



**ipece**

INSTITUTO  
DE PESQUISA  
E SEGURANÇA  
HÍDRICA  
DO CEARÁ



**GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ**  
*Secretaria dos Recursos Hídricos*

CONTRATAÇÃO DOS SERVIÇOS DE CONSULTORIA (PESSOA JURÍDICA) PARA ELABORAÇÃO DO PLANO DE SEGURANÇA HÍDRICA DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS ESTRATÉGICAS DO ACARAÚ, METROPOLITANAS E DA SUB-BACIA DO SALGADO

PSH-RT11-04

RELATÓRIO TÉCNICO FINAL DE METODOLOGIA DE  
ENQUADRAMENTO DE RESERVATÓRIOS

**NIPPON KOEI LAC**



**ipece**

INSTITUTO  
DE FOMENTO  
E RECURSOS  
ECONÔMICOS  
DO CEARÁ



**GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ**  
*Secretaria dos Recursos Hídricos*

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ

Governador: Camilo Sobreira de Santana

SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS

Secretário: Francisco José Coelho Teixeira

COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Diretor-Presidente: João Lúcio Farias de Oliveira

CHEFIA DE GABINETE

Antônio Treze de Melo Lima

DIRETORIA DE PLANEJAMENTO

Elano Lamartine Leão Joca

DIRETORIA DE OPERAÇÕES

Débora Maria Rios Bezerra

DIRETORIA FINANCEIRA

Paulo Henrique Studart Pinho

GERENTE DO PROJETO

Zulene Almada Teixeira





**IPECE**

INSTITUTO DE PESQUISA E REGULAÇÃO ECONÔMICA DO CEARÁ



**GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ**  
*Secretaria dos Recursos Hídricos*

## EQUIPE TÉCNICA DO CONSÓRCIO

Francisco Jácome Sarmiento (Coordenador Geral)

José Antônio de Oliveira Jesus

Romulo de Macedo Vieira

Bruno Costa Castro Alves

Juliana Argélia Garcia de Almeida

Alan Pinheiro de Souza

Akira Duarte Kobayashi

Talles Chateaubriand de Macedo

Marcela Rafaela de Freitas Silva

Emanuella Almeida Figueiredo

## EQUIPE TÉCNICA COGERH

Francymeire Freire Avelino

Micaela da Silva Teixeira Rodrigues

Nice Maria da Cunha Cavalcante

Zulene Almada Teixeira

Ubirajara Patrício Álvares da Silva

## AGRADECIMENTOS/COLABORADORES

Arthur Jordan de Azevedo Toné

Berthyer Peixoto Lima

Claire Anne Viana de Sousa

Davi Martins Pereira

Francisco de Assis de Souza Filho

Fátima Lorena Magalhães Ferreira

Walt Disney Paulino





**ipece**

INSTITUTO DE PESQUISA E REGULAÇÃO ECONÔMICA DO CEARÁ



**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
Secretaria dos Recursos Hídricos

## QUADRO DE CODIFICAÇÃO

<b>Código do Documento</b>	PSH-RT11-04		
<b>Título</b>	Contratação dos serviços de consultoria (pessoa jurídica) para elaboração do Plano de Segurança Hídrica das Bacias Hidrográficas Estratégicas do Acaraú, Metropolitanas e da Sub-bacia do Salgado		
<b>Aprovação Inicial por:</b>	Francisco Jácome Sarmento		
<b>Data da Aprovação Inicial:</b>	02/06/2017		
<b>Controle de Revisões</b>			
<i>Revisão Nº</i>	<i>Natureza</i>	<i>Data</i>	<i>Aprovação</i>
01	Forma/Conteúdo	05/07/2017	Francisco Jácome Sarmento
02	Forma/Conteúdo	01/08/2017	Francisco Jácome Sarmento
03	Forma/Conteúdo	14/11/2017	Francisco Jácome Sarmento
04	Forma	17/11/2017	Francisco Jácome Sarmento

**NIPPON KOEI LAC**



GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ  
Secretaria dos Recursos Hídricos

## APRESENTAÇÃO

Este documento, denominado *Produto 11 – Relatório Técnico Final de Metodologia de Enquadramento de Reservatórios* é parte integrante do **Plano de Segurança Hídrica das Bacias Hidrográficas do Acaraú, Metropolitanas e da Sub-bacia do Salgado**, que é um indicador do Projeto de Apoio ao Crescimento Econômico com Redução das Desigualdades e Sustentabilidade Ambiental do Estado do Ceará – Programa para Resultados (PforR). Este plano foi contratado pela Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (Cogerh).

O Produto 11 - Relatório Técnico Final de Metodologia de Enquadramento de Reservatórios é produto editado em volume único e é posterior ao Produto 10 - Relatório Parcial de Metodologia de Enquadramento de Reservatórios apresentado e aprovado pela contratante.





## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Composição esquemática da metodologia aprovada (Produto 10) .....	18
Figura 2 - Composição do Diagnóstico Ambiental Integrado da metodologia de enquadramento .....	24
Figura 3 - Mapa de Localização da Bacia Hidrográfica do Acaraú.....	25
Figura 4 - Mapa da Bacia Hidrográfica do Acaraú.....	28
Figura 5 - Mapa de Localização das Bacias Hidrográficas Metropolitanas.....	37
Figura 6 - Mapa das Bacias Hidrográficas Metropolitanas.....	42
Figura 7 - Mapa de Localização da Sub-bacia Hidrográfica do Salgado .....	46
Figura 8 - Mapa da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Salgado .....	49
Figura 9 - Conteúdos geradores de informação para o enquadramento .....	52
Figura 10 - Procedimentos do Inventário Ambiental.....	53
Figura 11 - Açude Acaraú Mirim: Campanha de campo realizada em 13/01/2017 - APP.....	56
Figura 12 - Açude Araras: Campanha de campo realizada entre 10/01/2017 e 12/01/2017 - APP .....	57
Figura 13 - Açude Jenipapo: Campanha de campo realizada em 13/01/2017 - APP .....	58
Figura 14 - Açude São Vicente: Campanha de campo realizada em 13/01/2017 - APP .....	59
Figura 15 - Açude Taquara: Campanha de campo realizada em 11/01/2017 e 12/01/2017 - APP.....	60
Figura 16 - Açude Aracoiaba: Campanha de campo realizada em 05/12/2016 e 07/12/2016 - APP .....	61
Figura 17 - Açude Catucinzenta: Campanha de campo realizada em 06/12/2016, 08/12/2016 e 13/12/2016 - APP.....	62
Figura 18 - Açude Gavião: Campanha de campo realizada em 05/12/2016 - APP .....	63
Figura 19 - Açude Malcozinhado: Campanha de campo realizada em 08/12/2016 - APP.....	64
Figura 20 - Açude Maranguapinho: Campanha de campo realizada em 05/12/2016 e 06/12/2016 - APP .....	65
Figura 21 - Açude Junco: Campanha de campo realizada em 16/01/2017 - APP .....	66
Figura 22 - Açude Lima Campos: Campanha de campo realizada em 17/01/2017 e 18/01/2017 - APP .....	67
Figura 23 - Açude Manoel Balbino: Campanha de campo realizada em 16/01/2017 - APP .....	68
Figura 24 - Açude Tatajuba: Campanha de campo realizada em 17/01/2017 - APP .....	69
Figura 25 - Açude Ubaldinho: Campanha de campo realizada nos dias 16/01/2017 e 17/01/2017 - APP .....	70
Figura 26 - Diagrama de articulação dos principais componentes da modelagem matemática .....	72
Figura 27 - Relação chuva-vazão com dados do SMAP.....	75
Figura 28 - Gráfico de relação chuva-vazão - Bacia do Acaraú.....	76
Figura 29 - Gráfico de relação chuva-vazão - Bacias Metropolitanas .....	77
Figura 30 - Gráfico de relação chuva-vazão - Sub-bacia do Salgado .....	77
Figura 31 - Mapa das vazões médias de longo termo da bacia do reservatório Acaraú Mirim.....	79
Figura 32 - Mapa das vazões médias de longo termo da bacia do reservatório Araras .....	80
Figura 33 - Mapa das vazões médias de longo termo da bacia do reservatório Jenipapo .....	81
Figura 34 - Mapa das vazões médias de longo termo da bacia do reservatório São Vicente.....	82
Figura 35 - Mapa das vazões médias de longo termo da bacia do reservatório Taquara .....	83





**ipece**

INSTITUTO DE PESQUISA E GESTÃO TECNOLÓGICA DO CEARÁ



**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
*Secretaria dos Recursos Hídricos*

Figura 36 - Mapa das vazões médias de longo termo da bacia do reservatório Aracoiaba.....	84
Figura 37 - Mapa das vazões médias de longo termo da bacia do reservatório Catucinzenta .....	85
Figura 38 - Mapa das vazões médias de longo termo da bacia do reservatório Gavião .....	86
Figura 39 - Mapa das vazões médias de longo termo da bacia do reservatório Malcozinhado.....	87
Figura 40 - Mapa das vazões médias de longo termo da bacia do reservatório Maranguapinho .....	88
Figura 41 - Mapa das vazões médias de longo termo da bacia do reservatório Junco.....	89
Figura 42 - Mapa das vazões médias de longo termo da bacia do reservatório Lima Campos .....	90
Figura 43 - Mapa das vazões médias de longo termo da bacia do reservatório Manoel Balbino.....	91
Figura 44 - Mapa das vazões médias de longo termo da bacia do reservatório Tatajuba.....	92
Figura 45 - Mapa das vazões médias de longo termo da bacia do reservatório Ubaldinho .....	93
Figura 46 - Carga total de fósforo na área de contribuição hidrográfica do reservatório Acaraú Mirim.....	95
Figura 47 - Carga total de fósforo na área de contribuição hidrográfica do reservatório Araras.....	96
Figura 48 - Carga total de fósforo na área de contribuição hidrográfica do reservatório Jenipapo .....	97
Figura 49 - Carga total de fósforo na área de contribuição hidrográfica do reservatório São Vicente.....	98
Figura 50 - Carga total de fósforo na área de contribuição hidrográfica do reservatório Taquara .....	99
Figura 51 - Carga total de fósforo na área de contribuição hidrográfica do reservatório Aracoiaba.....	100
Figura 52 - Carga total de fósforo na área de contribuição hidrográfica do reservatório Catucinzenta .....	101
Figura 53 - Carga total de fósforo na área de contribuição hidrográfica do reservatório Gavião .....	102
Figura 54 - Carga total de fósforo na área de contribuição hidrográfica do reservatório Malcozinhado.....	103
Figura 55 - Carga total de fósforo na área de contribuição hidrográfica do reservatório Maranguapinho.....	104
Figura 56 - Carga total de fósforo na área de contribuição hidrográfica do reservatório Junco .....	105
Figura 57 - Carga total de fósforo na área de contribuição hidrográfica do reservatório Lima Campos .....	106
Figura 58 - Carga total de fósforo na área de contribuição hidrográfica do reservatório Manoel Balbino .....	107
Figura 59 - Carga total de fósforo na área de contribuição hidrográfica do reservatório Tatajuba .....	108
Figura 60 - Carga total de fósforo na área de contribuição hidrográfica do reservatório Ubaldinho .....	109
Figura 61 - Concentração média anual de fósforo na área de contribuição hidrográfica do reservatório Acaraú Mirim.....	112
Figura 62 - Concentração média anual de fósforo na área de contribuição hidrográfica do reservatório Araras.....	113
Figura 63 - Concentração média anual de fósforo na área de contribuição hidrográfica do reservatório Jenipapo .....	114
Figura 64 - Concentração média anual de fósforo na área de contribuição hidrográfica do reservatório São Vicente.....	115
Figura 65 - Concentração média anual de fósforo na área de contribuição hidrográfica do reservatório Taquara .....	116
Figura 66 - Concentração média anual de fósforo na área de contribuição hidrográfica do reservatório Aracoiaba.....	117
Figura 67 - Concentração média anual de fósforo na área de contribuição hidrográfica do reservatório Catucinzenta .....	118
Figura 68 - Concentração média anual de fósforo na área de contribuição hidrográfica do reservatório Gavião .....	119
Figura 69 - Concentração média anual de fósforo na área de contribuição hidrográfica do reservatório Malcozinhado.....	120
Figura 70 - Concentração média anual de fósforo na área de contribuição hidrográfica do reservatório Maranguapinho .....	121
Figura 71 - Concentração média anual de fósforo na área de contribuição hidrográfica do reservatório Junco.....	122





**IPECE**

INSTITUTO DE PESQUISA E INOVAÇÃO TECNOLÓGICA DO CEARÁ



**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
Secretaria dos Recursos Hídricos

Figura 72 - Concentração média anual de fósforo na área de contribuição hidrográfica do reservatório Lima Campos.....	123
Figura 73 - Concentração média anual de fósforo na área de contribuição hidrográfica do reservatório Manoel Balbino.....	124
Figura 74 - Concentração média anual de fósforo na área de contribuição hidrográfica do reservatório Tatajuba.....	125
Figura 75 - Concentração média anual de fósforo na área de contribuição hidrográfica do reservatório Ubaldinho .....	126
Figura 76 - Mapa de uso e cobertura do solo da área de contribuição hidrográfica do reservatório Acaraú Mirim .....	128
Figura 77 - Mapa de uso e cobertura do solo da área de contribuição hidrográfica do reservatório Araras.....	129
Figura 78 - Mapa de uso e cobertura do solo da área de contribuição hidrográfica do reservatório Jenipapo.....	130
Figura 79 - Mapa de uso e cobertura do solo da área de contribuição hidrográfica do reservatório São Vicente .....	131
Figura 80 - Mapa de uso e cobertura do solo da área de contribuição hidrográfica do reservatório Taquara.....	132
Figura 81 - Mapa de uso e cobertura do solo da área de contribuição hidrográfica do reservatório Aracoiaba .....	133
Figura 82 - Mapa de uso e cobertura do solo da área de contribuição hidrográfica do reservatório Catucinzenta.....	134
Figura 83 - Mapa de uso e cobertura do solo da área de contribuição hidrográfica do reservatório Gavião.....	135
Figura 84 - Mapa de uso e cobertura do solo da área de contribuição hidrográfica do reservatório Malcozinhado .....	136
Figura 85 - Mapa de uso e cobertura do solo da área de contribuição hidrográfica do reservatório Maranguapinho.....	137
Figura 86 - Mapa de uso e cobertura do solo da área de contribuição hidrográfica do reservatório Junco .....	138
Figura 87 - Mapa de uso e cobertura do solo da área de contribuição hidrográfica do reservatório Lima Campos.....	139
Figura 88 - Mapa de uso e cobertura do solo da área de contribuição hidrográfica do reservatório Manoel Balbino .....	140
Figura 89 - Mapa de uso e cobertura do solo da área de contribuição hidrográfica do reservatório Tatajuba .....	141
Figura 90 - Mapa de uso e cobertura do solo da área de contribuição hidrográfica do reservatório Ubaldinho.....	142
Figura 91 - Precipitação média anual da área de contribuição hidrográfica do reservatório Acaraú Mirim .....	144
Figura 92 - Precipitação média anual da área de contribuição hidrográfica do reservatório Araras .....	145
Figura 93 - Precipitação média anual da área de contribuição hidrográfica do reservatório Jenipapo .....	146
Figura 94 - Precipitação média anual da área de contribuição hidrográfica do reservatório São Vicente.....	147
Figura 95 - Precipitação média anual da área de contribuição hidrográfica do reservatório Taquara.....	148
Figura 96 - Precipitação média anual da área de contribuição hidrográfica do reservatório Aracoiaba.....	149
Figura 97 - Precipitação média anual da área de contribuição hidrográfica do reservatório Catucinzenta .....	150
Figura 98 - Precipitação média anual da área de contribuição hidrográfica do reservatório Gavião .....	151
Figura 99 - Precipitação média anual da área de contribuição hidrográfica do reservatório Malcozinhado.....	152
Figura 100 - Precipitação média anual da área de contribuição hidrográfica do reservatório Maranguapinho .....	153
Figura 101 - Precipitação média anual da área de contribuição hidrográfica do reservatório Junco .....	154
Figura 102 - Precipitação média anual da área de contribuição hidrográfica do reservatório Lima Campos.....	155
Figura 103 - Precipitação média anual da área de contribuição hidrográfica do reservatório Manoel Balbino.....	156
Figura 104 - Precipitação média anual da área de contribuição hidrográfica do reservatório Tatajuba .....	157
Figura 105 - Precipitação média anual da área de contribuição hidrográfica do reservatório Ubaldinho .....	158
Figura 106 - Área de influência da bacia hidrográfica do reservatório Acaraú Mirim.....	160
Figura 107 - Área de influência da bacia hidrográfica do reservatório Araras .....	161





**ipece**

INSTITUTO DE PESQUISA E INOVAÇÃO EM RECURSOS HÍDRICOS DO CEARÁ



**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
Secretaria dos Recursos Hídricos

Figura 108 - Área de influência da bacia hidrográfica do reservatório Jenipapo .....	162
Figura 109 - Área de influência da bacia hidrográfica do reservatório São Vicente.....	163
Figura 110 - Área de influência da bacia hidrográfica do reservatório Taquara.....	164
Figura 111 - Área de influência da bacia hidrográfica do reservatório Aracoiaba.....	165
Figura 112 - Área de influência da bacia hidrográfica do reservatório Catucinzenta .....	166
Figura 113 - Área de influência da bacia hidrográfica do reservatório Gavião .....	167
Figura 114 - Área de influência da bacia hidrográfica do reservatório Malcozinhado.....	168
Figura 115 - Área de influência da bacia hidrográfica do reservatório Maranguapinho .....	169
Figura 116 - Área de influência da bacia hidrográfica do reservatório Junco.....	170
Figura 117 - Área de influência da bacia hidrográfica do reservatório Lima Campos .....	171
Figura 118 - Área de influência da bacia hidrográfica do reservatório Manoel Balbino.....	172
Figura 119 - Área de influência da bacia hidrográfica do reservatório Tatajuba.....	173
Figura 120 - Área de influência da bacia hidrográfica do reservatório Ubaldinho .....	174
Figura 121 - Ilustração da articulação entre os elementos constitutivos das dimensões envolvidas no Prognóstico Ambiental .....	178
Figura 122 - Gráfico da linha de tendência para o crescimento populacional do município de Aquiraz .....	187
Figura 123 - Gráficos da estimativa das concentrações de fósforo em 2020 e 2030 para os reservatórios da Bacia do Acaraú .....	192
Figura 124 - Gráficos da estimativa das concentrações de fósforo em 2020 e 2030 para os reservatórios das Bacias Metropolitanas.....	194
Figura 125 - Gráficos da estimativa das concentrações de fósforo em 2020 e 2030 para os reservatórios da Sub-bacia do Salgado .....	196





**ipece**

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTUDOS ECONÔMICOS DO CEARÁ



**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
Secretaria dos Recursos Hídricos

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Municípios Contidos na Bacia Hidrográfica do Acaraú.....	26
Tabela 2 - Parâmetros morfométricos da bacia hidrográfica do Acaraú .....	27
Tabela 3 - Ações antrópicas e principais impactos ambientais negativos .....	30
Tabela 4 - Causas e Efeitos dos Impactos Ambientais da Carcinicultura .....	35
Tabela 5 - Municípios Contidos nas Bacias Hidrográficas Metropolitanas.....	38
Tabela 6 - Parâmetros morfométricos das bacias Metropolitanas.....	41
Tabela 7 - Ações Antrópicas e Principais Impactos Ambientais Negativos.....	43
Tabela 8 - Municípios Contidos na Sub-Bacia Hidrográfica do Salgado .....	47
Tabela 9 - Parâmetros morfométricos da Sub-bacia hidrográfica do Salgado.....	48
Tabela 10 - Ações Antrópicas e Principais Impactos Ambientais Negativos.....	50
Tabela 11 - Estações fluviométricas selecionadas para o cálculo final da chuva-vazão.....	76
Tabela 12 - Valores de referência para a carga de fósforo .....	111
Tabela 13 - Coeficientes médios de exportação de fósforo total adotados no estudo.....	127
Tabela 14 - Valores de fósforo para cada um dos reservatórios de estudo.....	159
Tabela 15 - Parâmetros para sistemas de abastecimento de água.....	181
Tabela 16 - Projetos e planos governamentais na Bacia do Acaraú.....	184
Tabela 17 - Projetos e planos governamentais nas Bacias Metropolitanas .....	185
Tabela 18 - Projetos e planos governamentais na Sub-bacia do Salgado.....	186
Tabela 19 - Projeções populacionais para o município de Aquiraz segundo o método dos mínimos quadrados .....	187
Tabela 20 - Valores de projeções populacionais para o município de Aquiraz.....	187
Tabela 21 - Projeções populacionais para os municípios inseridos nas áreas de contribuição hidrográfica dos reservatórios em estudo.....	188
Tabela 22 - Demandas humanas para os 15 reservatórios em estudo e suas respectivas vazões regularizadas com 99,9% de garantia .....	190
Tabela 23 - Concentrações médias anuais de fósforo para cada cenário produtivo dos reservatórios da Bacia do Acaraú.....	191
Tabela 24 - Concentrações médias anuais de fósforo para cada cenário produtivo dos reservatórios das Bacias Metropolitanas .....	193
Tabela 25 - Concentrações médias anuais de fósforo para cada cenário produtivo dos reservatórios da Sub-bacia do Salgado .....	195
Tabela 26 - Indicador IPC (%) para os reservatórios da bacia do Acaraú.....	219
Tabela 27 - Percentuais de contribuição para a carga de fósforo – Bacia do Acaraú .....	220
Tabela 28 - Indicadores probabilísticos ou de permanência por Classe de Enquadramento para o reservatório Acaraú Mirim .....	221
Tabela 29 - Indicadores probabilísticos ou de permanência por Classe de Enquadramento para o reservatório Araras.....	221
Tabela 30 - Indicadores probabilísticos ou de permanência por Classe de Enquadramento para o reservatório Jenipapo.....	221
Tabela 31 - Indicadores probabilísticos ou de permanência por Classe de Enquadramento para o reservatório São Vicente .....	222





**ipece**

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTATÍSTICA DO CEARÁ



**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
Secretaria dos Recursos Hídricos

Tabela 32 - Indicadores probabilísticos ou de permanência por Classe de Enquadramento para o reservatório Taquara .....	222
Tabela 33 - Indicador IPC (%) para os reservatórios das bacias Metropolitanas .....	223
Tabela 34 - Percentuais de contribuição para a carga de fósforo – Bacias Metropolitanas.....	223
Tabela 35 - Indicadores probabilísticos ou de permanência por Classe de Enquadramento para o reservatório Aracoiaiba....	224
Tabela 36 - Indicadores probabilísticos ou de permanência por Classe de Enquadramento para o reservatório Catucinzenta	224
Tabela 37 - Indicadores probabilísticos ou de permanência por Classe de Enquadramento para o reservatório Gavião.....	225
Tabela 38 - Indicadores probabilísticos ou de permanência por Classe de Enquadramento para o reservatório Malcozinhado .....	225
Tabela 39 - Indicadores probabilísticos ou de permanência por Classe de Enquadramento para o reservatório Maranguapinho .....	225
Tabela 40 - Indicador IPC (%) para os reservatórios da sub-bacia do Salgado.....	227
Tabela 41 - Percentuais de contribuição para a carga de fósforo – Sub-bacia do Salgado.....	227
Tabela 42 - Indicadores probabilísticos ou de permanência por Classe de Enquadramento para o reservatório Junco .....	228
Tabela 43 - Indicadores probabilísticos ou de permanência por Classe de Enquadramento para o reservatório Lima Campos .....	228
Tabela 44 - Indicadores probabilísticos ou de permanência por Classe de Enquadramento para o reservatório Manoel Balbino .....	229
Tabela 45 - Indicadores probabilísticos ou de permanência por Classe de Enquadramento para o reservatório Tatajuba .....	229
Tabela 46 - Indicadores probabilísticos ou de permanência por Classe de Enquadramento para o reservatório Ubaldinho ...	229
Tabela 47 - Populações proporcionais por setor censitário para o reservatório Acaraú Mirim .....	236
Tabela 48 - Populações proporcionais por setor censitário para o reservatório Araras .....	238
Tabela 49 - Populações proporcionais por setor censitário para o reservatório Jenipapo.....	246
Tabela 50 - Populações proporcionais por setor censitário para o reservatório São Vicente.....	246
Tabela 51 - Populações proporcionais por setor censitário para o reservatório Taquara.....	247
Tabela 52 - Populações proporcionais por setor censitário para o reservatório Aracoiaiba .....	249
Tabela 53 - Populações proporcionais por setor censitário para o reservatório Catucinzenta .....	253
Tabela 54 - Populações proporcionais por setor censitário para o reservatório Gavião .....	254
Tabela 55 - Populações proporcionais por setor censitário para o reservatório Malcozinhado .....	255
Tabela 56 - Populações proporcionais por setor censitário para o reservatório Maranguapinho .....	257
Tabela 57 - Populações proporcionais por setor censitário para o reservatório Junco.....	260
Tabela 58 - Populações proporcionais por setor censitário para o reservatório Lima Campos .....	261
Tabela 59 - Populações proporcionais por setor censitário para o reservatório Manoel Balbino.....	262
Tabela 60 - Populações proporcionais por setor censitário para o reservatório Tatajuba.....	262
Tabela 61 - Populações proporcionais por setor censitário para o reservatório Ubaldinho.....	263
Tabela 62 - Demandas por abastecimento humano para o reservatório Acaraú Mirim referente ao ano de 2020.....	263
Tabela 63 - Demandas por abastecimento humano para o reservatório Acaraú Mirim referente ao ano de 2030.....	264
Tabela 64 - Demandas por abastecimento humano para o reservatório Araras, referente ao ano de 2020.....	264
Tabela 65 - Demandas por abastecimento humano para o reservatório Araras, referente ao ano de 2030.....	265





**ipece**

INSTITUTO DE PESQUISA E RESERVAÇÃO TECNOLÓGICA DO CEARÁ



**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
Secretaria dos Recursos Hídricos

Tabela 66 - Demandas por abastecimento humano para o reservatório Jenipapo, referente ao ano de 2020 .....	265
Tabela 67 - Demandas por abastecimento humano para o reservatório Jenipapo, referente ao ano de 2030 .....	265
Tabela 68 - Demandas por abastecimento humano para o reservatório São Vicente, referente ao ano de 2020.....	266
Tabela 69 - Demandas por abastecimento humano para o reservatório São Vicente, referente ao ano de 2030.....	266
Tabela 70 - Demandas por abastecimento humano para o reservatório Taquara, referente ao ano de 2020 .....	266
Tabela 71 - Demandas por abastecimento humano para o reservatório Taquara, referente ao ano de 2030 .....	267
Tabela 72 - Demandas por abastecimento humano para o reservatório Aracoiaba, referente ao ano de 2020 .....	267
Tabela 73 - Demandas por abastecimento humano para o reservatório Aracoiaba, referente ao ano de 2030.....	268
Tabela 74 - Demandas por abastecimento humano para o reservatório Catucinzenta, referente ao ano de 2020 .....	268
Tabela 75 - Demandas por abastecimento humano para o reservatório Catucinzenta, referente ao ano de 2030 .....	268
Tabela 76 - Demandas por abastecimento humano para o reservatório Gavião, referente ao ano de 2020 .....	269
Tabela 77 - Demandas por abastecimento humano para o reservatório Gavião, referente ao ano de 2030 .....	269
Tabela 78 - Demandas por abastecimento humano para o reservatório Malcozinhado, referente ao ano de 2020.....	269
Tabela 79 - Demandas por abastecimento humano para o reservatório Malcozinhado, referente ao ano de 2030.....	270
Tabela 80 - Demandas por abastecimento humano para o reservatório Maranguapinho, referente ao ano de 2020 .....	270
Tabela 81 - Demandas por abastecimento humano para o reservatório Maranguapinho, referente ao ano de 2030 .....	270
Tabela 82 - Demandas por abastecimento humano para o reservatório Junco, referente ao ano de 2020 .....	271
Tabela 83 - Demandas por abastecimento humano para o reservatório Junco, referente ao ano de 2030 .....	271
Tabela 84 - Demandas por abastecimento humano para o reservatório Lima Campos, referente ao ano de 2020.....	271
Tabela 85 - Demandas por abastecimento humano para o reservatório Lima Campos, referente ao ano de 2030 .....	271
Tabela 86 - Demandas por abastecimento humano para o reservatório Manoel Balbino, referente ao ano de 2020.....	272
Tabela 87 - Demandas por abastecimento humano para o reservatório Manoel Balbino, referente ao ano de 2030.....	272
Tabela 88 - Demandas por abastecimento humano para o reservatório Tatajuba, referente ao ano de 2020 .....	272
Tabela 89 - Demandas por abastecimento humano para o reservatório Tatajuba, referente ao ano de 2030 .....	272
Tabela 90 - Demandas por abastecimento humano para o reservatório Ubaldinho, referente ao ano de 2020 .....	273
Tabela 91 - Demandas por abastecimento humano para o reservatório Ubaldinho, referente ao ano de 2030 .....	273





**ipece**

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ



**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
Secretaria dos Recursos Hídricos

## LISTA DE SIGLAS

ANA - Agência Nacional de Águas

APP - Área de Preservação Permanente

BIRD - Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento

CBH-RMF - Comitê das Bacias Hidrográficas da Região Metropolitana de Fortaleza

CF - Coliformes termotolerantes

CLA - Clorofila-a

CNRH - Conselho Nacional de Recursos Hídricos

COGERH - Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

CONERH - Conselho de Recursos Hídricos do Ceará

DAI - Diagnóstico Ambiental Integrado

DBO - Demanda bioquímica de oxigênio

FLED - Faixa Litorânea de Escoamento Difuso

FT - Fósforo total

FUNCEME - Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

IPC - Índice de Permanência de Classe

IPECE - Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará

MDE - Modelo Digital de Elevação

NASA - National Aeronautics and Space Administration

NT - Nitrogênio Total

OD - Oxigênio dissolvido





**ipece**

INSTITUTO DE PESQUISA E GESTÃO TECNOLÓGICA DO CEARÁ



**GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ**  
*Secretaria dos Recursos Hídricos*

PERH - Plano Estadual de Recursos Hídricos

PROÁGUA - Programa Nacional de Desenvolvimento de Recursos Hídricos

SBHS - Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Salgado

SDLR - Secretaria de Desenvolvimento Local e Regional

SEMACE - Superintendência Estadual do Meio Ambiente

SIGERH - Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos

SMAP - Soil Moisture Accounting Procedure

SRTM - Shuttle Radar Topography Mission





## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	17
2. ASPECTOS LEGAIS.....	20
3. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL INTEGRADO .....	24
3.1. Diagnósticos ambientais das bacias hidrográficas.....	24
3.1.1. <i>Bacia do Acaraú</i> .....	24
3.1.1.1 Localização e área de abrangência da bacia hidrográfica do Acaraú .....	24
3.1.1.2 Hidrografia.....	26
3.1.1.3. Principais Problemas e Impactos ambientais da bacia hidrográfica .....	29
3.1.2. <i>Bacias Metropolitanas</i> .....	35
3.1.2.1. Localização e área de abrangência das bacias Metropolitanas.....	35
3.1.2.2. Hidrografia.....	39
3.1.2.3. Principais problemas e impactos ambientais.....	43
3.1.3. <i>Sub-bacia do Salgado</i> .....	45
3.1.3.1. Localização e área de abrangência da Sub-bacia do Salgado.....	45
3.1.3.2. Hidrografia.....	47
3.1.3.3. Principais problemas e impactos ambientais.....	50
3.2. Relatórios de coleta e análise de água .....	51
3.3. Inventários Ambientais.....	53
3.3.1. <i>Identificação dos fatores condicionantes da qualidade das águas</i> .....	54
3.3.2. <i>Modelagem matemática para definição da área de influência dos reservatórios</i> .....	71
3.3.2.1. Modelo Digital de Elevação – MDE e Direção de Fluxo.....	71
3.3.2.2. Modelagem da relação chuva-vazão .....	73
3.3.2.3. Modelo de vazão acumulada.....	77
3.3.2.4. Modelo de cargas difusas e pontuais.....	94
3.3.2.5. Modelo regressivo referenciador.....	110
3.3.2.6. Modelagem espacial distribuída.....	127
3.3.2.7. Calibração de parâmetro de depuração .....	159
4. PROGNÓSTICO AMBIENTAL .....	176
4.1. Evolução das distribuições das populações e das atividades econômicas.....	179
4.1.1. <i>Projeção das populações e demandas</i> .....	179
4.1.1.1. Projeções populacionais .....	179
4.1.1.2. Projeção das demandas para abastecimento humano .....	180
4.1.2. <i>Curvas paramétricas de evolução das atividades e cargas poluidoras</i> .....	181
4.2 Projetos e planos governamentais .....	184





**IPECE**

INSTITUTO DE PESQUISA E FOMENTO ECONÔMICO DO CEARÁ



**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
Secretaria dos Recursos Hídricos

4.2.1. <i>Bacia do Acaraú</i> .....	184
4.2.2. <i>Bacias Metropolitanas</i> .....	185
4.2.3. <i>Sub-bacia do Salgado</i> .....	186
4.3. <i>Projeções e Cenários</i> .....	186
4.3.1. <i>Projeções populacionais</i> .....	186
4.3.2. <i>Demandas para abastecimento humano por reservatórios</i> .....	189
4.3.3. <i>Curvas paramétricas de evolução das atividades e cargas poluidoras</i> .....	190
4.3.3.1 <i>Bacia do Acaraú</i> .....	190
4.3.3.2 <i>Bacias Metropolitanas</i> .....	193
4.3.3.3 <i>Sub-bacia do Salgado</i> .....	195
5. <b>PROGRAMAÇÃO DAS AÇÕES</b> .....	198
5.1. <i>Experiências de enquadramento desenvolvidas no nordeste brasileiro</i> .....	200
5.2. <i>Proposição de ações participativas</i> .....	204
5.2.1. <i>Programa de apoio a comunidade acadêmica</i> .....	205
5.2.2. <i>Programa de apoio a comunidade local</i> .....	206
5.2.3. <i>Programa de incentivo à utilização de práticas sustentáveis</i> .....	207
5.2.4. <i>Programa de estímulo a participação popular na gestão hídrica</i> .....	209
5.2.5 <i>Programa de realização de consultas públicas</i> .....	210
5.3. <i>Programa de monitoramento da qualidade da água dos reservatórios</i> .....	211
6. <b>INDICADORES PARA O ENQUADRAMENTO</b> .....	217
6.1. <i>Bacia do Acaraú</i> .....	219
6.2. <i>Bacias Metropolitanas</i> .....	223
6.3. <i>Sub-Bacia do Salgado</i> .....	226
7. <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	232
8. <b>ANEXOS</b> .....	236





**ipece**

INSTITUTO DE PESQUISA E SEGUANÇA ECONOMICA DO CEARÁ



**GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ**  
*Secretaria dos Recursos Hídricos*

## 1. INTRODUÇÃO



## 1. INTRODUÇÃO

O presente relatório denominado *Produto 11 – Relatório Técnico Final de Metodologia de Enquadramento de Reservatórios* tem como principal objetivo permitir o estabelecimento do nível de qualidade (classes) a ser alcançado e/ou mantido nos corpos d'água ao longo do tempo. Estas classes foram determinadas pela Resolução Conama nº 357/2005, classificando as águas como doces, salobras e salinas; e pela Resolução Conama nº 430/2011, que dispõe sobre as condições e padrões de lançamentos de efluentes. Os objetos de aplicação da metodologia aprovada são os 15 reservatórios de interesse, localizados nas Bacias Hidrográficas Metropolitanas, Acaraú e Sub-bacia do Salgado.

Visando facilitar a leitura e o entendimento, o texto se encontra organizado a partir da sequência de temas listados nos TRs, que determina o conteúdo do presente relatório. Igualmente foi considerado e articulado com o conteúdo supracitado, o Produto 10, documento que apresentou a metodologia de enquadramento que viria a ser aprovada pela contratante após rigorosa análise e discussões técnicas presenciais.

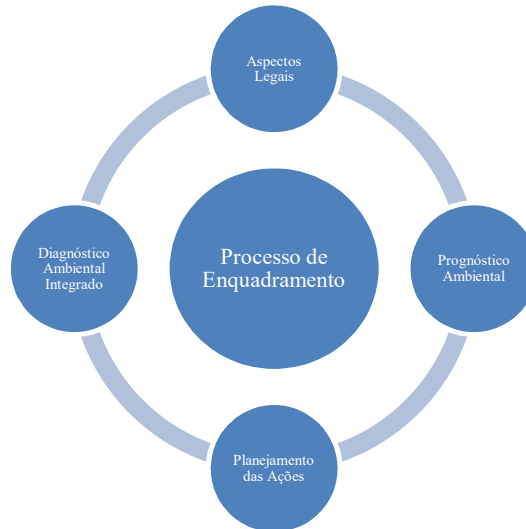
A abordagem afeta à esfera técnica, onde são tratadas as especificidades do problema em análise, desenvolve-se lastreada pela esfera normativa, onde se encontra delineado o domínio de exercício da criatividade capaz de conferir originalidade à metodologia proposta.

A articulação acima mencionada dá-se conforme ilustrado na Figura 1, aduzida do Produto 10, face à necessidade de reprisar a continuidade de conteúdo envolvida naquele produto e no atual. Enfatize-se mais uma vez que a lida com o tema do enquadramento concerne a um processo, não simplesmente a uma metodologia. Nesse processo, há etapas já referidas no Produto 10 em que o protagonista é o Estado, representado pelos seus órgãos atuantes no setor de Recursos Hídricos (Gestão) que, ao exercerem esse papel, promovem a participação da sociedade civil representada nas diversas instâncias de diálogo e deliberação, preconizadas pelo arcabouço jurídico vigente.

Em seu viés técnico, os procedimentos descritos no Produto 10, conforme previsto naquele documento aprovado pela contratante, foram integrados à metodologia, ajustados e devidamente validados para os fins pretendidos nas bacias hidrográficas de interesse. Isso se deu tão logo a contratante aprovou o Produto 10 e o conteúdo técnico do mesmo foi imediatamente aplicado no

desenvolvimento dos estudos que dão suporte deste Produto 11: os relatórios de coleta e análise de água e, em especial, os inventários ambientais.

Figura 1 - Composição esquemática da metodologia aprovada (Produto 10)



Fonte: Nippon Koei Lac, 2017.

Os capítulos que compõem o presente documento apresentam para cada bacia de interesse os principais resultados relacionados a cada um dos temas que gravitam em torno do processo de enquadramento dos corpos d'água. Conforme determinam os TRs, os produtos numerados de 1 a 10 constituem a fonte principal para os temas que incidem no núcleo temático que dão suporte a este Produto 11.



**ipece**

INSTITUTO DE PESQUISA E SEGUIMEN TO ECONÔMICO DO CEARÁ



**GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ**  
*Secretaria dos Recursos Hídricos*

## 2. ASPECTOS LEGAIS



## 2. ASPECTOS LEGAIS

A proposta metodológica aprovada pela contratante teve domínio normativo definido a partir dos seguintes diplomas:

- Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997 - Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;
- Resolução Conama nº 357, de 17 de março de 2005 - Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes;
- Resolução Conama nº 430, de 13 de maio de 2011 - Complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes;
- Resolução Conama nº 274, de 29 de novembro de 2000 - Dispõe sobre condições de balneabilidade para atividade de recreação;
- Resolução CNRH nº 143, de 10 de julho de 2012 - Estabelece critérios gerais de classificação de barragens por categoria de risco, dano potencial associado e pelo volume do reservatório, em atendimento ao art. 7º da Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010;
- Resolução CNRH nº 141, de 10 de julho de 2012 - Estabelece critérios e diretrizes para implementação dos instrumentos de outorga de direito de uso de recursos hídricos e de enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água, em rios intermitentes e efêmeros, e dá outras providências;
- Resolução CNRH nº 91, de 5 de novembro de 2008 - Dispõe sobre procedimentos gerais para o enquadramento dos corpos de água superficiais e subterrâneos;
- Lei nº 14.844, de 28 de dezembro de 2010 - Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e institui o Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos - SIGERH, e dá outras providências.

Cada um desses regramentos contém disposições específicas que clarificaram matizes importantes à concepção de metodologia apresentada e aprovada pela Cogerh, tendo sido

reconhecido na mesma um construto compatível com a disponibilidade de informações nas esferas públicas e privadas, condição necessária à sua aplicabilidade prática.

Ao aprovar a proposta, a contratante reconheceu a característica da metodologia de materializar-se instrumento capaz de fornecer respostas à altura do que demanda o papel central do enquadramento, em torno do qual, conforme preconizam os próprios regimentos em vigor, gravitam vários dos mais importantes instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos.

Agora, no contexto da aplicação da metodologia de enquadramento, o processo construído, inclusive na esfera social de inclusão dos atores, tem a instituição contratante como protagonista. De fato, a Cogerh, dentre os seus seis principais eixos de atuação, já promove e desenvolve várias atividades constitutivas de imbricamentos com o mencionado domínio legal, tais como:

- Monitoramento Quantitativo e Qualitativo dos Recursos Hídricos;
- Gestão Participativa;
- Implementação dos Instrumentos de Gestão dos Recursos Hídricos;
- Desenvolvimento Institucional.

No contexto do relatório parcial de enquadramento (Produto 10) foi feita uma abordagem envolvendo igualmente os aspectos legais aqui tratados. Entendemos desnecessária a repetição daquela análise dos conteúdos normativos mais relevantes, em particular aquele que tem como objeto imediato o próprio enquadramento, ou seja, a Resolução nº 91, de 05 de novembro de 2008 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH. Importa, entretanto, dar destaque a alguns temas postos nesse instrumento normativo:

- a) Reconhecimento de prioridades: O abastecimento humano como referência básica a ditar o enquadramento em face de outros usos menos restritivos. O artigo 15, § 2º estabelece que, na ausência de elementos para a determinação dos usos mais restritivos das águas doces superficiais, a Classe 2 deve ser a adotada;
- b) Implementação do enquadramento como um processo: Incluindo-se a adoção de metas intermediárias, com as quais se torna viável a adequação dos usos atuais dos mananciais;
- c) Necessidade de observância das especificidades dos corpos d'água no que concerne ao enquadramento;



**ipece**

INSTITUTO  
DE PESQUISA  
E GESTÃO  
ECONÔMICA  
DO CEARÁ



**GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ**  
*Secretaria dos Recursos Hídricos*

- d) Compatibilidade entre o enquadramento e o conteúdo preconizado no Plano de Recursos Hídricos da bacia hidrográfica em tela;
- e) Importância e necessidade de articulação institucional entre a Cogerh e o órgão ambiental. Desde a apresentação do Relatório Parcial (Produto 10) tem-se enfatizado como parte central no processo o protagonismo das instituições estatais em debater o leque viável de possíveis enquadramentos, informando-se devidamente aos atores do processo todas as nuances que importam à tomada de decisão norteada pela sustentabilidade em sentido amplo (conteúdo ainda ressaltado nos artigos 9º e 10º, além do artigo 12 do mesmo diploma).





**ipece**

INSTITUTO DE PESQUISA E SEGURANÇA HÍDRICA DO CEARÁ



**GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ**  
*Secretaria dos Recursos Hídricos*

### **3. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL INTEGRADO**

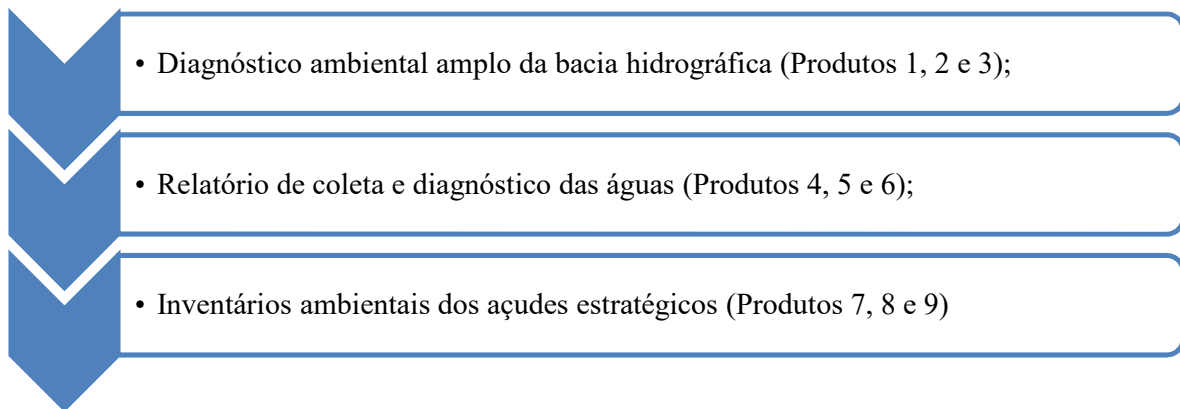


Plano de Segurança Hídrica das Bacias Hidrográficas Estratégicas do Acaraú, Metropolitanas e da Sub-bacia do Salgado

### 3. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL INTEGRADO

A Figura 2 ilustra a composição aprovada para o Diagnóstico Ambiental Integrado – DAI, elaborado a partir dos conteúdos dos produtos de 1 a 9, os quais focam tanto os aspectos gerais envolvendo a bacia como um todo, como também, aprofundam a abordagem no espaço geográfico de inserção das bacias controladas pelos 15 reservatórios de interesse.

