Fontes: IBGE, Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008; e Miranda, E. E. de (Coord.). Brasil em relevo. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2007. Disponível em: <<http://www.relevo.br.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: jul. 2011.

(*) A condição da drenagem levou em consideração: as áreas de risco sem infraestrutura de drenagem, a erosão laminar de terrenos sem cobertura vegetal, o desmatamento e a ocupação intensa e desordenada do solo nos municípios.

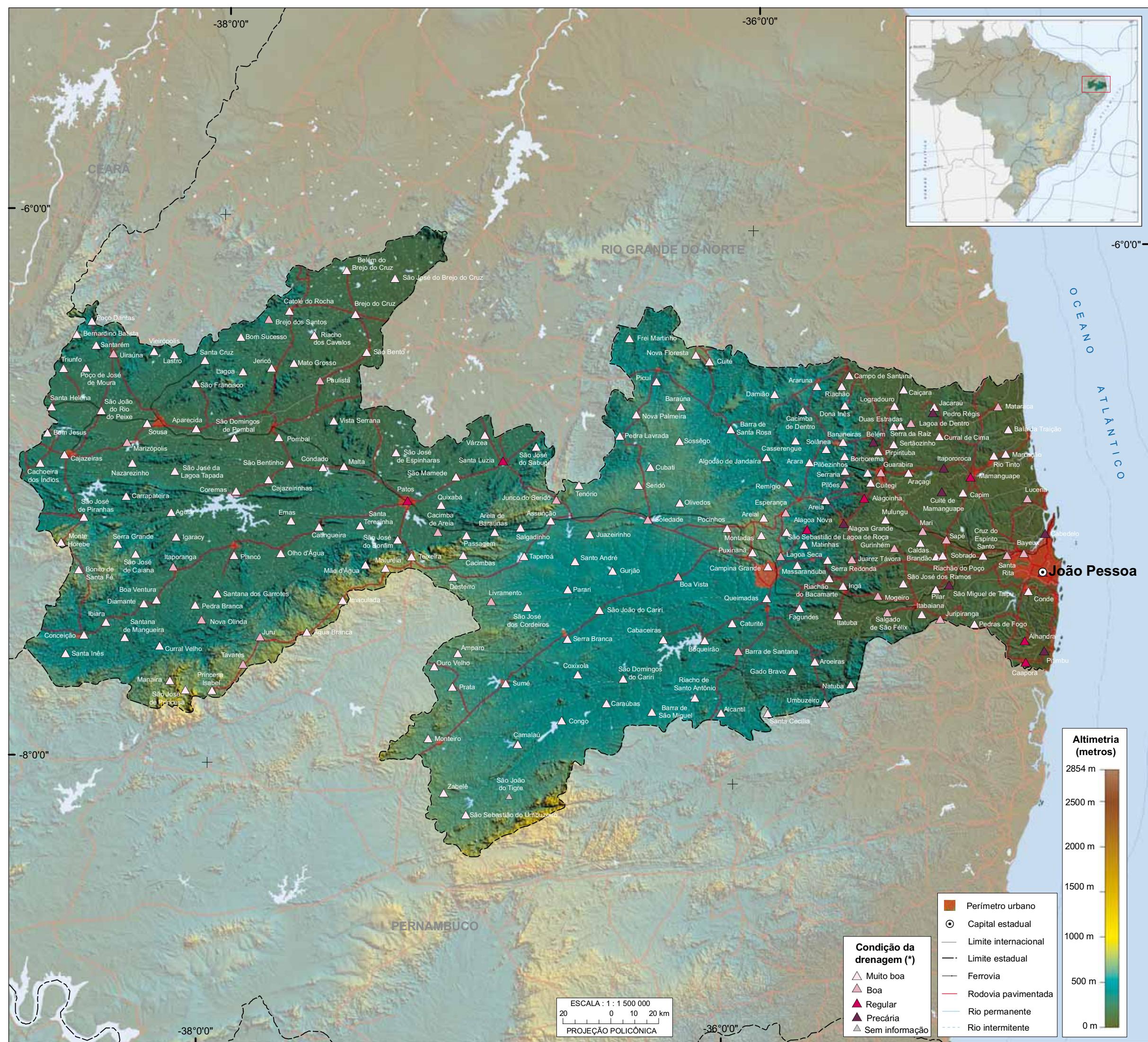
Manejo de águas pluviais - Rio Grande do Norte



Fontes: IBGE, Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008; e Miranda, E. E. de (Coord.). Brasil em relevo. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2007. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: jul. 2011.

(*) A condição da drenagem levou em consideração: as áreas de risco sem infraestrutura de drenagem, a erosão laminar de terrenos sem cobertura vegetal, o desmatamento e a ocupação intensa e desordenada do solo nos municípios.

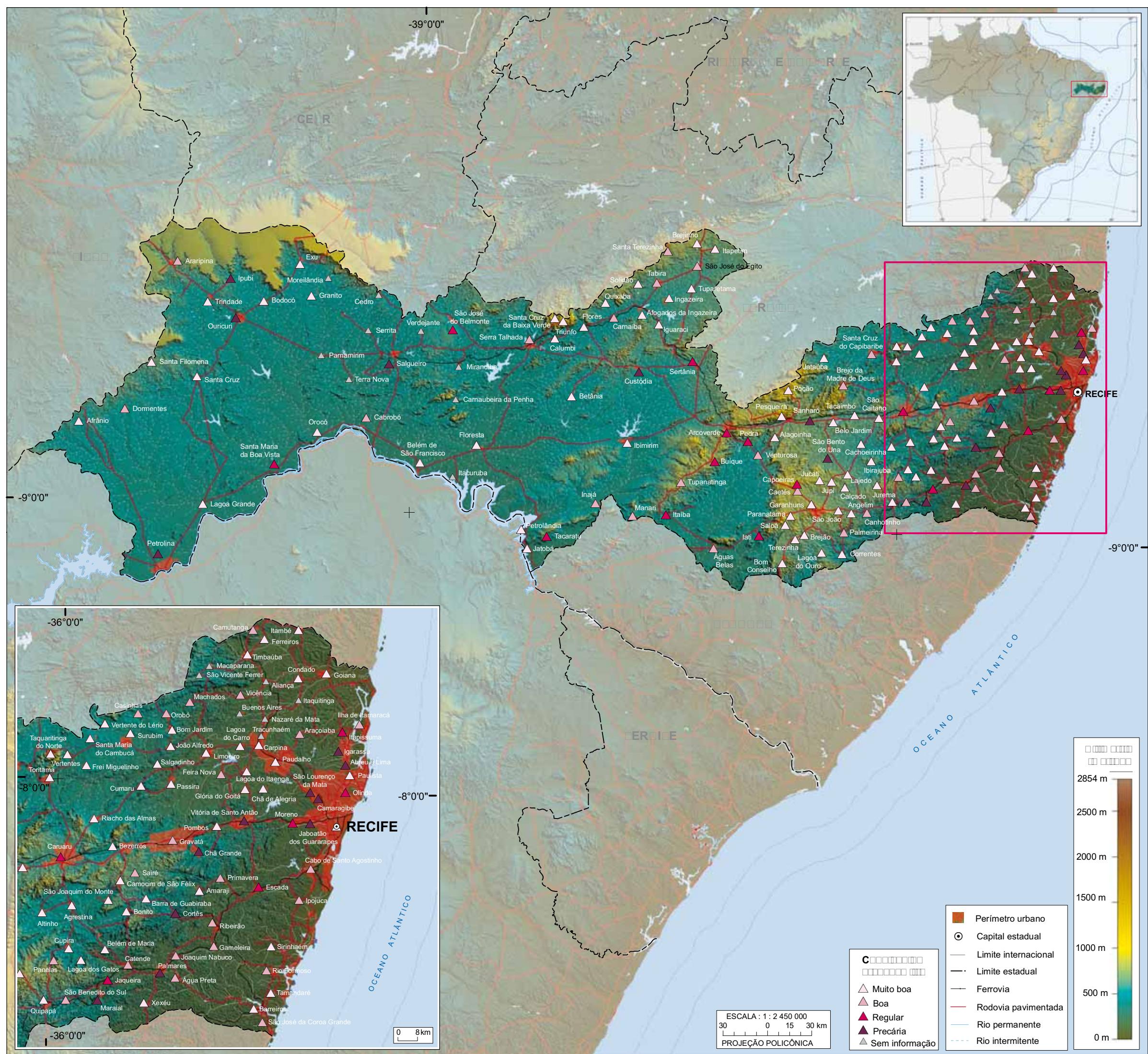
Manejo de águas pluviais - Paraíba



Fontes: IBGE, Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008; e Miranda, E. E. de (Coord.). Brasil em relevo. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2007. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: jul. 2011.

(*) A condição da drenagem levou em consideração: as áreas de risco sem infraestrutura de drenagem, a erosão laminar de terrenos sem cobertura vegetal, o desmatamento e a ocupação intensa e desordenada do solo nos municípios.