Figura 2 - Composição do Diagnóstico Ambiental Integrado da metodologia de enquadramento



Fonte: Nippon Koei Lac, 2017.

#### 3.1. Diagnósticos ambientais das bacias hidrográficas

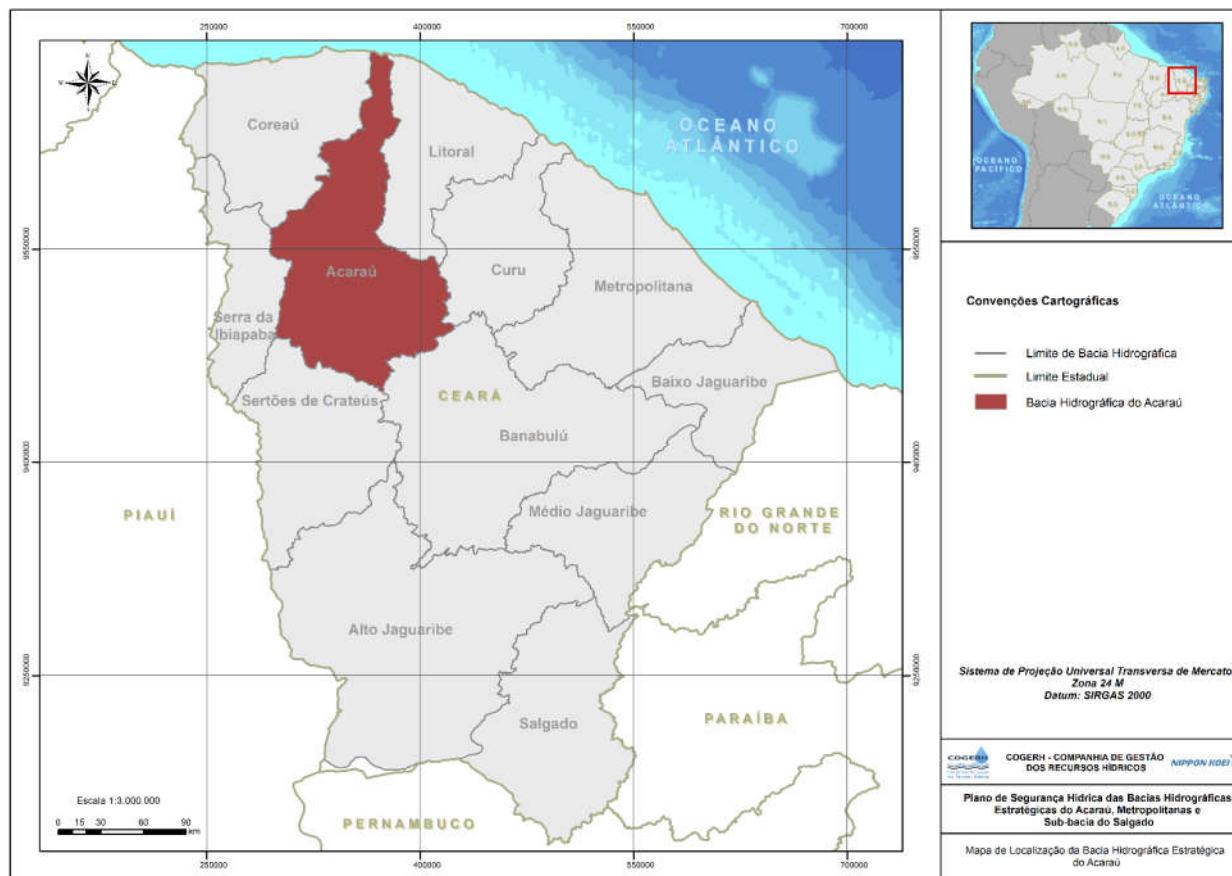
##### 3.1.1. Bacia do Acaraú

###### 3.1.1.1 Localização e área de abrangência da bacia hidrográfica do Acaraú

A Bacia Hidrográfica do Acaraú localiza-se na porção noroeste do estado do Ceará, sendo limitada ao sul pelas Bacias Hidrográficas do Banabuiú e dos Sertões de Crateús, ao norte pelo Oceano Atlântico, a oeste pelas Bacias Hidrográficas do Coreaú e da Serra da Ibiapaba e ao leste pelas Bacias Hidrográficas do Litoral e do Curu, conforme pode ser observado na Figura 3.

A Bacia Hidrográfica do Acaraú abrange uma área de 14.443,88 km<sup>2</sup>, conforme calculado através da Base Cartográfica da Cogerh (2016), ou cerca de 9,7% da área do estado. Na bacia estão inseridos 28 municípios, sendo 11 municípios contidos integralmente e 17 parcialmente. As respectivas áreas dos municípios que compõem a bacia em comento são apresentadas na Tabela 1.

Figura 3 - Mapa de Localização da Bacia Hidrográfica do Acaraú



Fonte: IBGE, 2015; Cogerh, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Tabela 1 - Municípios Contidos na Bacia Hidrográfica do Acaraú

Município	Área (km <sup>2</sup> )	Área Contida na Bacia (km <sup>2</sup> )	Percentual Contido na Bacia
Acaraú	842,19	232,32	27,59%
Alcântaras	138,60	26,51	19,13%
Bela Cruz	842,79	198,92	23,60%
Cariré	756,81	756,81	100,00%
Catunda	790,41	790,41	100,00%
Cruz	329,86	43,88	13,30%
Forquilha	516,82	516,82	100,00%
Graça	281,92	281,92	100,00%
Groaíras	155,91	155,91	100,00%
Hidrolândia	966,66	966,66	100,00%
Ibiabipa	415,12	8,49	2,04%
Ipu	629,35	571,52	90,81%
Ipueiras	1.477,82	454,78	30,77%
Marco	573,96	275,04	47,92%
Massapê	566,46	566,46	100,00%
Meruoca	149,82	125,61	83,84%
Monsenhor Tabosa	885,72	131,47	14,84%
Morrinhos	415,38	219,66	52,88%
Mucambo	190,63	133,22	69,88%
Nova Russas	742,70	677,39	91,21%
Pacujá	76,13	76,13	100,00%
Pires Ferreira	243,09	243,09	100,00%
Reriutaba	383,32	383,32	100,00%
Santa Quitéria	4.258,53	4.120,34	96,75%
Santana do Acaraú	968,95	677,70	69,94%
Sobral	2.122,20	926,50	43,66%
Tamboril	1.960,82	703,64	35,88%
Varjota	179,38	179,38	100,00%

Fontes: Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Acaraú. COGERH, 2010; Base Cartográfica. COGERH, 2016; Base Cartográfica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2016.

### 3.1.1.2 Hidrografia

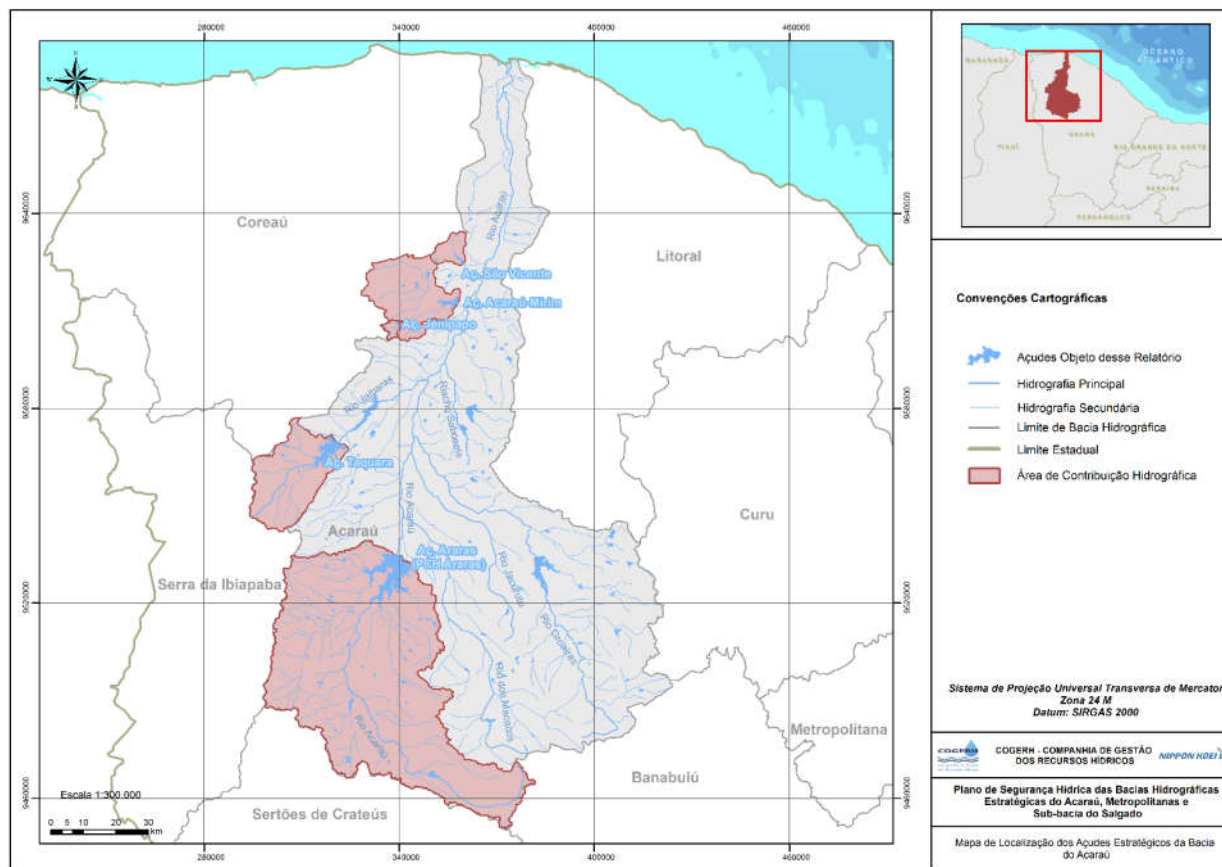
A bacia do rio Acaraú possui uma área de drenagem de 14.443,88 km<sup>2</sup>, com uma forma alongada no eixo norte-sul e com baixo fator de forma (0,16) e elevado índice de compacidade (2,00) (Tabela 2). O seu principal coletor é o Rio Acaraú que se desenvolve, principalmente, no eixo sul-norte. Seus principais afluentes na margem direita são os rios Groaíras, Jacurutu, Sabonete e o Riacho dos Macacos. Já pela margem esquerda se destaca o rio Jaibaras (Figura 4).

Tabela 2 - Parâmetros morfométricos da bacia hidrográfica do Acaraú

Parâmetro	Valor
Área (km <sup>2</sup> )	14.443,88
Perímetro (km)	853,08
Comprimento de Talvegue (km)	304,82
Declividade Média do Rio Principal (m/km)	3,05
Declividade Média da Bacia	<b>9,09%</b>
Índice de Compacidade de Gravelius (Kc)	2,00
Fator de Forma	0,16

Fontes: Revisão do Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Acaraú. COGERH, 2010; Base Cartográfica. COGERH, 2016; Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, 2016.

Figura 4 - Mapa da Bacia Hidrográfica do Acaraú



Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogerh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

### 3.1.1.3. Principais Problemas e Impactos ambientais da bacia hidrográfica

Os principais problemas ambientais encontrados na Bacia Hidrográfica do Acaraú são de origem antrópica, situação comum às outras bacias hidrográficas no estado. São elas (COGERH, 2015):

- Disposição inadequada de resíduos sólidos;
- Disposição inadequada de esgotos urbanos e industriais;
- Uso de fertilizantes e praguicidas na agricultura;
- Aquicultura.

A disposição de esgotos domésticos, industriais e hospitalares diretamente nos solos ou, ainda, sua disposição direta em massa d'água, pode tornar as águas impróprias para o abastecimento público, industrial, agrícola e recreativo.

A disposição inadequada de resíduos sólidos, sejam eles urbanos ou industriais, também é uma fonte de contaminação dos recursos hídricos. O resíduo urbano, ao se decompor produz chorume, substância altamente contaminante, que se infiltra no solo, ou é carregado através da drenagem, até atingir os cursos d'água e mananciais. Já o resíduo industrial pode conter elevadas concentrações de materiais tóxicos, que da mesma forma, pode contaminar o solo e ser carregado pela rede de drenagem.

Outras fontes poluidoras dos recursos hídricos são a utilização de fossas com sumidouros ou valas de infiltração, esgotos lançados de estações de tratamento do tipo lagoa de sedimentação e vazamentos de tanques de postos de combustível.

Na Tabela 3 apresentam-se as principais ações antrópicas e os seus consequentes impactos ambientais negativos.

Tabela 3 - Ações antrópicas e principais impactos ambientais negativos

Ação Antrópica	Principais Impactos Ambientais Negativos
Ocupação Urbana Desordenada	Interrupção do transporte de sedimentos e consequente atuação de processos erosivos costeiros
	Alteração na qualidade das águas e do ar
	Alteração da paisagem
	Conflitos sociais
	Aumento na incidência de doenças
	Aumento no fluxo de veículos automotores
Impermeabilização do Solo	Redução da recarga de aquíferos
	Aumento do escoamento superficial
	Aumento na frequência de enchentes
	Redução da capacidade de aproveitamento agrícola do solo
Especulação imobiliária	Conflitos sociais
	Modificação da estrutura imobiliária
	Alteração na rotina das comunidades
Ocupação Irregular de Áreas de Preservação Permanente (APP)	Erosão
	Assoreamento do leito dos cursos d'água
	Alteração na qualidade das águas
	Perda da biodiversidade aquática
Destinação Inadequada de Resíduos Sólidos	Obstrução de sistemas de drenagem artificiais
	Contaminação do solo, ar e águas
	Proliferação de vetores de doenças
	Poluição visual
Atividade Agrícola	Eutrofização dos corpos d'água
	Salinização dos solos e águas
	Contaminação dos produtos da aquicultura
	Contaminação dos solos e água por agrotóxicos
Atividade Pecuária	Eutrofização dos corpos d'água
	Contaminação dos produtos da aquicultura
	Emissão de gases do efeito estufa
	Compactação do solo
Carcinicultura e Aquicultura	Eutrofização dos corpos d'água
	Poluição dos recursos hídricos
	Conflitos sociais
Produção de Efluentes Domésticos, Industriais e Hospitalares	Eutrofização dos corpos d'água
	Desequilíbrio do ecossistema aquático
	Contaminação dos solos e água
Desmatamento de APPs e Mangues	Assoreamento do leito dos cursos d'água e açudes
	Aumento na frequência de enchentes
	Redução da biodiversidade
	Alteração da paisagem

Continuação da Tabela 3 na próxima página.

Continuação da Tabela 3.

Ação Antrópica	Principais Impactos Ambientais Negativos
Lavras Clandestinas	Erosão
	Carreamento de sólidos para os cursos d'água
	Desequilíbrio do ecossistema aquático
	Poluição sonora e atmosférica
	Alteração da paisagem
Atividade Turística	Contaminação das águas
	Conflitos de uso
	Prejuízos à Fauna e Flora
Represamento de Cursos d'Água	Erosão
	Redução do fluxo de nutrientes e sedimentos
	Redução da vazão afluente
	Prejuízos à Fauna e Flora
	Diminuição da fauna pesqueira
	Sedimentação dos estuários

Fontes: Plano Estadual de Recursos Hídricos. COGERH, 2005; Consolidação dos Diagnósticos das Bacias Hidrográficas do Acaraú, Metropolitanas e Sub-bacia do Salgado no Estado do Ceará. COGERH, 2015.

A cidade de Sobral, núcleo urbano mais populoso da região, é a única que atualmente atende a legislação ambiental no que diz respeito à disposição final dos resíduos sólidos em aterro sanitário. Este aterro, localizado entre a sede e o distrito de Jordão, foi inaugurado em 1999 e tem vida útil de 20 anos. Ainda em Sobral, encontra-se, no distrito de Aprazível, uma usina de triagem e acondicionamento de resíduos sólidos recicláveis (PORTAL SANEAMENTO BÁSICO, 2006).

Além do Aterro Sanitário de Sobral, foi emitida em abril de 2016 a licença ambiental, pela Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE), que autoriza o início das obras do projeto de implantação do Aterro Sanitário Consorciado de Sobral. Além de Sobral, o equipamento atenderá os núcleos urbanos dos seguintes municípios integrantes da bacia do Acaraú: Alcântaras, Cariré, Forquilha, Graça, Groaíras, Massapê, Meruoca, Mucambo, Pacujá, Santana do Acaraú e Coreaú; além dos núcleos urbanos de Frecheirinha, Moraújo e Senador Sá (SEMACE, 2016).

O aterro será instalado em um terreno de 100 hectares na zona rural de Sobral, distando aproximadamente 8 km da área urbana. O empreendimento prevê a implantação de cinco estações de transferências de resíduos sólidos nos municípios pertencentes à bacia: Cariré, Forquilha, Massapê, Pacujá e Santana do Acaraú; além de duas no município de Coreaú (sede e distrito de Ubaúna). Esses espaços receberão e armazenarão temporariamente os resíduos das coletas em

virtude da grande distância entre os centros geradores e o local de disposição final (SEMACE, 2016).

A vida útil do Aterro Consorciado de Sobral será de, no mínimo, 20 anos. De acordo com o estudo ambiental apresentado à Semace, foram identificados 38 impactos ambientais nas áreas de influência do equipamento durante as fases de projeto, instalação, operação e desativação. Desse total, 20 são considerados positivos, o que representa 52,6% (SEMACE, 2016).

Os aterros controlados são utilizados nos municípios de Alcântaras, Groaíras e Santana do Acaraú. Os resíduos sólidos são apenas cobertos, evitando a proliferação de vetores de doenças. No entanto, não há drenagem de gases e das águas pluviais e nem coleta e tratamento do chorume (IBGE, 2011).

Nos municípios de Cariré, Forquilha e Massapê, a disposição final dos resíduos sólidos se dá em lixões localizados às margens das rodovias e próximos de cursos d'água. A situação mais preocupante ocorre em Cariré, onde o lixão encontra-se dentro da zona urbana (PREFEITURA MUNICIPAL DE CARIRÉ, 2012).

O lançamento de resíduos líquidos domésticos e hospitalares nos solos, formando esgotos a céu aberto, ou sua canalização direta para mananciais hídricos, sem tratamento prévio constitui um grave problema de agressão ao meio ambiente da região.

O núcleo urbano de Sobral apresenta um índice de cobertura do sistema de esgotamento sanitário de 70%, sendo que apenas cerca de metade da população utiliza este serviço. A outra metade utiliza valas a céu aberto, fossas, sumidouros, etc.

Nos núcleos urbanos dos municípios de Acaraú, Bela Cruz, Forquilha, Graça, Massapê, Mucambo e Nova Russas a taxa de cobertura do sistema de esgotamento sanitário não chega a 60%, evidenciando o mesmo problema que ocorre em Sobral.

No núcleo urbano de Alcântaras, a taxa de cobertura do sistema de esgotamento sanitário chega a 77%, mas mesmo assim somente uma parte da população utiliza este serviço.

Já nos núcleos urbanos de Cariré, Catunda, Cruz, Groaíras, Hidrolândia, Ibiapina, Ipu, Ipueriras, Marco, Meruoca, Monsenhor Tabosa, Morrinhos, Pacujá, Pires Ferreira, Reriutaba, Santa



**IPECE**

INSTITUTO DE PESQUISA E GESTÃO TECNOLÓGICA DO CEARÁ



**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
Secretaria dos Recursos Hídricos

Quitéria, Santana do Acaraú, Tamboril e Varjota a rede de esgotamento sanitário é inexistente ou atende uma pequena parcela da população.

Conforme o Plano de Desenvolvimento Regional do Vale do Acaraú (Secretaria de Desenvolvimento Local e Regional - SDLR, 2003), a poluição por efluentes industriais está concentrada mais especificamente no município de Sobral, que abriga cerca de 47,0% dos estabelecimentos industriais com potencial poluidor dos recursos hídricos, dos quais 62,5% estão localizados na sede e o restante no distrito de Aprazível. Os segmentos industriais presentes na região, que apresentam maior potencial poluidor dos recursos hídricos, são matadouros e frigoríficos, setor têxtil e sucroalcooleiro, curtumes e produtos alimentares.

Nos municípios de Alcântaras e Groaíras, os efluentes dos precários matadouros públicos são lançados no riacho Pau Ferrado e no rio Groaíras. Já em Cariré, o matadouro público lança seus efluentes diretamente na via pública (SDLR, 2003).

Por outro lado, os matadouros de Santana do Acaraú e de Forquilha têm os seus efluentes separados e canalizados para sistemas de tanques de concreto, a fim de serem expostos à evaporação. O matadouro de Meruoca destina os seus efluentes para um sistema de fossas, o que não traz muitos problemas devido à baixa demanda do mesmo (SDLR, 2003).

O segmento de curtume é encontrado nos municípios de Sobral e Groaíras. Em Sobral, o segmento conta com um sistema de tratamento dos seus efluentes através de lagoas de estabilização. Já em Groaíras, o efluente industrial não possui um tratamento e nem destinação adequada (COGERH, 1999).

As atividades agrícolas interagem de várias formas sobre os recursos naturais, tendo como principal impacto ambiental a poluição dos solos e dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, decorrentes do uso indiscriminado e intensivo de agrotóxicos, principalmente, nas áreas onde se desenvolve a agricultura irrigada. A contaminação dos recursos hídricos por agrotóxicos na região resulta do carreamento destes produtos pelas chuvas para os cursos e mananciais hídricos, pelo descarte de embalagens de agrotóxicos em áreas inadequadas e pela lavagem de pulverizadores em canais e cursos d'água, entre outros (SDLR, 2003).





**ipece**

INSTITUTO DE PESQUISA E PESQUISA ECONÔMICA DO CEARÁ



**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
Secretaria dos Recursos Hídricos

A prática da irrigação traz, ainda, como impacto negativo, a salinização do solo, cuja ocorrência encontra-se diretamente associada à adoção de métodos de irrigação pouco eficientes e da falta ou ineficiência dos sistemas de drenagem. Com efeito, os perímetros públicos de irrigação da região, além de adotarem métodos de irrigação que resultam em uso excessivo de água (sulcos e aspersão convencional), apresentam suas infraestruturas hídricas danificadas, com vazamentos nos canais e sistemas de drenagem obstruídos, tendo como consequência descontrolado na distribuição e grande desperdício de água, além da aceleração do processo de salinização dos lotes agrícolas (SDLR, 2003).

No açude Ayres de Souza é praticada a piscicultura intensiva através de tanques-rede. Este tipo de aquicultura pode ocasionar a diminuição da produtividade pesqueira; soltura involuntária de espécies exóticas e competição com espécies nativas, disseminação de doenças; lançamento de efluentes sem prévio tratamento nos corpos hídricos, salinização do solo e do lençol freático; entre outros.

A carnicultura praticada na região, principalmente próxima ao litoral e nas margens do rio Acaraú, pode ocasionar diversos impactos ambientais, listados na Tabela 4.



Tabela 4 - Causas e Efeitos dos Impactos Ambientais da Carcinicultura

Causa	Efeitos
Destruição de áreas úmidas (mangues e alagados salinos)	Perda de habitats e áreas berçário, erosão costeira, redução na captura de espécies comercialmente importantes, acidificação, alteração nos padrões de drenagem de água
Conversão de áreas agricultáveis	Salinização do solo e alteração nos padrões de drenagem de água
Conversão de planícies salinas	Alteração nos padrões de drenagem de água
Descarte de efluente dos viveiros	Deterioração da qualidade da água no corpo receptor (depleção de oxigênio, redução de luminosidade, alterações na macrofauna bentônica e eutrofização)
Escapes de indivíduos dos viveiros	Introdução de espécie exótica, competição, destruição de habitats e predação
Introdução e disseminação de doenças	Quebras de produção e infecção de populações nativas
Descarte de substâncias químicas	Resistência a patógenos e efeitos desconhecidos em espécies que não a espécie-alvo
Intrusão de água salina	Contaminação de aquíferos subterrâneos
Disposição de sedimentos	Lançamento de nutrientes, carga orgânica e substâncias químicas no ambiente
Uso excessivo de água	Competição com outros usuários de água
Abandono de área	Competição com outros usos por espaço

Fonte: Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Acaraú (COGERH, 2010).

### 3.1.2. *Bacias Metropolitanas*

#### 3.1.2.1. Localização e área de abrangência das bacias Metropolitanas

As Bacias Hidrográficas Metropolitanas localizam-se na porção nordeste do estado do Ceará, sendo limitada ao sul pela Bacia Hidrográfica do Banabuiú, ao norte pelo Oceano atlântico, à oeste pela Bacia Hidrográfica do Curu e ao leste pela Bacia Hidrográfica do Jaguaribe, conforme pode ser observado na Figura 5.

As Bacias Hidrográficas Metropolitanas abrangem uma área de 15.085 km<sup>2</sup>, ou cerca de 10,14% da área do estado. Nas bacias estão inseridos 40 municípios, sendo 23 totalmente contidos

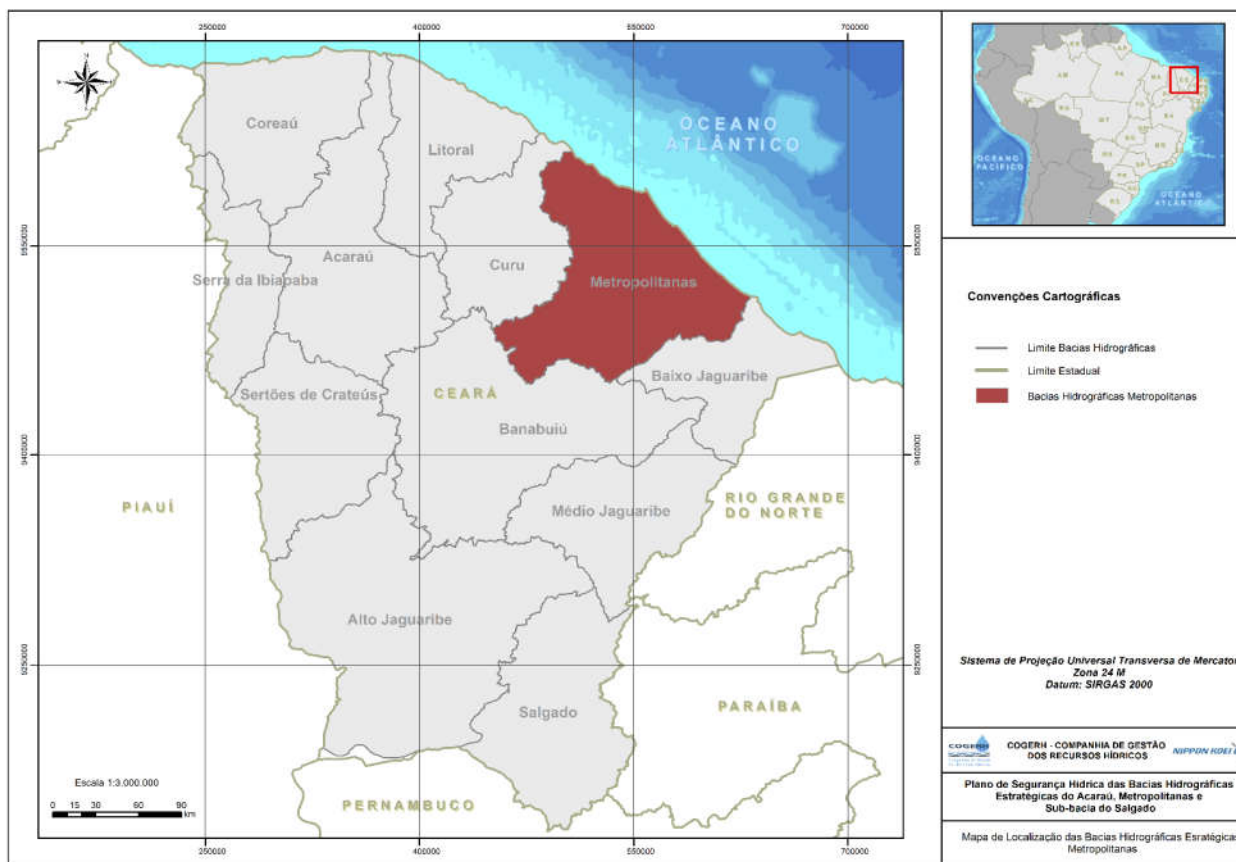
e 17 parcialmente. No entanto, conforme o regimento do CBH-RMF, aprovado pelo Decreto nº 26.902/2003 do Governo do Estado do Ceará, somente 31 municípios fazem parte oficialmente das bacias metropolitanas, sendo excluídos os municípios de Aracati, Canindé, Fortim, Morada Nova, Palhano, Paracuru, Pentecoste, Quixadá e Russas.

As bacias metropolitanas podem ser divididas em quatro unidades de trabalho, de acordo com os municípios (CBH-RMF, 2016):

- **Litoral:** Aquiraz, Beberibe, Cascavel, Eusébio e Pindoretama;
- **Região Metropolitana de Fortaleza (RMF):** Caucaia, Chorozinho, Fortaleza, Guaiúba, Horizonte, Itaitinga, Maracanaú, Maranguape, Pacajus, Pacatuba e São Gonçalo do Amarante;
- **Serra:** Acarape, Aratuba, Barreira, Baturité, Guaramiranga, Mulungu, Pacoti, Palmácia e Redenção;
- **Sertão:** Aracoiaba, Capistrano, Choró, Ibaretama, Itapiúna e Ocara.

As informações acima estão expandidas na Tabela 5.

Figura 5 - Mapa de Localização das Bacias Hidrográficas Metropolitanas



Fonte: IBGE, 2015; Cogerh, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Tabela 5 - Municípios Contidos nas Bacias Hidrográficas Metropolitanas

Município	Área (km <sup>2</sup> )	Área Contida na Bacia (km <sup>2</sup> )	Percentual Contido na Bacia	Unidade
Acarape	155,17	155,17	100,00%	Serra
Aquiraz	482,38	482,38	100,00%	Litoral
Aracoiaba	656,6	656,60	100,00%	Sertão
Barreira	245,81	245,81	100,00%	Serra
Baturité	308,58	308,58	100,00%	Serra
Beberibe	1.623,88	1.623,88	100,00%	Litoral
Capistrano	222,55	222,55	100,00%	Sertão
Cascavel	835	835,00	100,00%	Litoral
Caucaia	1.228,51	1.228,51	100,00%	RMF
Choró	815,77	815,77	100,00%	Sertão
Chorozinho	278,41	278,41	100,00%	RMF
Eusébio	79,01	79,01	100,00%	Litoral
Fortaleza	314,93	314,93	100,00%	RMF
Guaiúba	267,13	267,13	100,00%	RMF
Horizonte	159,98	159,98	100,00%	RMF
Itapiúna	588,7	588,70	100,00%	Sertão
Itaitinga	151,63	151,63	100,00%	RMF
Maracanaú	106,65	106,65	100,00%	RMF
Ocara	765,41	765,41	100,00%	Sertão
Pacajus	254,64	254,64	100,00%	RMF
Pacatuba	131,99	131,99	100,00%	RMF
Pindoretama	75,14	75,14	100,00%	Litoral
Redenção	225,82	225,82	100,00%	Serra
Aracati	1.228,06	110,16	8,97%	*
Aratuba	114,79	95,73	83,40%	Serra
Canindé	3.218,48	646,91	20,10%	*
Fortim	278,77	182,90	65,61%	*
Guaramiranga	59,44	48,88	82,24%	Serra
Ibaretama	877,26	763,83	87,07%	Sertão
Maranguape	590,87	555,60	94,03%	RMF
Morada Nova	2.778,58	631,29	22,72%	*
Mulungu	134,57	87,52	65,04%	Serra
Pacoti	112,02	106,48	95,05%	Serra
Palhano	440,38	178,22	40,47%	*
Palmácia	117,81	111,52	94,66%	Serra
Paracuru	300,29	53,45	17,80%	*
Pentecoste	1.378,26	400,11	29,03%	*
Quixadá	2.019,83	440,73	21,82%	*
Russas	1.590,26	222,95	14,02%	*
São Gonçalo do Amarante	834,45	537,89	64,46%	RMF
<b>Total</b>	<b>26.047,81</b>	<b>15.147,87</b>		

Fontes: COGERH, 2010 e 2016; IBGE (2016).

Nota: \*Não incluídos oficialmente nas Bacias Hidrográficas Metropolitanas (conforme Decreto nº 26.902/2003 do Governo do Estado do Ceará);

### 3.1.2.2. Hidrografia

As Bacias Metropolitanas são um conjunto de bacias hidrográficas independentes com uma área total de 15.004,80 Km<sup>2</sup> e com uma Faixa Litorânea de Escoamento Difuso (FLED) com área de 594,75 Km<sup>2</sup>, conforme dados calculados através da Base Cartográfica da Cogerh (Figura 6).

O número de bacias varia de acordo com a fonte, com o Plano de Gestão das Águas das Bacias Metropolitanas (COGERH, 2000) identificando 14 bacias independentes e o Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH (1992), como sendo 16 bacias. Esta variação se deve ao PERH considerar os sistemas Cocó/Coaçu e Ceará/Maranguape como bacias separadas, onde o Coaçu é um afluente do rio Cocó e o Maranguape é um afluente do rio Ceará. Essas bacias, à exceção das bacias dos rios Choró, Pacoti, Pirangi e São Gonçalo, são hidrologicamente pouco representativas.

A bacia do rio Choró possui uma área de drenagem de 4.717,1 km<sup>2</sup>, com uma forma alongada com baixo fator de forma (0,12) e elevado índice de compacidade (1,78). Possui poucos afluentes significativos em sua margem direita, já na margem esquerda pode-se encontrar como importantes afluentes os riachos Aracoiaaba, Cangati e Castro.

A bacia do rio Pirangi drena uma área de 4.427,9 km<sup>2</sup>. Possui uma forma também alongada, com baixo fator de forma (0,10) e elevado índice de compacidade (1,57). Não possui afluentes significativos.

A bacia do rio São Gonçalo possui uma área de drenagem de 1.321,3 km<sup>2</sup> com uma forma alongada no seu alto curso, baixo fator de forma (0,16) e elevado índice de compacidade (1,80). Como afluentes importantes pode se destacar em sua margem direita o rio Anil e o riacho Amanari, já pela margem esquerda, os riachos do Mocó e Pau d'Óleo.

A bacia do rio Pacoti drena uma área de 1.262,98 km<sup>2</sup>. Possui uma forma longilínea, baixo fator de forma (0,10) e alto índice de compacidade (1,88). Possui dois afluentes importantes em sua margem esquerda, os riachos Baú e Água Verde. É o principal manancial da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF).

A bacia do rio Ceará drena uma área de 575,94 km<sup>2</sup>, enquanto que a bacia do rio Maranguape, uma área de 207,53 km<sup>2</sup>. Portanto a área de drenagem do sistema Ceará/Maranguape



**ipece**

INSTITUTO  
DE PESQUISA  
E PESQUISA  
ECONÔMICA  
DO CEARÁ



**GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ**  
*Secretaria dos Recursos Hídricos*

é de 783,47 km<sup>2</sup>. O fator de forma e o índice de compacidade das bacias do Ceará e Maranguape são, 0,21 e 1,78, e 0,15 e 2,09 respectivamente.

A bacia do rio Cocó possui uma área de drenagem de 300,78 km<sup>2</sup>, enquanto que a bacia do rio Coaçu, uma área de 184,15 km<sup>2</sup>. Assim o sistema Cocó/Coaçu apresenta uma área total de 484,93 km<sup>2</sup>. O índice de compacidade das bacias do Cocó e Coaçu são 1,67 e 1,52, respectivamente. Já o fator de forma é o mesmo para as duas bacias (0,17).

Na Tabela 6 estão apresentados os principais parâmetros morfométricos das bacias e da FLED.

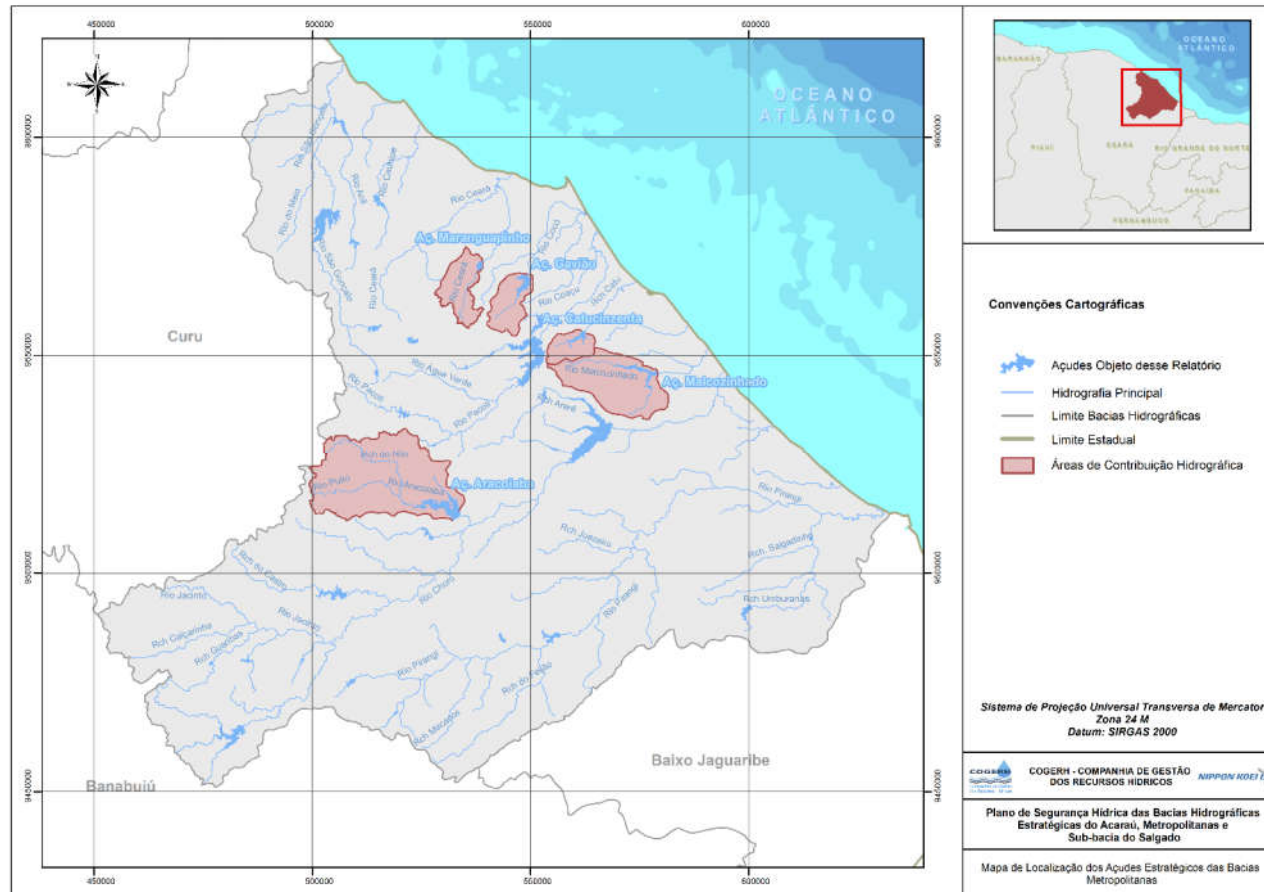


Tabela 6 - Parâmetros morfométricos das bacias Metropolitanas

Sub-Bacia	Área (km <sup>2</sup> )	Perímetro (km)	Comprimento de Talvegue (km)	Declividade Média do Rio Principal (m/km)	Declividade Média da Bacia	Índice de Compacidade de Gravelius (Kc)	Fator de Forma
Caponga Funda	60,92	49,95	22,50	1,59	4,00%	1,81	0,12
Caponga Roseira	65,22	54,13	20,00	2,21	4,19%	1,89	0,16
Catu	148,92	68,48	30,00	1,52	4,82%	1,58	0,17
Cauhipe	279,70	82,10	20,00	5,49	10,04%	1,38	0,70
Ceará	575,94	151,34	52,50	2,38	9,58%	1,78	0,21
Choró	4.717,11	483,28	200,00	1,42	11,00%	1,98	0,12
Coaçú	184,15	73,34	32,50	1,77	5,20%	1,52	0,17
Cocó	300,78	102,65	42,50	13,24	8,76%	1,67	0,17
Gereraú	114,39	55,96	20,00	1,39	4,08%	1,48	0,29
Juá	121,00	51,13	12,50	4,59	9,86%	1,31	0,77
Malcozinhado	376,19	85,40	37,50	1,62	4,25%	1,24	0,27
Maranguape	207,53	106,76	37,50	3,97	12,91%	2,09	0,15
Pacoti	1.262,98	236,53	112,50	7,73	15,42%	1,88	0,10
Pirangi	4.427,80	370,95	177,50	1,14	4,74%	1,57	0,14
São Gonçalo	1.301,26	230,14	90,00	7,33	7,68%	1,80	0,16
Uruaú	266,16	84,92	35,00	1,10	3,91%	1,47	0,22
Faixa Litorânea de Escoamento Difuso (FLED)	594,75	-	-	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>15.004,80</b>						

Fonte: Cogerh, 2010 e 2016; INPE, 2016.

Figura 6 - Mapa das Bacias Hidrográficas Metropolitanas



Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogerh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

### 3.1.2.3. Principais problemas e impactos ambientais

Os principais problemas ambientais encontrados nas Bacias Hidrográficas Metropolitanas são de origem antrópica, situação comum às outras bacias hidrográficas no estado. Como exemplo podem ser citados: lixiviação do excesso de agrotóxicos para o corpo hídrico, supressão da vegetação ciliar, falta de infraestrutura de saneamento das comunidades lindeiras, assoreamento dos corpos hídricos, atividades aquícolas indiscriminadas, entre outras.

Na Tabela 7 apresentam-se as principais ações antrópicas e os seus consequentes impactos ambientais negativos.

Tabela 7 - Ações Antrópicas e Principais Impactos Ambientais Negativos

Ação Antrópica	Principais Impactos Ambientais Negativos
Ocupação Urbana Desordenada	Interrupção do transporte de sedimentos e consequente atuação de processos erosivos costeiros
	Alteração na qualidade das águas e do ar
	Alteração da paisagem
	Conflitos sociais
	Aumento na incidência de doenças
	Aumento no fluxo de veículos automotores
Impermeabilização do Solo	Redução da recarga de aquíferos
	Aumento do escoamento superficial
	Aumento na frequência de enchentes
	Redução da capacidade de aproveitamento agrícola do solo
Especulação imobiliária	Conflitos sociais
	Modificação da estrutura imobiliária
	Alteração na rotina das comunidades
Ocupação Irregular de Áreas de Preservação Permanente (APP)	Erosão
	Assoreamento do leito dos cursos d'água
	Alteração na qualidade das águas
	Perda da biodiversidade aquática
Destinação Inadequada de Resíduos Sólidos	Obstrução de sistemas de drenagem artificiais
	Contaminação do solo, ar e águas
	Proliferação de vetores
	Poluição visual
Atividade Agrícola	Eutrofização dos corpos d'água
	Salinização dos solos e águas
	Contaminação dos produtos da aquicultura
	Contaminação dos solos e água por agrotóxicos
Atividade Pecuária	Eutrofização dos corpos d'água
	Contaminação dos produtos da aquicultura
	Emissão de gases do efeito estufa
	Compactação do solo

Continuação da Tabela 7 na próxima página.

Continuação da Tabela 7.

Ação Antrópica	Principais Impactos Ambientais Negativos
Carcinicultura e Aquicultura	Eutrofização dos corpos d'água
	Poluição dos recursos hídricos
	Conflitos sociais
Produção de Efluentes Domésticos, Industriais e Hospitalares	Eutrofização dos corpos d'água
	Desequilíbrio do ecossistema aquático
	Contaminação dos solos e água
Desmatamento de APPs e Mangues	Assoreamento do leito dos cursos d'água e açudes
	Aumento na frequência de enchentes
	Redução da biodiversidade
	Alteração da paisagem
Lavras Clandestinas	Erosão
	Carreamento de sólidos para os cursos d'água
	Desequilíbrio do ecossistema aquático
	Poluição sonora e atmosférica
	Alteração da paisagem
Atividade Turística	Contaminação das águas
	Conflitos de uso
	Prejuízos à Fauna e Flora
Represamento de Cursos d'Água	Erosão
	Redução do fluxo de nutrientes e sedimentos
	Redução da vazão afluente
	Prejuízos à Fauna e Flora
	Diminuição da fauna pesqueira
	Sedimentação dos estuários

Fontes: Cogerh, 2005, 2010 e 2015.

Nos relevos de meia encosta e vertentes de sotavento das regiões serranas de Aratanha, Baturité, Juá/Conceição e Maranguape, é possível observar áreas de degradação, em virtude da exploração agrícola. Em algumas dessas áreas a mata, antes úmida, está sendo substituída pela vegetação de caatinga. Observa-se, também, nesta região uma expansão dos núcleos urbanos, que vem acelerando a perda de cobertura vegetal (COGERH, 2010).