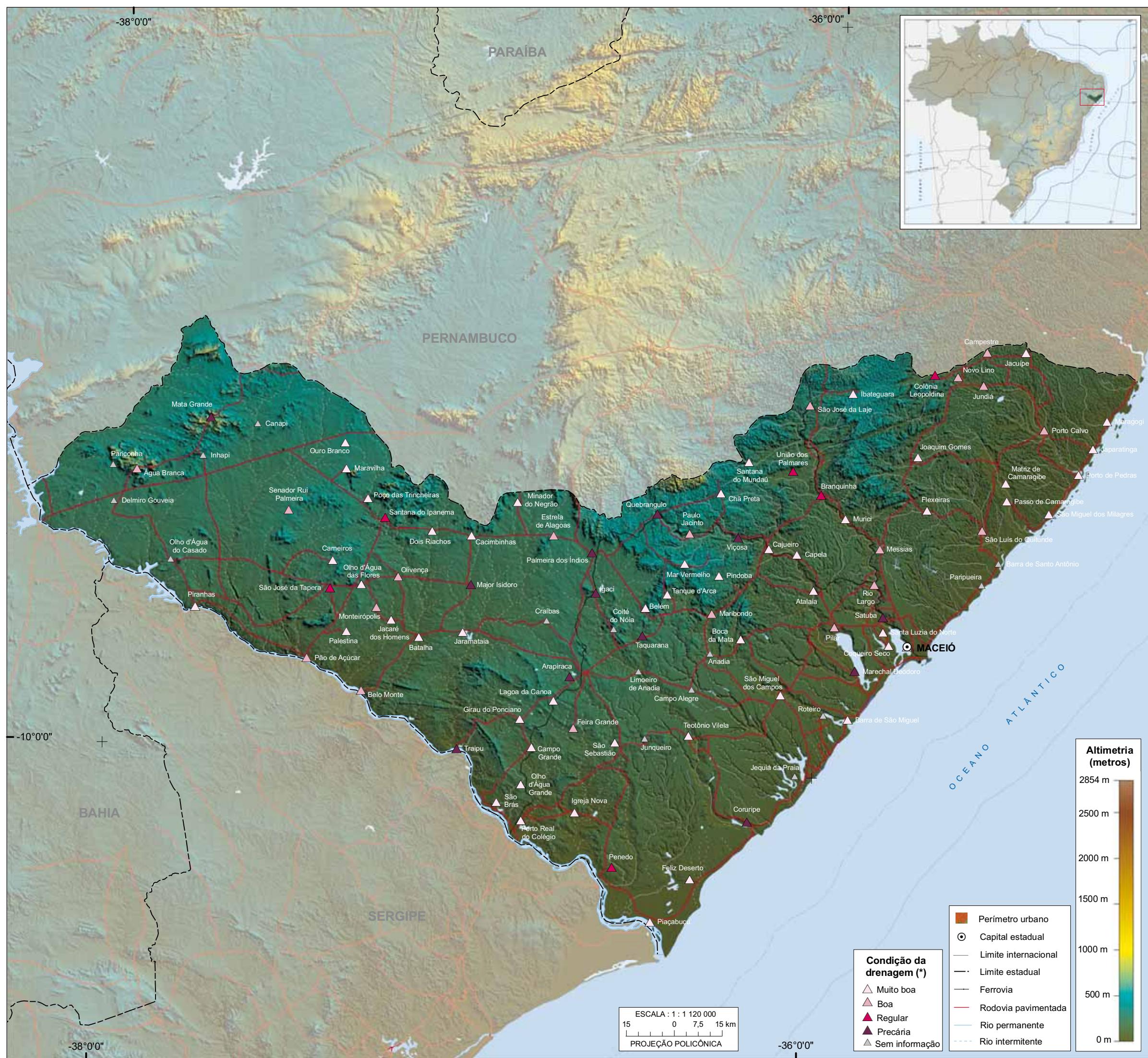
Manejo de águas pluviais - Pernambuco



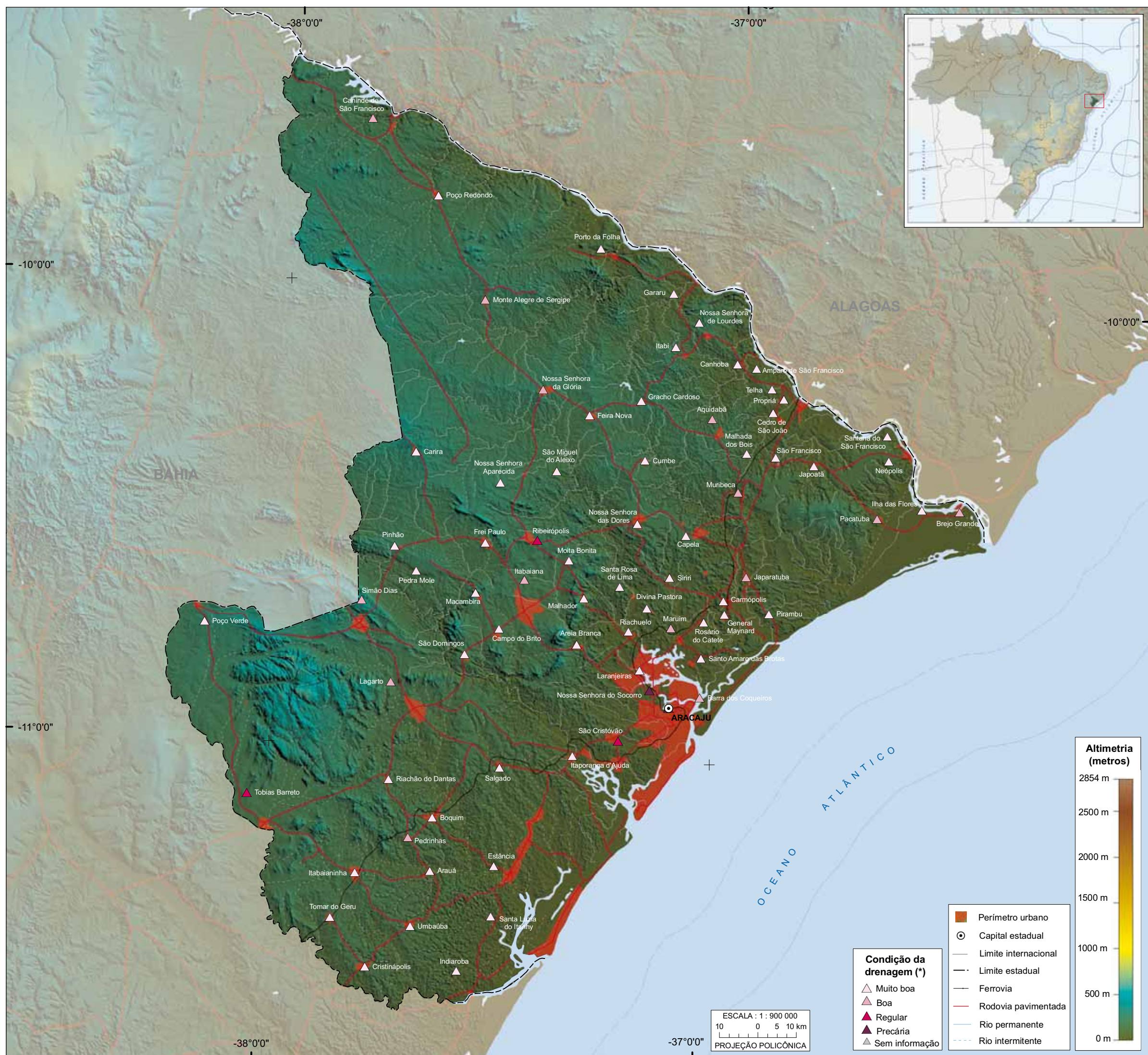
Fontes: IBGE, Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008; e Miranda, E. E. de (Coord.). Brasil em relevo. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2007. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: jul. 2011.

(*) A condição da drenagem levou em consideração: as áreas de risco sem infraestrutura de drenagem, a erosão laminar de terrenos sem cobertura vegetal, o desmatamento e a ocupação intensa e desordenada do solo nos municípios.