Na região do sertão inexistem grandes perímetros de irrigação, existindo apenas trechos irrigados associados a vales de rios perenizados ou próximos aos reservatórios. No entanto, nestes trechos ainda são utilizadas técnicas ineficientes de irrigação, com elevado consumo de água. A pecuária de forma extensiva é praticada em meio a vegetação caatinga, com alimentação do gado através do plantio de capineiras, provocando, aliado à produção de carvão vegetal, o desmatamento de grandes áreas (COGERH, 2010).



**ipece**

INSTITUTO DE PESQUISA E FOMENTO ECONÔMICO DO CEARÁ



**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
Secretaria dos Recursos Hídricos

O Canal do Trabalhador, na região litorânea das bacias, é bastante utilizado para a irrigação de culturas perenes e para a alimentação artificial dos sistemas lacustres marginais. No percurso do canal existem diversas áreas sujeiras a instabilidade de taludes e desencadeamento de processos erosivos, devido as características do solo, a redução da cobertura vegetal periférica e outras intervenções antrópicas (COGERH, 2010).

### *3.1.3. Sub-bacia do Salgado*

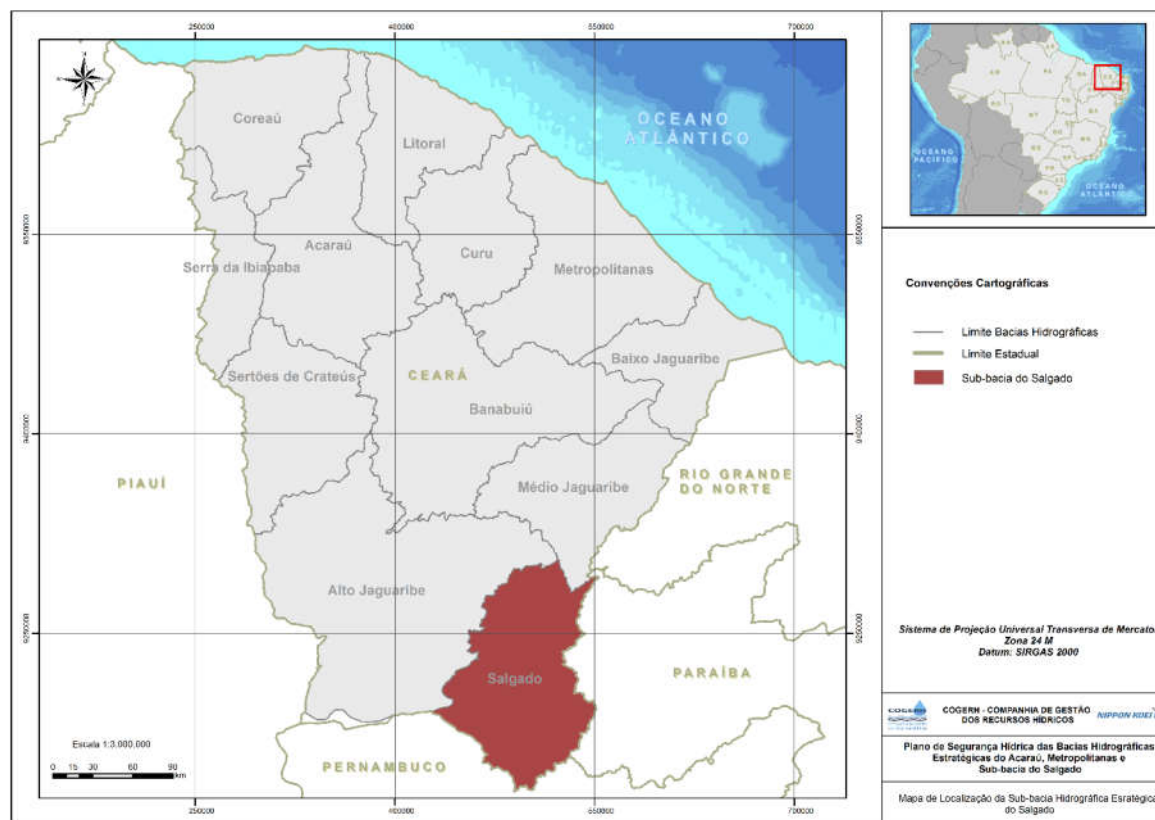
#### *3.1.3.1. Localização e área de abrangência da Sub-bacia do Salgado*

A Sub-bacia Hidrográfica do Salgado localiza-se na porção sudeste do estado do Ceará, sendo limitada ao sul pelo estado de Pernambuco, ao norte pelas Bacias Hidrográficas do Alto e Médio Jaguaribe, a oeste pela Bacia Hidrográfica do Alto Jaguaribe e ao leste pelo estado da Paraíba, conforme pode ser observado na Figura 7.

A Sub-bacia Hidrográfica do Salgado abrange uma área de 12.636 km<sup>2</sup> (conforme calculado através da Base Cartográfica da Cogerh (2016), ou cerca de 8,5% da área do estado. Na sub-bacia estão inseridos 24 municípios, sendo 15 totalmente contidos e 9 parcialmente. Destes municípios, apenas o município de Orós não faz parte oficialmente da sub-bacia.



Figura 7 - Mapa de Localização da Sub-bacia Hidrográfica do Salgado



Fonte: IBGE, 2015; Cogeh, 2016; com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

A Sub-bacia do Salgado foi dividida em cinco “microbacias”, que na realidade são agrupamentos dos 23 municípios, conforme pode-se observar na Tabela 8.

Tabela 8 - Municípios Contidos na Sub-Bacia Hidrográfica do Salgado

Município	Área (km <sup>2</sup> )	Área Contida na Bacia (km <sup>2</sup> )	Percentual Contido na Bacia	Microbacia
Abaíara	178,69	178,69	100,00%	II
Aurora	885,13	885,13	100,00%	II
Baixio	146,32	146,32	100,00%	IV
Barbalha	569,07	569,07	100,00%	III
Barro	711,33	711,33	100,00%	II
Brejo Santo	662,90	662,90	100,00%	I
Caririaçu	623,08	554,07	88,92%	III
Cedro	725,22	723,37	99,74%	V
Crato	1.175,61	970,61	82,56%	III
Granjeiro	100,05	99,78	99,73%	V
Icó	1.870,54	1.083,16	57,91%	IV
Ipaumirim	274,94	273,25	99,38%	IV
Jardim	551,99	551,99	100,00%	I
Jati	353,02	353,01	100,00%	I
Juazeiro do Norte	248,64	248,64	100,00%	III
Lavras da Mangabeira	947,21	947,21	100,00%	IV
Mauriti	1.048,68	1.048,68	100,00%	II
Milagres	605,96	605,96	100,00%	II
Missão Velha	645,19	645,19	100,00%	III
Penaforte	149,60	149,58	99,99%	I
Porteiras	217,41	217,41	100,00%	I
Umarí	263,73	263,72	100,00%	IV
Várzea Alegre	835,07	677,43	81,12%	V

Fontes: Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe (COGERH, 1999); Base Cartográfica. COGERH, 2016; Base Cartográfica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2016.

### 3.1.3.2. Hidrografia

A Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Salgado (SBHS) integra a Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe, juntamente com as sub-bacias do Alto, Médio e Baixo Jaguaribe e Banabuiú. Localiza-se no extremo sudeste do estado.

A SBHS possui uma área de drenagem de 12.636 km<sup>2</sup>, com uma forma alongada no eixo norte-sul e com baixo fator de forma (0,45) e elevado índice de compacidade (1,80) (Tabela 9). A SBHS contribui com 60% da recarga anual do açude Castanhão (COGERH, 2015).

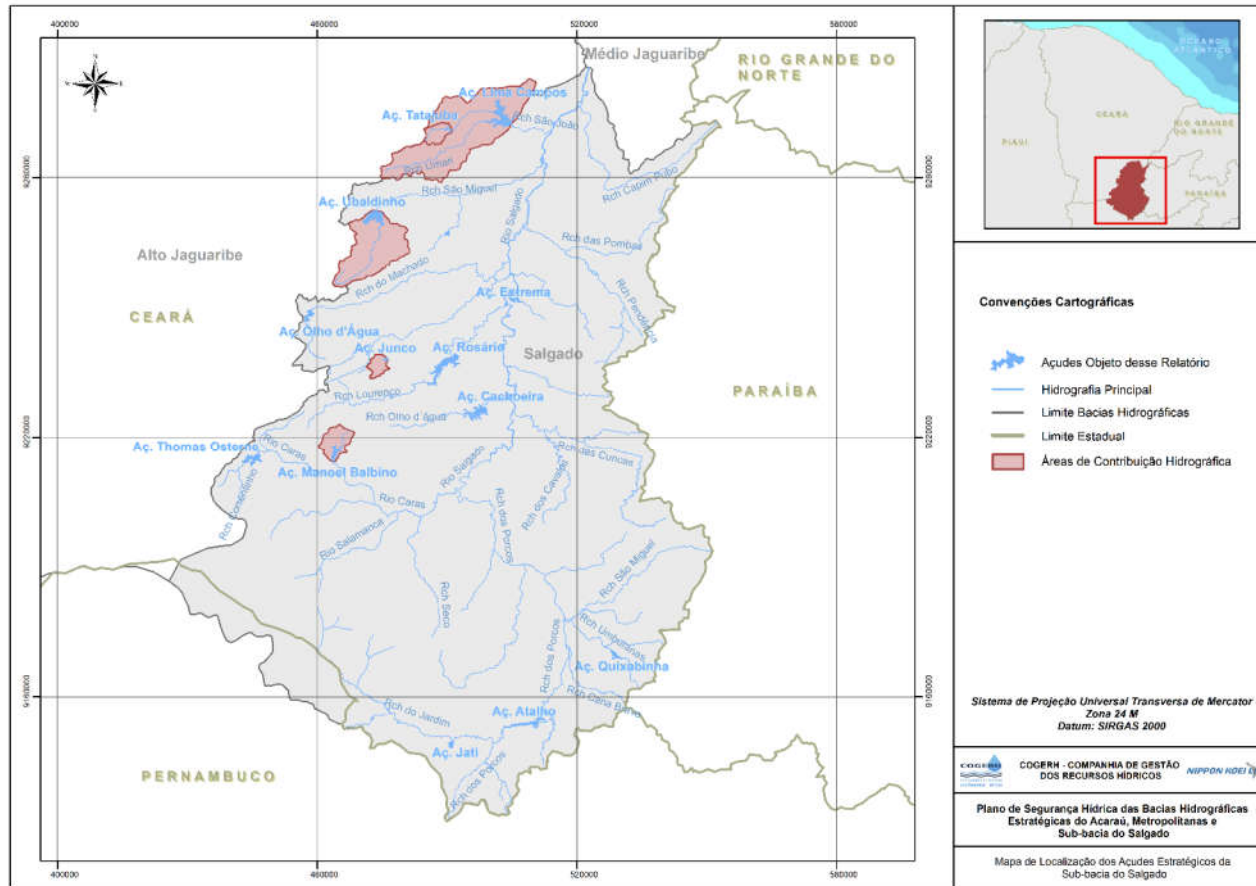
Tabela 9 - Parâmetros morfométricos da Sub-bacia hidrográfica do Salgado

Parâmetro	Valor
Área (km <sup>2</sup> )	12.636,12
Perímetro (km)	717,94
Comprimento de Talvegue (km)	174,87
Declividade Média do Rio Principal (m/km)	2,69
Declividade Média da Bacia	10,21%
Índice de Compacidade de Gravelius (Kc)	1,80
Fator de Forma	0,41

Fontes: Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe (COGERH, 1999); Base Cartográfica (COGERH, 2016); Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, 2016).

O rio Salgado, principal afluente da margem direita do rio Jaguaribe, é formado pela confluência do Riacho dos Porcos e do Rio das Batateiras. Seus principais afluentes são os riachos Carás, dos Macacos, São Miguel e Cuncas (Figura 8).

Figura 8 - Mapa da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Salgado



Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogerh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

### 3.1.3.3. Principais problemas e impactos ambientais

Os principais problemas ambientais encontrados na Sub-Bacia Hidrográfica do Salgado são de origem antrópica, situação comum às outras bacias hidrográficas no estado.

Na Tabela 10 apresentam-se as principais ações antrópicas e os seus consequentes impactos ambientais negativos.

Tabela 10 - Ações Antrópicas e Principais Impactos Ambientais Negativos

Ação Antrópica	Principais Impactos Ambientais Negativos
Ocupação Urbana Desordenada	Interrupção do transporte de sedimentos e consequente atuação de processos erosivos costeiros
	Alteração na qualidade das águas e do ar
	Alteração da paisagem
	Conflitos sociais
	Aumento na incidência de doenças
	Aumento no fluxo de veículos automotores
Ocupação Irregular de Áreas de Preservação Permanente (APPs)	Erosão
	Assoreamento do leito dos cursos d'água
	Alteração na qualidade das águas
	Perda da biodiversidade aquática
Destinação Inadequada de Resíduos Sólidos	Obstrução de sistemas de drenagem artificiais
	Contaminação do solo, ar e águas
	Proliferação de vetores de doenças
	Poluição visual
Atividade Agrícola	Eutrofização dos corpos d'água
	Salinização dos solos e águas
	Contaminação dos produtos da aquicultura
	Contaminação dos solos e água por agrotóxicos
Atividade Pecuária	Eutrofização dos corpos d'água
	Contaminação dos produtos da aquicultura
	Emissão de gases do efeito estufa
	Compactação do solo
Aquicultura	Eutrofização dos corpos d'água
	Poluição dos recursos hídricos
	Conflitos sociais
Produção de Efluentes Domésticos, Industriais e Hospitalares	Eutrofização dos corpos d'água
	Desequilíbrio do ecossistema aquático
	Contaminação dos solos e água
Mineração	Erosão
	Carreamento de sólidos para os cursos d'água
	Desequilíbrio do ecossistema aquático
	Poluição sonora e atmosférica
	Alteração da paisagem

Continuação da Tabela 10 na próxima página.

Continuação da Tabela 10.

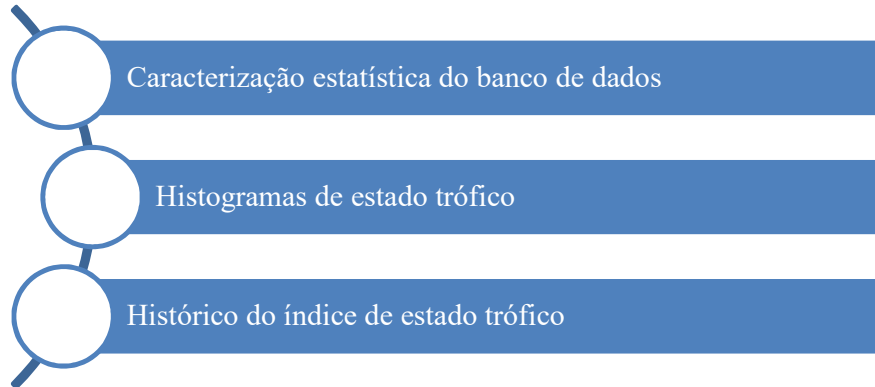
Ação Antrópica	Principais Impactos Ambientais Negativos
Atividade Turística	Contaminação das águas
	Conflitos de uso
	Prejuízos à Fauna e Flora
Represamento de Cursos d'Água	Erosão
	Redução do fluxo de nutrientes e sedimentos
	Redução da vazão afluente
	Prejuízos à Fauna e Flora
	Diminuição da fauna pesqueira
	Sedimentação dos estuários
Exploração madeira	Perda da biodiversidade
	Poluição do ar
Uso de fossas inadequadamente construídas	Poluição dos recursos hídricos subterrâneos
	Poluição do solo
	Prejuízos à saúde pública
Superexploração dos aquíferos	Aumento do risco de contaminação dos aquíferos
	Rebaixamento do nível do lençol freático
	Subsidência do solo
	Risco de extração de paleoáguas
Desmatamento	Assoreamento dos corpos d'água
	Aumento da incidência de inundações
	Redução de habitats
	Redução da biodiversidade
	Alteração da paisagem natural

Fonte: Plano Estadual de Recursos Hídricos. COGERH, 2005; Consolidação dos Diagnósticos das Bacias Hidrográficas do Acaraú, Metropolitanas e Sub-bacia do Salgado no Estado do Ceará. COGERH, 2015.

### 3.2. Relatórios de coleta e análise de água

A Figura 9 apresenta os principais conteúdos geradores de informação que entraram como integração dos Relatórios de Coleta e Análise das águas (Produtos 4, 5 e 6) à metodologia aprovada pela contratante.

Figura 9 - Conteúdos geradores de informação para o enquadramento



Fonte: Nippon Koei Lac, 2017.

A caracterização estatística incidiu no Banco de Dados de informações qualitativas sobre a água fornecido pela Cogerh e ampliado em três campanhas realizadas pela contratada, tendo como objeto os 15 reservatórios de interesse. O processamento da informação disponível permitiu apresentar gráficos da evolução temporal de parâmetros de qualidade da água em cada reservatório, tendo como variável de comparação o volume armazenado no açude na data da coleta realizada. Os dados do Banco de Informações fornecido foram devidamente consistidos, conforme orientação da Cogerh repassadas em definitivo em reunião realizada em 14/03/2017.

O procedimento aplicado valorizou e extraiu o máximo possível do Banco de Dados fornecido, na forma como o mesmo foi disponibilizado. Conforme materializado nos Produtos R4, R5 e R6, todos os parâmetros qualitativos de interesse para os estudos em curso foram devidamente caracterizados do ponto de vista estatístico.

Além da caracterização estatística mencionada, foi determinado e apresentado nos produtos mencionados o estado trófico dos reservatórios, obtido para cada uma das amostras disponíveis ao longo do tempo. Apesar da restrição afeta à representatividade das amostras na dimensão espacial de algumas das bacias hidráulicas, onde a própria dimensão destas é fator impeditivo da mistura, a ilustração gráfica temporal do estado trófico processado a partir das amostras disponíveis, aliado ao histograma de frequência de permanência em cada estado - ambos apresentados tanto na análise estatística realizada nos Relatórios R4, R5 e R6, além de constarem nos relatórios R7, R8 e R9 (inventários ambientais) - fornece uma visão panorâmica das ocorrências temporais do estado

trófico, também sintetizada em termos de frequências mostradas como gráficos tipo “pizza”, igualmente apresentados nos relatórios citados.

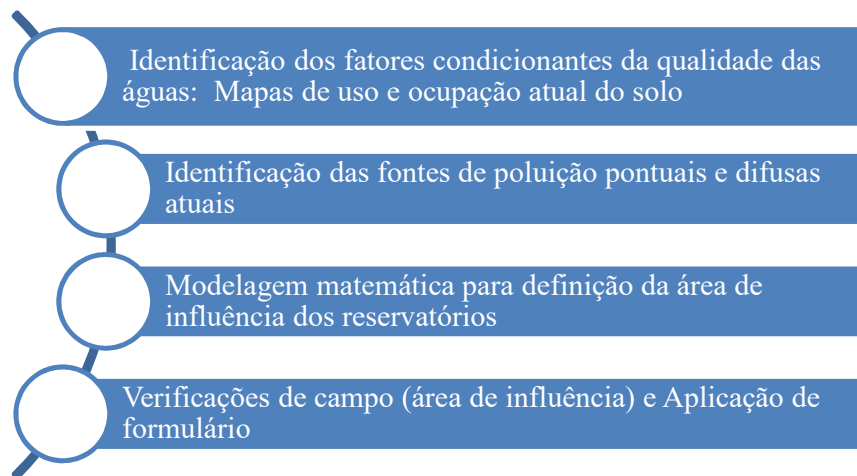
Foram processadas todas as informações disponíveis sobre os parâmetros químicos relevantes ao cálculo do índice de estado trófico pelo método de Carlson (1977) adaptado por Toledo (1983), resultando em um diagrama de barras no qual o simples olhar revela a prevalência ou não de um dado estado trófico. Em termos quantitativos, o histograma em forma de pizza mensura a percepção visual acerca da permanência do lago em um dado estado trófico.

No contexto do enquadramento objetivado, tanto a caracterização estatística do Banco de Dados como o histórico e o correspondente histograma de estado trófico referente a cada reservatório de interesse tornam-se instrumentos eficientes da exposição da condição qualitativa das águas do reservatório ao longo do tempo.

### 3.3. Inventários Ambientais

O desenvolvimento dos Inventários Ambientais (Produtos 7, 8 e 9) complementam o quadro do conhecimento integrado necessário à aplicação da metodologia de enquadramento aos reservatórios em pauta. Trata-se de uma parcela da referida metodologia que se articula conforme ilustrado na Figura 10.

Figura 10 - Procedimentos do Inventário Ambiental



Fonte: Nippon Koei Lac, 2017.



**ipece**

INSTITUTO DE PESQUISA E GESTÃO TECNOLÓGICA DO CEARÁ



**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
Secretaria dos Recursos Hídricos

### 3.3.1. Identificação dos fatores condicionantes da qualidade das águas

A principal fonte de informação desta etapa foram os mapas de uso e ocupação do solo, produzidos na fase de inventário, de maneira totalmente focada nas áreas de drenagem dos reservatórios de interesse. Esses mapas de uso e ocupação atuais foram elaborados tendo-se como diretriz a ênfase nos elementos da paisagem natural e artificial correlacionados com afluxos de substâncias degradadoras da qualidade da água nos mananciais que controlam tais bacias hidrográficas, ou seja, os reservatórios de interesse.

A análise subjacente ao mapeamento resultante considerou tanto as fontes difusas como as fontes pontuais ou concentradas de efluentes capazes de comprometer a qualidade das águas armazenadas no reservatório controlador a jusante. A identificação dessas fontes compreendeu uma fase de escritório e uma fase de campo.

A fase de escritório fez uso de imagens de satélite e sistemas de informações geográficas que exauriram, via métodos classificatórios descritos no Relatório R10, os conteúdos pertinentes em cada paisagem integrante do espaço hidrográfico de interesse. O objetivo aqui foi extrair um mapeamento realista da diversidade geográfica da bacia de drenagem, de maneira a produzir informações confiáveis a partir das quais se pudesse fazer uso das tabelas, disponíveis na literatura, na estimativa das cargas unitárias das substâncias de interesse.

Não menos importante nessa fase de escritório foi a identificação de todos os aglomerados urbanos relevantes no âmbito dos municípios que fizeram parte da bacia hidrográfica (levantados no Diagnóstico Ambiental), sua demografia e a conversão dessas informações, mais uma vez, via tabelas aludidas no Relatório R10, em carga poluente **especialmente** georreferenciada.

Paralelamente, vasta pesquisa em diversas fontes foi empreendida para cada município de interesse com o objetivo de inventariar a infraestrutura privada/pública que pudesse ser relacionada como fator potencial ou efetivo de geração de carga poluente, como é o caso de indústrias, estações de tratamento de esgoto – ETE, aviários, matadouros, etc. O foco dessa pesquisa mais esmiuçada recaiu sobre os empreendimentos potencialmente localizados na **zona de influência dos reservatórios**.

Pesquisa nos bancos de dados públicos disponibilizados em internet, relativos à informação sobre saneamento ambiental, além de uma gama de informações requisitada e conseguida junto à





**ipece**

INSTITUTO  
DE PESQUISA  
E PESQUISA  
ECONÔMICA  
DO CEARÁ



**GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ**  
*Secretaria dos Recursos Hídricos*

Cagece complementaram o quadro de dados considerados nas fases de aplicação da metodologia aprovada.

Uma vez identificados os pontos de interesse, foram procedidas visitas de campo onde se cumpriu exatamente o que estabelecem os Termos de Referência, inclusive quanto à aplicação do questionário contido no Anexo I dos TRs. Nessas visitas, as APPs foram percorridas em toda a sua extensão acessível, bem como foram contatados os representantes de todos os empreendimentos inventariados em escritório como pertencentes à área de influência do reservatório. Para cada ponto de interesse buscou-se saber a origem e o destino das águas servidas, tudo documentado fotograficamente, de maneira georreferenciada e datada.

Nos aglomerados urbanos de relevância, localizados na área de influência, ou naqueles mais adensados, embora apenas potencialmente localizados na área de influência, para além das informações levantadas sobre infraestrutura de saneamento básico e ambiental, a equipe técnica se informou localmente (em complemento ao conteúdo eventualmente identificado em imagem de satélite) e percorreu todos os pontos de concentração de lançamentos indesejáveis, em particular, canais de drenagem (os quais, geralmente, contém águas servidas) ou córregos de esgoto a céu aberto para onde afluem os montantes servidos concentrados pela topografia favorável.

Nas Figuras 11 a 25 apresenta-se o resumo fotográfico das informações mais relevantes geradas pela Campanha de Campo em cada um dos reservatórios de interesse.



Figura 11 - Açude Acaraú Mirim: Campanha de campo realizada em 13/01/2017 - APP



Fonte: Nippon Koei Lac, 2017.



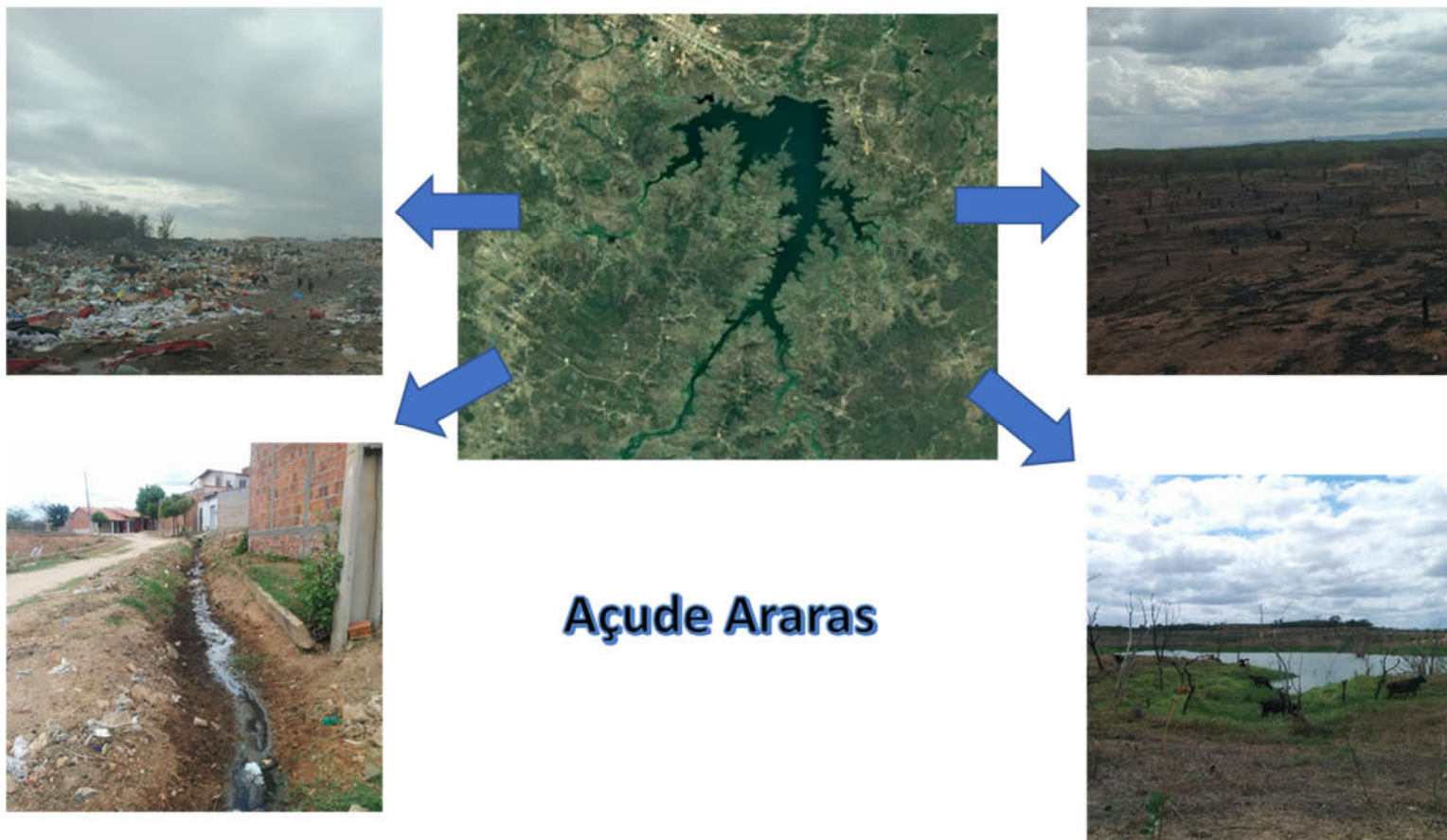
**ipece**

INSTITUTO  
DE PESQUISA  
E ESTRATÉGIA  
ECONÔMICA  
DO CEARÁ



**GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ**  
Secretaria dos Recursos Hídricos

Figura 12 - Açude Araras: Campanha de campo realizada entre 10/01/2017 e 12/01/2017 - APP



Fonte: Nippon Koei Lac, 2017.





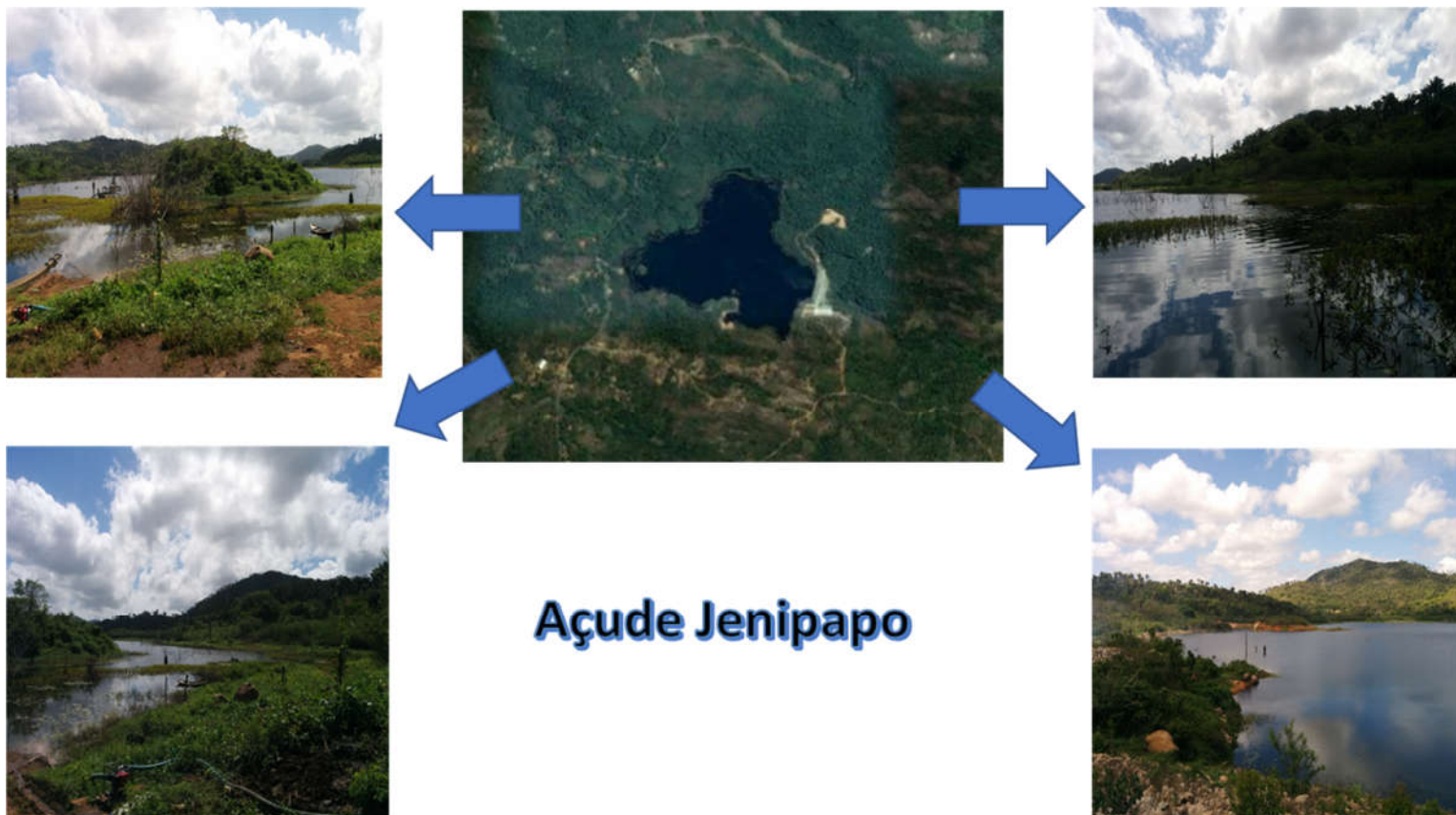
**IPECE**

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA TECNOLÓGICA DO CEARÁ



**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
*Secretaria dos Recursos Hídricos*

Figura 13 - Açude Jenipapo: Campanha de campo realizada em 13/01/2017 - APP



Fonte: Nippon Koei Lac, 2017.





**IPECE**

INSTITUTO  
DE PESQUISA  
E ESTRATÉGIA  
ECONÔMICA  
DO CEARÁ



**GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ**  
*Secretaria dos Recursos Hídricos*

Figura 14 - Açude São Vicente: Campanha de campo realizada em 13/01/2017 - APP



Fonte: Nippon Koei Lac, 2017.



Figura 15 - Açude Taquara: Campanha de campo realizada em 11/01/2017 e 12/01/2017 - APP



Fonte: Nippon Koei Lac, 2017.



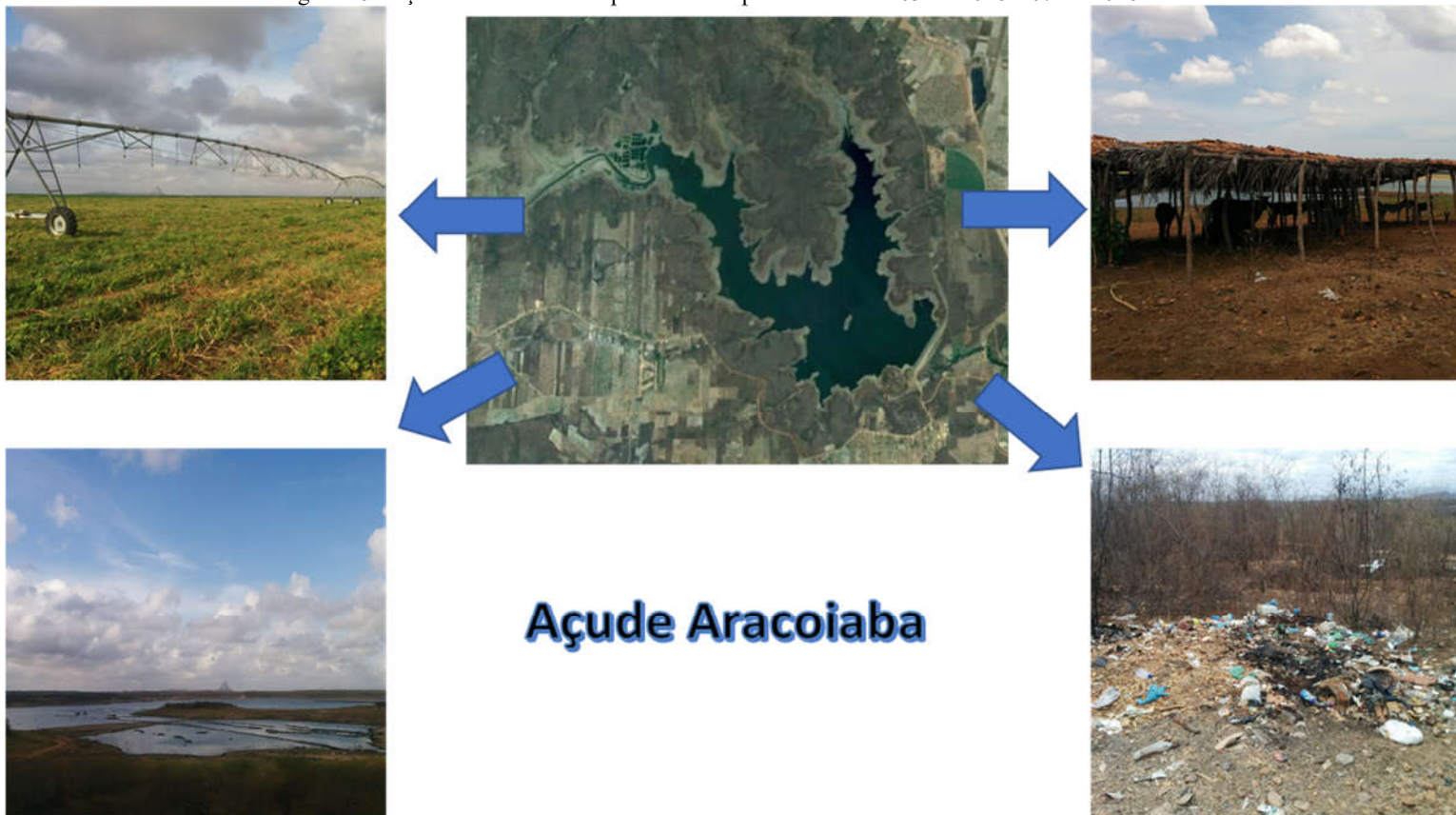
**IPECE**

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA TECNOLÓGICA DO CEARÁ



**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
*Secretaria dos Recursos Hídricos*

Figura 16 - Açude Aracoiaba: Campanha de campo realizada em 05/12/2016 e 07/12/2016 - APP



**Açude Aracoiaba**

Fonte: Nippon Koei Lac, 2017.





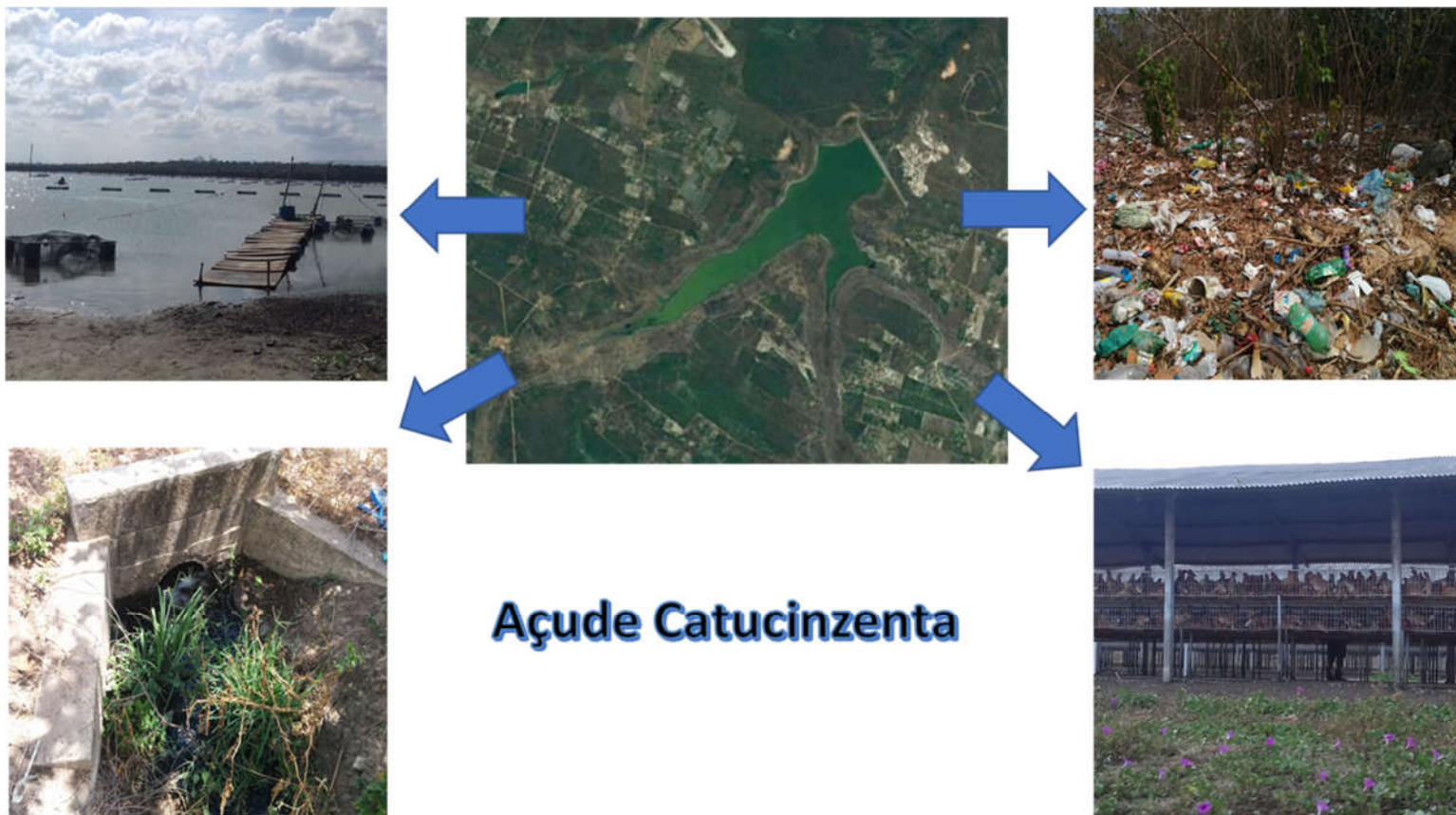
**ipece**

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ



**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
Secretaria dos Recursos Hídricos

Figura 17 - Açude Catucinzenza: Campanha de campo realizada em 06/12/2016, 08/12/2016 e 13/12/2016 - APP



Fonte: Nippon Koei Lac, 2017.





**IPECE**

INSTITUTO  
DE PESQUISA  
E ESTRATÉGIA  
ECOLÓGICA  
DO CEARÁ



**GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ**  
*Secretaria dos Recursos Hídricos*

Figura 18 - Açude Gavião: Campanha de campo realizada em 05/12/2016 - APP



**Açude Gavião**

Fonte: Nippon Koei Lac, 2017.





**ipece**

INSTITUTO  
DE PESQUISA  
E ESTRATÉGIA  
ECONÔMICA  
DO CEARÁ



**GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ**  
Secretaria dos Recursos Hídricos

Figura 19 - Açude Malcozinhado: Campanha de campo realizada em 08/12/2016 - APP



Fonte: Nippon Koei Lac, 2017.





**IPECE**

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA TECNOLÓGICA DO CEARÁ



**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
*Secretaria dos Recursos Hídricos*

Figura 20 - Açude Maranguapinho: Campanha de campo realizada em 05/12/2016 e 06/12/2016 - APP



Fonte: Nippon Koei Lac, 2017.



Figura 21 - Açude Junco: Campanha de campo realizada em 16/01/2017 - APP



Fonte: Nippon Koei Lac, 2017.



**ipece**

INSTITUTO  
DE PESQUISA  
E ESTRATÉGIA  
ECONÔMICA  
DO CEARÁ



**GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ**  
Secretaria dos Recursos Hídricos

Figura 22 - Açude Lima Campos: Campanha de campo realizada em 17/01/2017 e 18/01/2017 - APP



**Açude Lima Campos**

Fonte: Nippon Koei Lac, 2017.

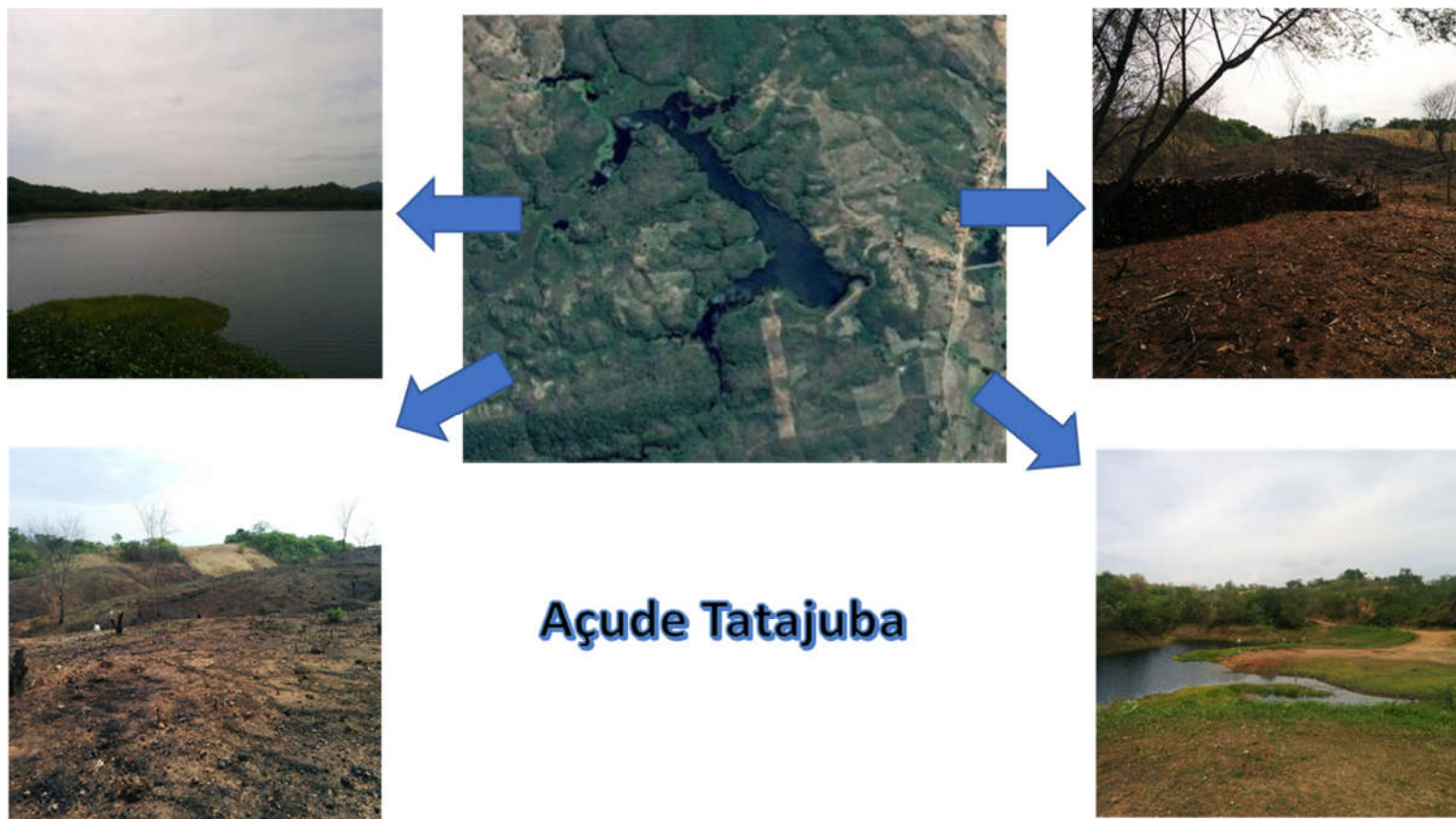


Figura 23 - Açude Manoel Balbino: Campanha de campo realizada em 16/01/2017 - APP



Fonte: Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 24 - Açude Tatajuba: Campanha de campo realizada em 17/01/2017 - APP



Fonte: Nippon Koei Lac, 2017.