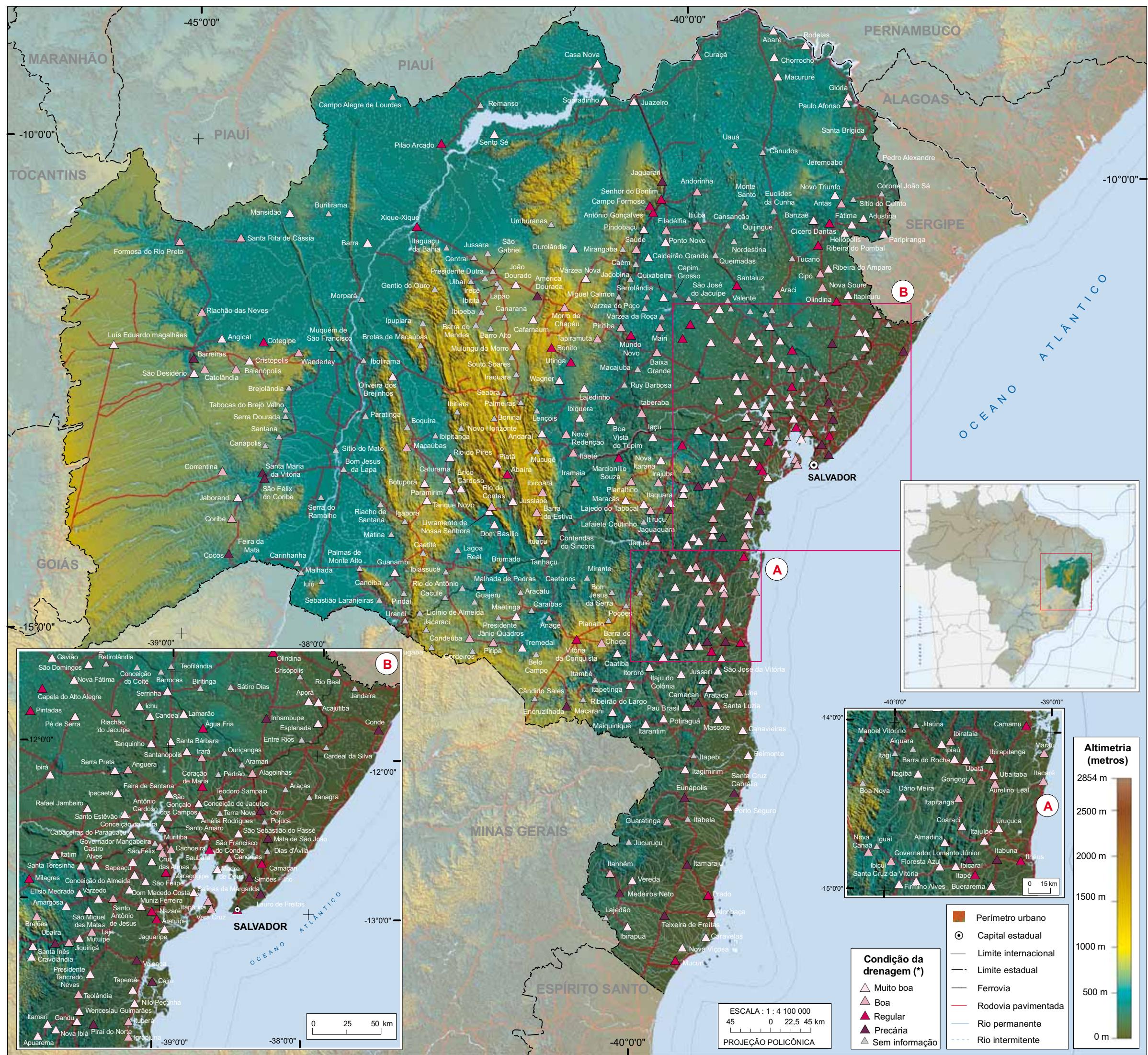
Manejo de águas pluviais - Alagoas



Manejo de águas pluviais - Sergipe



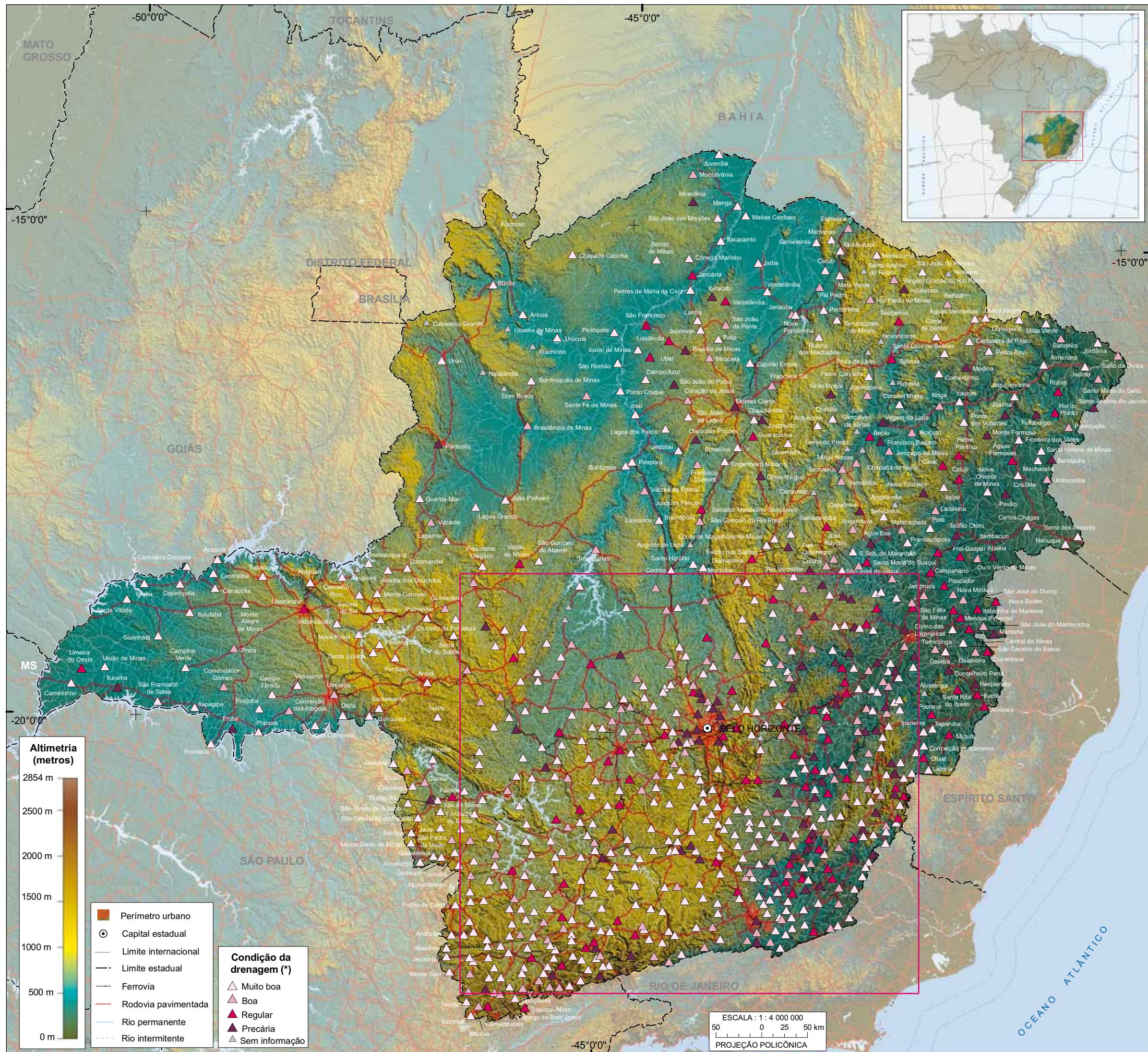
Manejo de águas pluviais - Bahia



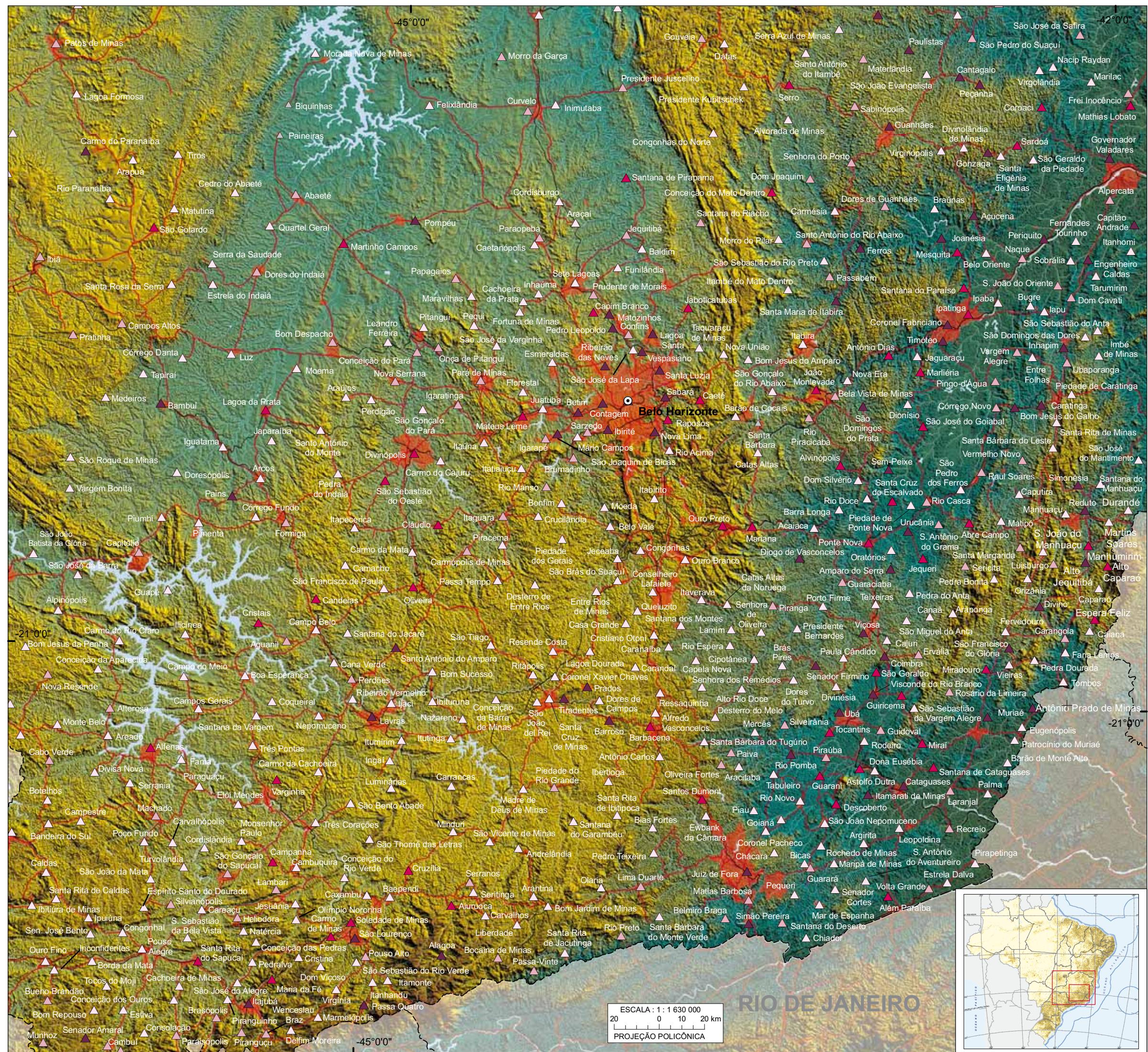
Fontes: IBGE, Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008; e Miranda, E. E. de (Coord.). Brasil em relevo. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2007. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: jul. 2011.

(*) A condição da drenagem levou em consideração: as áreas de risco sem infraestrutura de drenagem, a erosão laminar de terrenos sem cobertura vegetal, o desmatamento e a ocupação intensa e desordenada do solo nos municípios.