**IPECE**

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA TECNOLÓGICA DO CEARÁ



**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
*Secretaria dos Recursos Hídricos*

Figura 25 - Açude Ubaldinho: Campanha de campo realizada nos dias 16/01/2017 e 17/01/2017 - APP



**Açude Ubaldinho**

Fonte: Nippon Koei Lac, 2017.





### 3.3.2. Modelagem matemática para definição da área de influência dos reservatórios

A modelagem aprovada e aplicada se articula conforme ilustra a Figura 26, onde são identificados todos os elementos sistematicamente compostos para que, a partir da informação efetivamente disponível e confiável, pudesse ser avaliado realisticamente o efeito do uso e ocupação do solo sobre a qualidade das águas em cada reservatório. Note-se que as fases anteriores, tais como a caracterização estatística do Banco de Dados e resultados das campanhas de coleta e análise de água entram em consideração com vistas a maximizar o grau de realismo da modelagem, mas sobretudo como meios para validar a pertinência e adequabilidade da metodologia de enquadramento aplicada aos reservatórios de interesse.

#### 3.3.2.1. Modelo Digital de Elevação – MDE e Direção de Fluxo

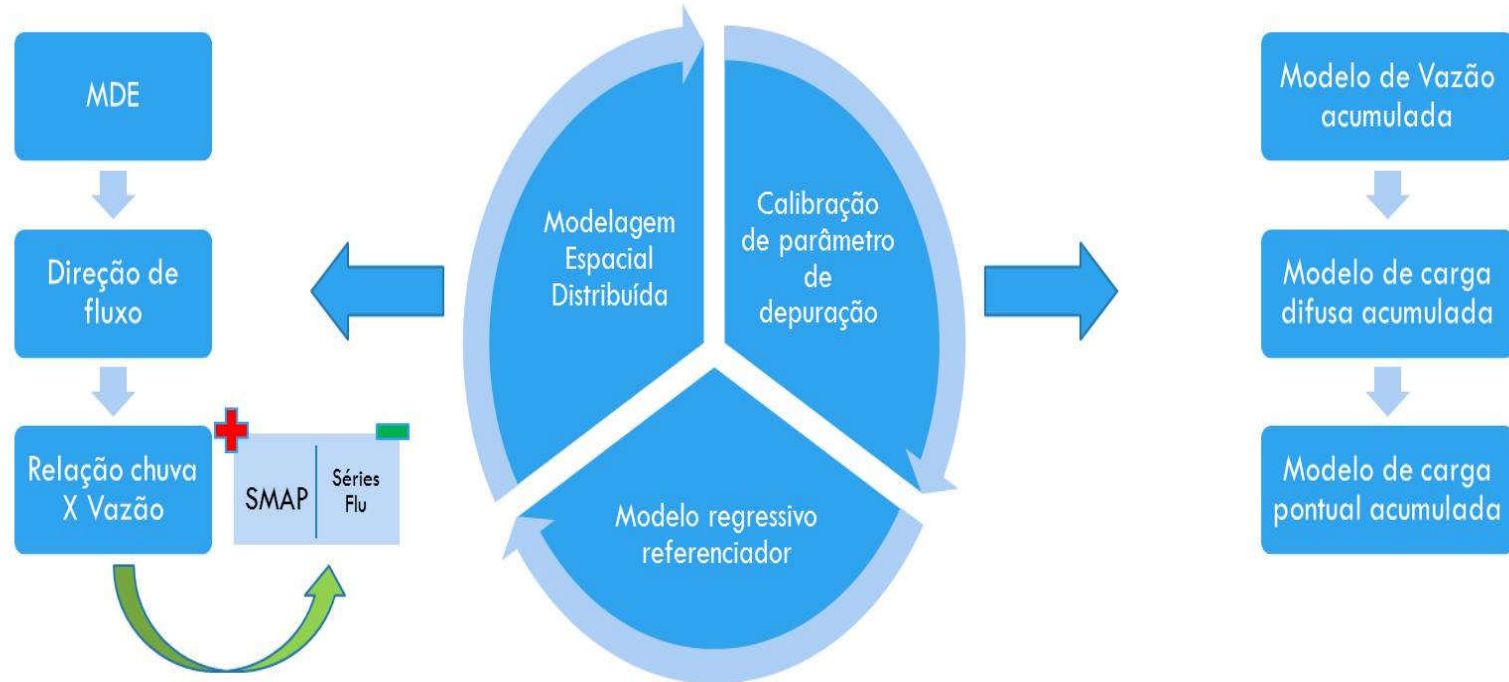
O modelo digital de elevação (MDE) utilizado foi obtido do projeto Topodata, desenvolvido e disponibilizado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). O modelo é proveniente do refinamento de imagens da *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) da *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) e conta com dados topográficos de todo território nacional com resolução espacial de 1 arco-segundo (~30m).

Em ambiente SIG, a partir do MDE e utilizando o ArcHydro, um conjunto de ferramentas para análises hidrológicas que opera como módulo do software ESRI® ArcGIS, foram executadas diversas etapas que resultaram em *rasters* contendo a direção do escoamento superficial da água para cada célula, a acumulação do fluxo, rede de drenagem e, por fim, os limites das sub-bacias e bacias hidrográficas.

No âmbito da elaboração dos Inventários Ambientais, esta etapa foi desenvolvida para os 15 reservatórios em estudo, devido à necessidade da aplicação do modelo de direção de fluxo no processo de modelagem da carga e concentração de fósforo. Contudo, foram considerados, para fins de delimitação de área de contribuição hidrográfica, apenas os limites dos reservatórios faltantes, tendo sido os demais disponibilizados pela Cogerh.



Figura 26 - Diagrama de articulação dos principais componentes da modelagem matemática



Fonte: Nippon Koei Lac, 2017.

### 3.3.2.2. Modelagem da relação chuva-vazão

Para a análise da potencialidade hídrica superficial é utilizado o cálculo do deflúvio superficial direto que corresponde ao volume médio de água que escoar na superfície de uma determinada área devido à ocorrência de precipitação. O cálculo do deflúvio é obtido pela relação entre as vazões médias anuais e a área de drenagem, resultando em valores em m/ano, convertido para ser expresso em mm.ano<sup>-1</sup>.

$$D = \frac{Q_{\text{anual}}}{A}$$

onde:

D = Deflúvio (m.ano<sup>-1</sup>);

Q<sub>anual</sub> = vazão média anual (m<sup>3</sup>/ano);

A = área de drenagem da estação (m<sup>2</sup>).

Para a elaboração de um modelo de vazão distribuída nas bacias estudadas, foi necessária a construção de uma relação matemática entre chuva e vazão. Para isso foram realizadas análises de regressão linear e não linear simples com objetivo de se verificar o ajuste entre os dados de vazão e chuva e para a obtenção de uma equação de regressão com o melhor ajuste possível entre os dados.

Para a avaliação da representatividade dos dados pelas equações consideradas foi estimado o coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>), calculado como sendo:

$$R^2 = \frac{SQDR}{SQRM}$$

Onde:

SQDR é a soma dos quadrados devido à regressão (variação devido à regressão);

SQRM é a soma dos quadrados com relação à média (variação total).

Por fim, a função de regressão com o melhor ajuste para a relação chuva-vazão foi aplicada sobre o mapa de precipitação, com o objetivo de se obter o plano de informação da vazão média de longo curso distribuída em função da precipitação em mm.m<sup>2</sup>. ano<sup>-1</sup>.



**ipece**

INSTITUTO DE PESQUISA E INOVAÇÃO TECNOLÓGICA DO CEARÁ



**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
Secretaria dos Recursos Hídricos

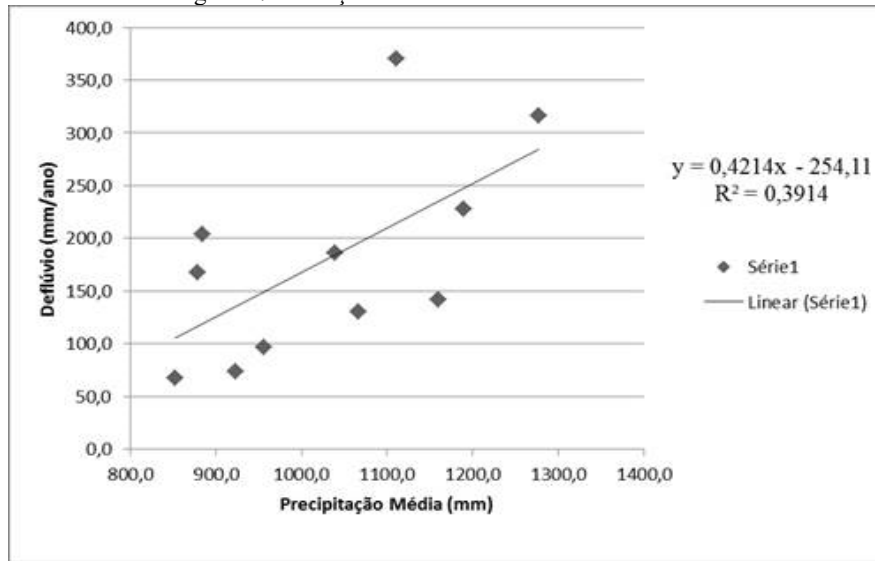
No contexto de desenvolvimento dos Inventários Ambientais, ao se trabalhar o tema da relação chuva-vazão em nível anual, inicialmente foi dada preferência de utilização às séries pseudohistóricas de vazões fornecidas pela Cogerh, obtidas por aplicação do modelo chuva-vazão SMAP.

Os dados de chuva e deflúvio considerados foram fornecidos pela própria Cogerh. Dentre os 15 reservatórios de interesse, quatro deles não possuem os dados de deflúvio, pois são muito pequenos e não constam no acervo fornecido à consultora pela companhia (em cumprimento ao estabelecido nos TRs). O método do cálculo de chuva média (e.g. Thiessen), bem como das vazões encontra-se especificado nos relatórios produzidos pela Cogerh-UFC, de onde provieram os dados mostrados na Figura 27.

Os resultados obtidos não foram satisfatórios, pois evidenciaram dispersão elevada, mensurada quantitativamente pelo baixo valor de  $R^2 = 0,39$ , como se verá no exemplo a seguir comentado. Há diversos fatores que influenciam na dispersão constatada. Todos eles relacionados principalmente com a aplicação feita do modelo chuva-vazão (SMAP). Como se sabe, há muitas fontes de incertezas envolvidas na modelagem conceitual da conversão de chuva em vazão. Não é parte do presente escopo, tecer maiores comentários acerca do tema, visto serem as séries um resultado fornecido pela contratante ao consórcio. A título ilustrativo é apresentado a seguir (Figura 27) o ajustamento linear aos pares ordenados de chuva e vazão, esta última calculada pelo SMAP, tendo como espaço geográfico exutórios localizados nas bacias objeto do presente trabalho.



Figura 27 - Relação chuva-vazão com dados do SMAP



Fonte: Nippon Koei Lac, 2017.

A alternativa encontrada foi a de se utilizar os postos fluviométricos disponíveis nas bacias hidrográficas de interesse, bem como naquelas áreas de drenagem localizadas nas adjacências, com homogeneidade garantida pela proximidade. O procedimento alternativo foi descrito no Produto R10, bem como a seleção das estações fluviométricas empregadas.

As estações fluviométricas selecionadas são apresentadas na Tabela 11. Cada espaço hidrográfico estudado – Salgado, Metropolitanas e Acaraú – foi individualmente representado por sua respectiva relação regressiva Chuva-Vazão. Confirmaram-se, portanto, as verificações preliminares realizadas que davam conta de que essa individualização seria superior ao agrupamento de todos os dados para o ajustamento de uma única relação de regressão. Enfatize-se que tal confirmação em nada surpreende. Pelo contrário, confirma a percepção intuitiva de que, até mesmo a localização geográfica, de *per si*, já explica grande parte da variância dos parâmetros influentes na conversão de chuva em vazão.

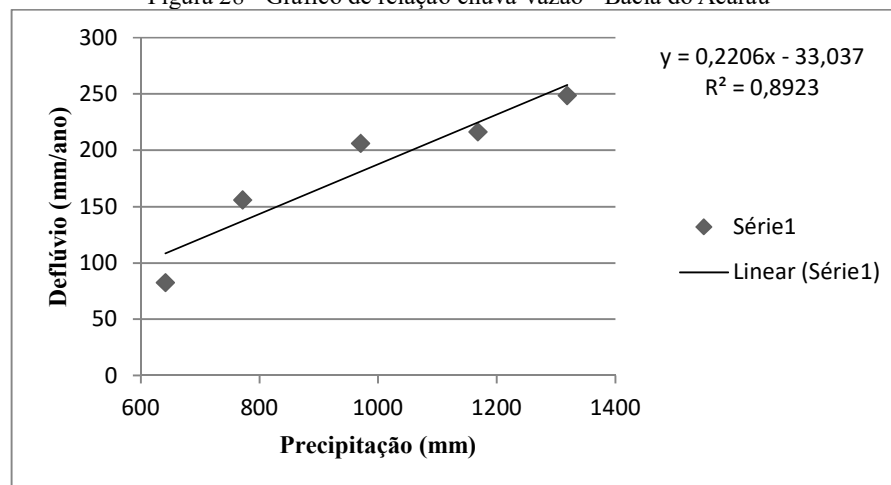
Tabela 11 - Estações fluviométricas selecionadas para o cálculo final da chuva-vazão

Estações Fluviométricas - ANA	Área de Contribuição da Estação Fluviométrica - A (Km <sup>2</sup> )	Precipitação Média - P (mm)	Vazão Média Anual (m/s)	Deflúvio (mm/ano)	Coefficiente de Rendimento (%)
Bacia do Acaraú					
35210000	1566,680	771,921	7,745	155,915	20,198
35260000	2875,183	641,679	7,518	82,463	12,851
352663000	587,889	1318,743	4,635	248,659	18,855
35170000	3967,244	1168,190	27,219	216,369	18,521
35050000	997,264	970,505	6,517	206,110	21,237
Bacias Metropolitanas					
35950000	2027,715	800,670	6,440	100,157	12,509
35880000	4085,574	894,934	12,713	98,134	10,965
36520000	7035,736	648,650	18,651	83,601	12,888
Sub-bacia do Salgado					
36210000	1665,995	1005,159	4,089	77,419	7,702
36290000	12381,521	888,902	27,133	69,110	7,774
36125000	3533,320	701,052	3,881	34,642	4,941
36130000	5996,826	807,466	8,012	42,138	5,218
36160000	20664,322	677,788	21,849	33,345	4,919
36020000	5852,006	573,119	7,094	38,230	6,670

Fonte: Nippon Koei Lac, 2017.

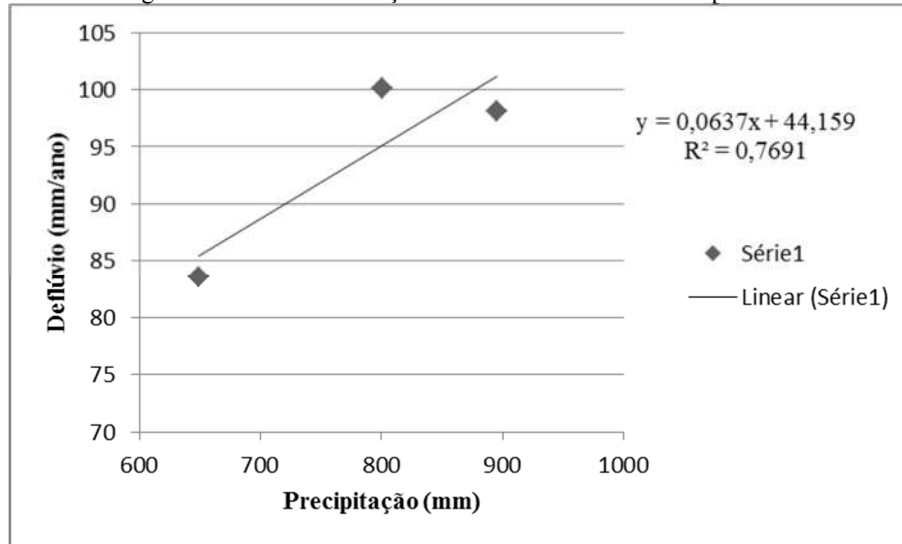
Baseados nos resultados da análise de regressão, os modelos que melhor aproximam a relação entre chuva e vazão estão apresentados nas Figuras 28, 29 e 30.

Figura 28 - Gráfico de relação chuva-vazão - Bacia do Acaraú



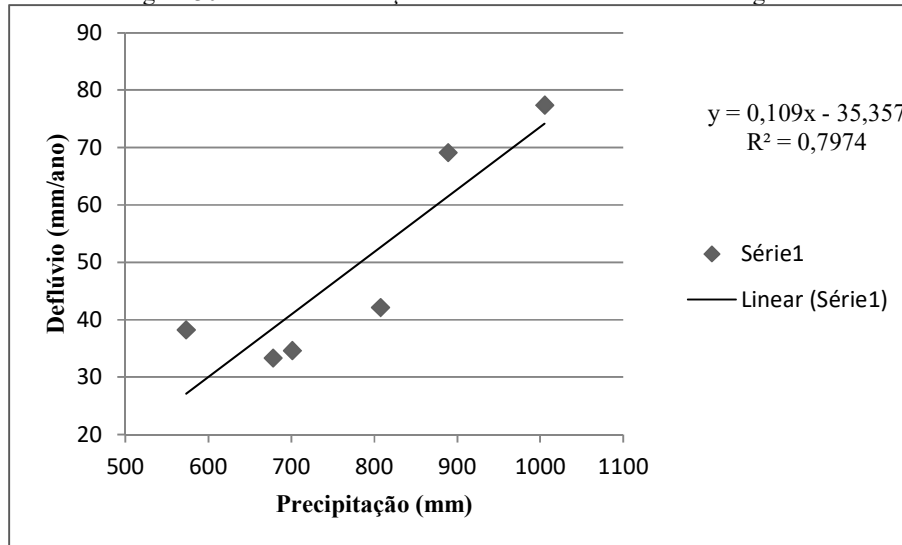
Fonte: Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 29 - Gráfico de relação chuva-vazão - Bacias Metropolitanas



Fonte: Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 30 - Gráfico de relação chuva-vazão – Sub-bacia do Salgado



Fonte: Nippon Koei Lac, 2017.

### 3.3.2.3. Modelo de vazão acumulada

A Figura 31 à Figura 45 mostram o mapeamento das vazões médias de longo termo em cada uma das bacias controladas pelos reservatórios de interesse, de acordo com o descrito no Relatório R10. Com esses mapas, foi possível determinar, em ambiente SIG, o volume de água



**ipece**

INSTITUTO DE PESQUISA E SEGURANÇA HÍDRICA DO CEARÁ

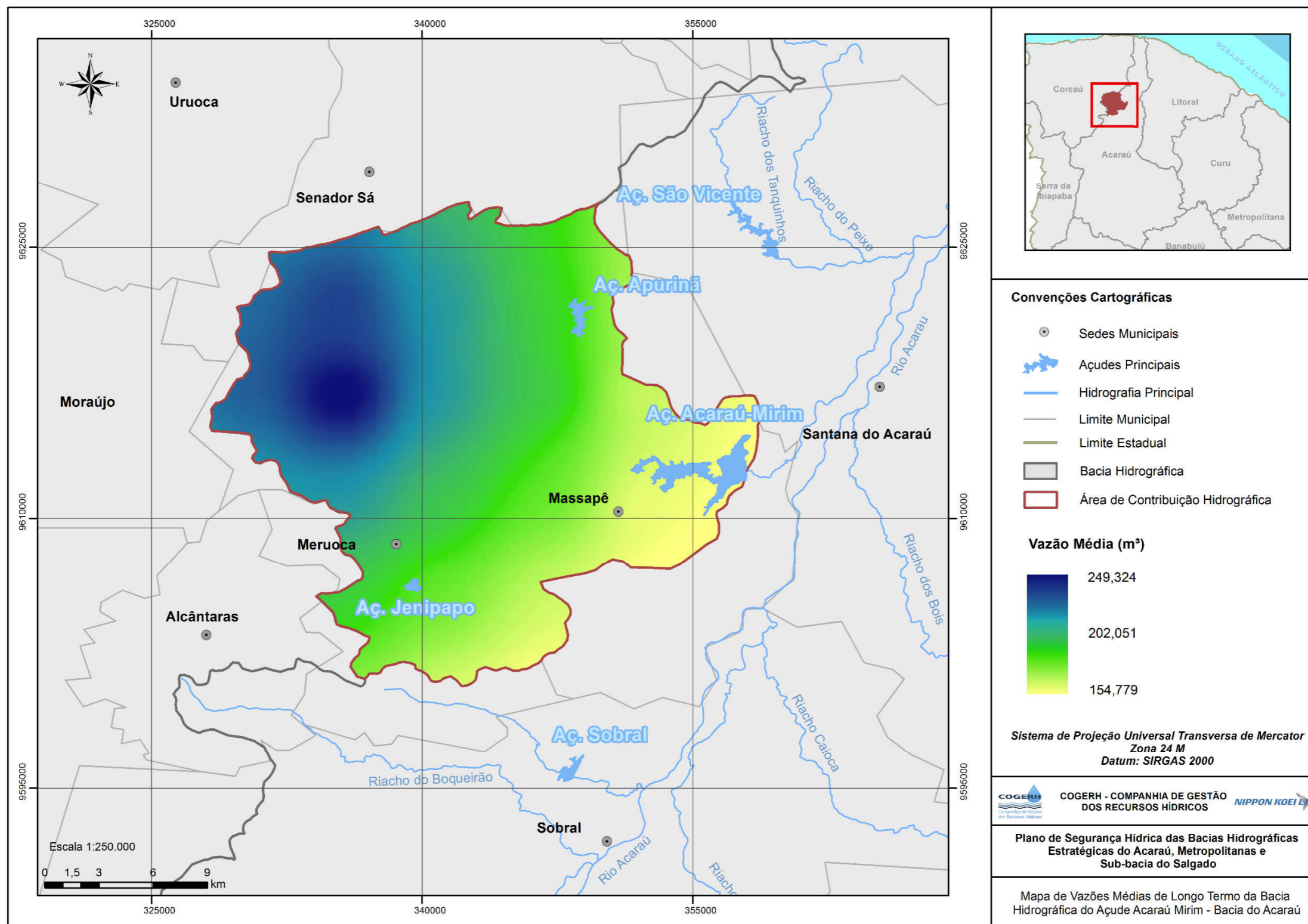


**GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ**  
*Secretaria dos Recursos Hídricos*

acumulado na bacia através de procedimentos de análise do escoamento superficial, utilizando algoritmos encontrados na caixa de ferramentas “Hydrology”, do módulo *Spatial Analyst* do software ArcGIS.

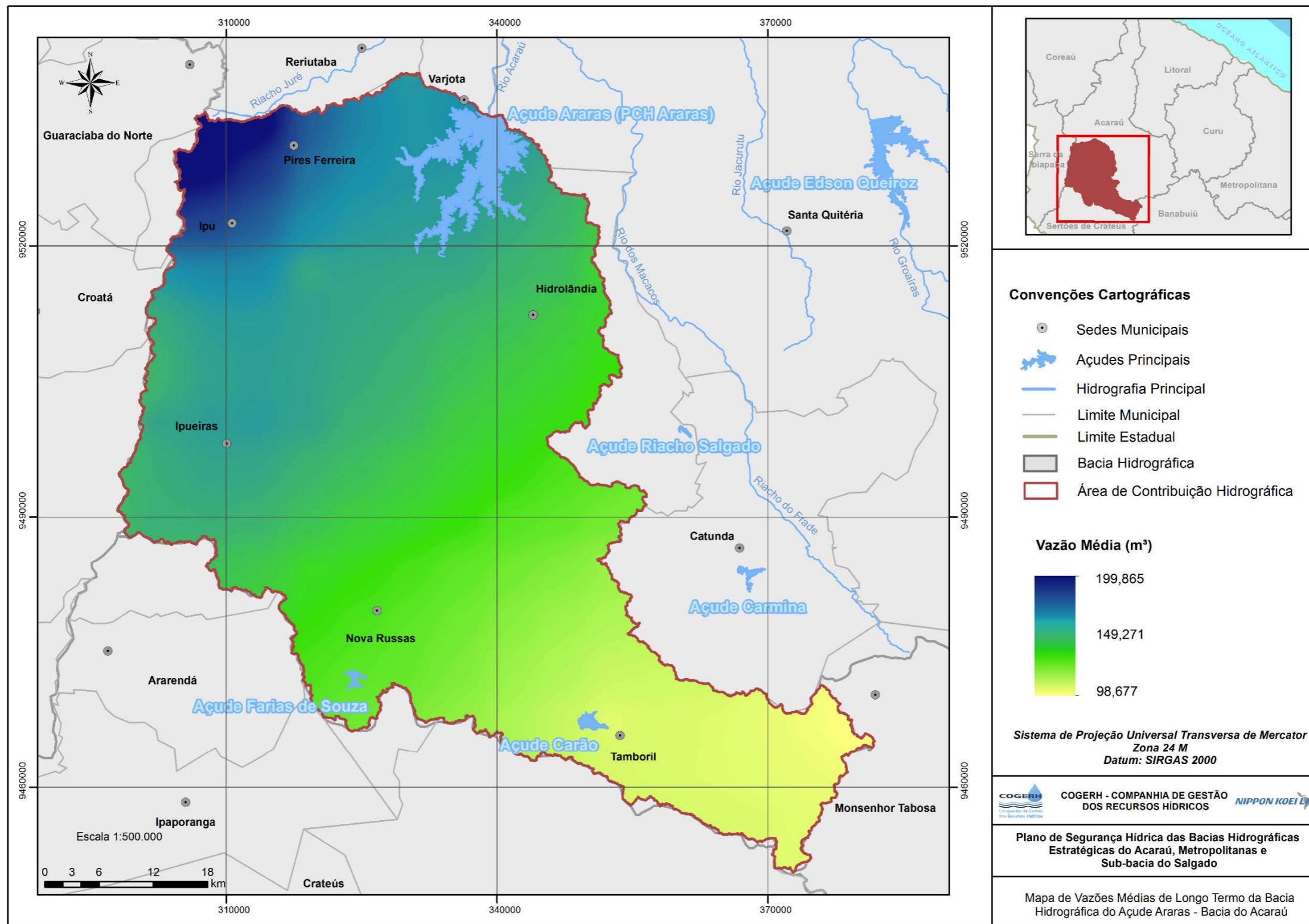


Figura 31 - Mapa das vazões médias de longo termo da bacia do reservatório Acaraú Mirim



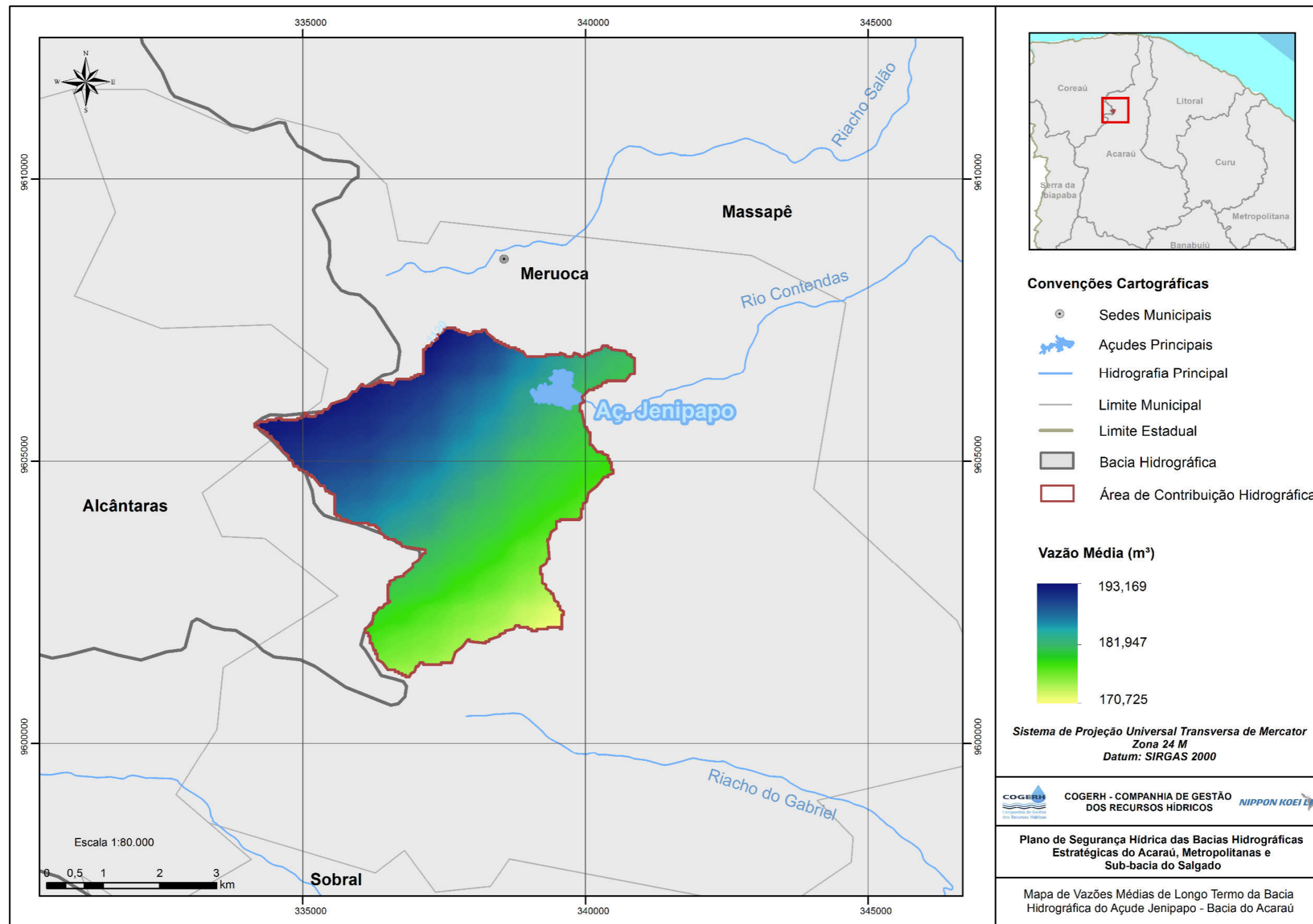
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogerh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 32 - Mapa das vazões médias de longo termo da bacia do reservatório Araras



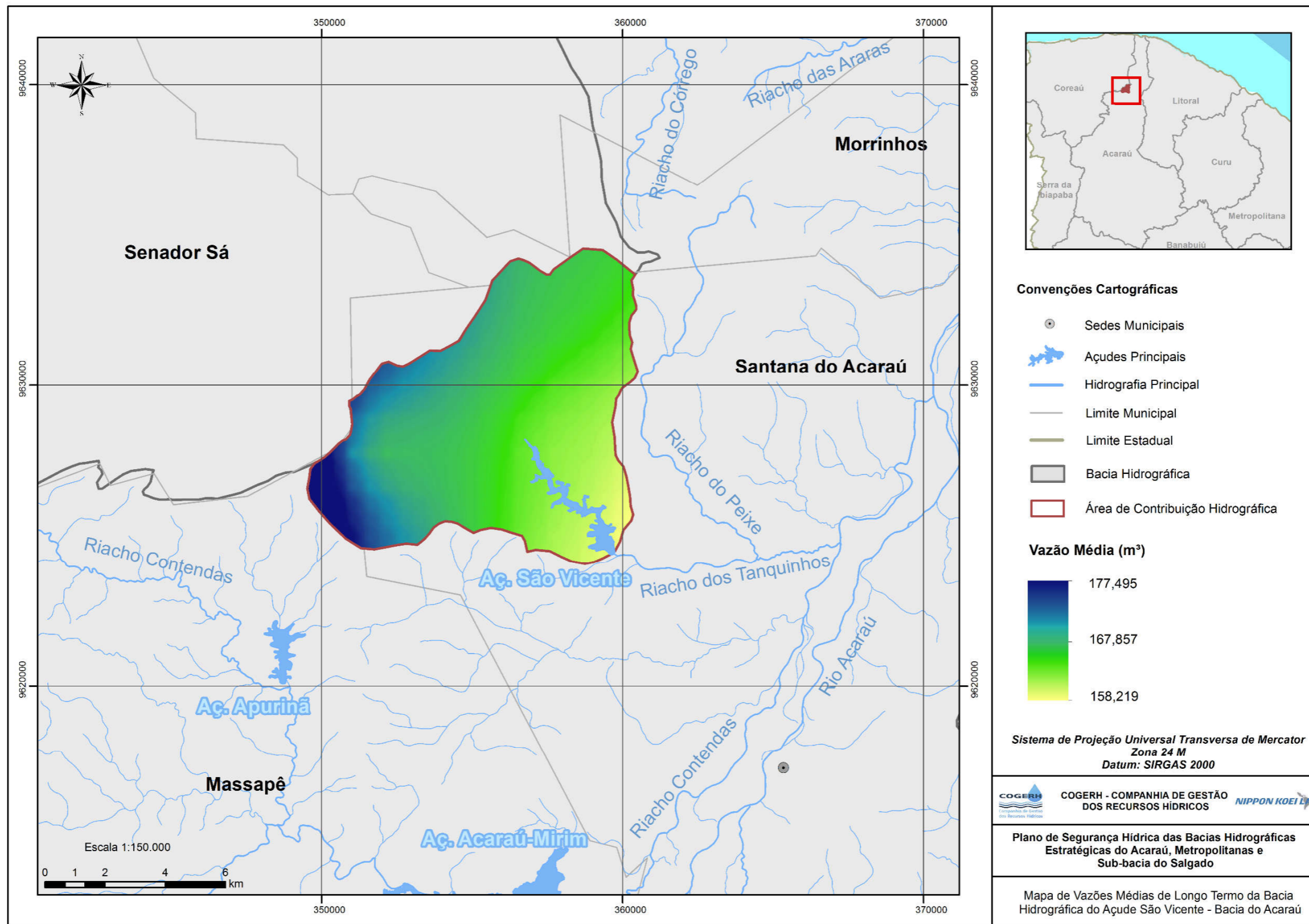
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogerh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 33 - Mapa das vazões médias de longo termo da bacia do reservatório Jenipapo



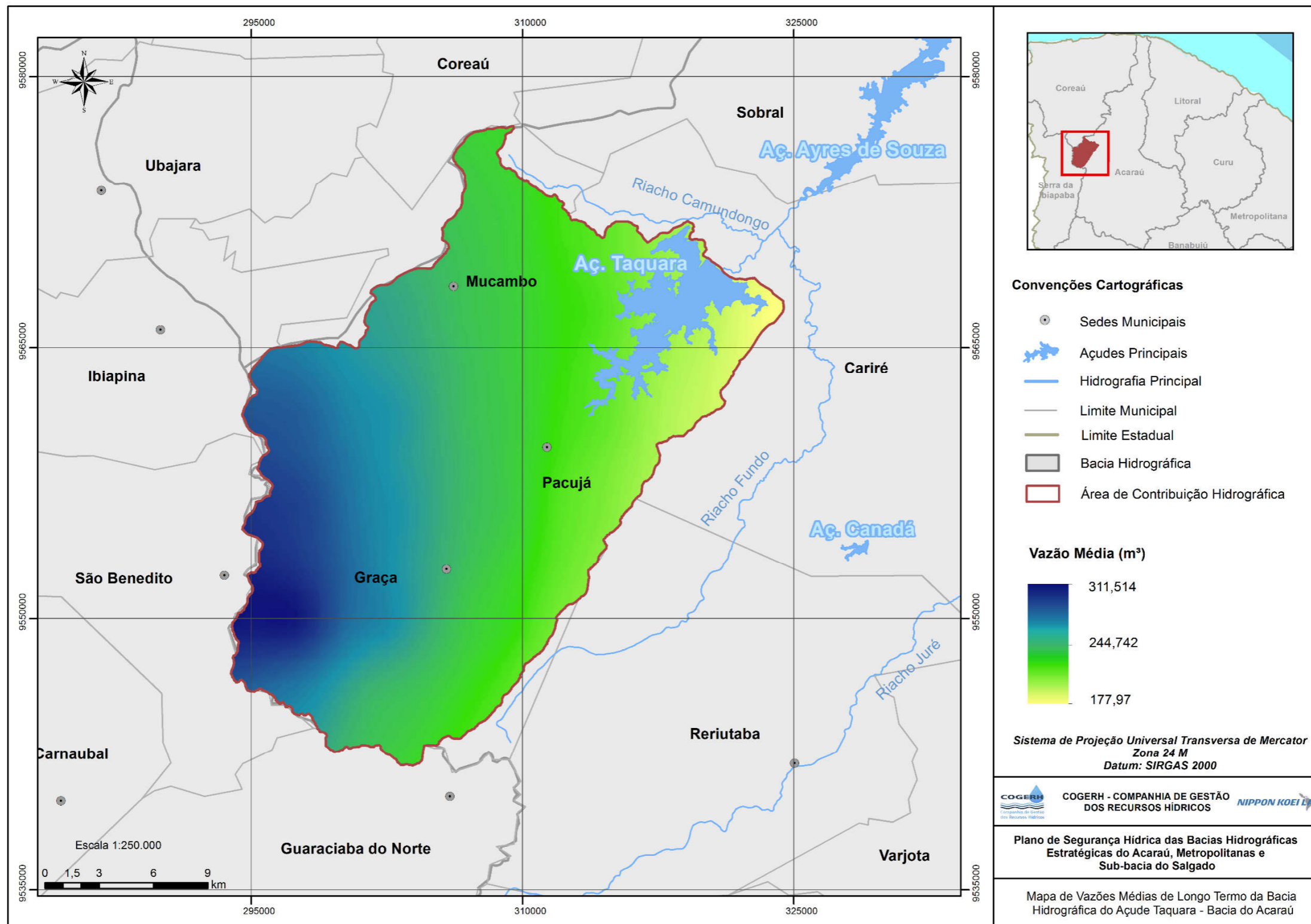
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogehr, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 34 - Mapa das vazões médias de longo termo da bacia do reservatório São Vicente



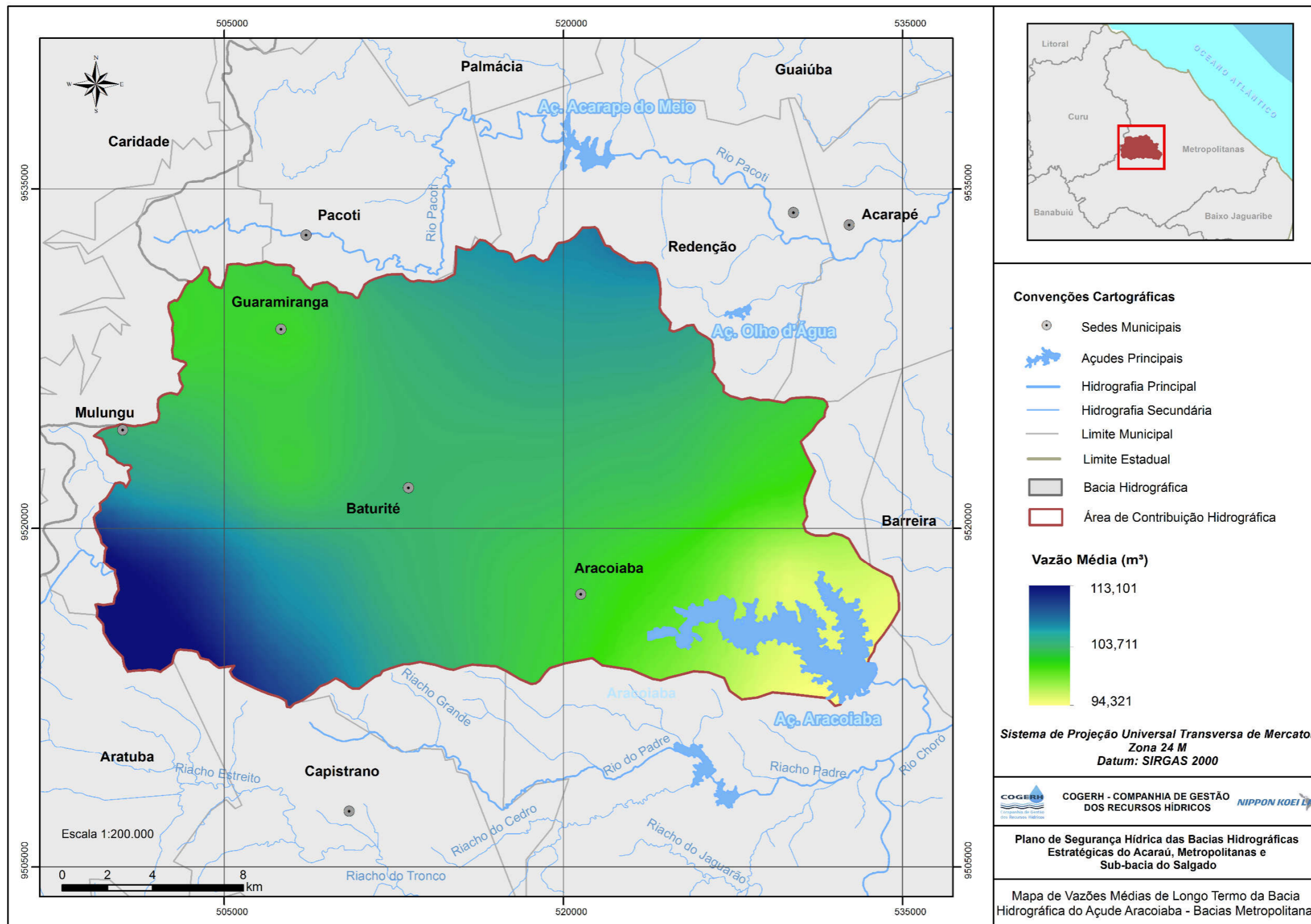
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogerh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 35 - Mapa das vazões médias de longo termo da bacia do reservatório Taquara



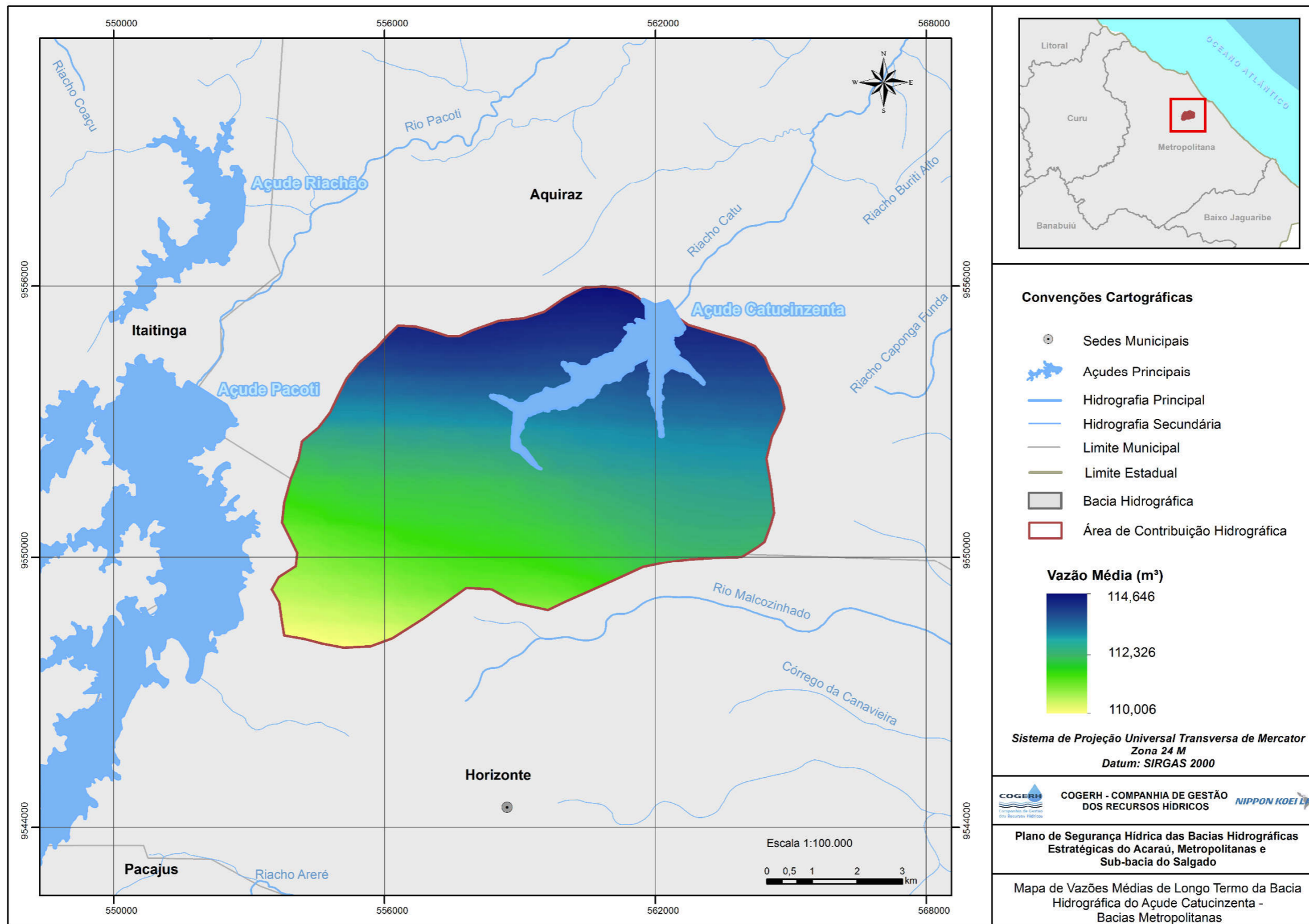
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogehr, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 36 - Mapa das vazões médias de longo termo da bacia do reservatório Aracoiaba



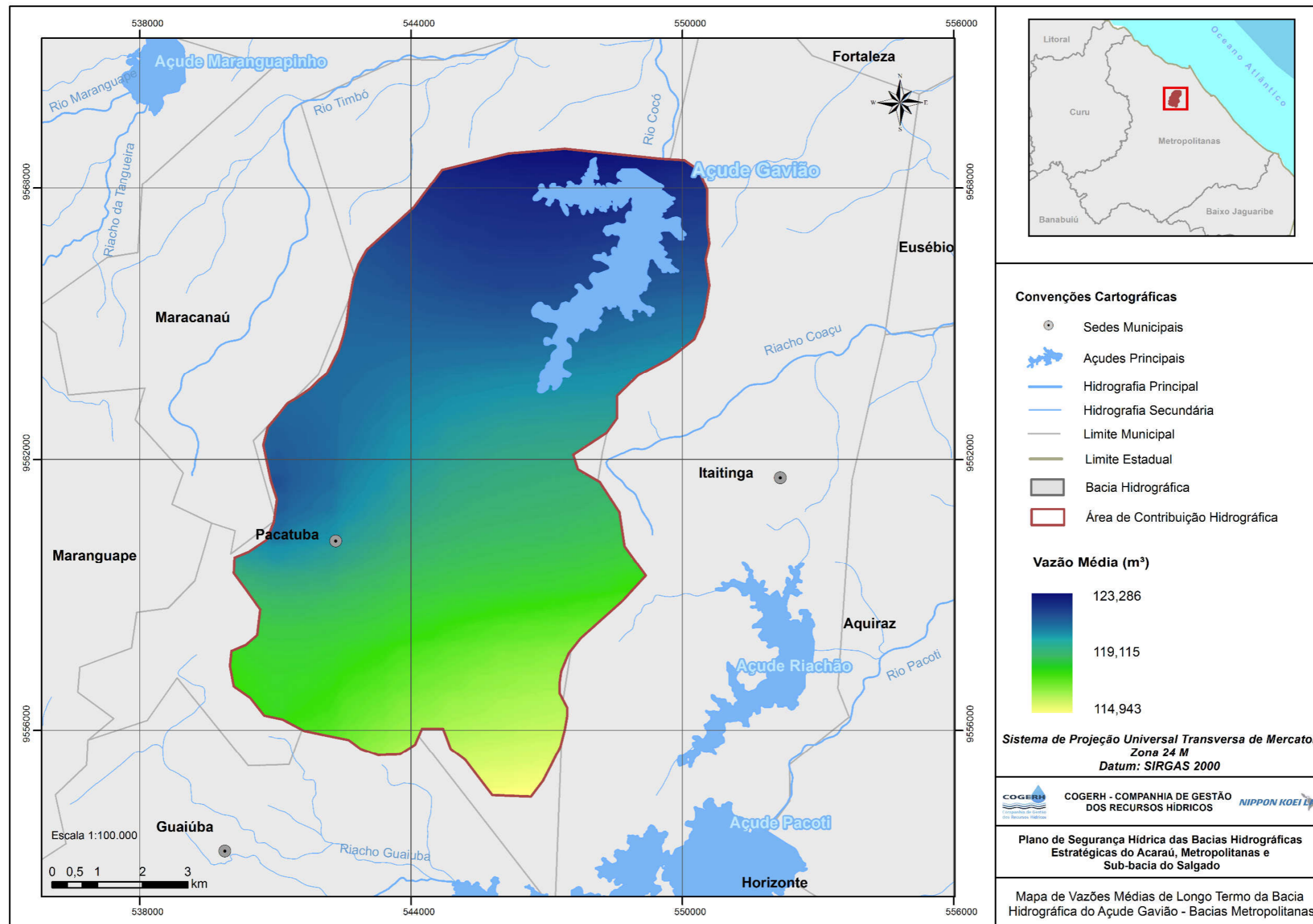
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogerh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 37 - Mapa das vazões médias de longo termo da bacia do reservatório Catucinzenta



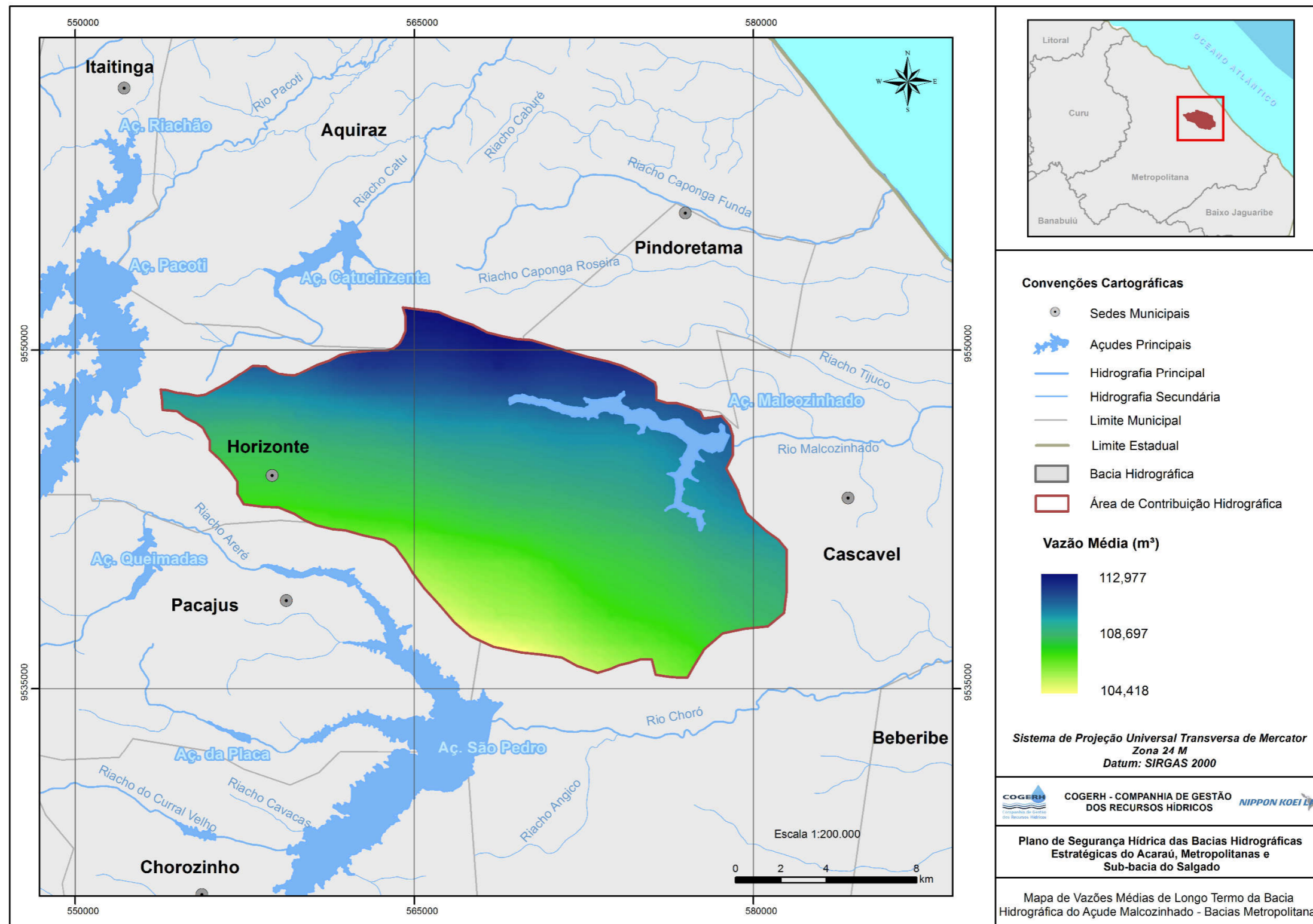
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogeh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 38 - Mapa das vazões médias de longo termo da bacia do reservatório Gavião



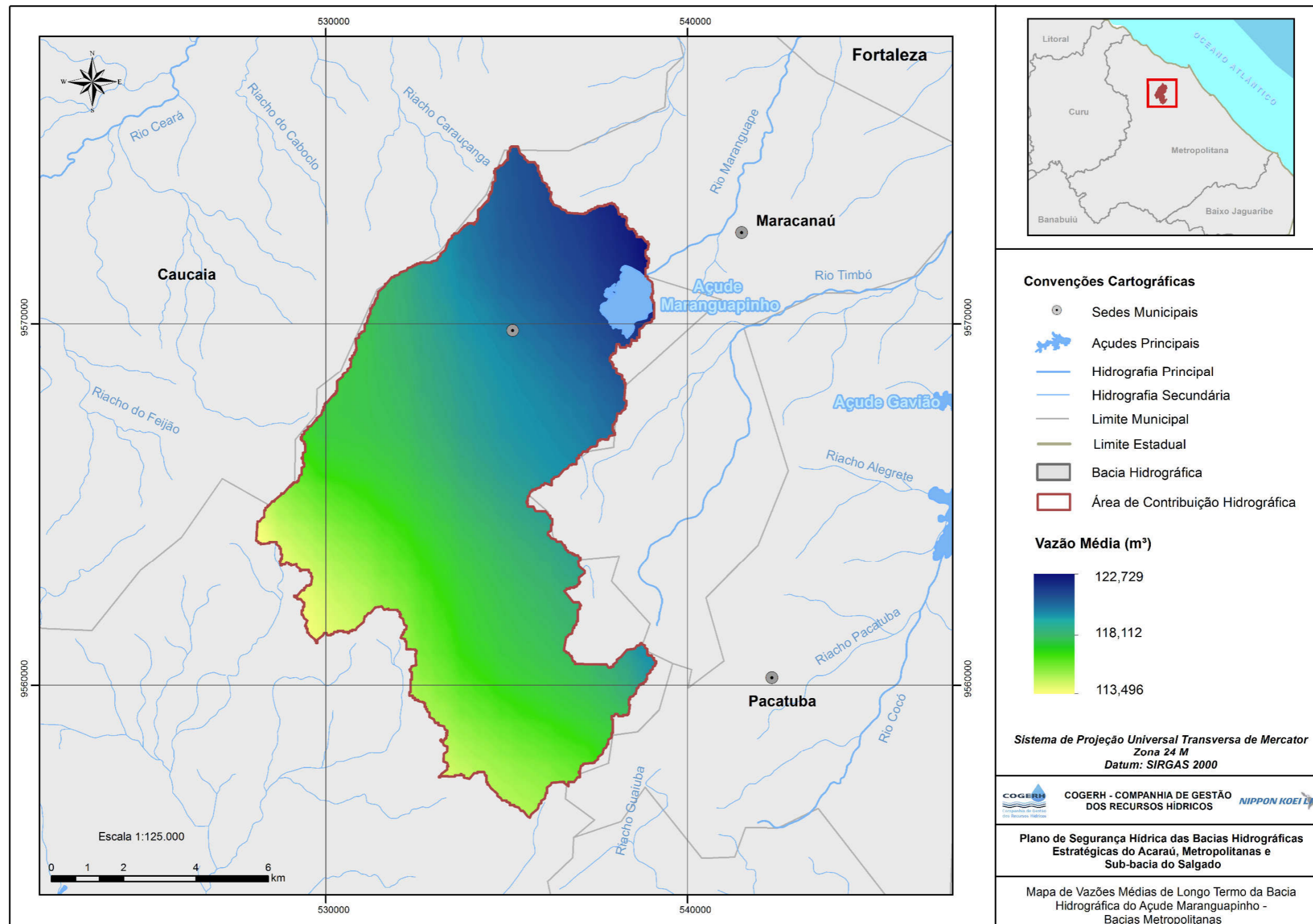
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogerh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 39 - Mapa das vazões médias de longo termo da bacia do reservatório Malcozinhado



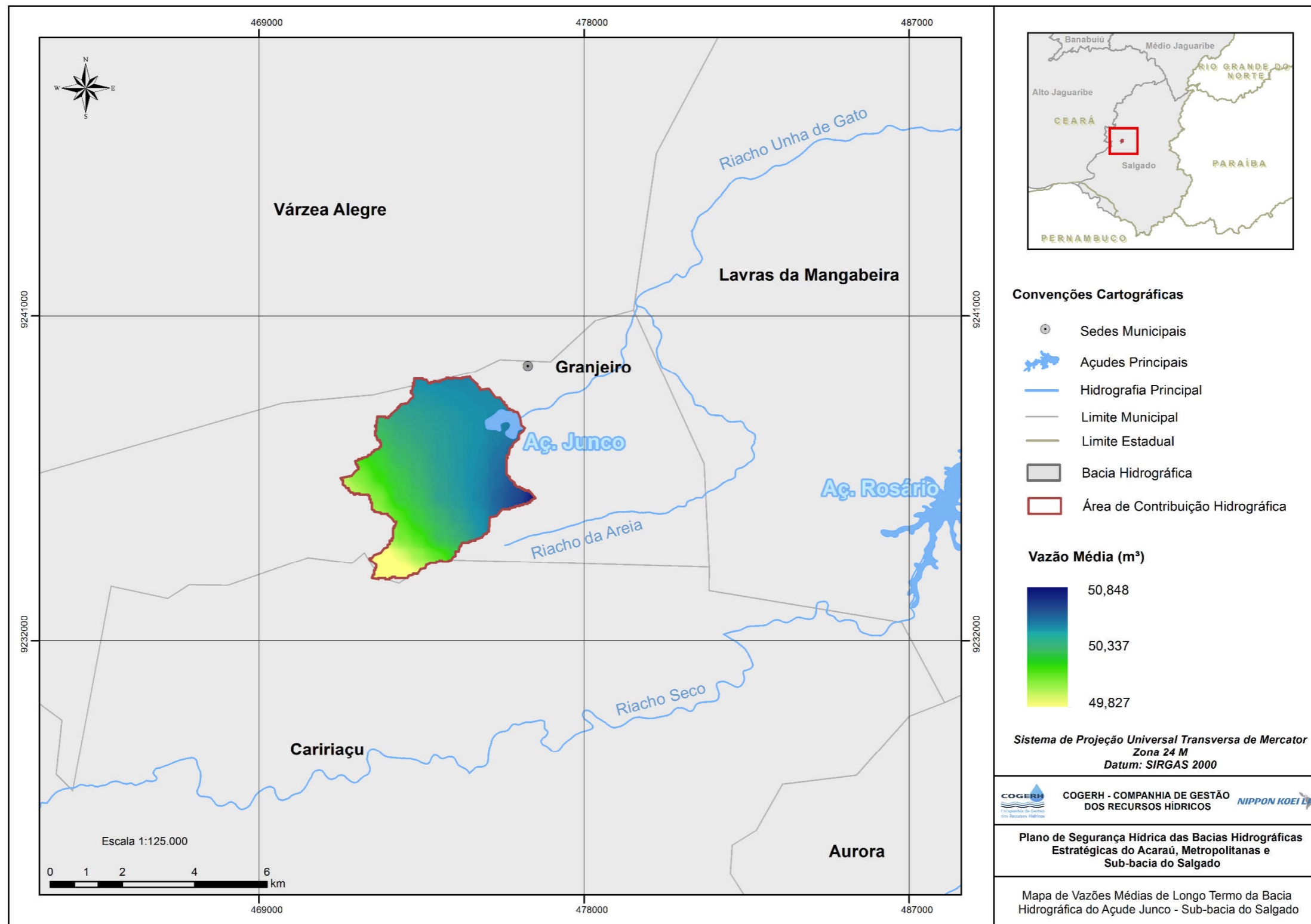
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogeh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 40 - Mapa das vazões médias de longo termo da bacia do reservatório Maranguapinho



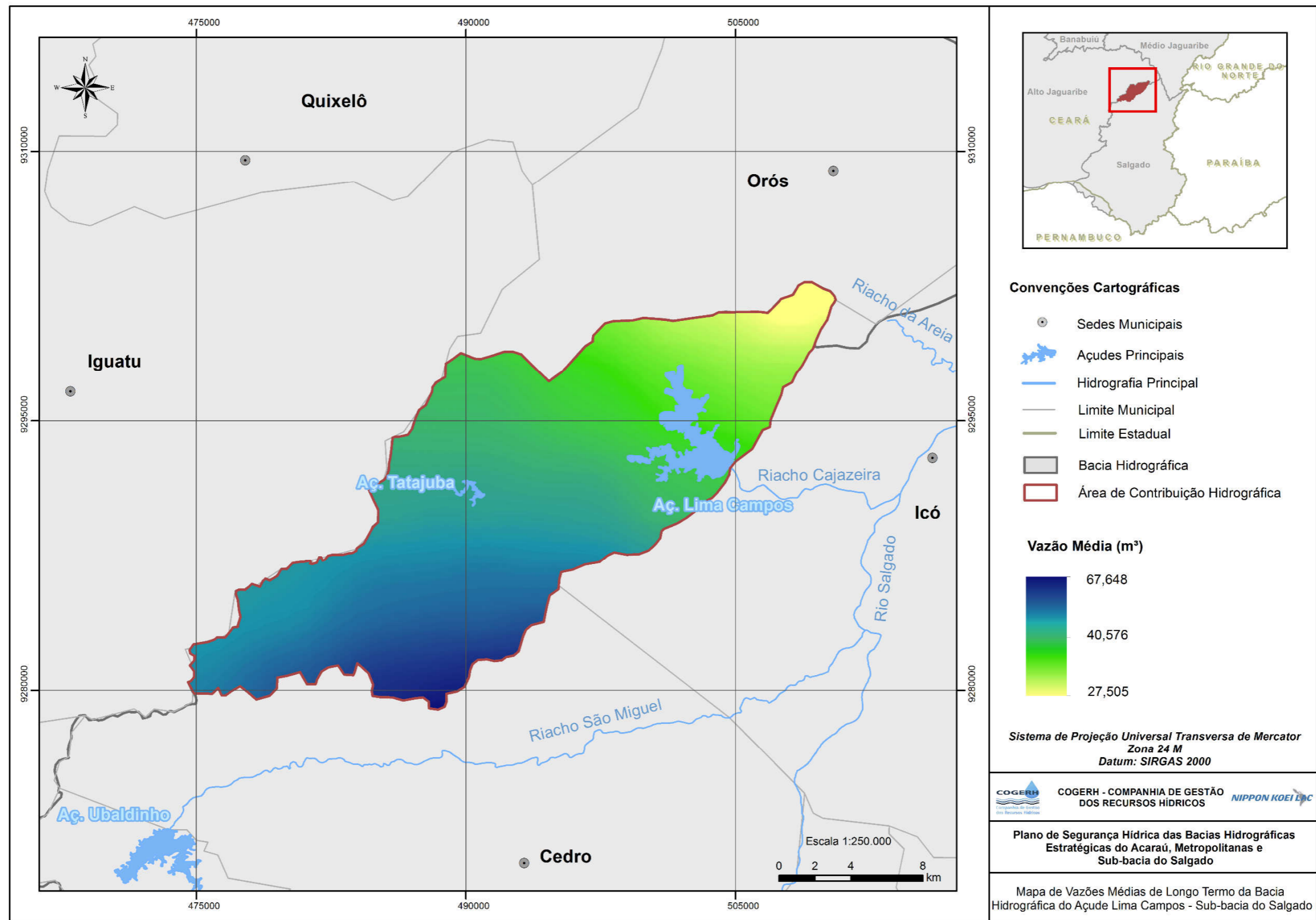
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogeh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 41 - Mapa das vazões médias de longo termo da bacia do reservatório Junco



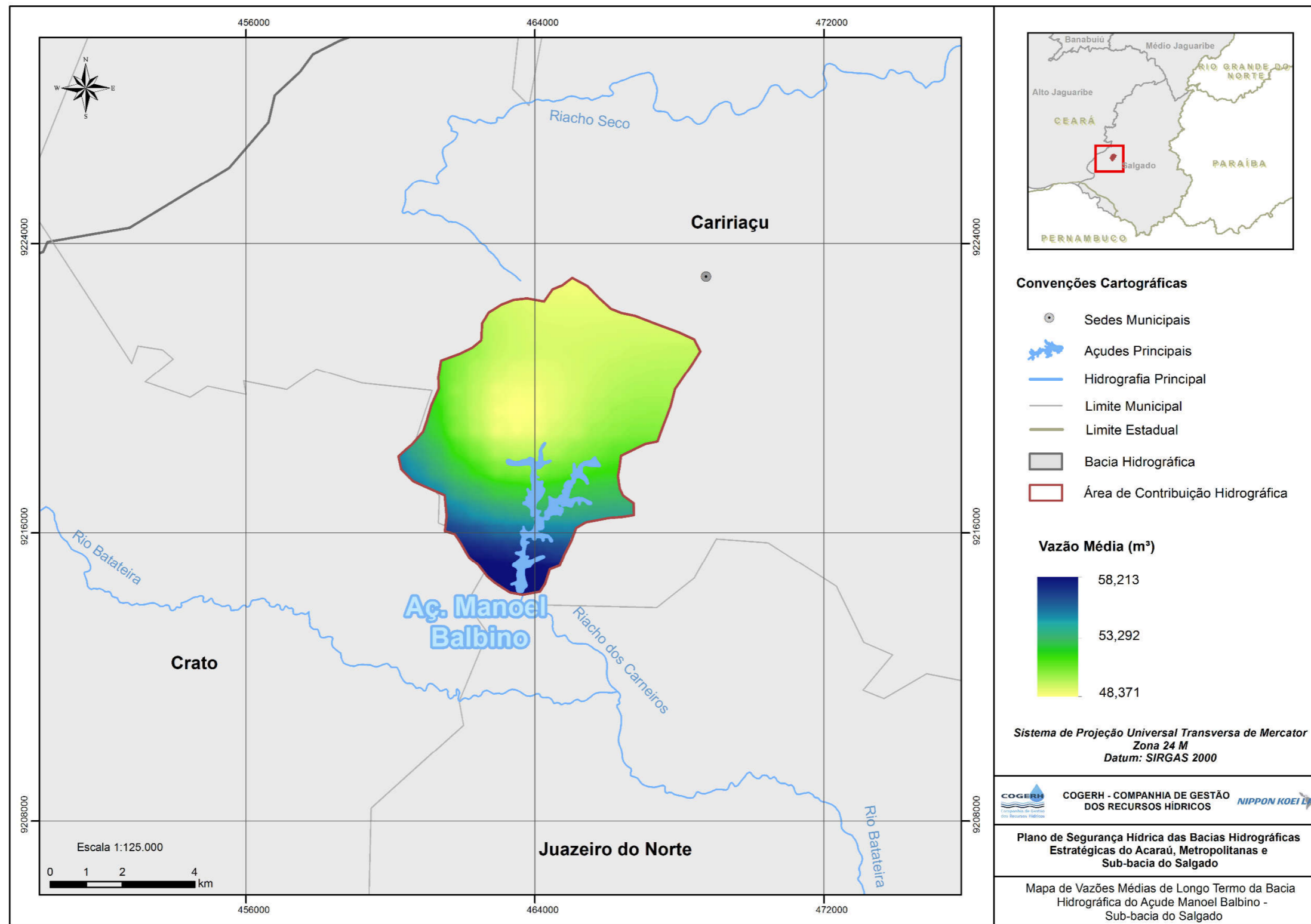
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogerh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 42 - Mapa das vazões médias de longo termo da bacia do reservatório Lima Campos



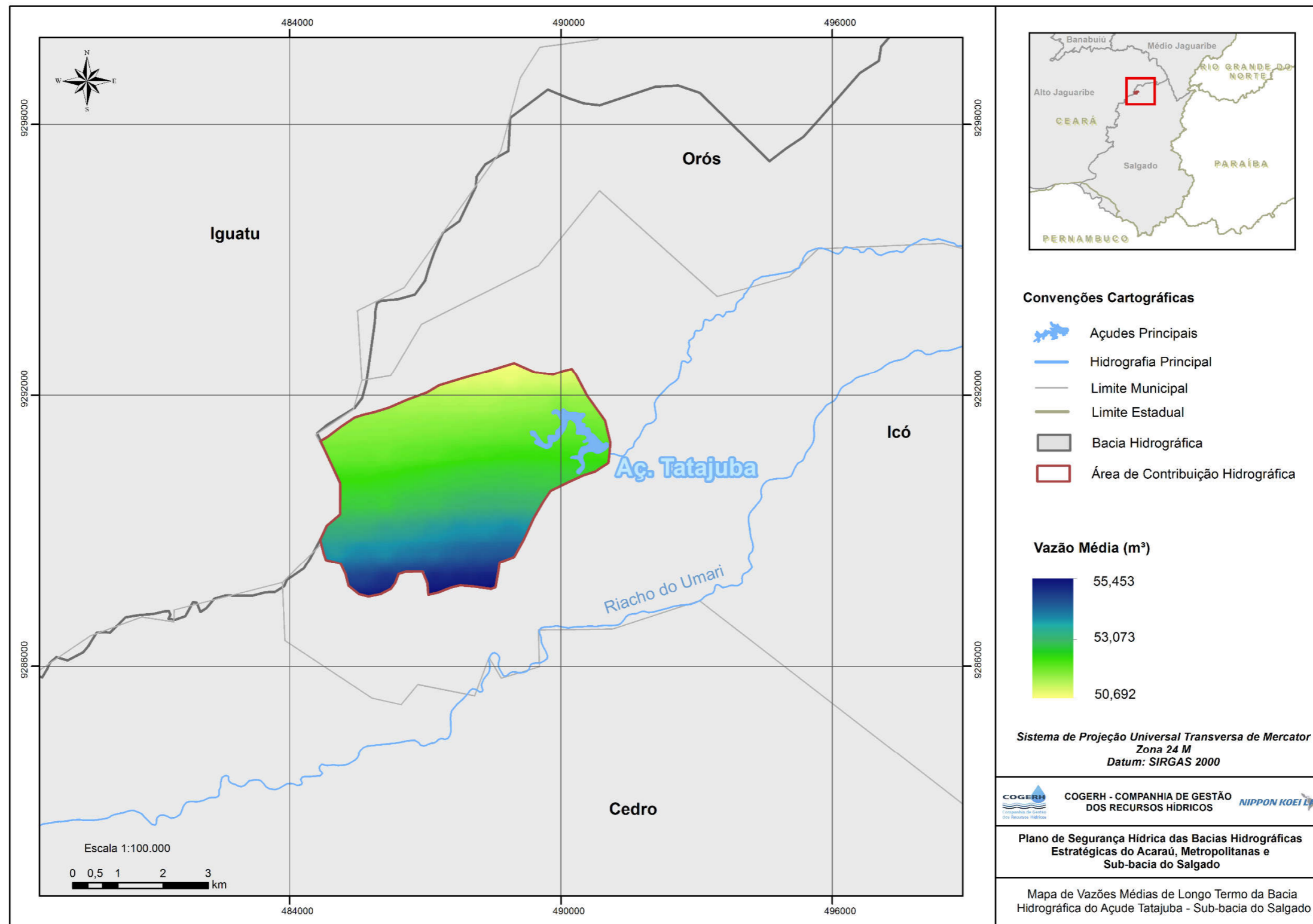
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogeh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 43 - Mapa das vazões médias de longo termo da bacia do reservatório Manoel Balbino



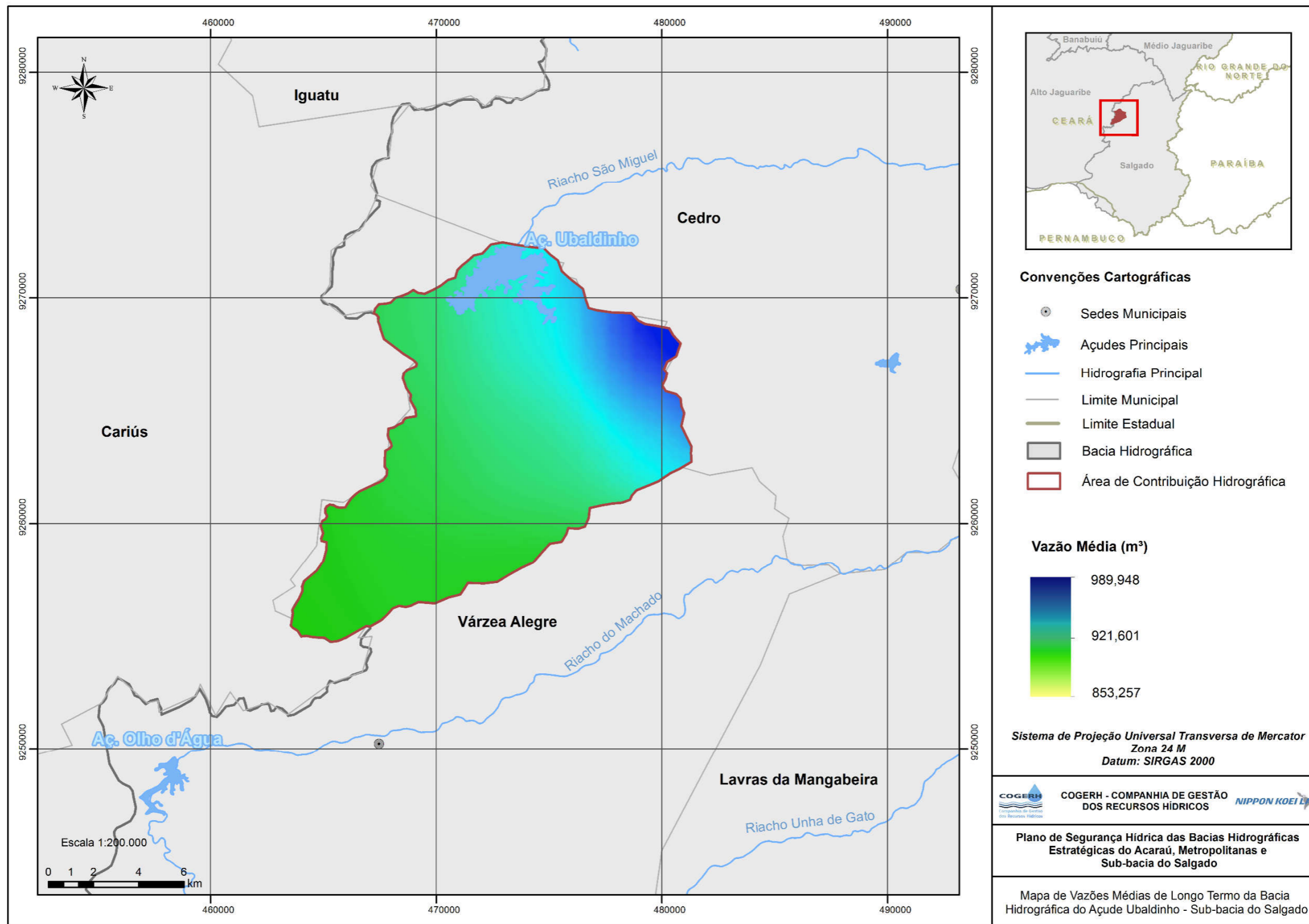
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogerh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 44 - Mapa das vazões médias de longo termo da bacia do reservatório Tatajuba



Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogerh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 45 - Mapa das vazões médias de longo termo da bacia do reservatório Ubaldinho



Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogerh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.



**ipece**

INSTITUTO DE PESQUISA E RESERVAÇÃO TECNOLÓGICA DO CEARÁ



**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
Secretaria dos Recursos Hídricos

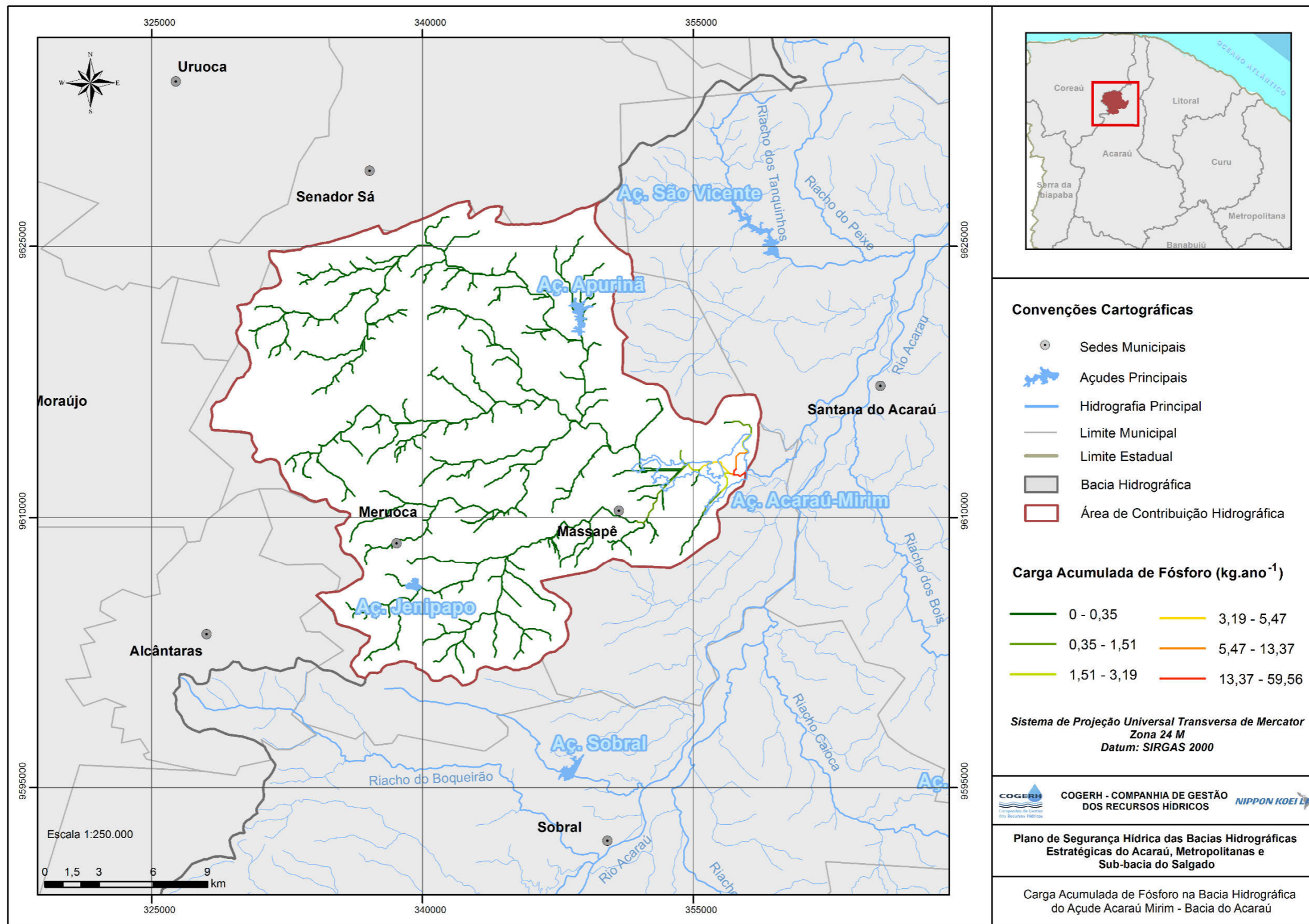
O primeiro procedimento, denominado “*Flow Direction*” (Direção de Fluxo), resulta em um plano de informação em que cada pixel do *raster* da bacia hidrográfica possui um código indicativo da direção que tomará o fluxo usado, posteriormente, para obtenção do plano de informação do acúmulo de fluxo para cada um dos reservatórios de interesse, conforme foi descrito no tópico 2.2.2. “Modelagem matemática para definição da área de influência dos reservatórios” do produto denominado R10 “RELATÓRIO PARCIAL DE METODOLOGIA DE ENQUADRAMENTO DE RESERVATÓRIOS”.

#### 3.3.2.4. Modelo de cargas difusas e pontuais

A aplicação do modelo de cargas difusas e pontuais descrito no Relatório R10 resultou no conteúdo das Figuras 46 a 60, cada uma delas corresponde a um reservatório dos 15 objetos de estudo.

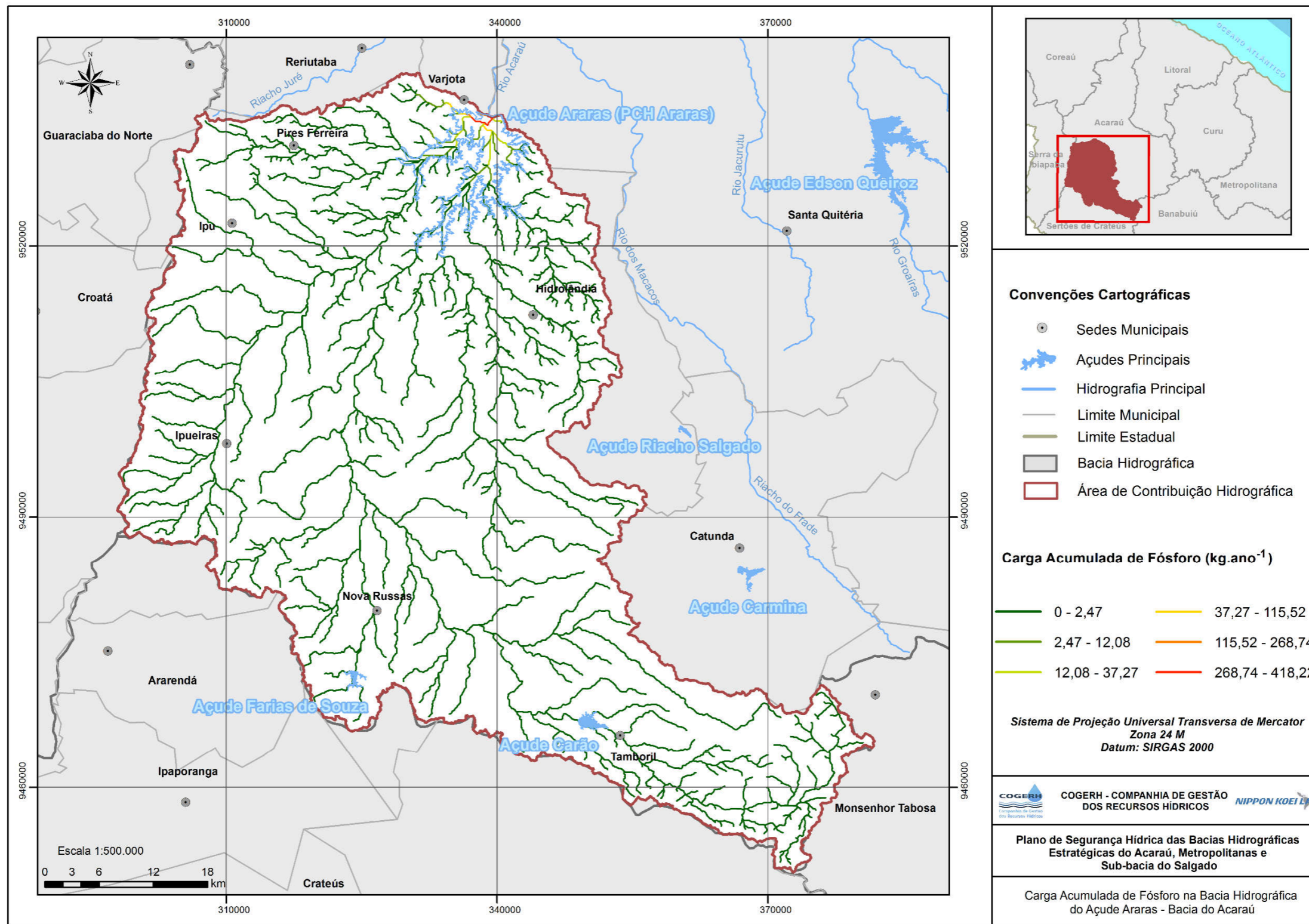


Figura 46 - Carga total de fósforo na área de contribuição hidrográfica do reservatório Acaraú Mirim



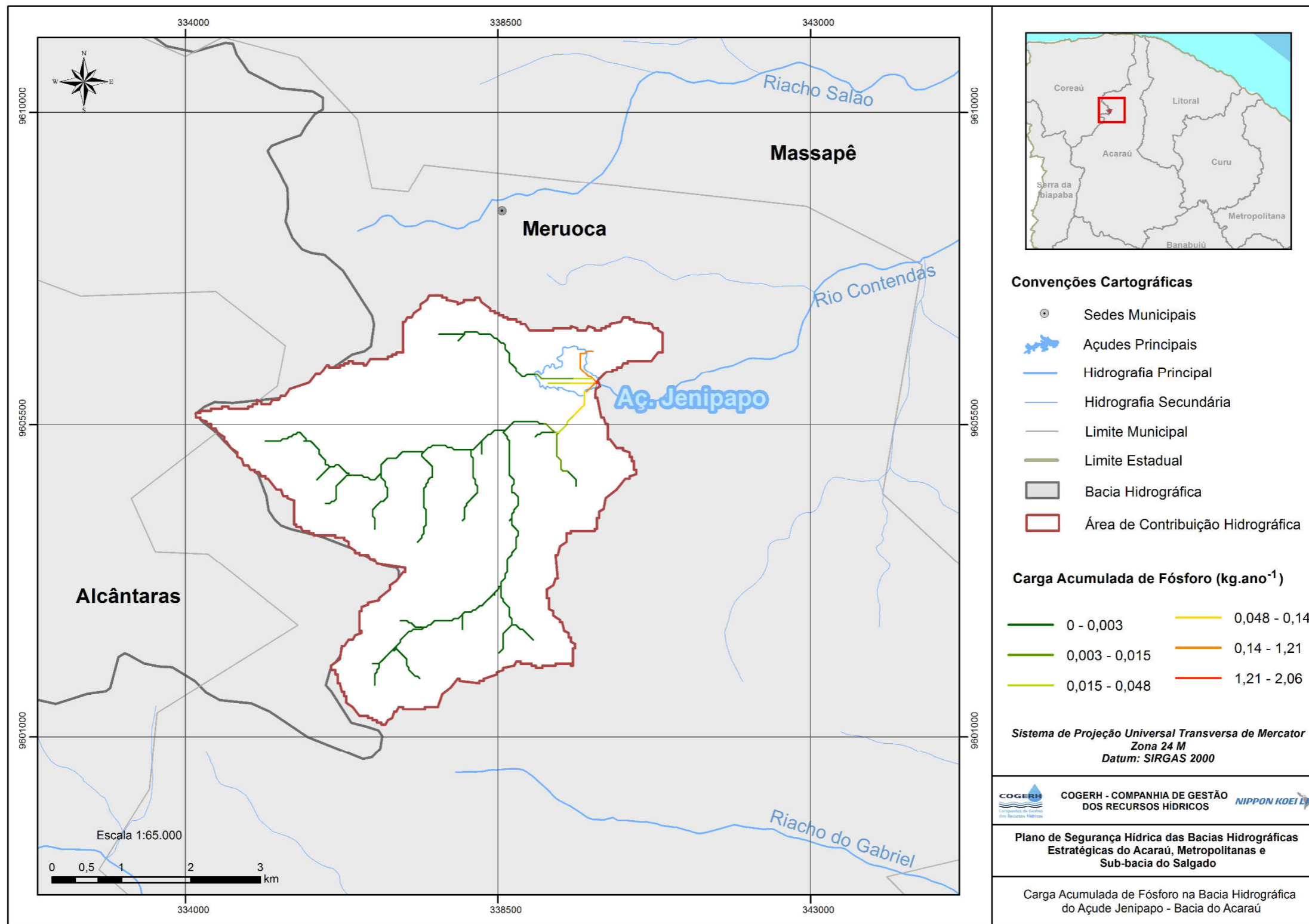
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogerh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 47 - Carga total de fósforo na área de contribuição hidrográfica do reservatório Araras