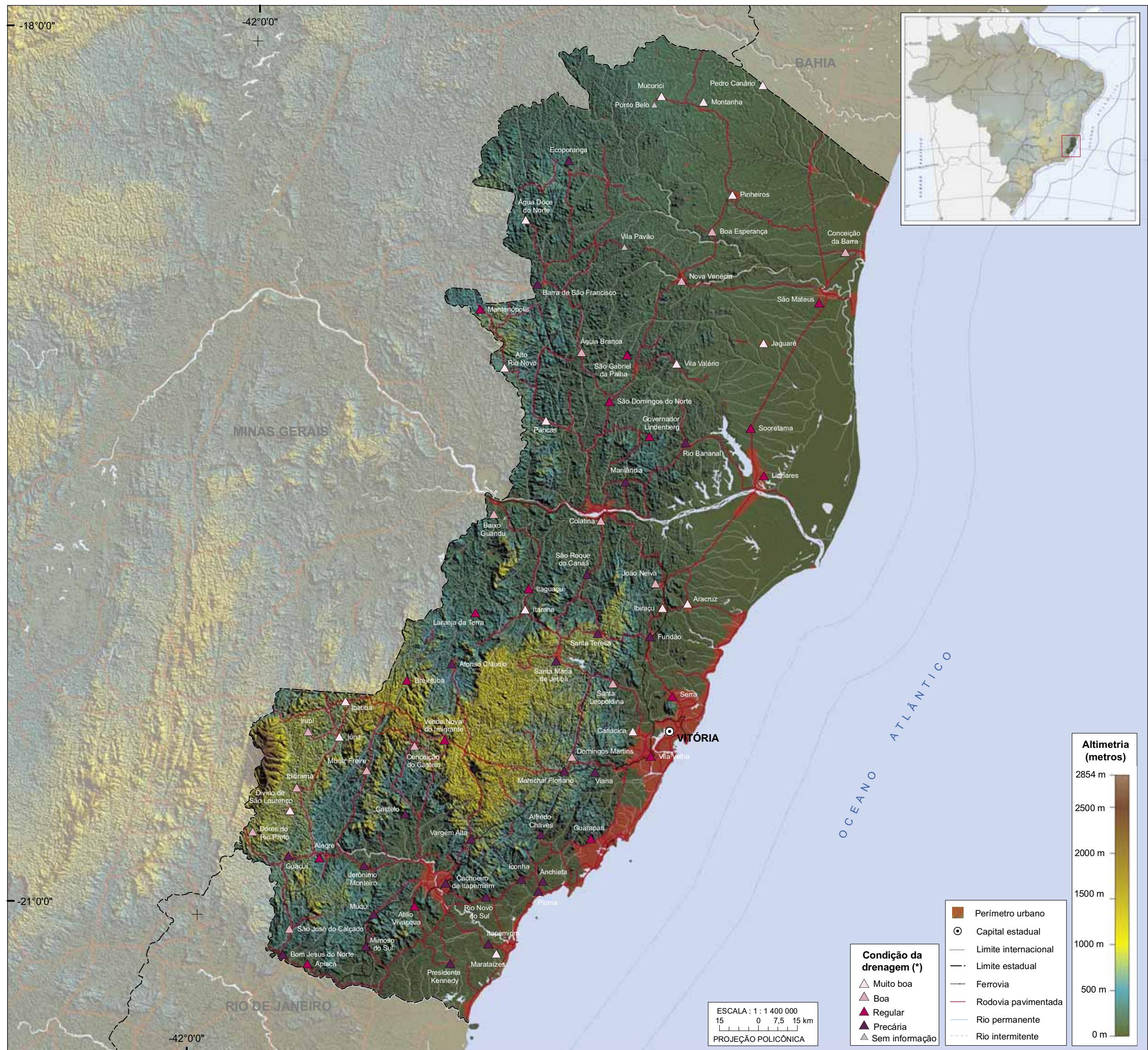
Manejo de águas pluviais - Minas Gerais



Manejo de águas pluviais - Minas Gerais

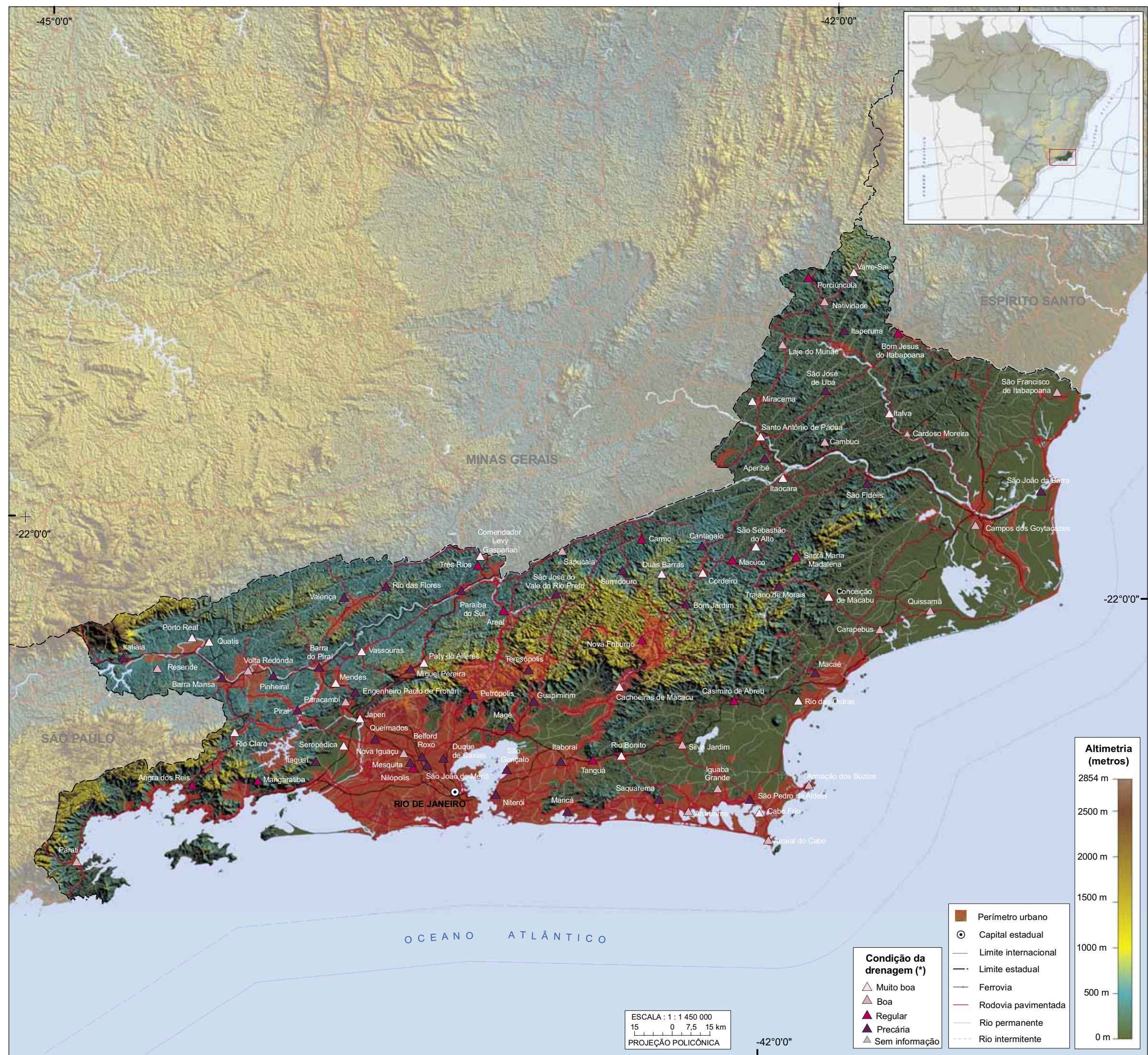


Manejo de águas pluviais - Espírito Santo

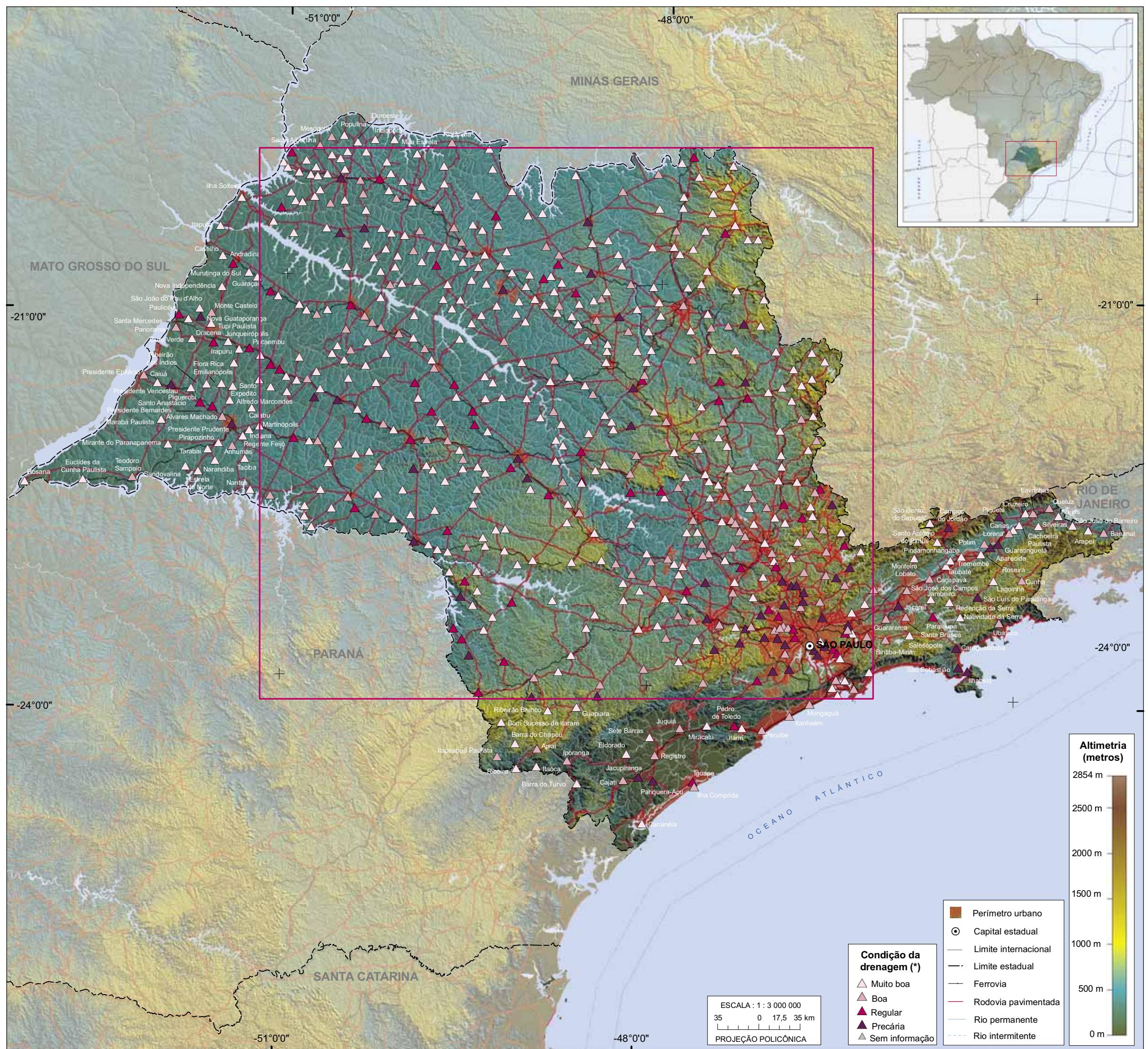


Fontes: IBGE, Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008; e Miranda, E. E. de (Coord.). Brasil em relevo. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2007. Disponível em: <<http://www.releovbr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: jul. 2011.
 (*) A condição da drenagem levou em consideração: as áreas de risco sem infraestrutura de drenagem, a erosão laminar de terrenos sem cobertura vegetal, o desmatamento e a ocupação intensa e desordenada do solo nos municípios.

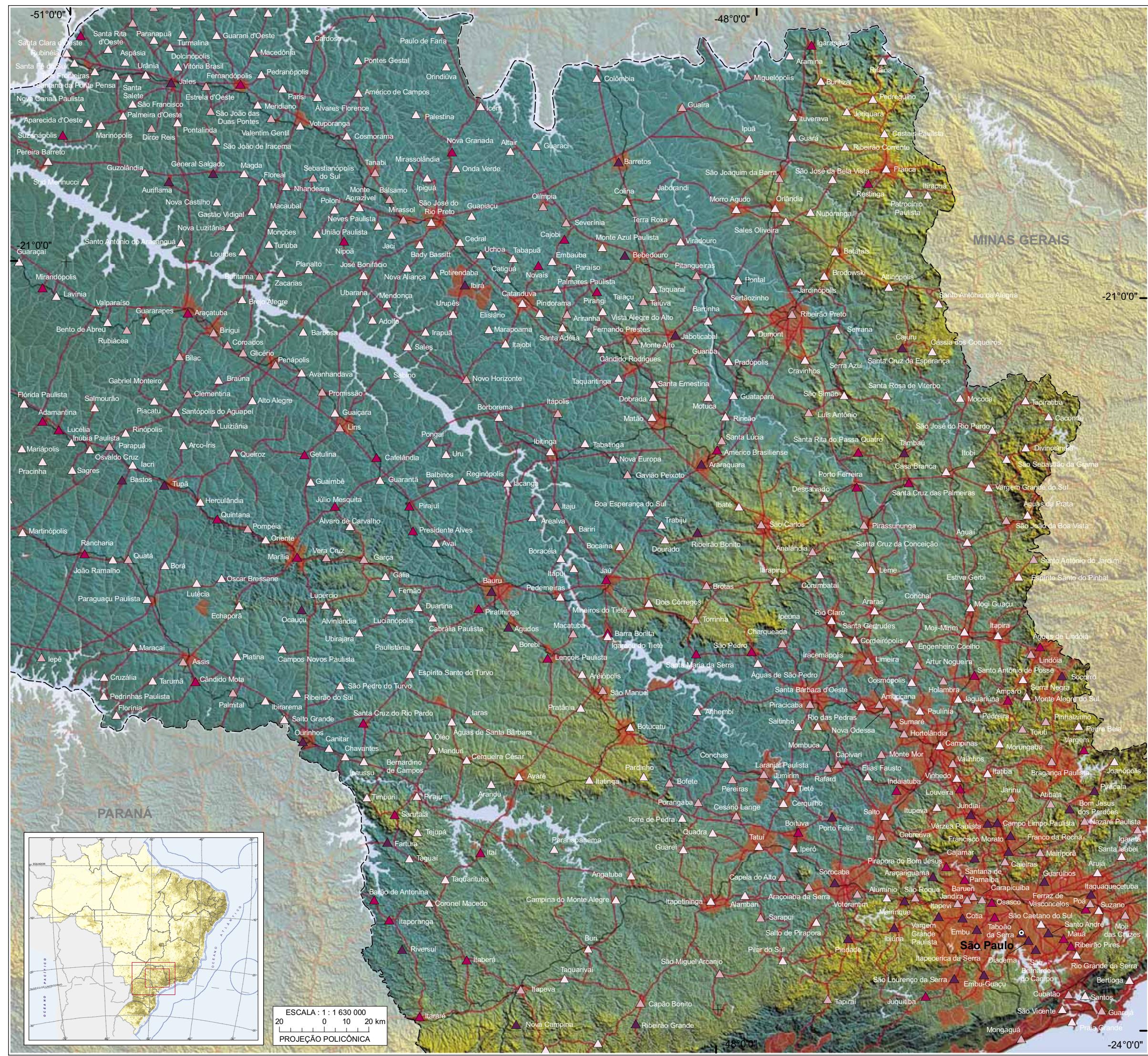
Manejo de águas pluviais - Rio de Janeiro