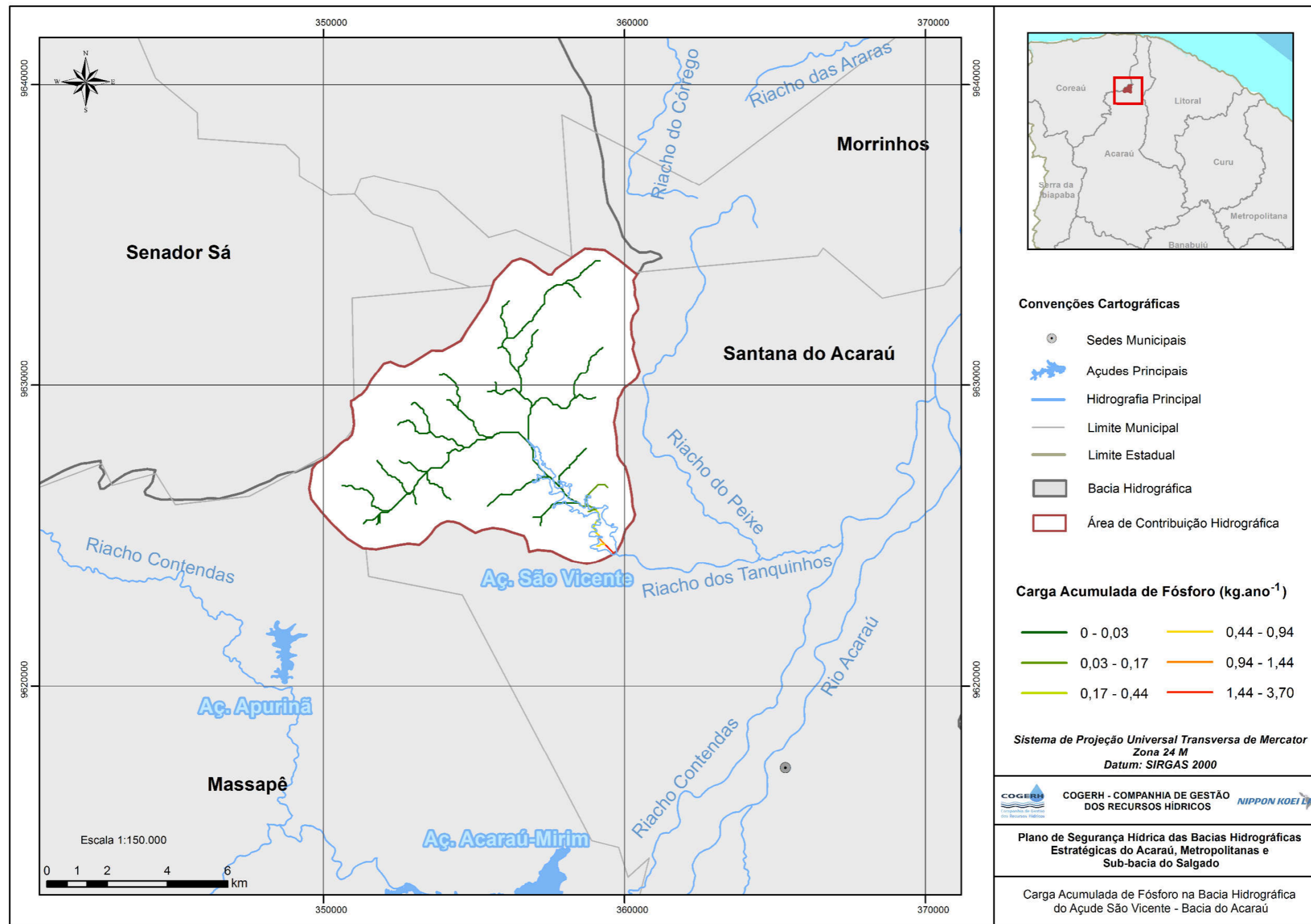
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogerh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 48 - Carga total de fósforo na área de contribuição hidrográfica do reservatório Jenipapo



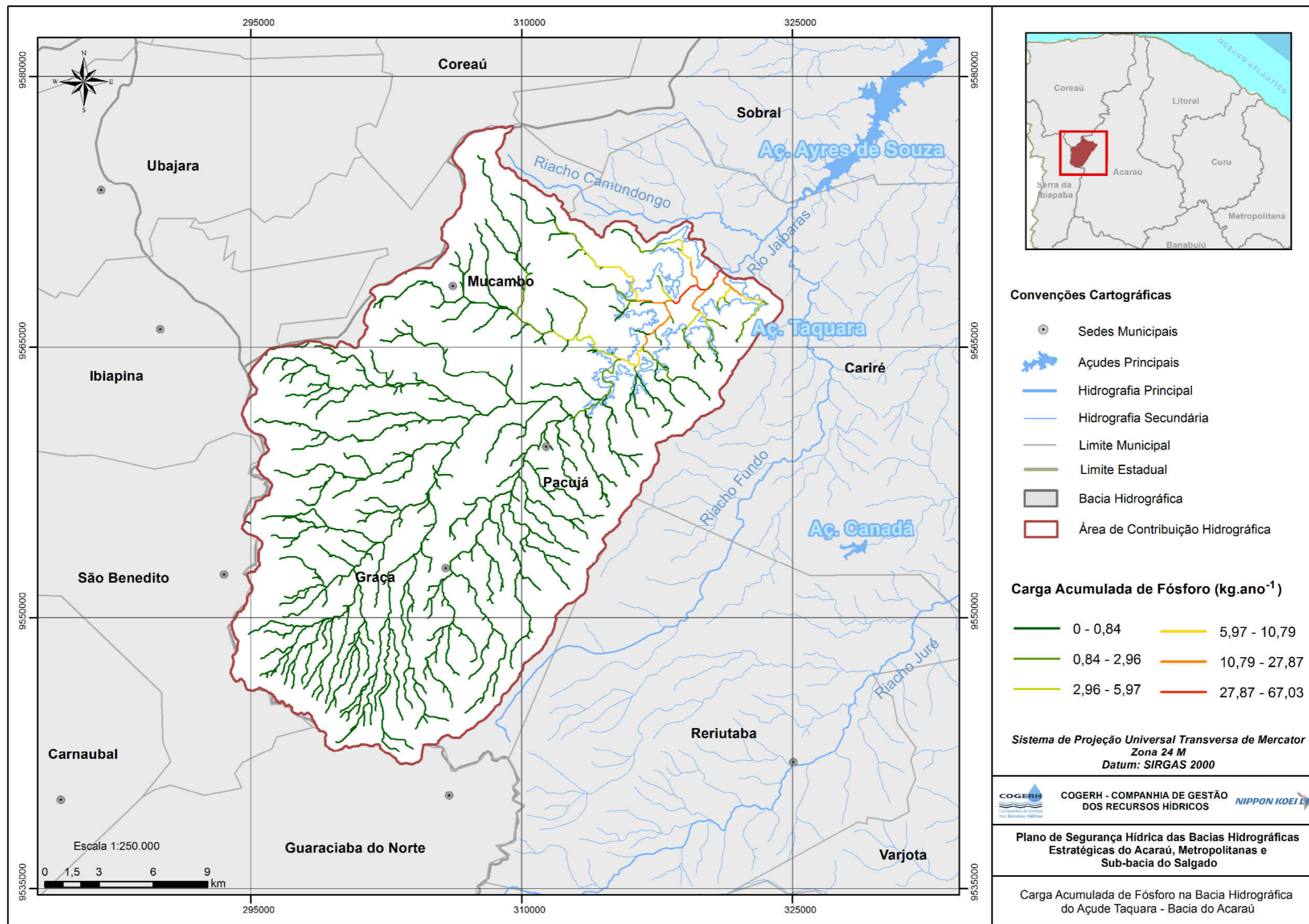
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogerh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 49 - Carga total de fósforo na área de contribuição hidrográfica do reservatório São Vicente



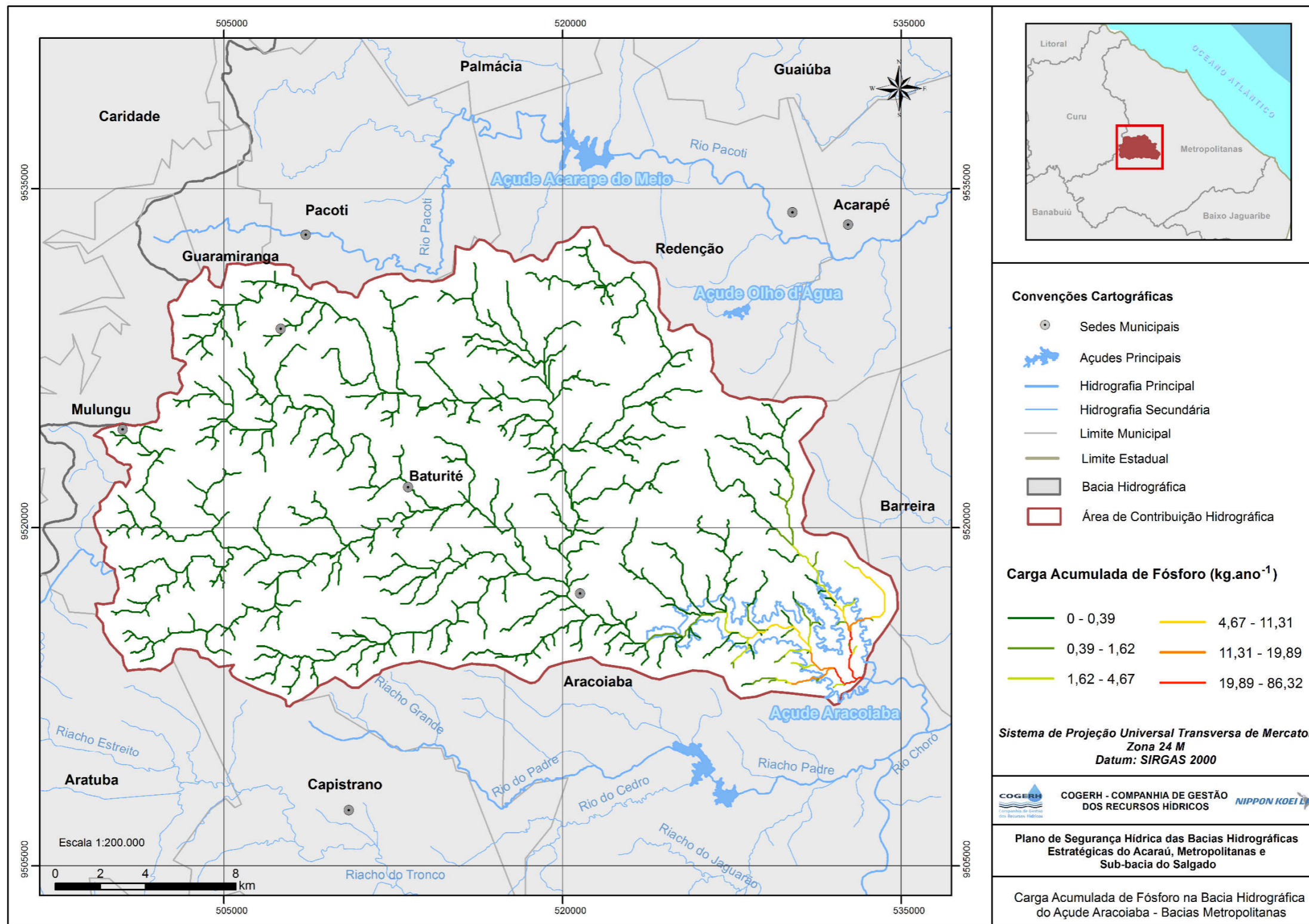
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogeh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 50 - Carga total de fósforo na área de contribuição hidrográfica do reservatório Taquara



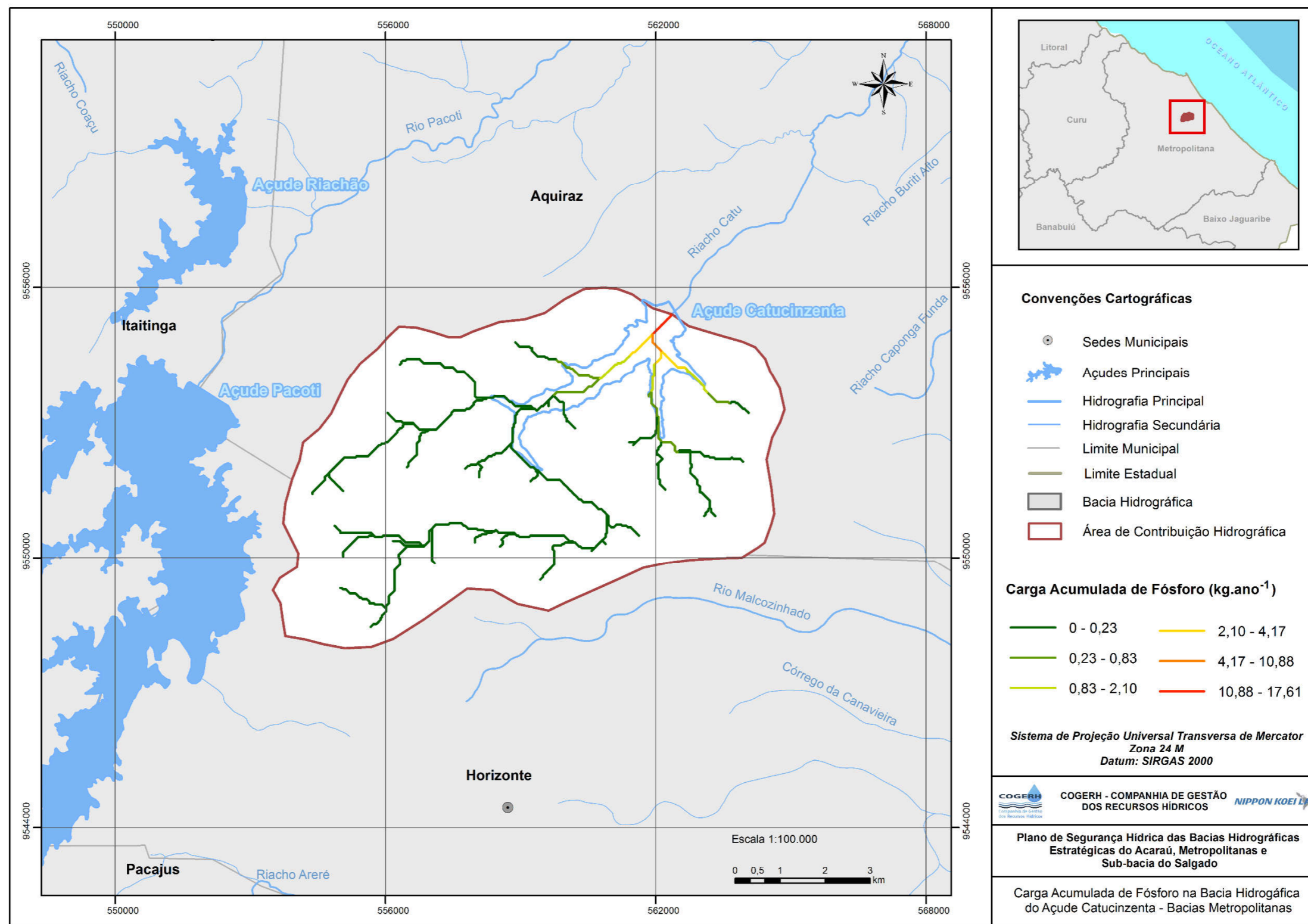
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogeh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 51 - Carga total de fósforo na área de contribuição hidrográfica do reservatório Aracoíaba



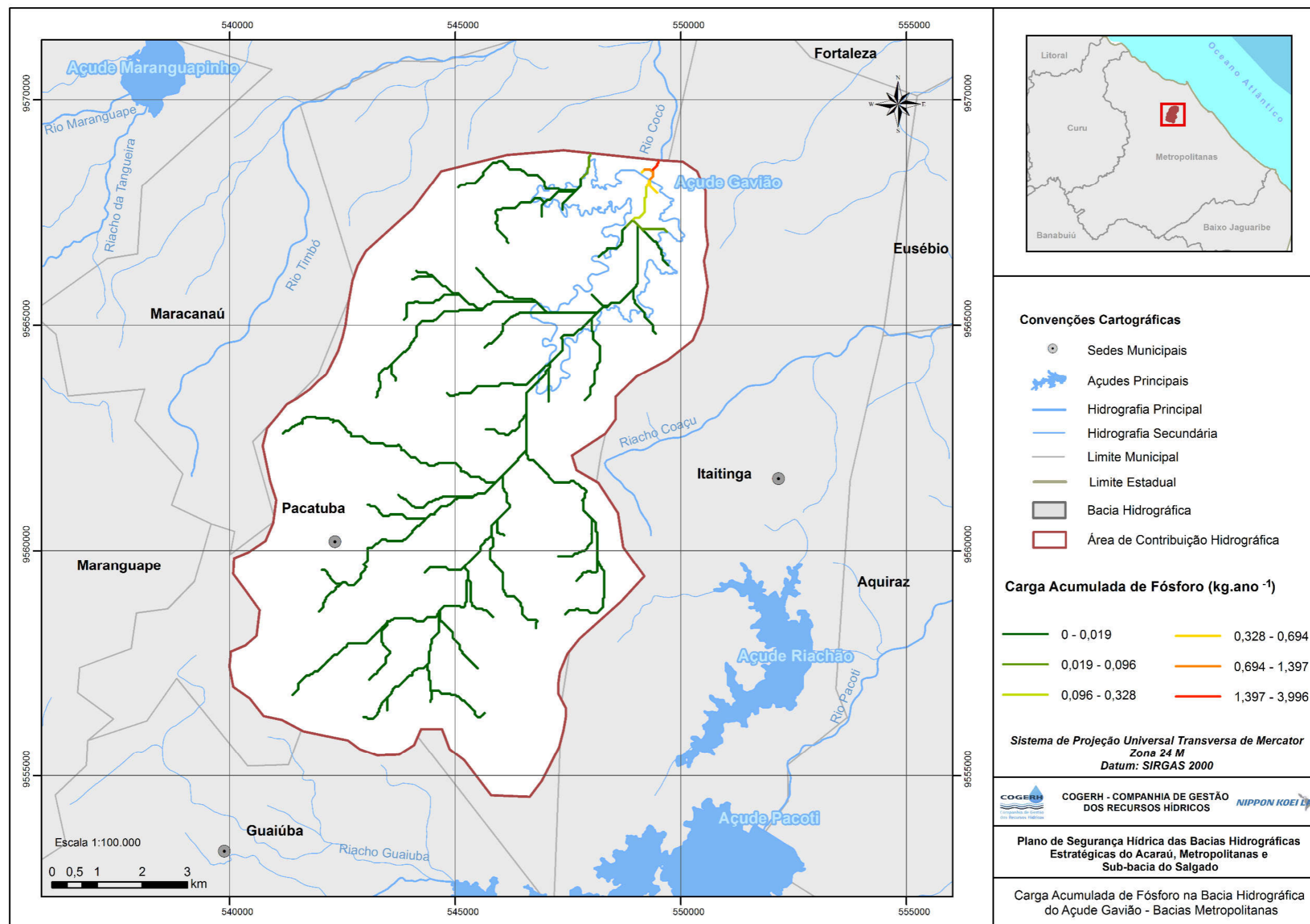
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogeh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 52 - Carga total de fósforo na área de contribuição hidrográfica do reservatório Catucinzenta



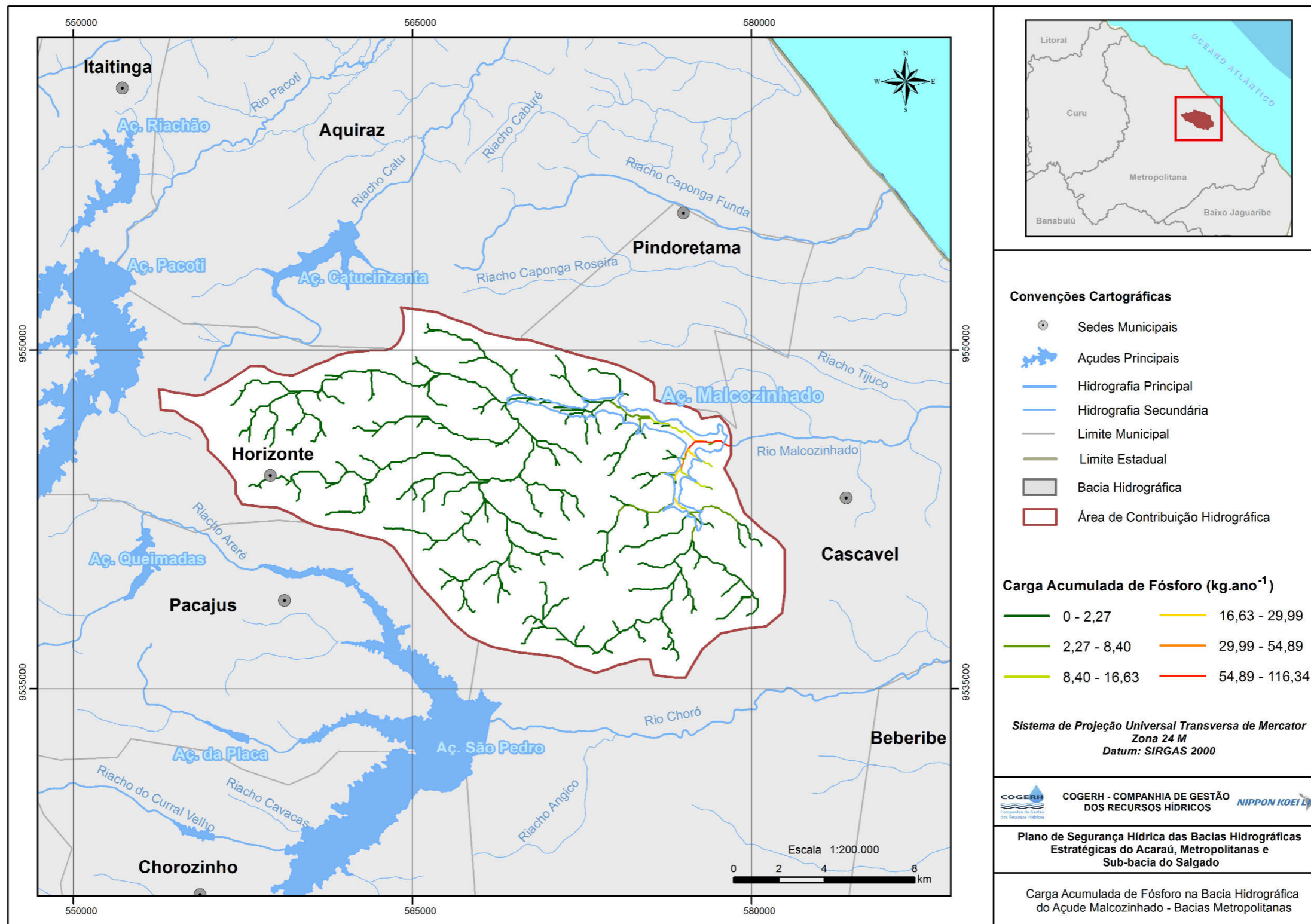
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogerh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 53 - Carga total de fósforo na área de contribuição hidrográfica do reservatório Gavião



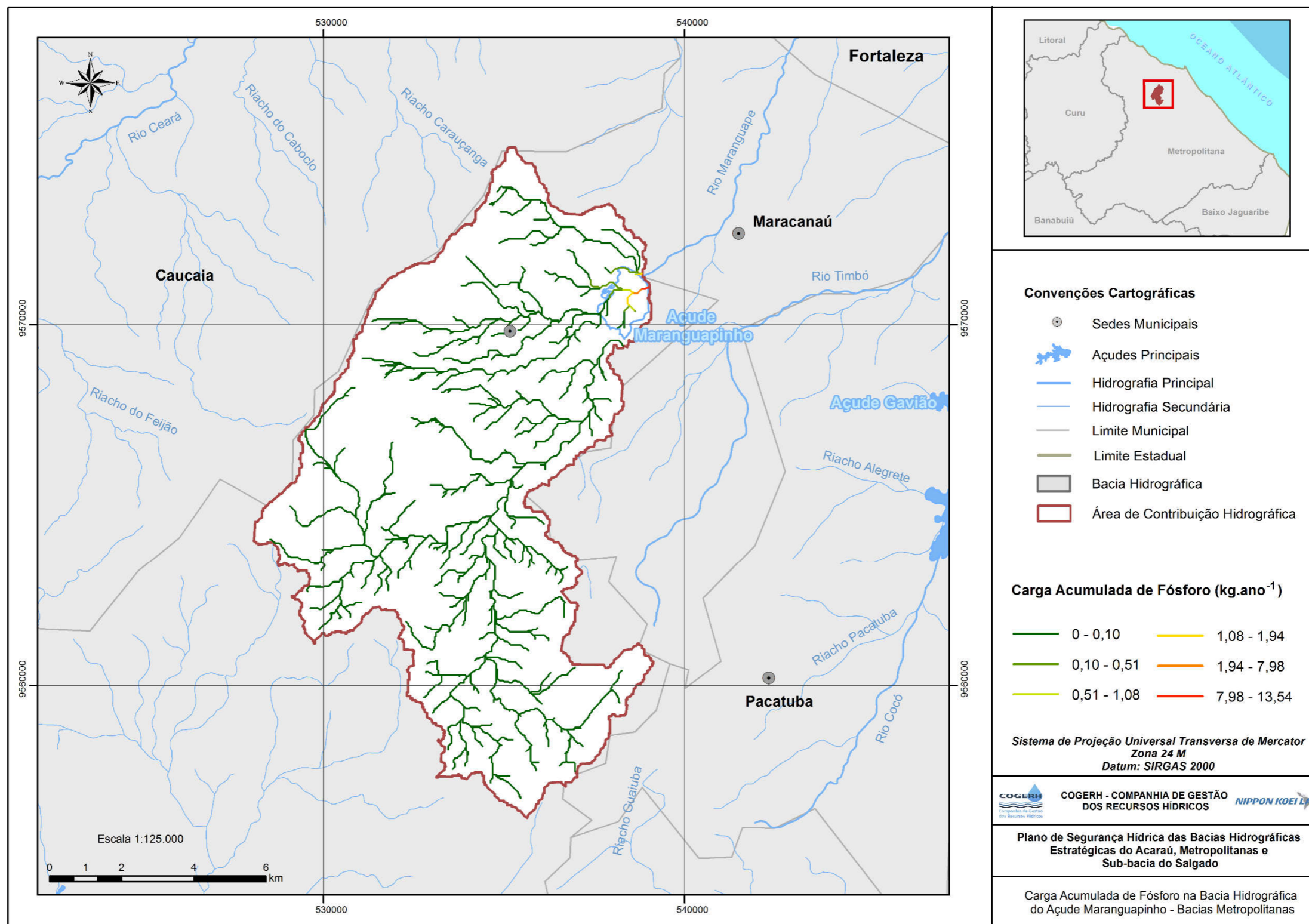
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogerh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 54 - Carga total de fósforo na área de contribuição hidrográfica do reservatório Malcozinhado



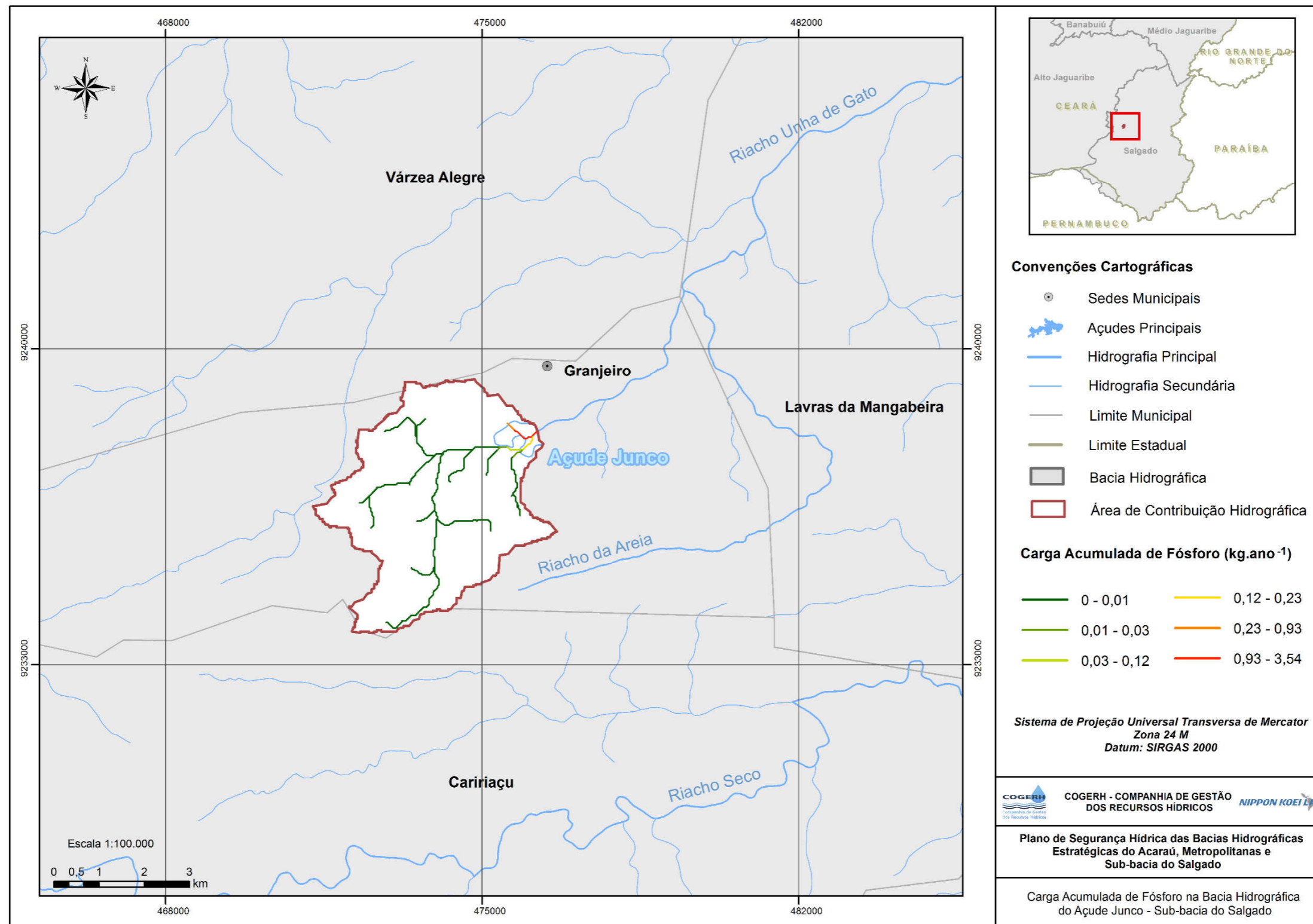
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogerh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 55 - Carga total de fósforo na área de contribuição hidrográfica do reservatório Maranguapinho



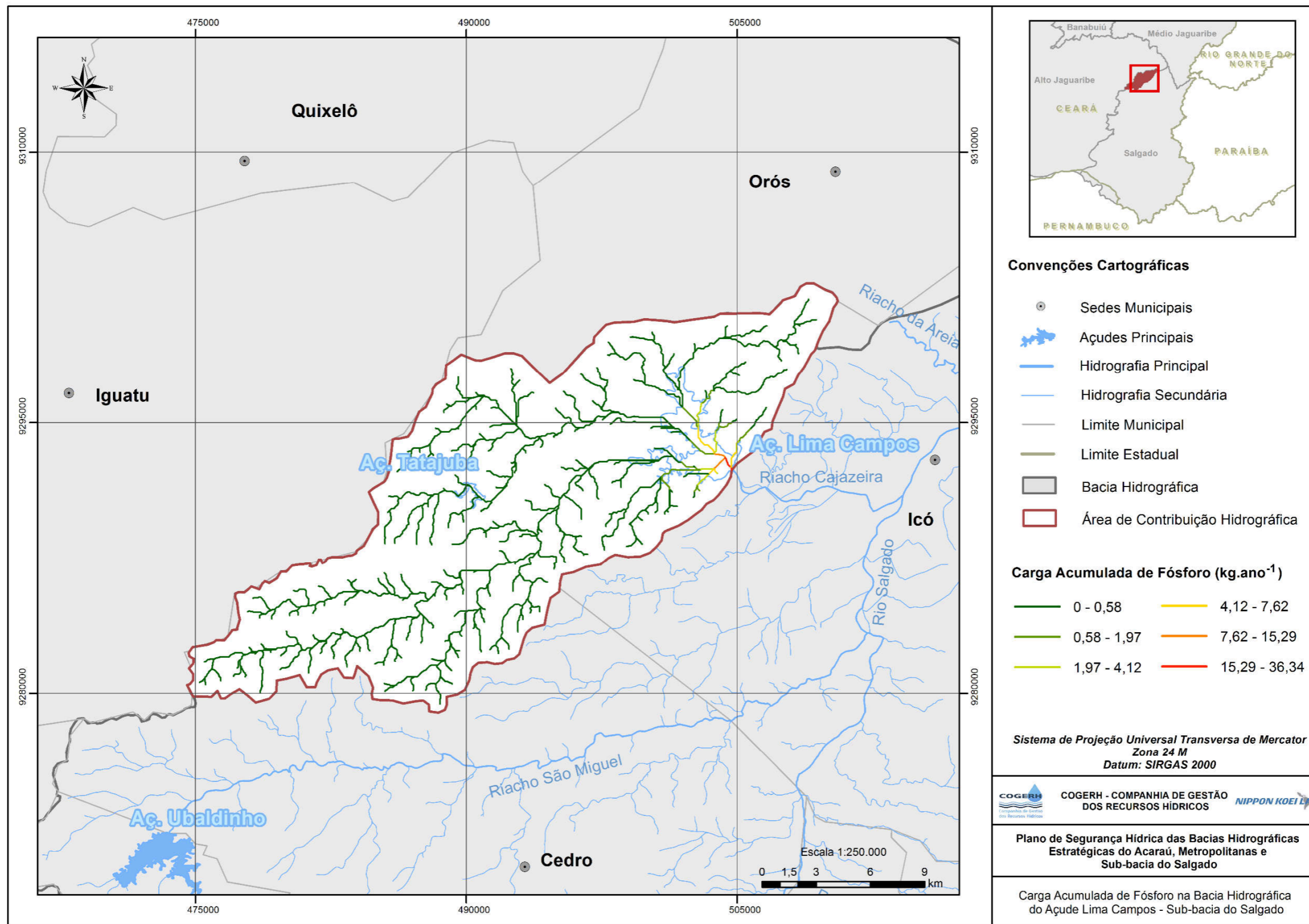
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogerh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 56 - Carga total de fósforo na área de contribuição hidrográfica do reservatório Junco



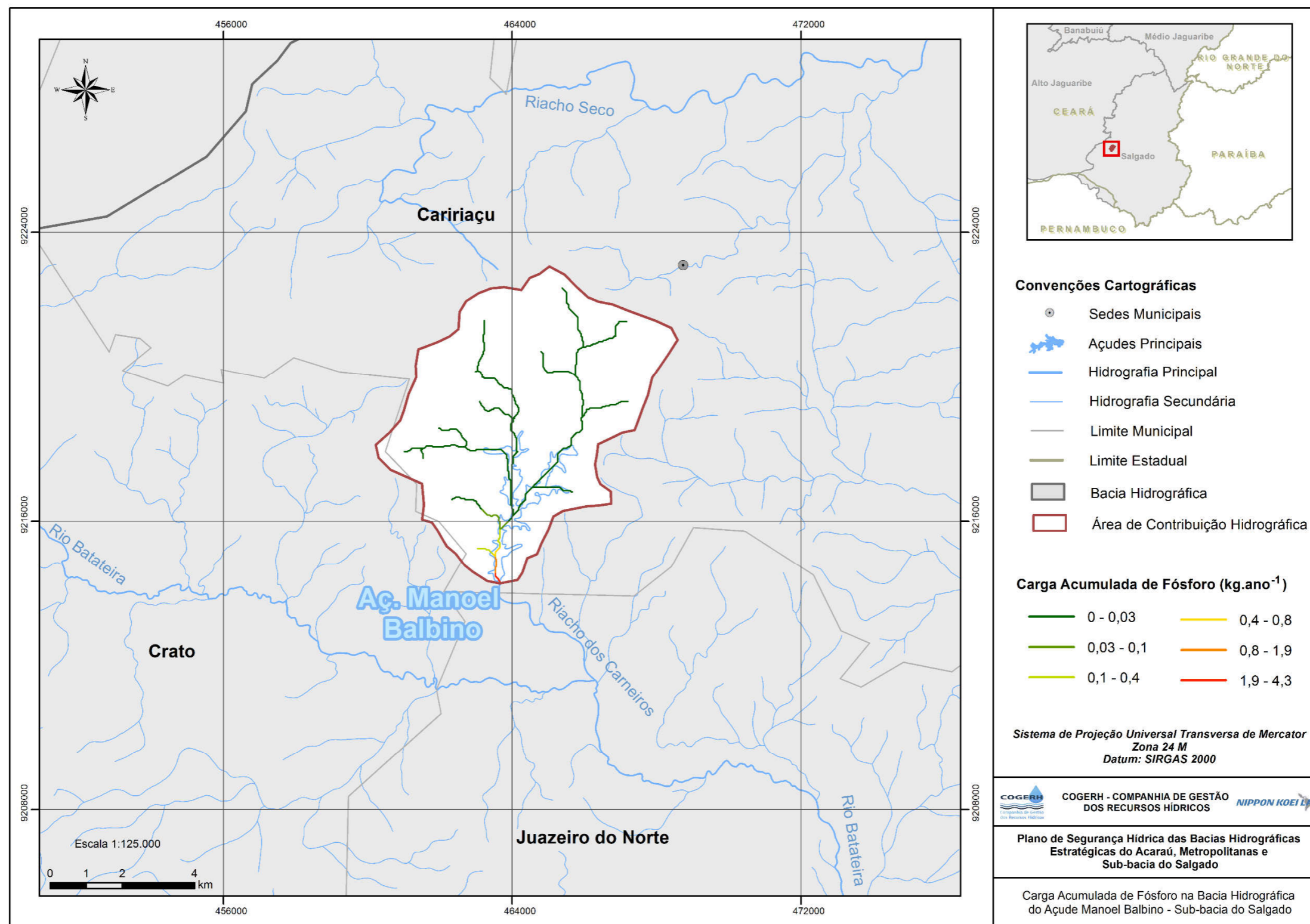
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogeh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 57 - Carga total de fósforo na área de contribuição hidrográfica do reservatório Lima Campos



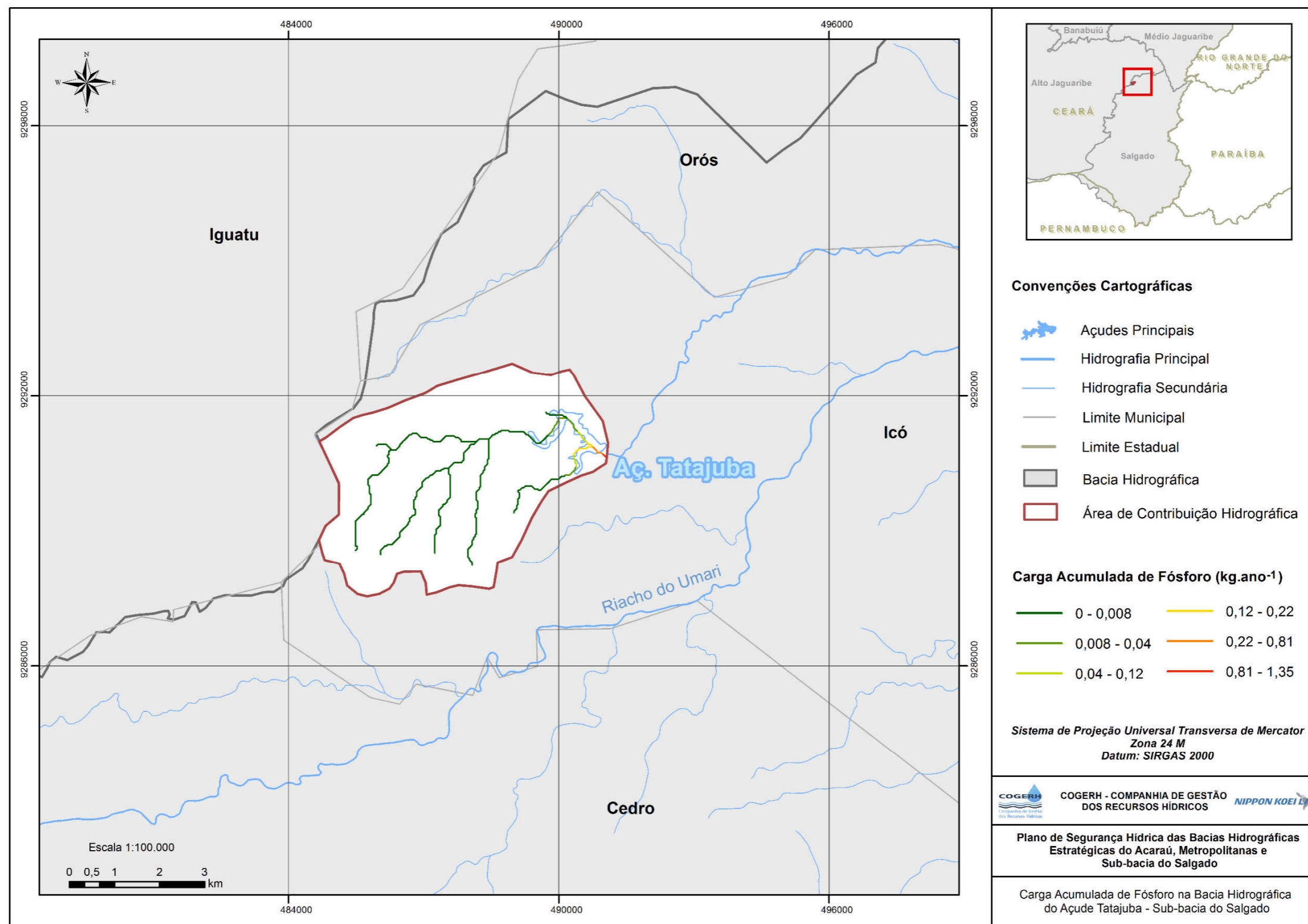
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogeh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 58 - Carga total de fósforo na área de contribuição hidrográfica do reservatório Manoel Balbino



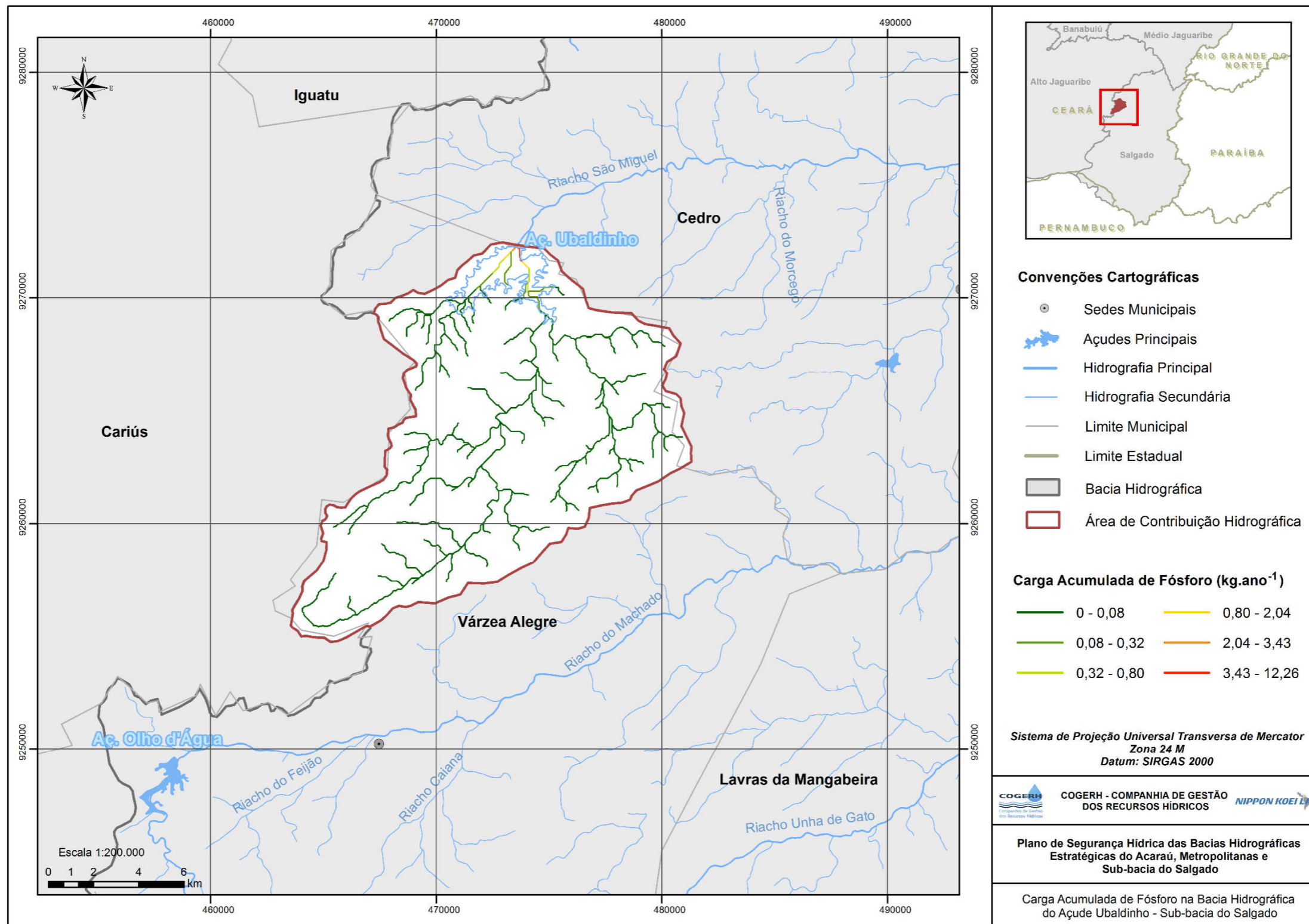
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogeh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 59 - Carga total de fósforo na área de contribuição hidrográfica do reservatório Tatajuba



Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogeh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 60 - Carga total de fósforo na área de contribuição hidrográfica do reservatório Ubaldinho



Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogerh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Conforme visto no Relatório R10, a concentração média anual na área de contribuição hidrográfica foi obtida utilizando a seguinte equação:

$$C_p = \frac{L_p}{Q_p}$$

onde:

$C_p$  é a concentração média anual da substância;

$L_p$  é a carga total acumulada de P (kg.ano<sup>-1</sup>); e

$Q_p$  é a vazão média anual acumulada (m<sup>3</sup>.ano<sup>-1</sup>).