Manejo de águas pluviais - São Paulo



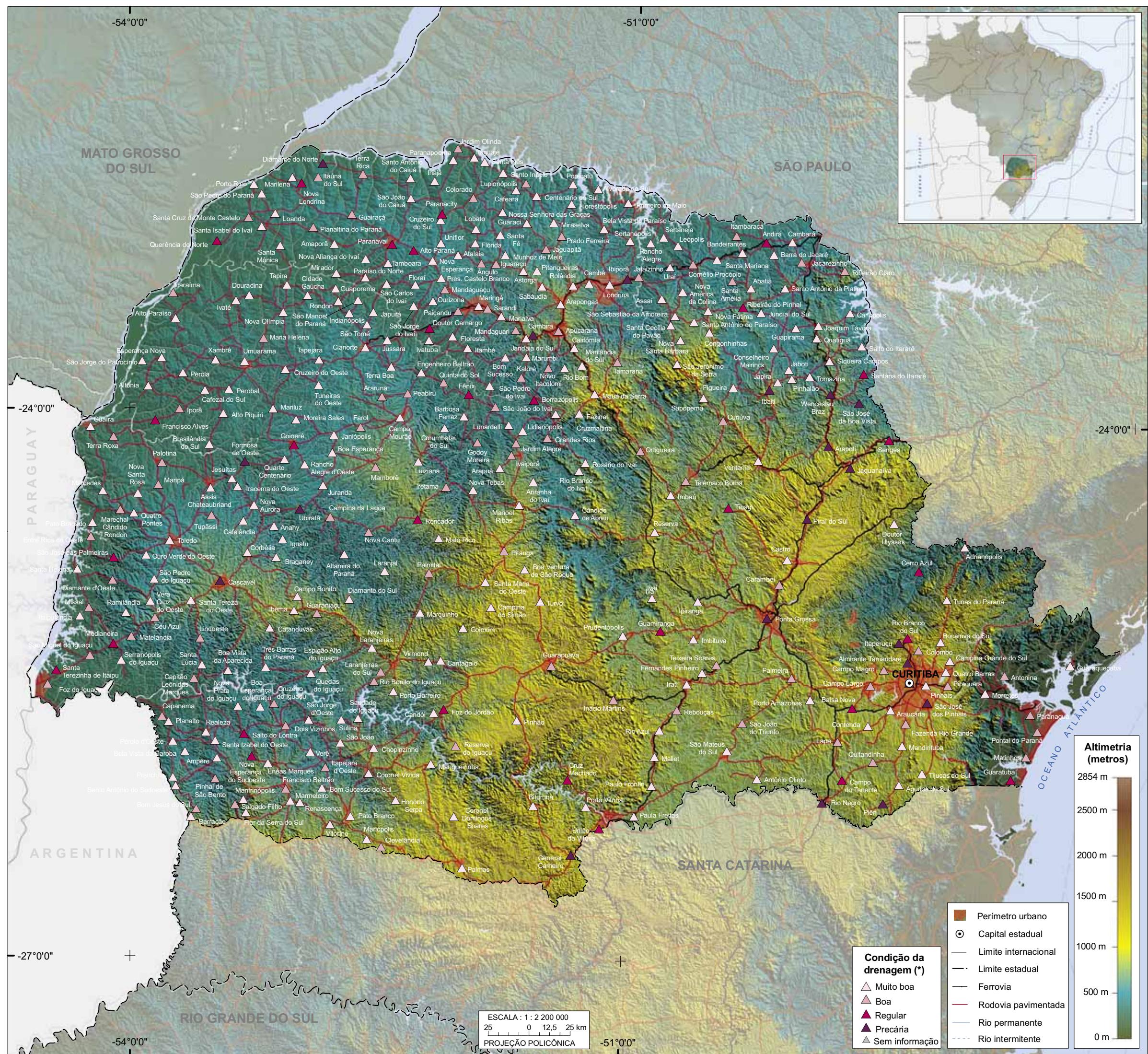
Manejo de águas pluviais - São Paulo



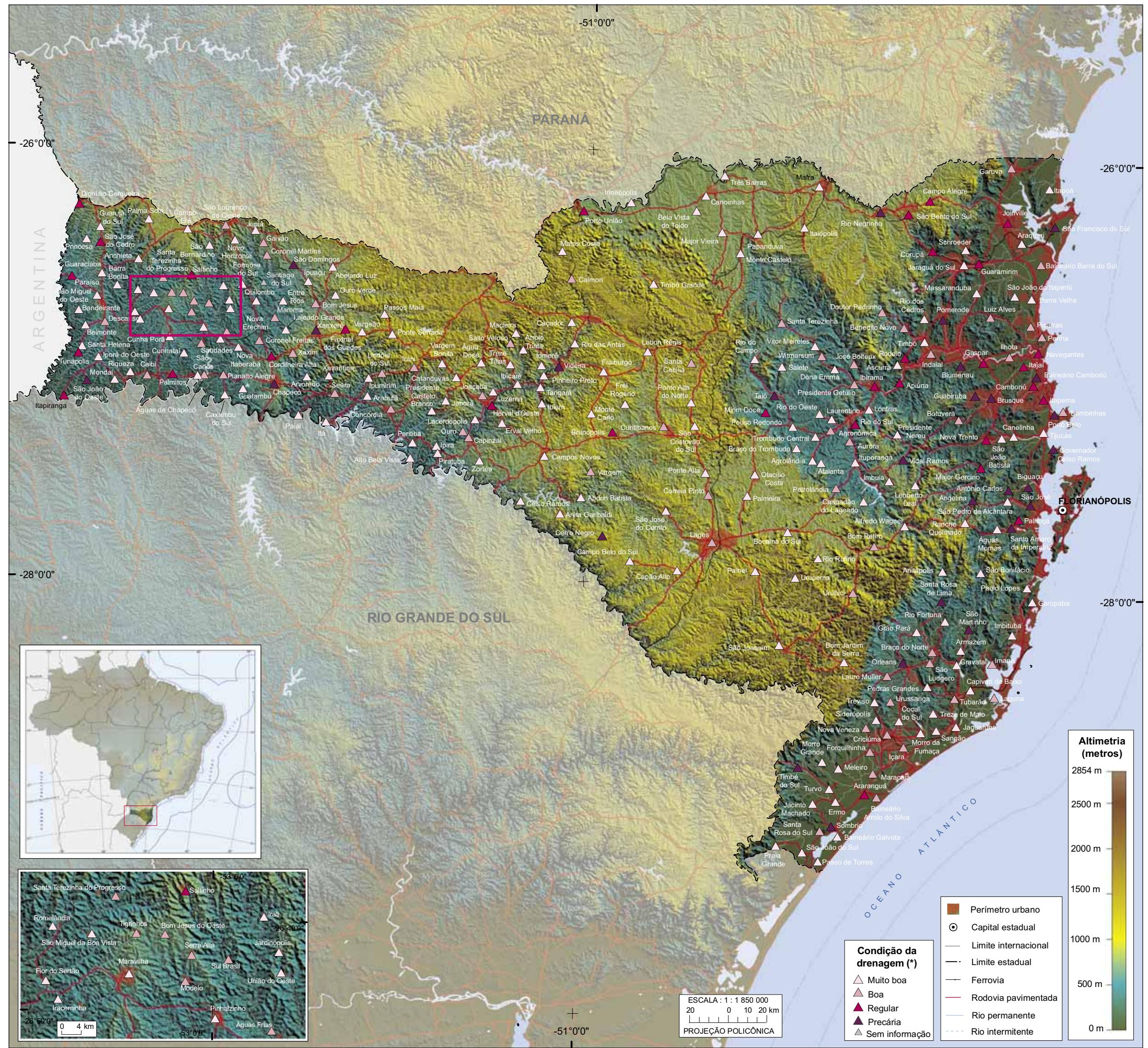
Fontes: IBGE, Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008; e Miranda, E. E. de (Coord.). Brasil em relevo. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2007. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: jul. 2011.

(*) A condição da drenagem levou em consideração: as áreas de risco sem infraestrutura de drenagem, a erosão laminar de terrenos sem cobertura vegetal, o desmatamento e a ocupação intensa e desordenada do solo nos municípios.

Manejo de águas pluviais - Paraná



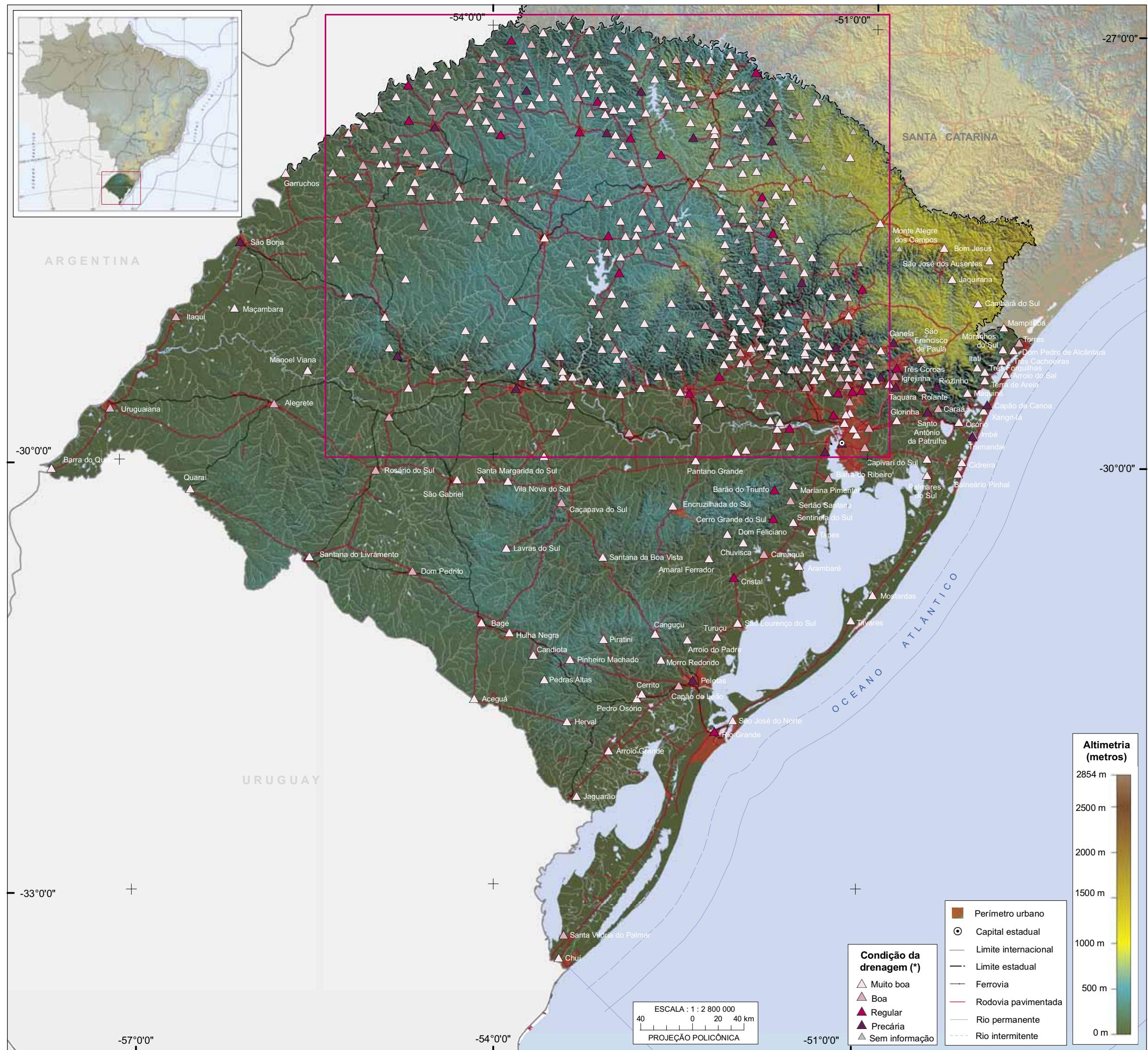
Manejo de águas pluviais - Santa Catarina



Fontes: IBGE, Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008; e Miranda, E. E. de (Coord.). Brasil em relevo. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2007. Disponível em: <<http://www.relevo.br.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: jul. 2011.

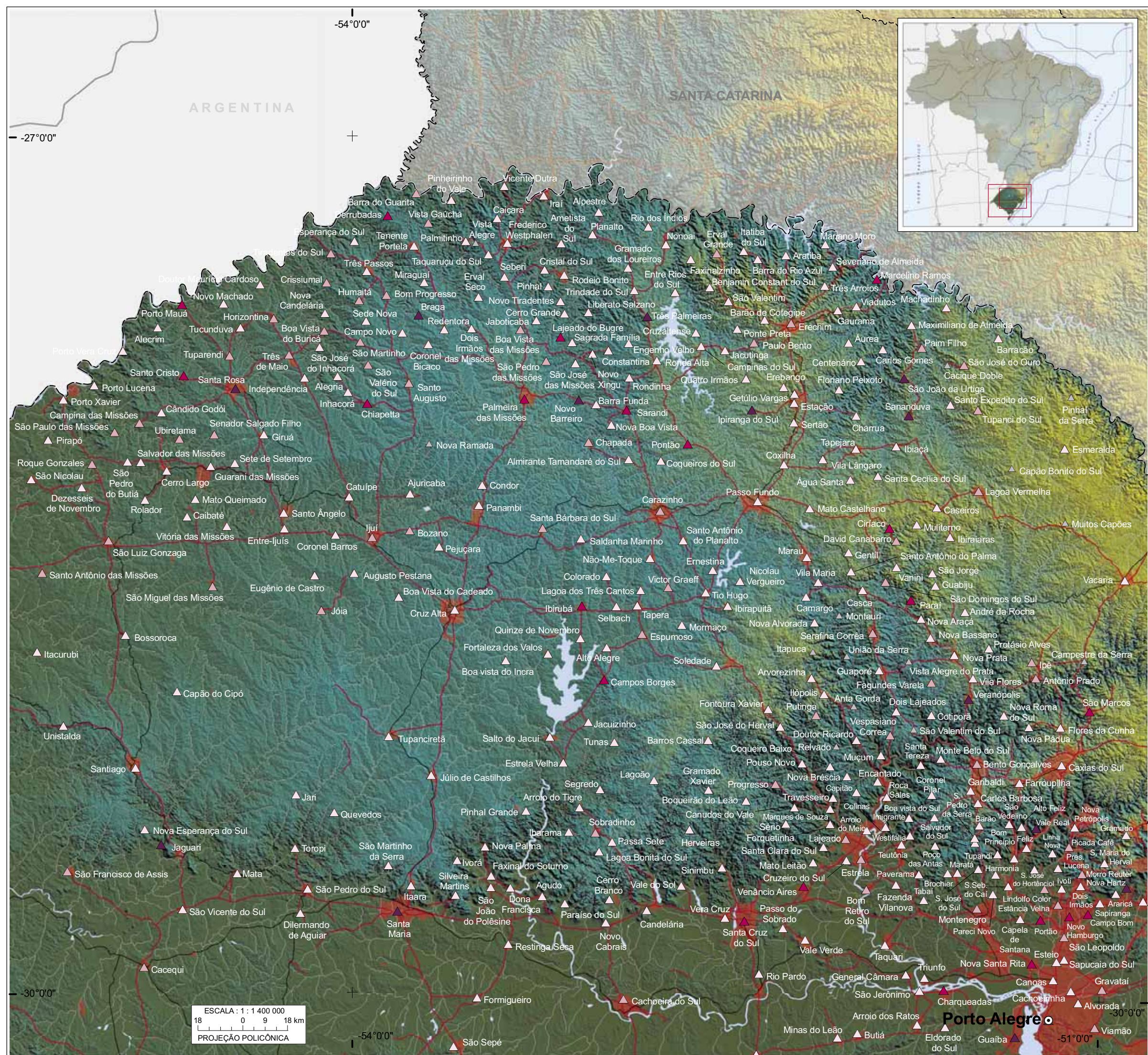
(*) A condição da drenagem levou em consideração: as áreas de risco sem infraestrutura de drenagem, a erosão laminar de terrenos sem cobertura vegetal, o desmatamento e a ocupação intensa e desordenada do solo nos municípios.

Manejo de águas pluviais - Rio Grande do Sul



Fontes: IBGE, Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008; e Miranda, E. E. de (Coord.). Brasil em relevo. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2007. Disponível em: <<http://www.relevo.br/cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: jul. 2011.
 (*) A condição da drenagem levou em consideração: as áreas de risco sem infraestrutura de drenagem, a erosão laminar de terrenos sem cobertura vegetal, o desmatamento e a ocupação intensa e desordenada do solo nos municípios.