As Figuras 61 a 75 mostram o plano de informação da concentração média anual de fósforo para cada uma das 15 bacias hidrográficas de interesse.

### 3.3.2.5. Modelo regressivo referenciador

Conforme mencionado no Relatório R10, o modelo regressivo foi utilizado para a obtenção de um valor de referência para a carga de fósforo afluente a cada bacia hidráulica de interesse. A equação do balanço de massa para o fósforo total é dada por (Salas e Martino, 1991):

$$P_\lambda = \frac{L(P)}{\bar{Z} \left( \frac{1}{T_w} + K_s \right)}$$

Onde:

$P_\lambda$  é o fósforo total em mg/L;

$L(P)$  é a taxa de contribuição de fósforo total por unidade de superfície em g/m<sup>2</sup> · ano;

$\bar{Z}$  é a profundidade média do lago em m;

$T_w$  é o tempo de detenção em anos;

$K_s$  é a taxa global de perda de fósforo total em 1/ano.

O valor do parâmetro  $K_s$  é obtido como função do tempo de detenção, sendo (Salas e Martino, 1991):

$$K_s = \frac{2}{\sqrt{T_w}}$$

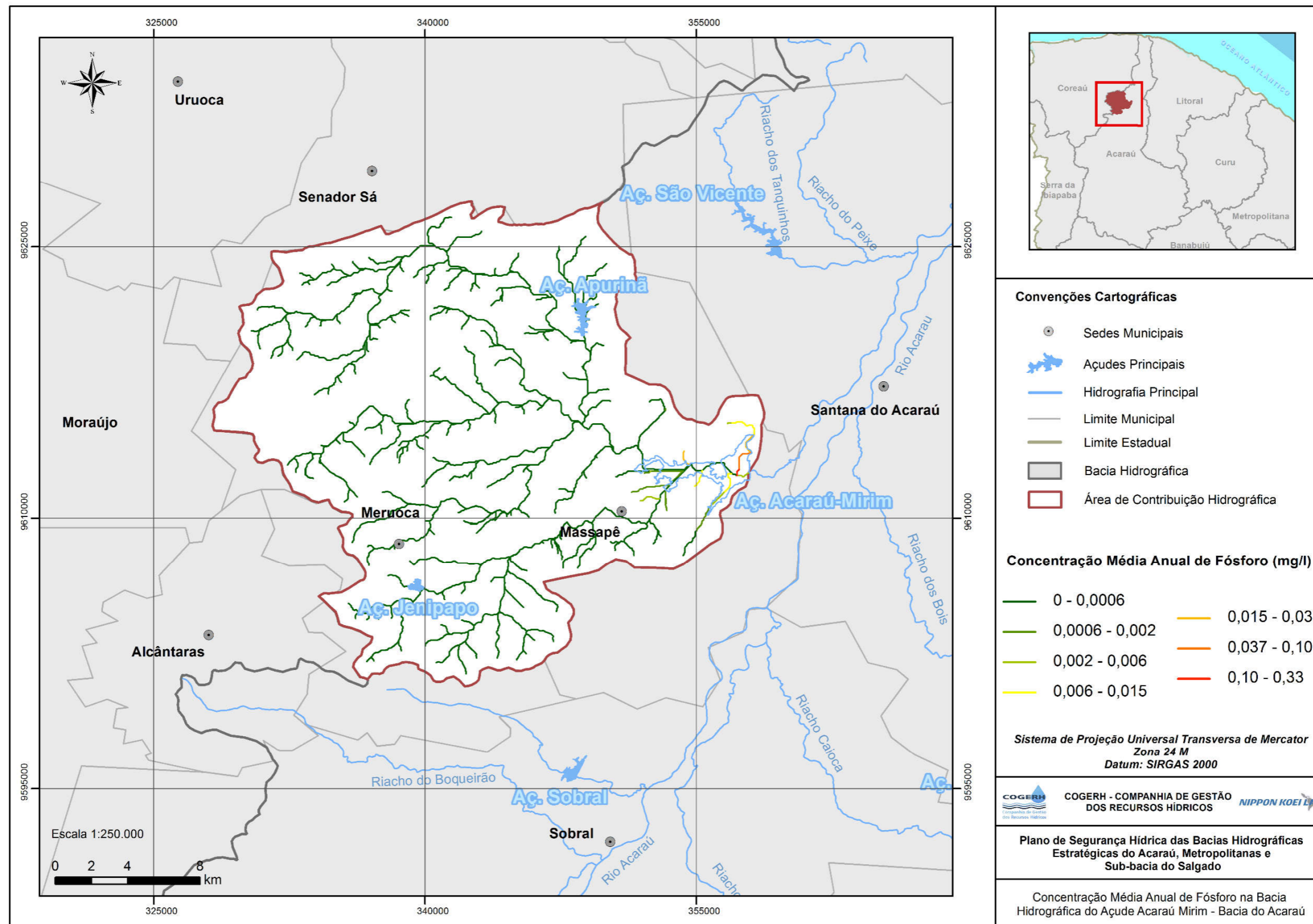
A Tabela 12 resume os resultados encontrados para os reservatórios estudados.

Tabela 12 - Valores de referência para a carga de fósforo

Bacia	Reservatório	$P_L$ (mg/l)
Acará	Acará Mirim	0,0033
	Araras	0,0035
	Jenipapo	0,0025
	São Vicente	0,0019
	Taquara	0,0033
Metropolitanas	Aracoiaba	0,0059
	Catucinzenta	0,0092
	Gavião	0,0011
	Malcozinhado	0,012
	Maranguapinho	0,0166
Salgado	Junco	0,0055
	Lima Campos	0,0037
	Manoel Balbino	0,0042
	Tatajuba	0,0021
	Ubalzinho	0,0028

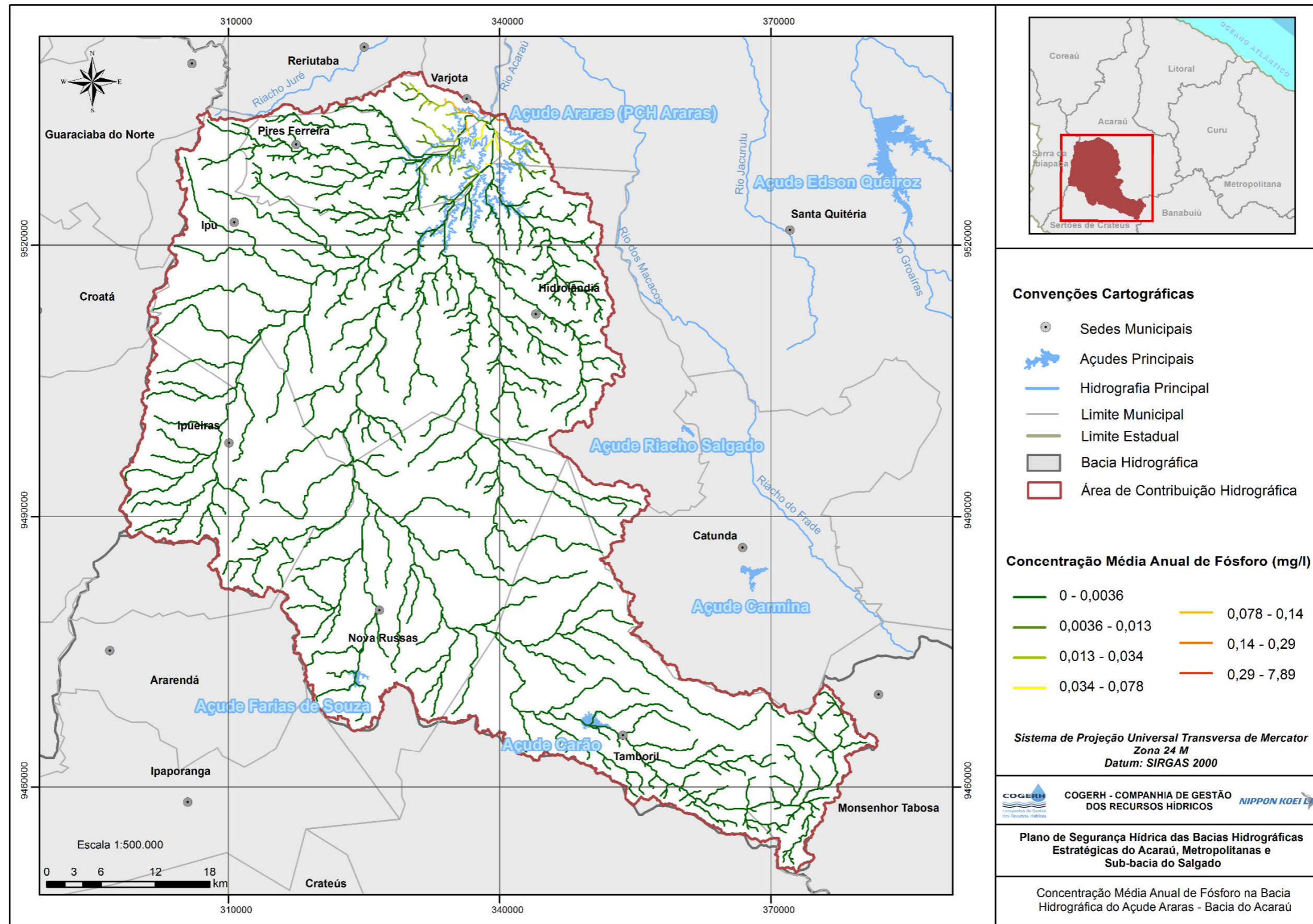
Fonte: Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 61 - Concentração média anual de fósforo na área de contribuição hidrográfica do reservatório Acaraú Mirim



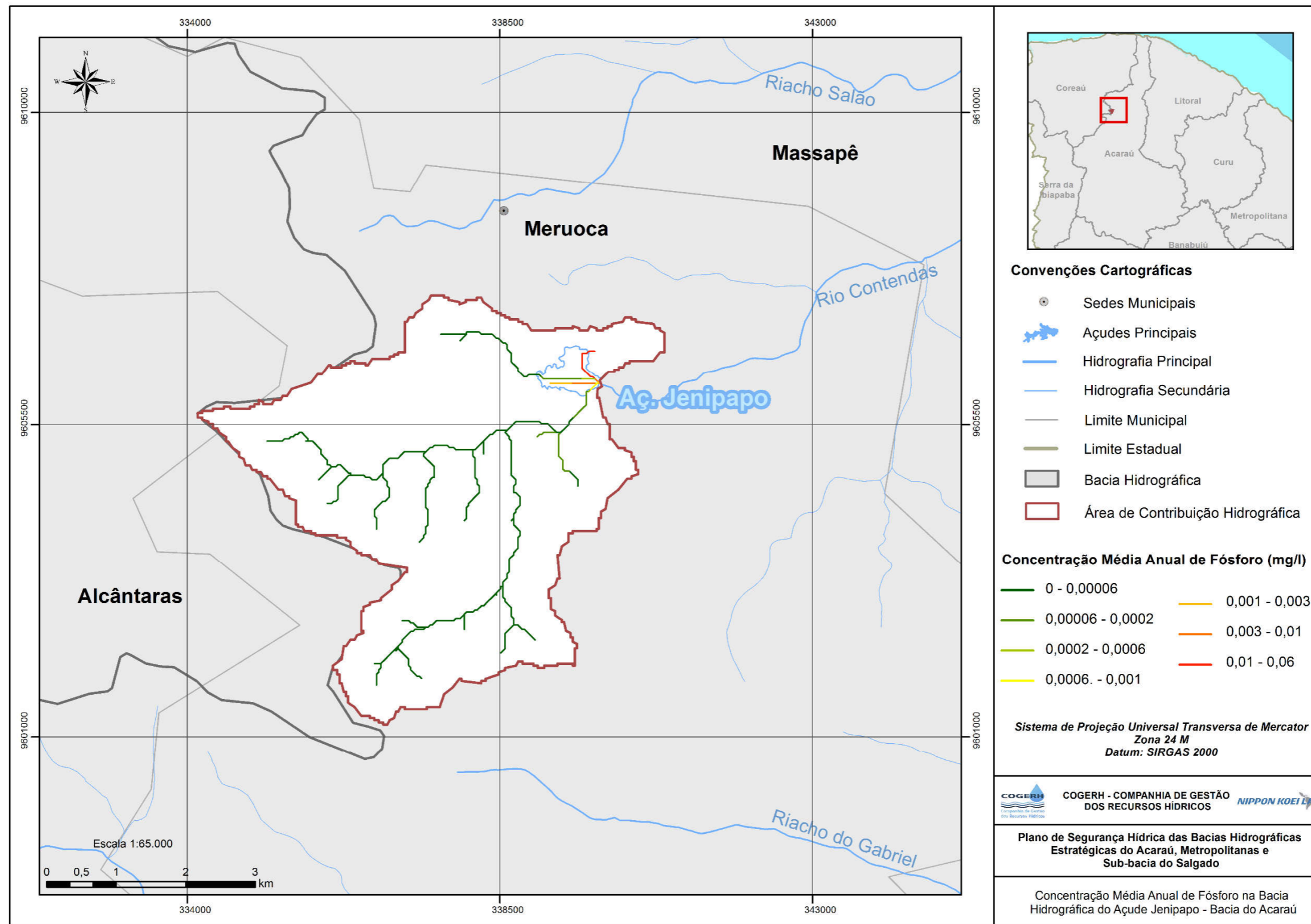
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogerh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 62 - Concentração média anual de fósforo na área de contribuição hidrográfica do reservatório Araras



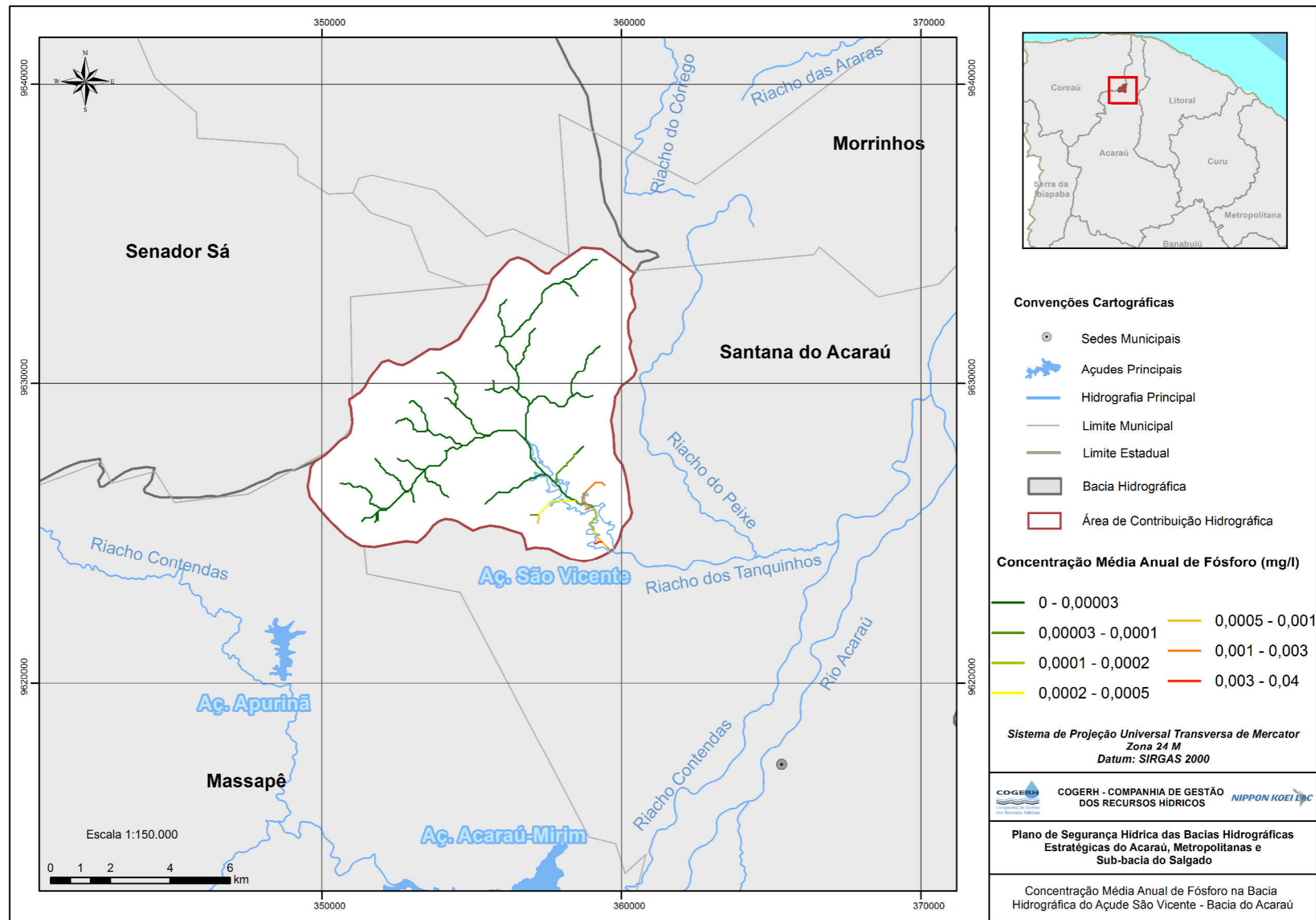
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogerh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 63 - Concentração média anual de fósforo na área de contribuição hidrográfica do reservatório Jenipapo



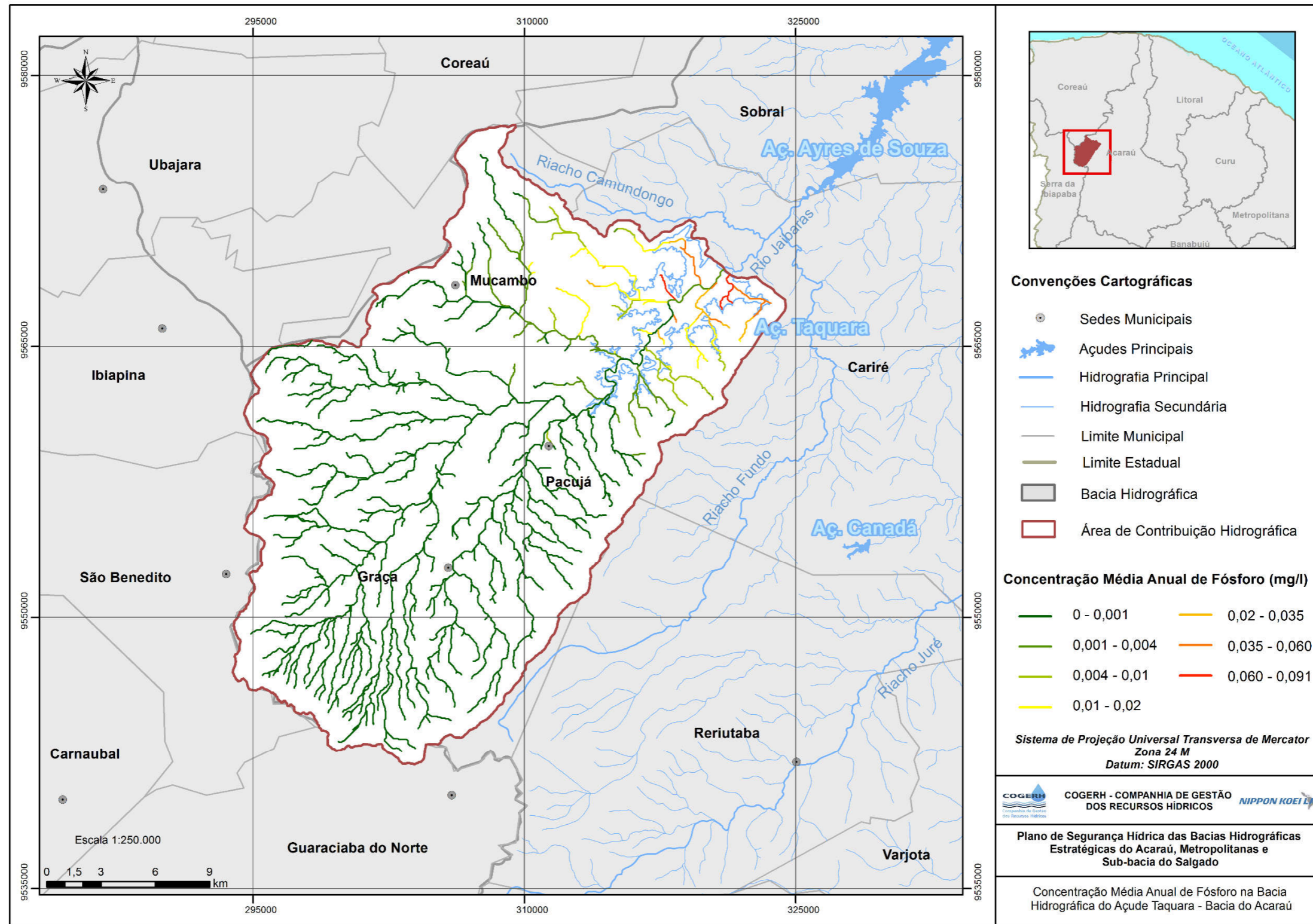
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogerh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 64 - Concentração média anual de fósforo na área de contribuição hidrográfica do reservatório São Vicente



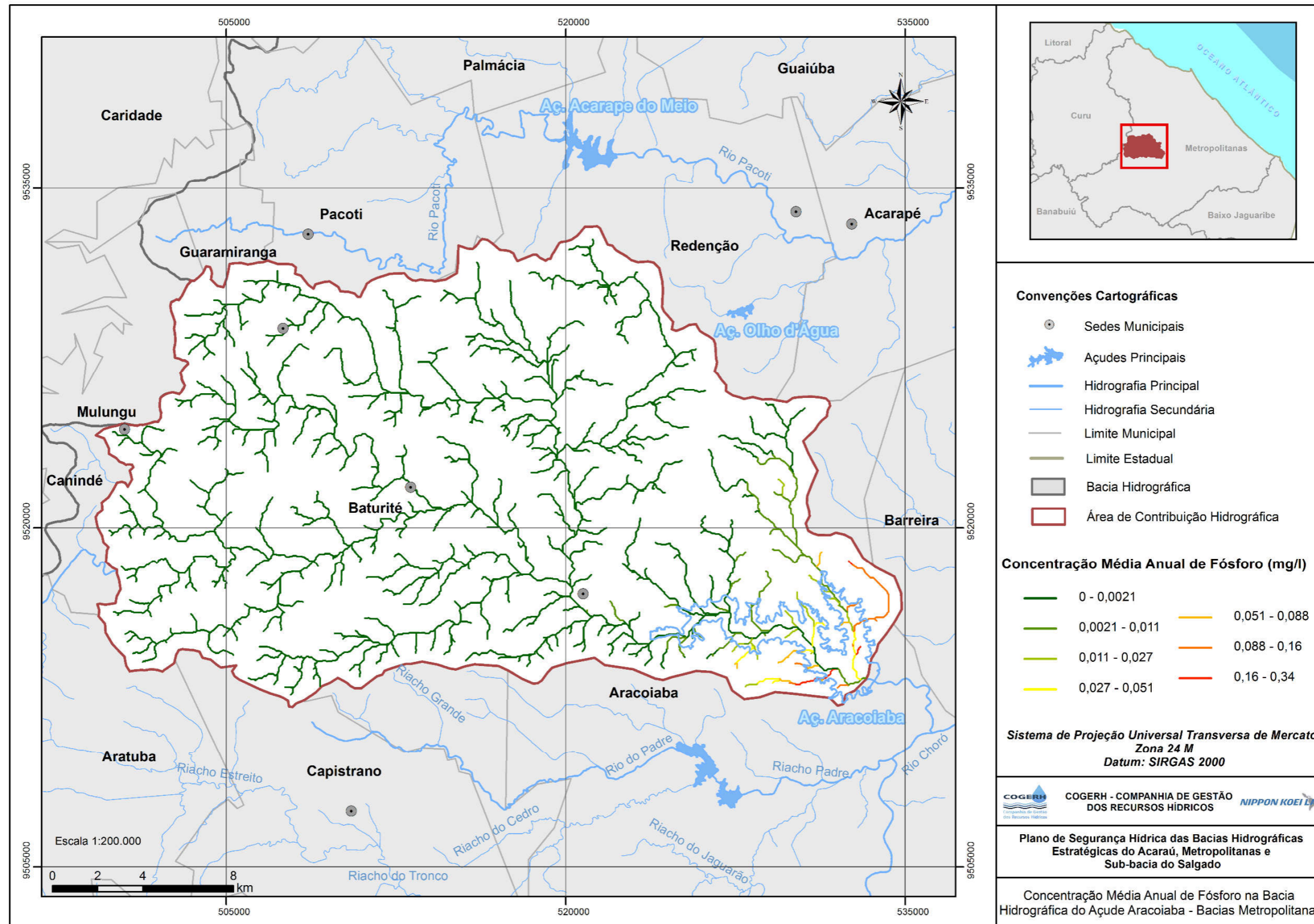
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogerh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 65 - Concentração média anual de fósforo na área de contribuição hidrográfica do reservatório Taquara



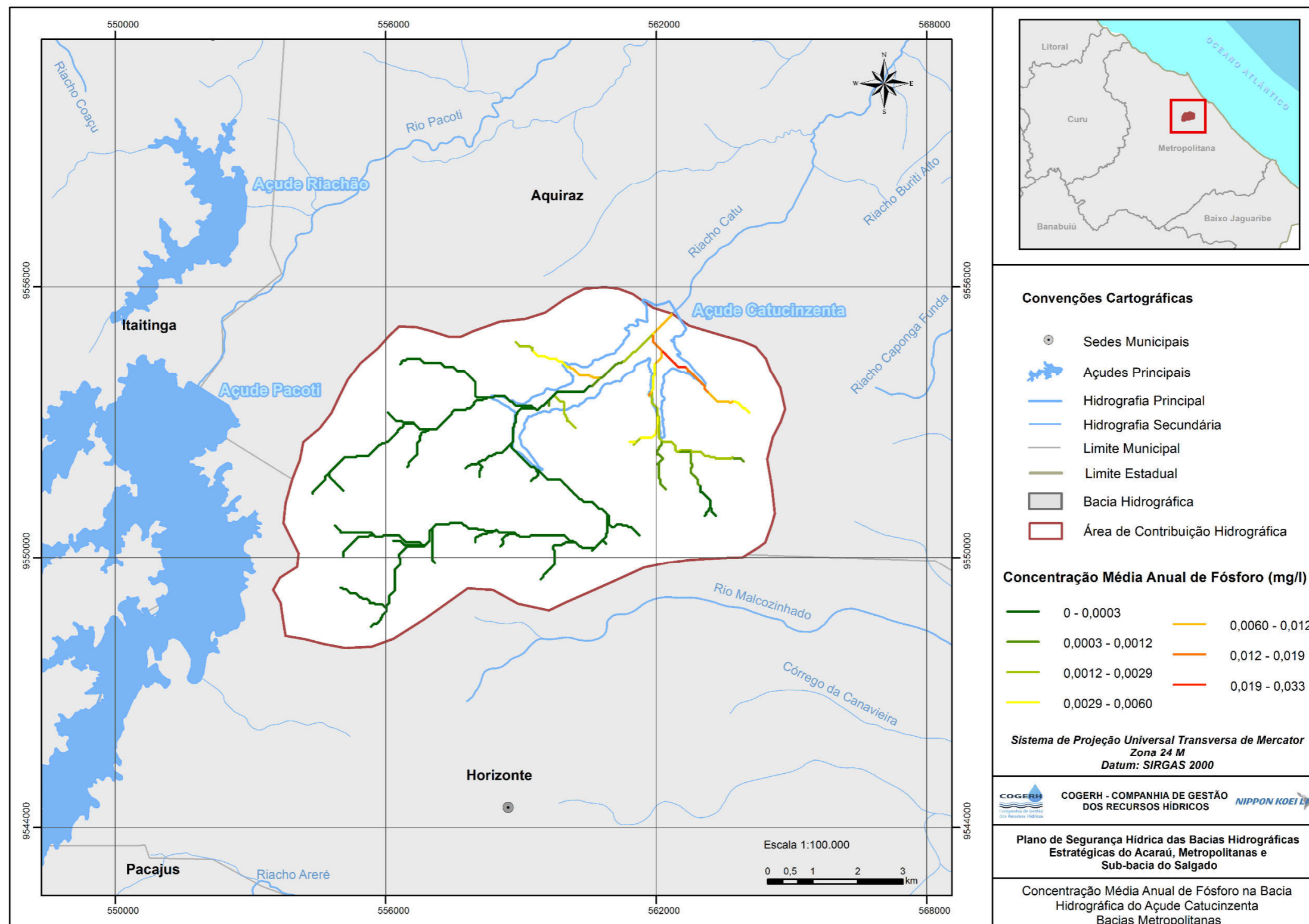
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogerh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 66 - Concentração média anual de fósforo na área de contribuição hidrográfica do reservatório Aracoíaba



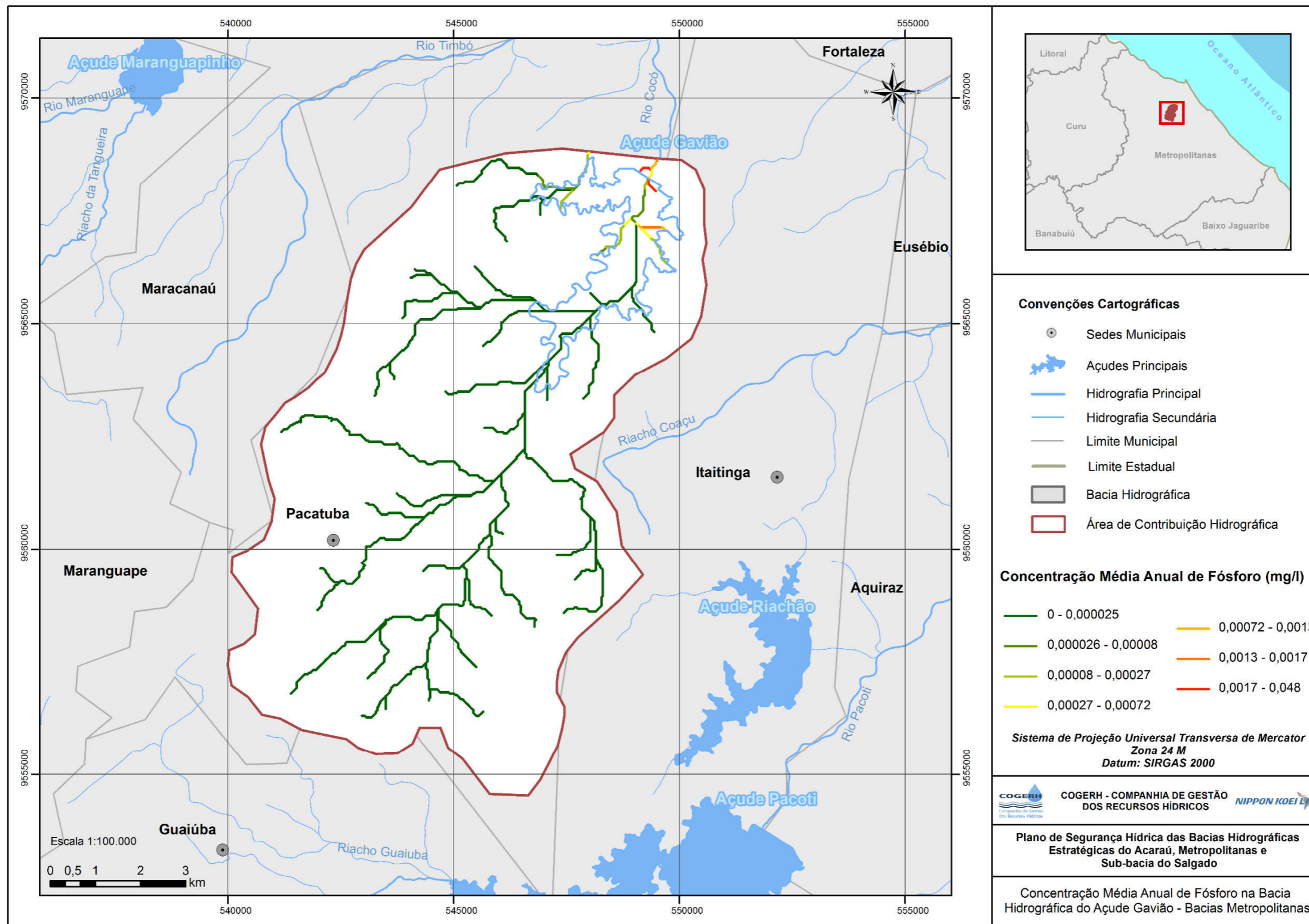
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogerh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 67 - Concentração média anual de fósforo na área de contribuição hidrográfica do reservatório Catucinzenta



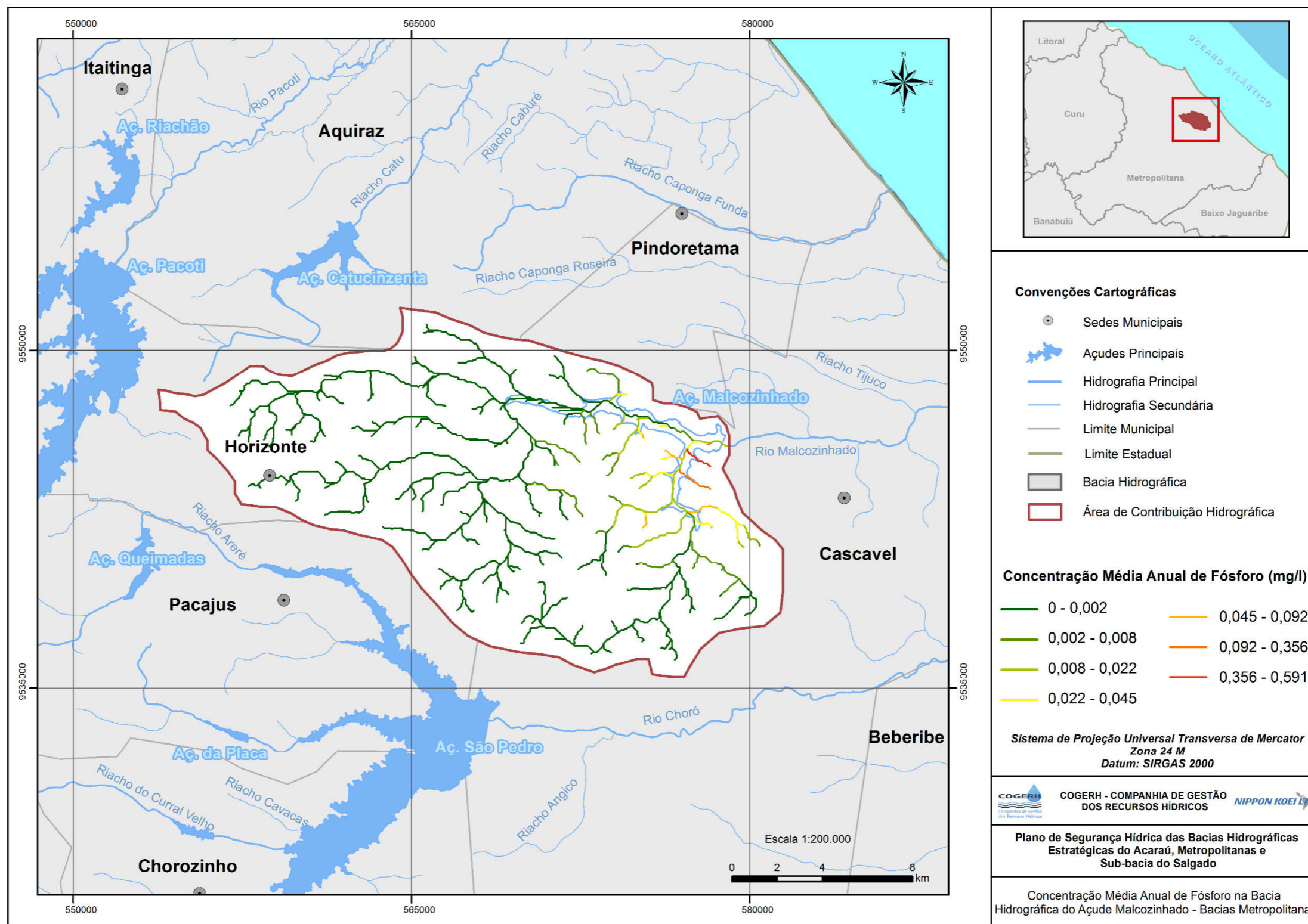
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogerh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 68 - Concentração média anual de fósforo na área de contribuição hidrográfica do reservatório Gavião



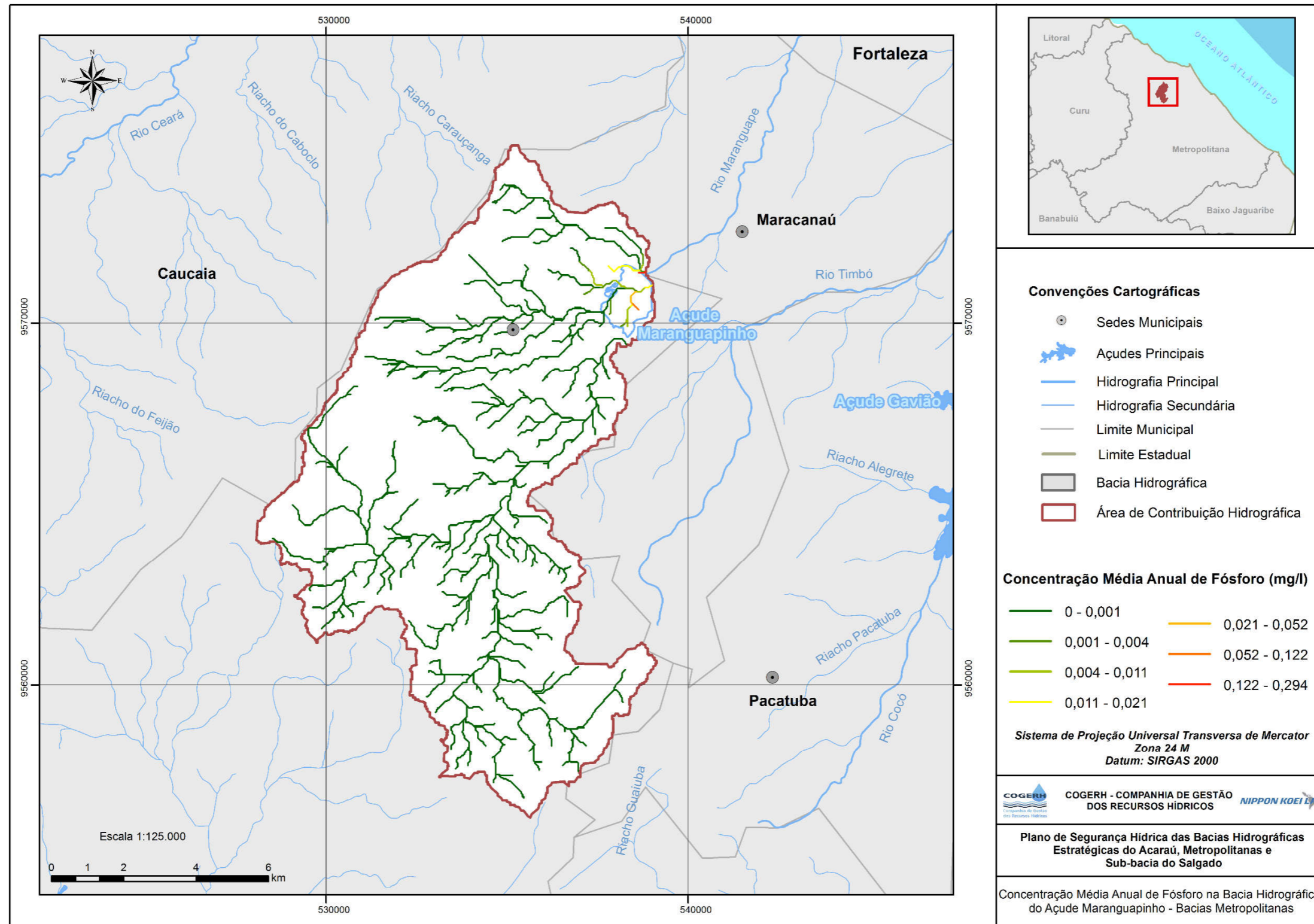
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogerh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 69 - Concentração média anual de fósforo na área de contribuição hidrográfica do reservatório Malcozinhado



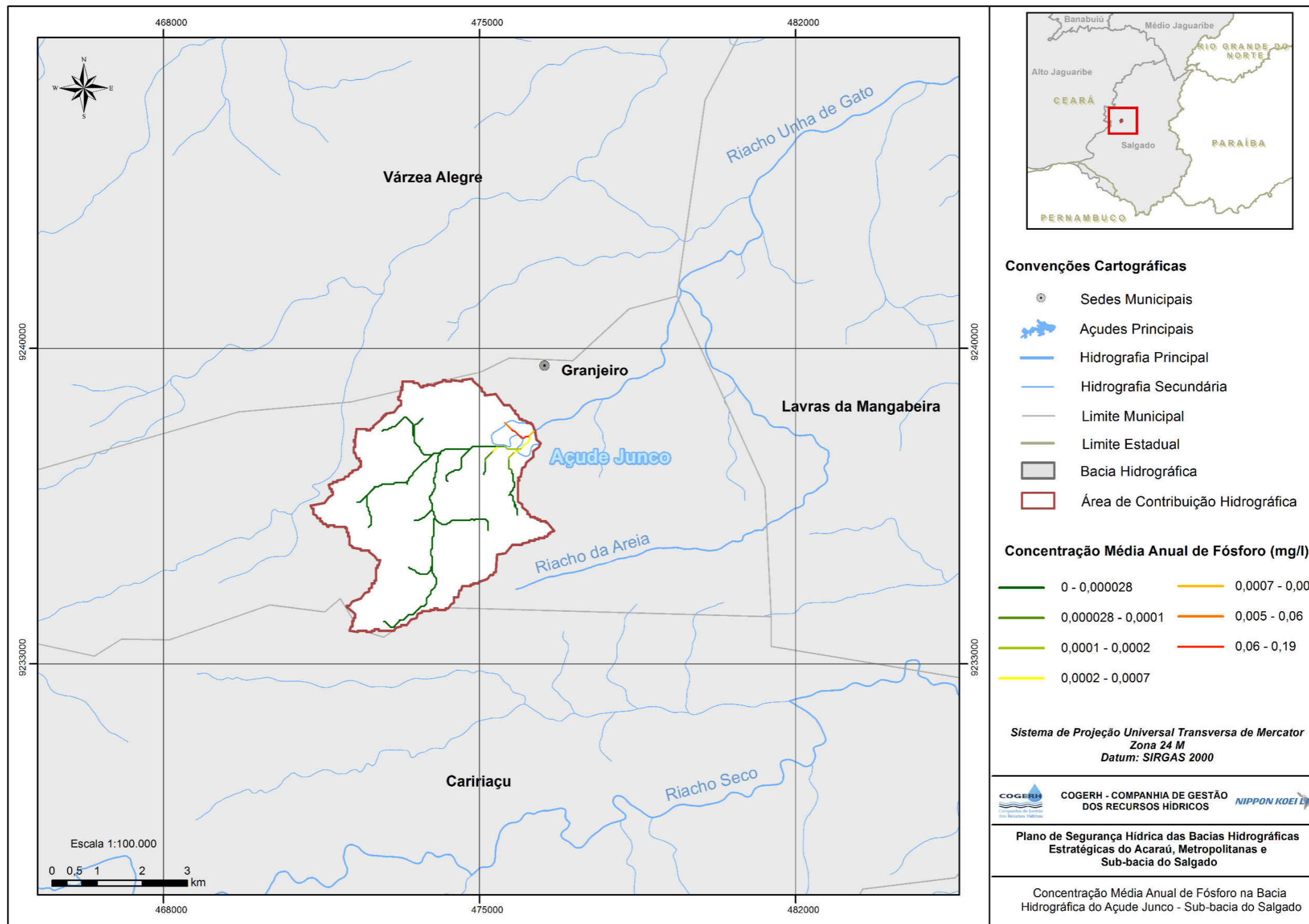
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogerh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 70 - Concentração média anual de fósforo na área de contribuição hidrográfica do reservatório Maranguapinho