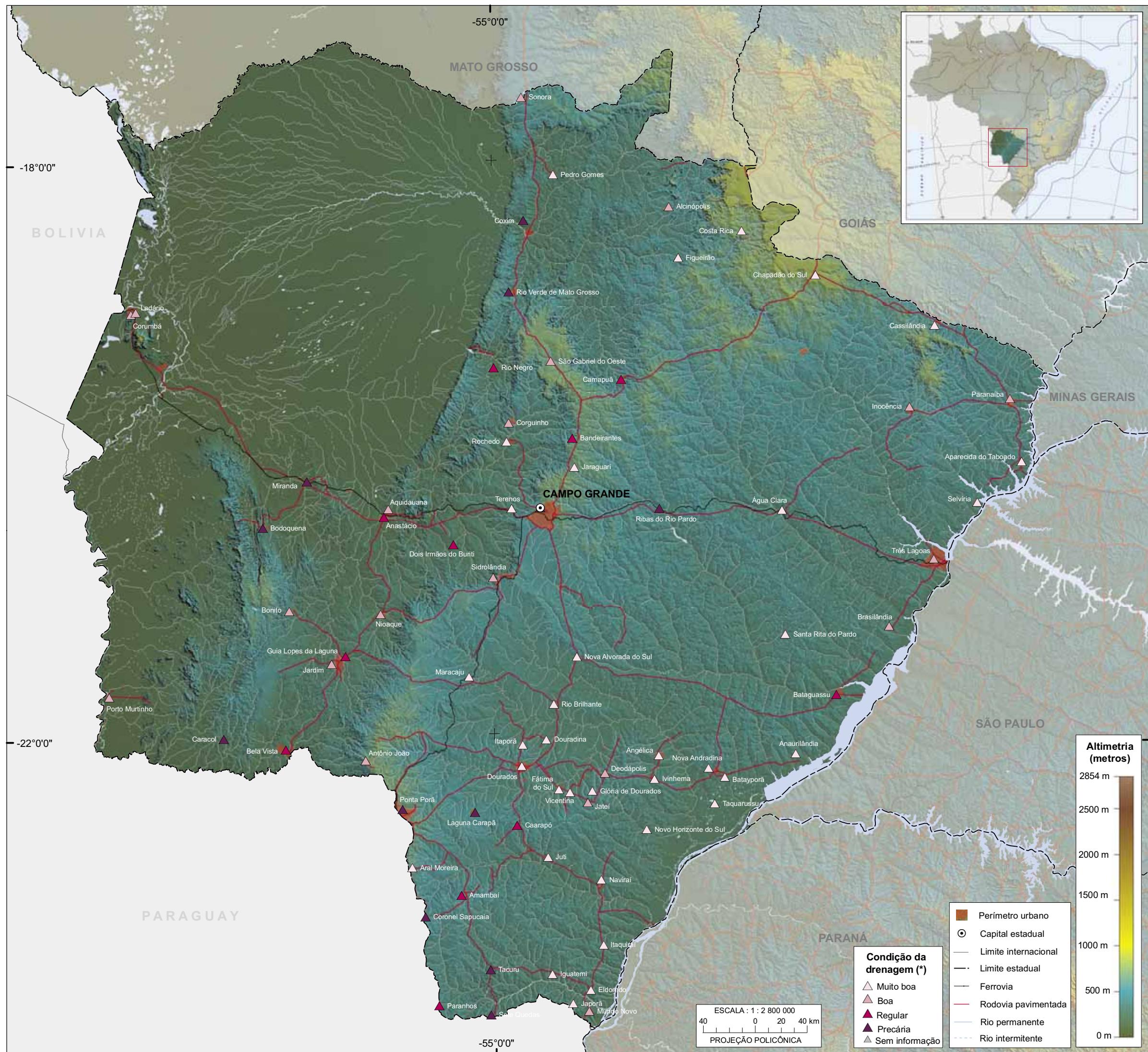
Manejo de águas pluviais - Rio Grande do Sul



Fontes: IBGE, Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008; e Miranda, E. E. de (Coord.). Brasil em relevo. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2007. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: jul. 2011.

(*) A condição da drenagem levou em consideração: as áreas de risco sem infraestrutura de drenagem, a erosão laminar de terrenos sem cobertura vegetal, o desmatamento e a ocupação intensa e desordenada do solo nos municípios.

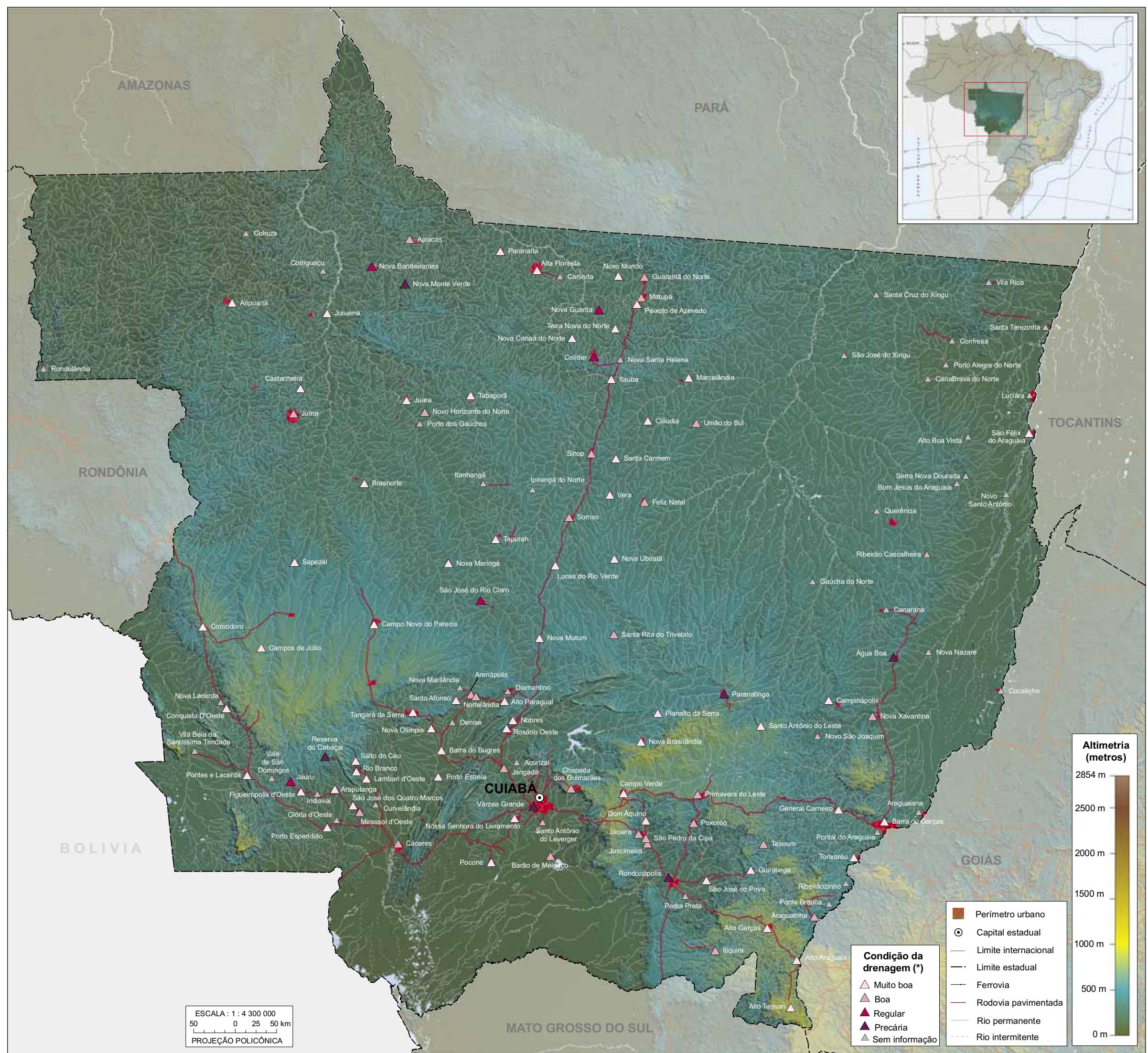
Manejo de águas pluviais - Mato Grosso do Sul



Fontes: IBGE, Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008; e Miranda, E. E. de (Coord.). Brasil em relevo. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2007. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: jul. 2011.

(*) A condição da drenagem levou em consideração: as áreas de risco sem infraestrutura de drenagem, a erosão laminar de terrenos sem cobertura vegetal, o desmatamento e a ocupação intensa e desordenada do solo nos municípios.

Manejo de águas pluviais - Mato Grosso



Fontes: IBGE, Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008; e Miranda, E. E. de (Coord.). Brasil em relevo. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2007. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: jul. 2011.

(*) A condição da drenagem levou em consideração: as áreas de risco sem infraestrutura de drenagem, a erosão laminar de terrenos sem cobertura vegetal, o desmatamento e a ocupação intensa e desordenada do solo nos municípios.

Manejo de águas pluviais - Goiás