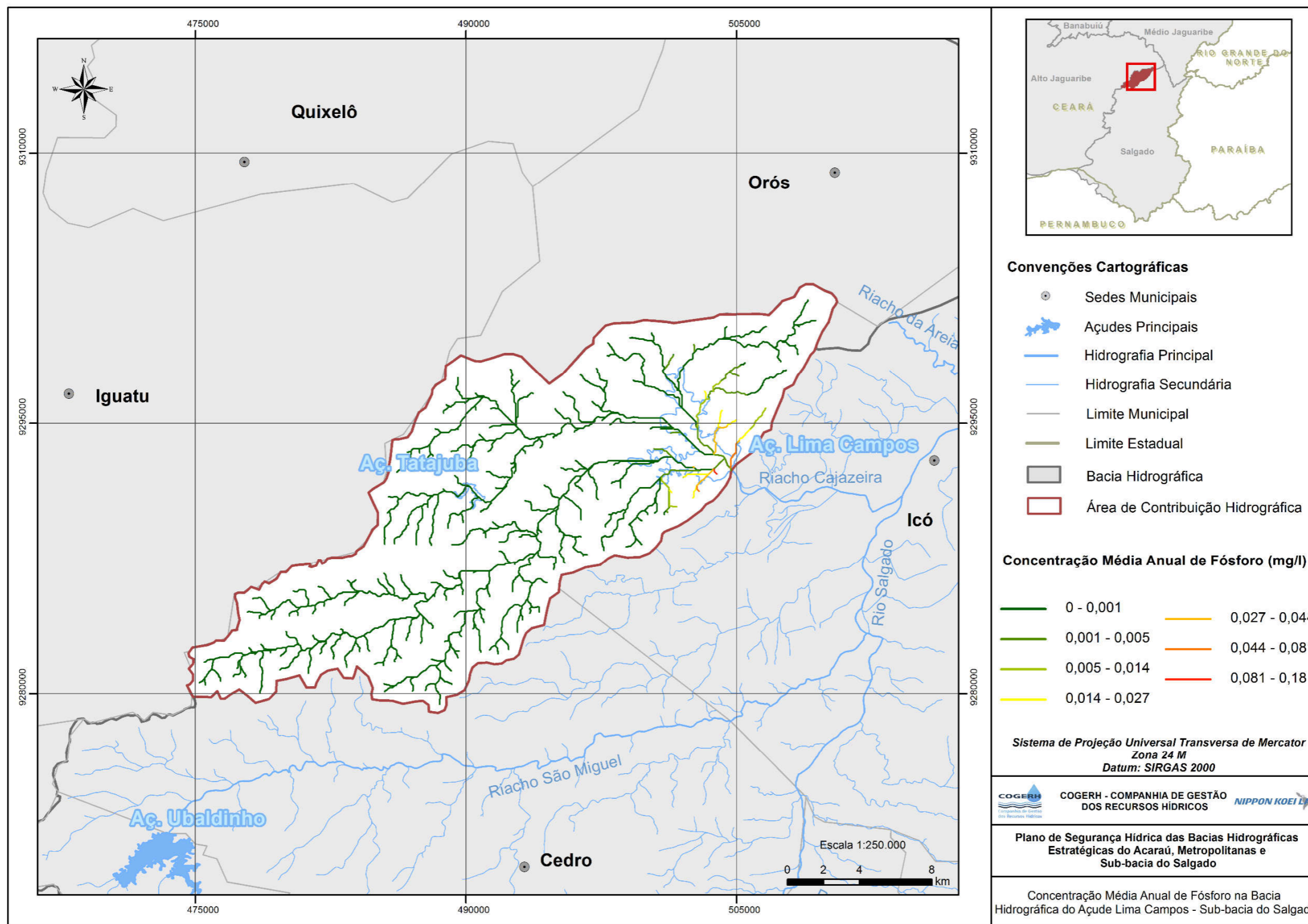
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogerh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 71 - Concentração média anual de fósforo na área de contribuição hidrográfica do reservatório Junco



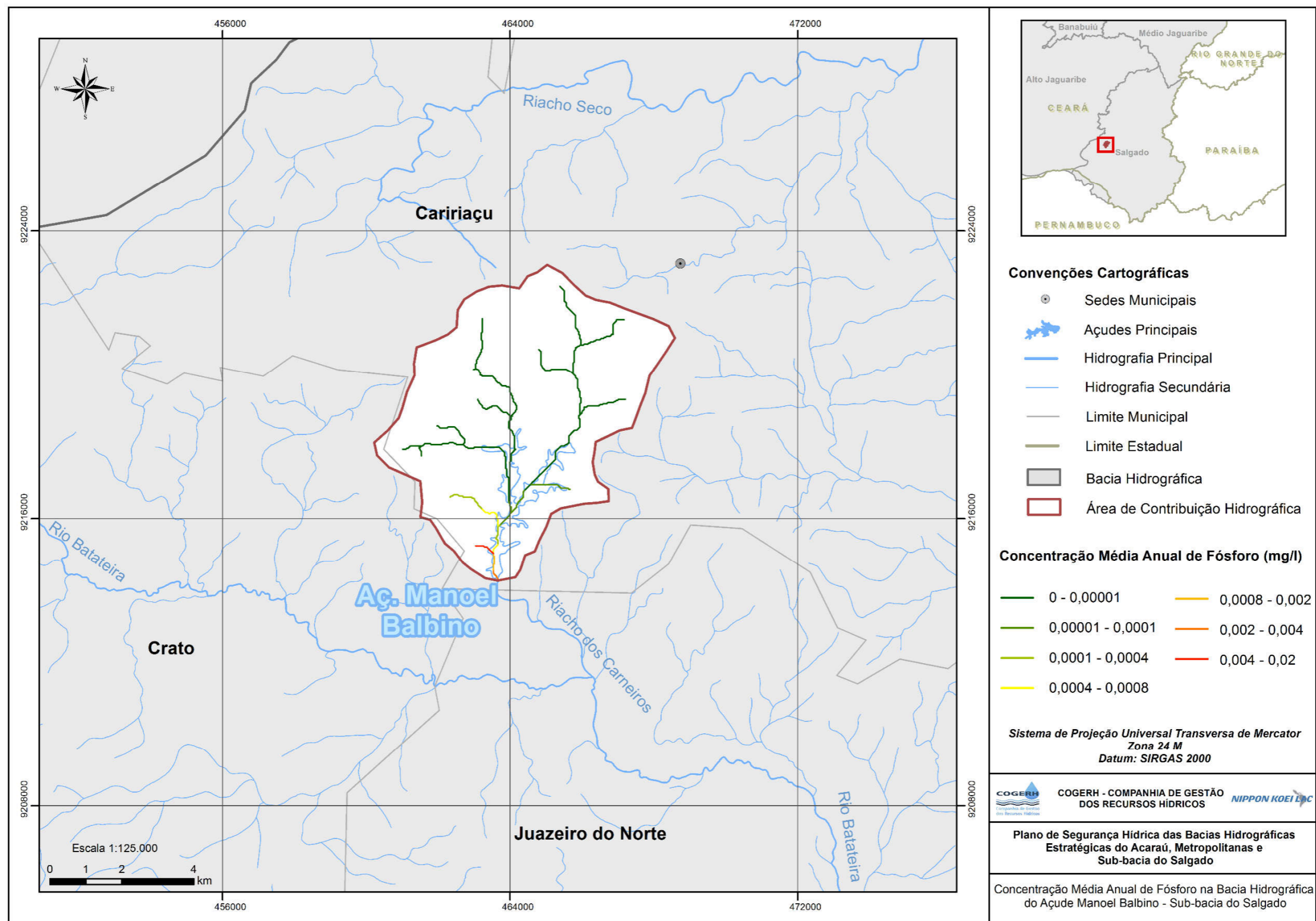
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogerh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 72 - Concentração média anual de fósforo na área de contribuição hidrográfica do reservatório Lima Campos



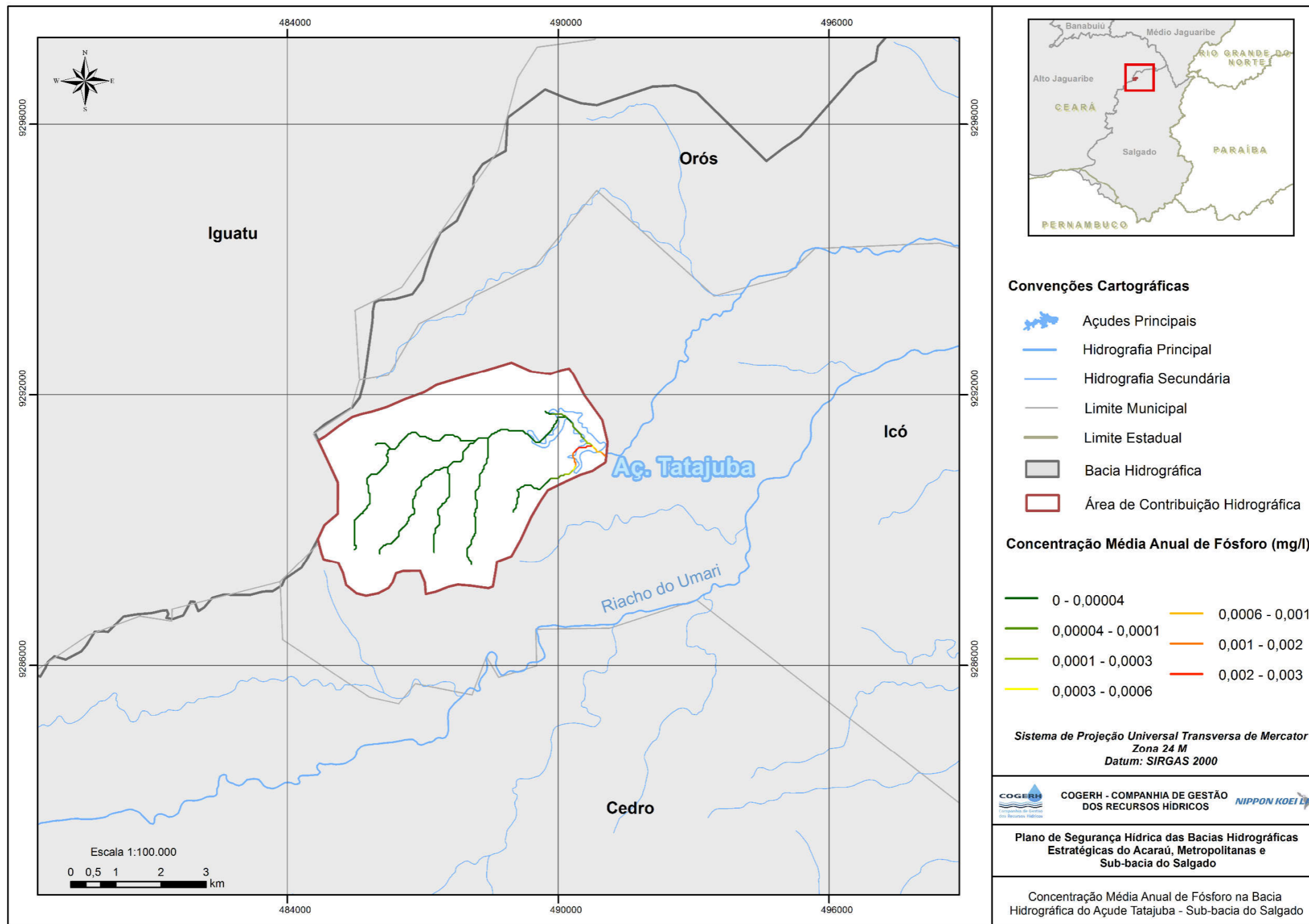
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogerh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 73 - Concentração média anual de fósforo na área de contribuição hidrográfica do reservatório Manoel Balbino



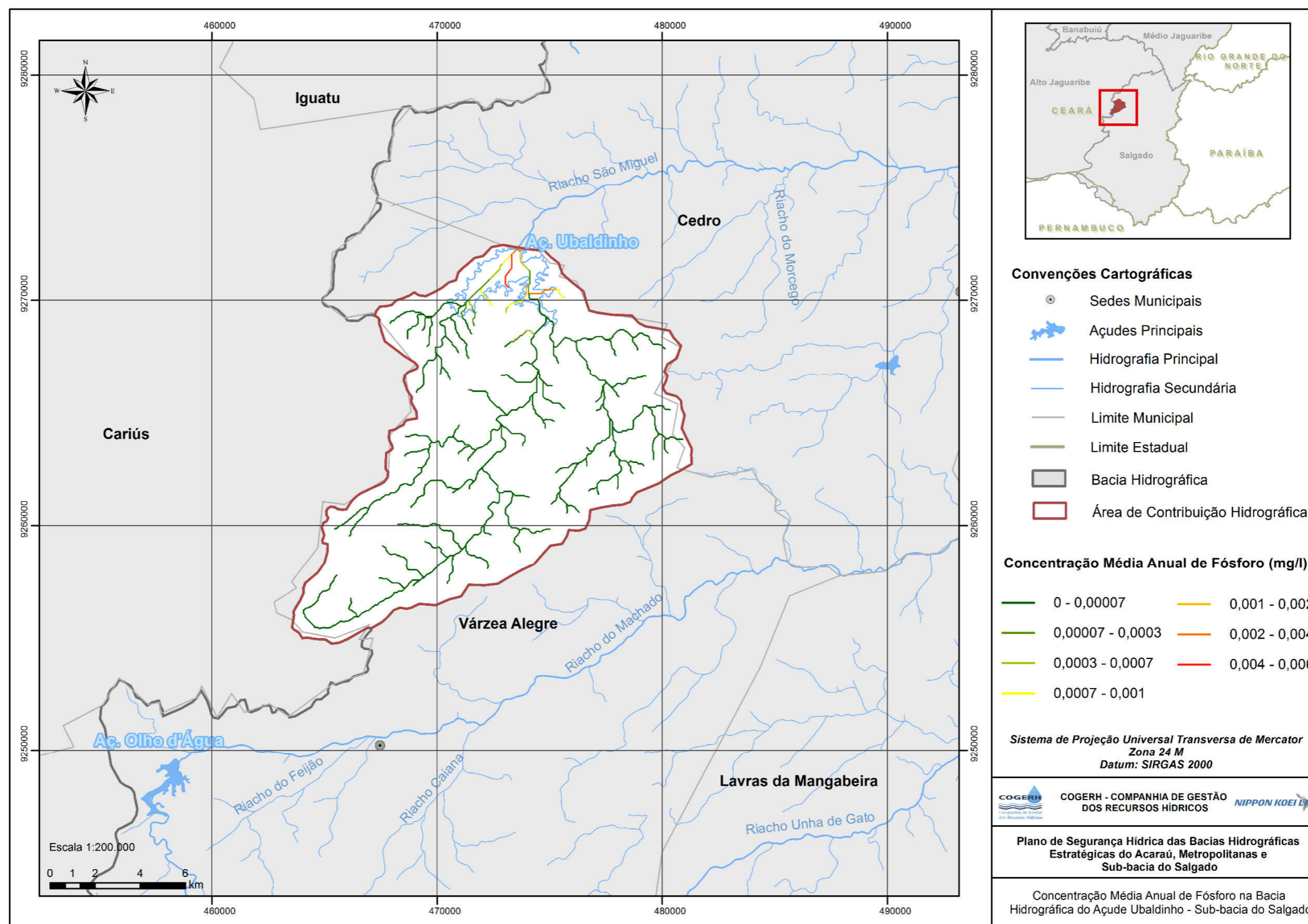
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogerh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 74 - Concentração média anual de fósforo na área de contribuição hidrográfica do reservatório Tatajuba



Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogerh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 75 - Concentração média anual de fósforo na área de contribuição hidrográfica do reservatório Ubaldinho



Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogerh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

### 3.3.2.6. Modelagem espacial distribuída

Com os dados das áreas potenciais de poluição foi realizada a etapa de identificação e quantificação das cargas de fósforo provenientes de fontes pontuais e difusas, baseando-se na carga *per capita* e no tipo de uso e cobertura do solo associados aos coeficientes médios de exportação (Tabela 13) definidos pelo Modelo Matemático de Correlação Uso do Solo/Qualidade da Água (MQUAL), desenvolvido pela Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo (SMA, 2010).

Tabela 13 - Coeficientes médios de exportação de fósforo total adotados no estudo

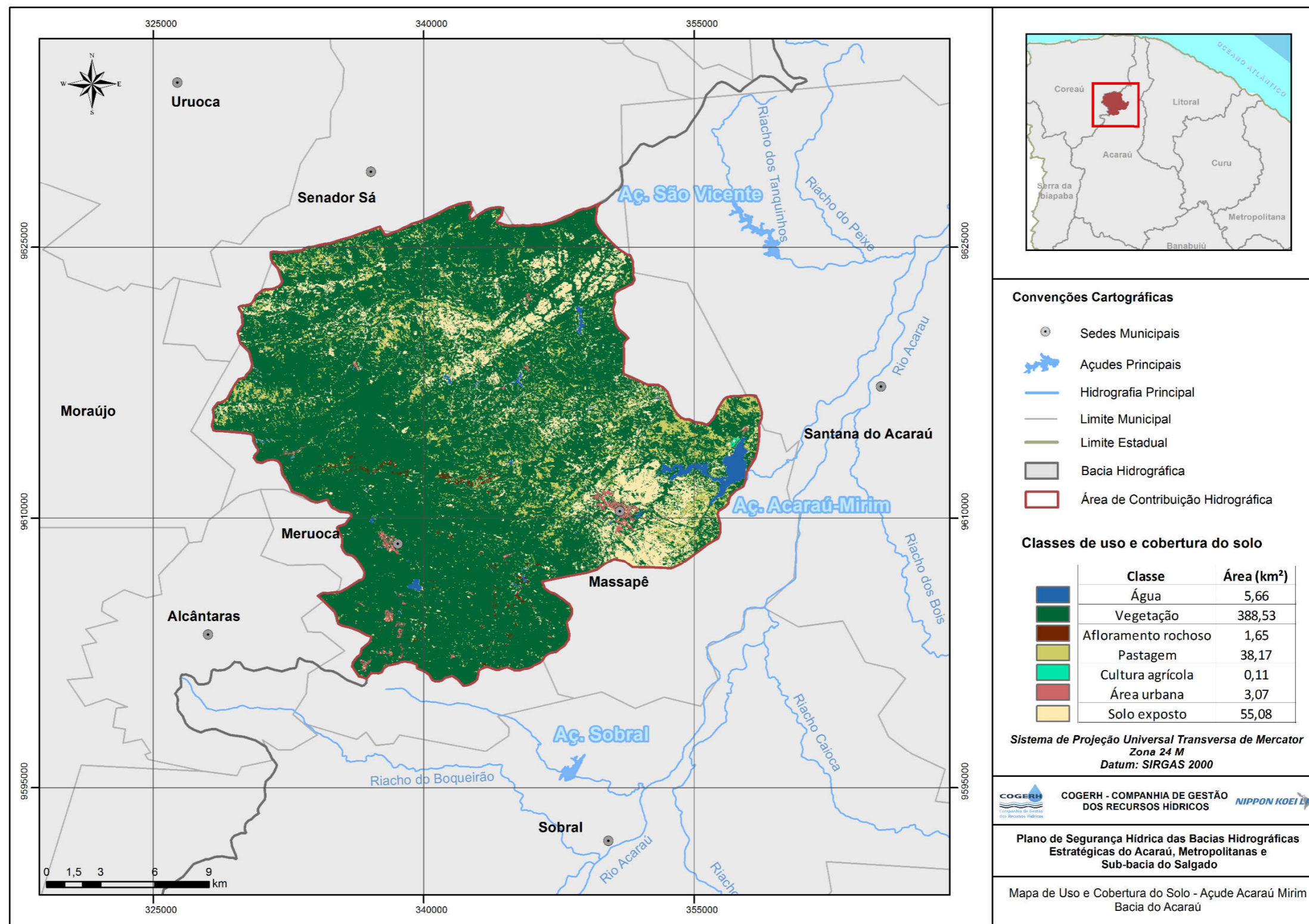
TIPO	FONTE	UNIDADE	FÓSFORO TOTAL
Difusa	Afloramento Rochoso	kg/km <sup>2</sup> .ano	10,22
	Área Urbana		12,41
	Água		0,00
	Cultura Agrícola		126,29
	Vegetação		14,24
	Pastagem		10,22
	Solo Exposto		12,41
Pontual	Carga <i>per capita</i>	kg/hab.ano	0,28

Fonte: adaptado de SMA, 2010.

A estimativa da carga potencial ( $C_p$ ) de fósforo por origem pontual foi feita a partir da quantificação, segundo dados do Censo Demográfico 2010 (IBGE 2010), da população por setor, parcial ou integralmente incluso no limite da bacia hidrográfica do reservatório. O cálculo foi feito conforme descrito no Relatório R10.

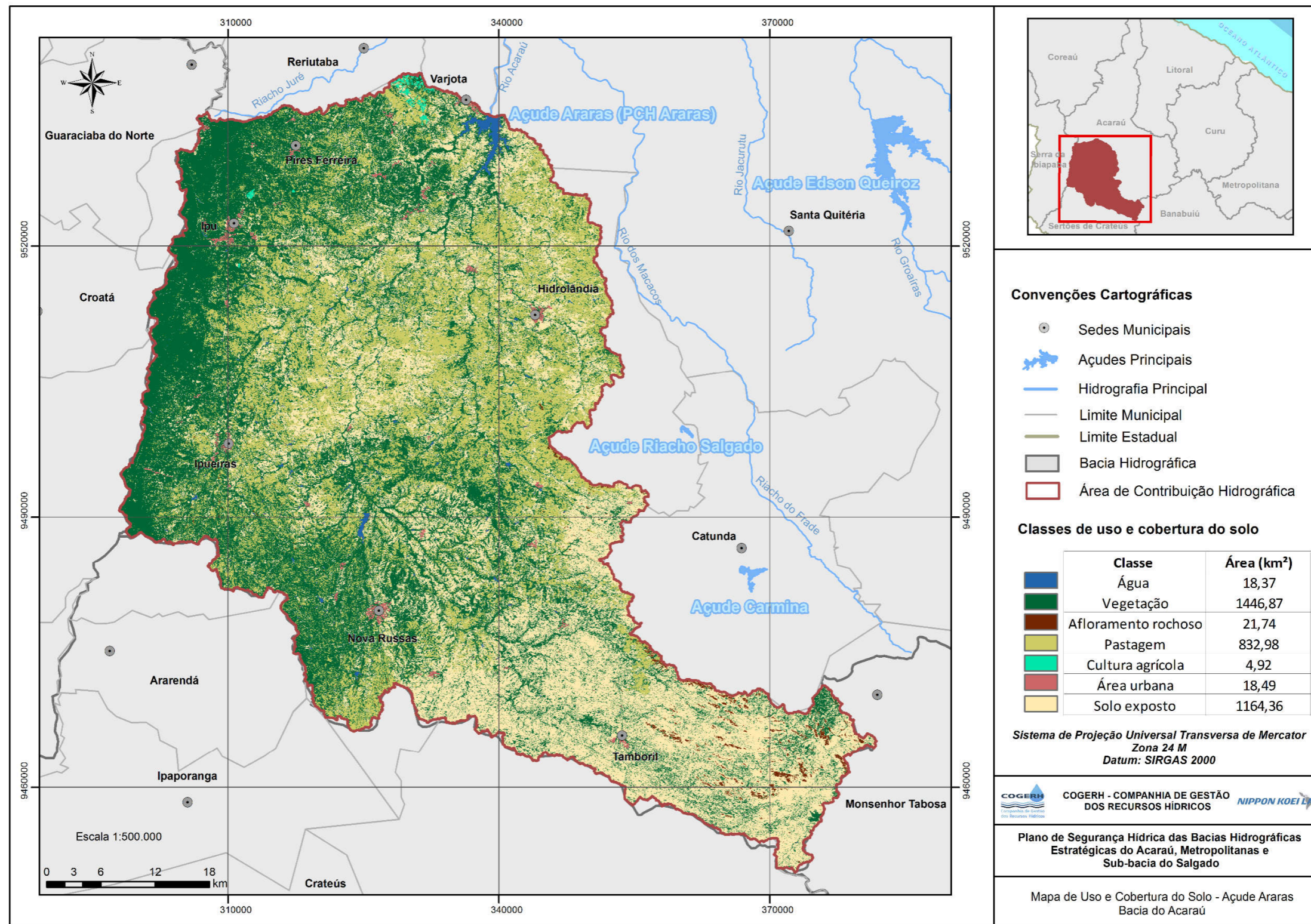
A aplicação do modelo de cargas difusas (igualmente descrito no R10) teve como principal dado de entrada os mapas de uso e cobertura do solo da área de contribuição hidrográfica de cada reservatório, conforme mostram as Figuras 76 a 90.

Figura 76 - Mapa de uso e cobertura do solo da área de contribuição hidrográfica do reservatório Acaraú Mirim



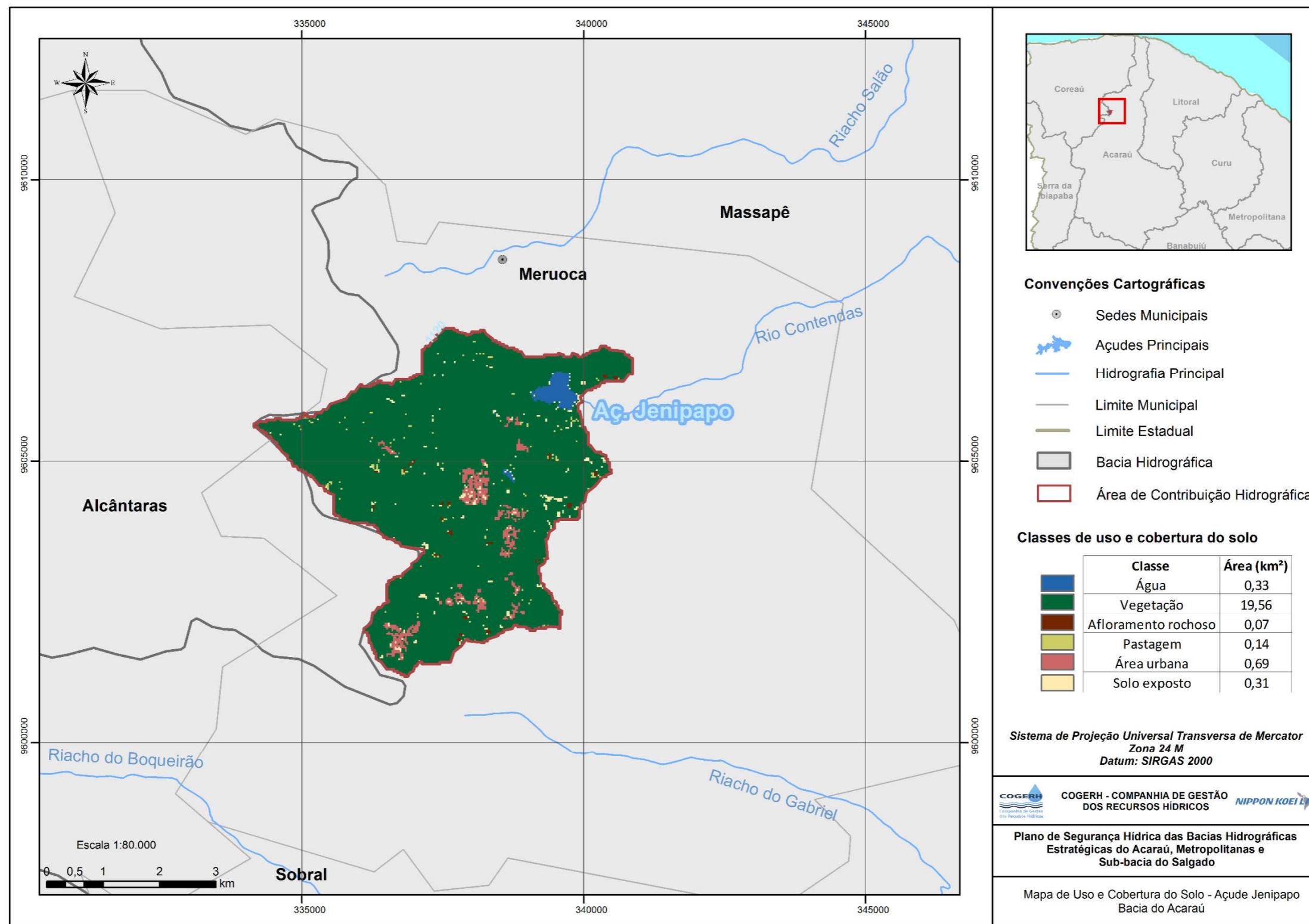
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogerh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 77 - Mapa de uso e cobertura do solo da área de contribuição hidrográfica do reservatório Araras



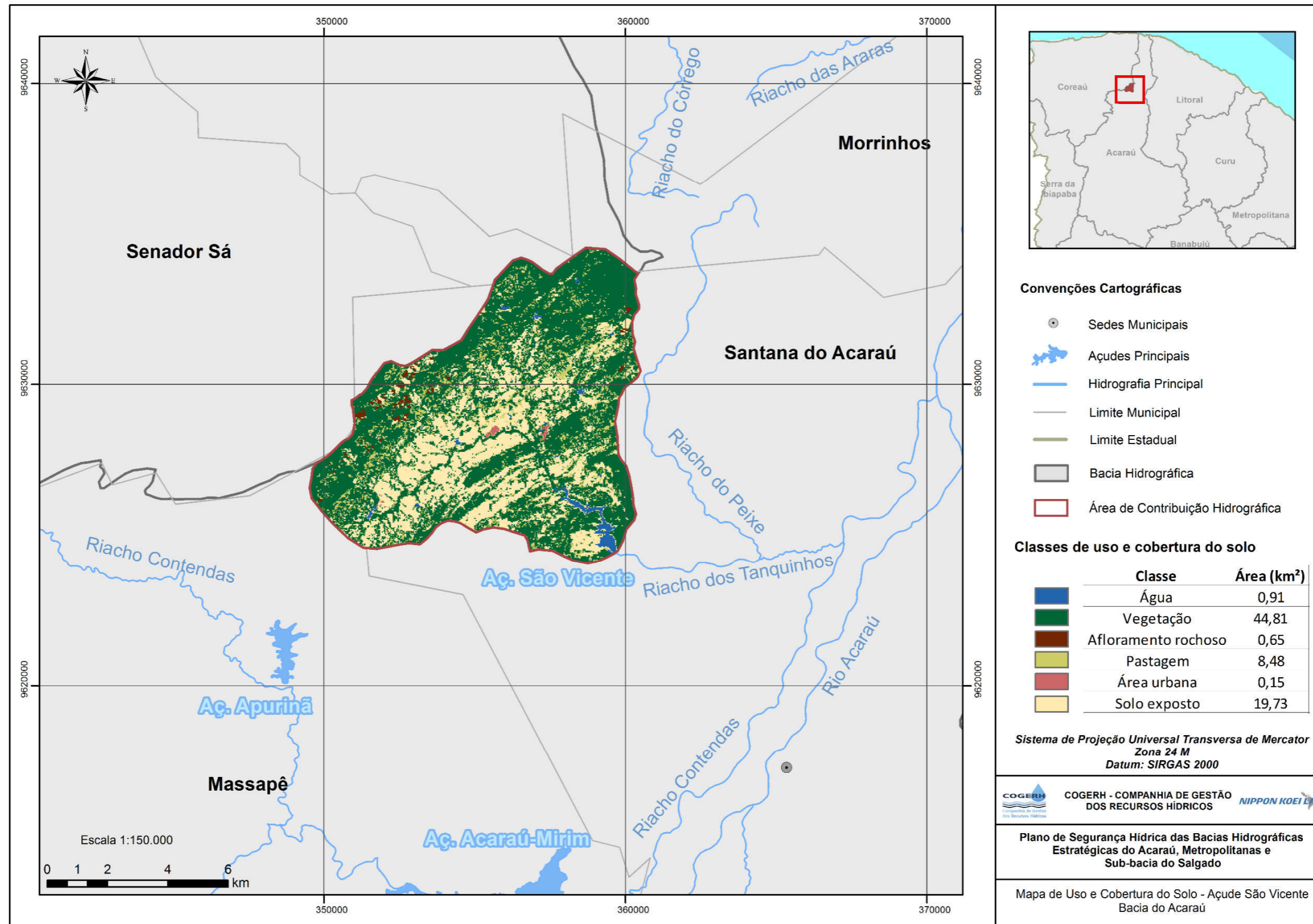
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogerh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 78 - Mapa de uso e cobertura do solo da área de contribuição hidrográfica do reservatório Jenipapo



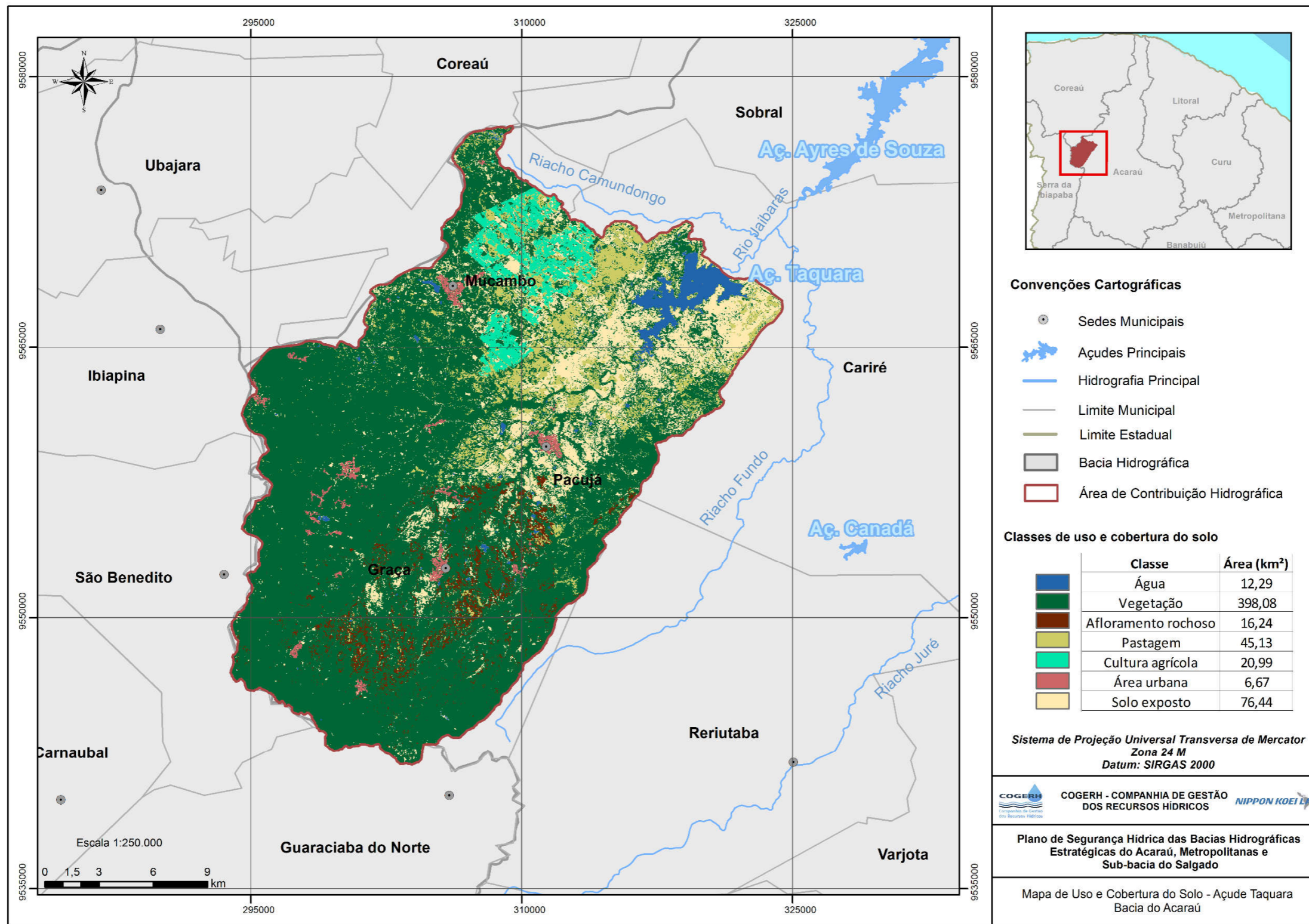
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogerh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 79 - Mapa de uso e cobertura do solo da área de contribuição hidrográfica do reservatório São Vicente



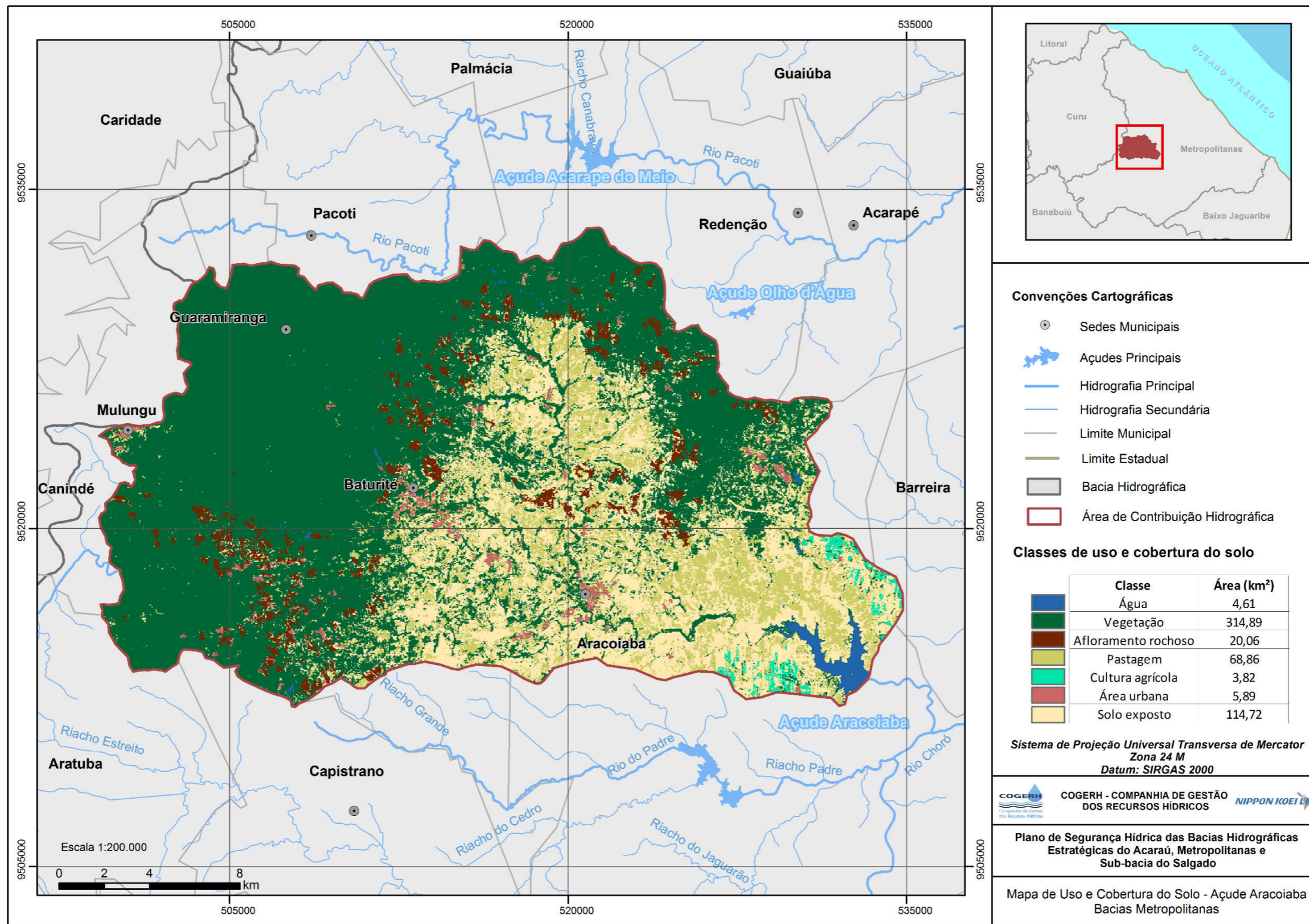
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogerh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 80 - Mapa de uso e cobertura do solo da área de contribuição hidrográfica do reservatório Taquara



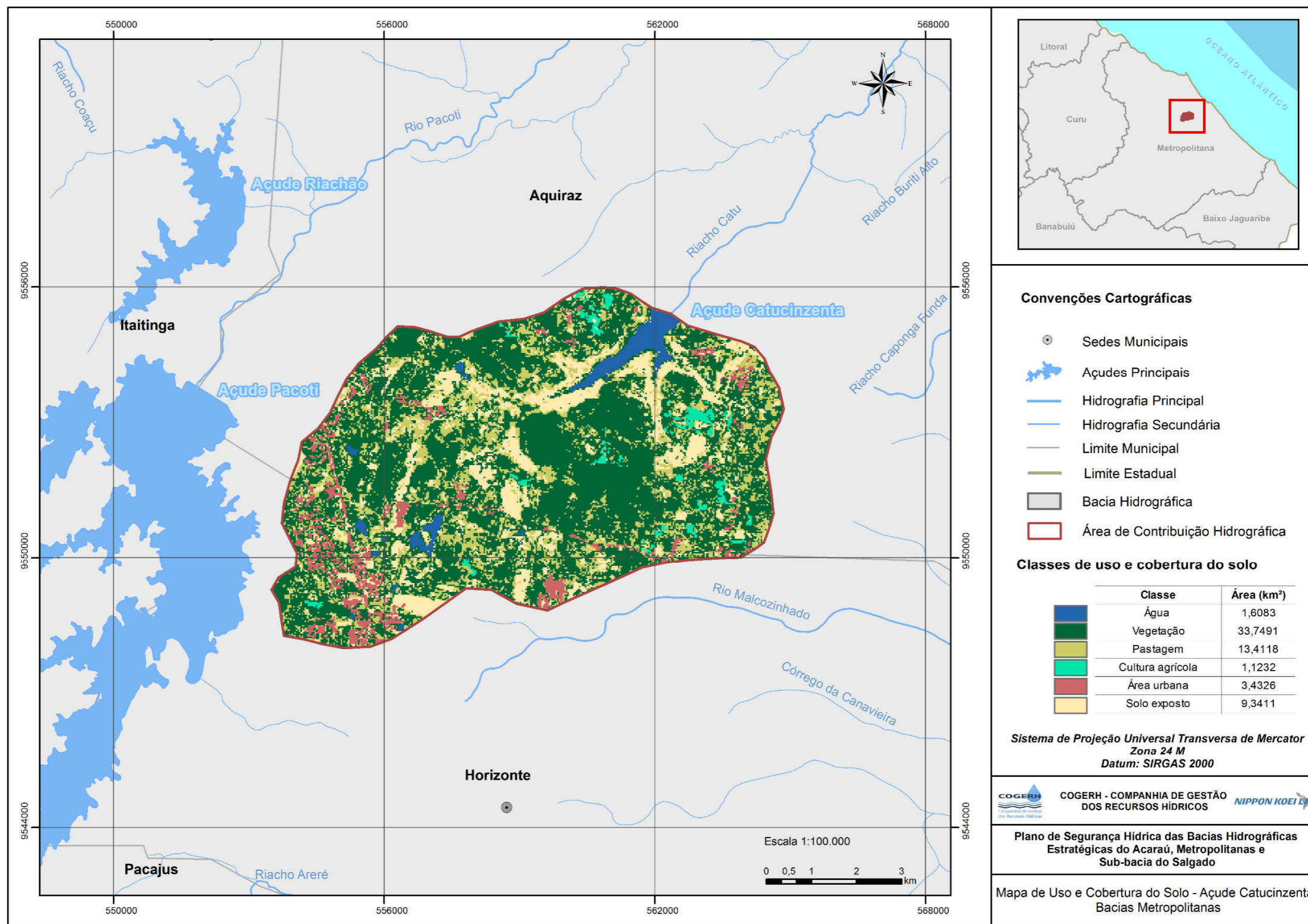
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogerh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 81 - Mapa de uso e cobertura do solo da área de contribuição hidrográfica do reservatório Aracoíaba



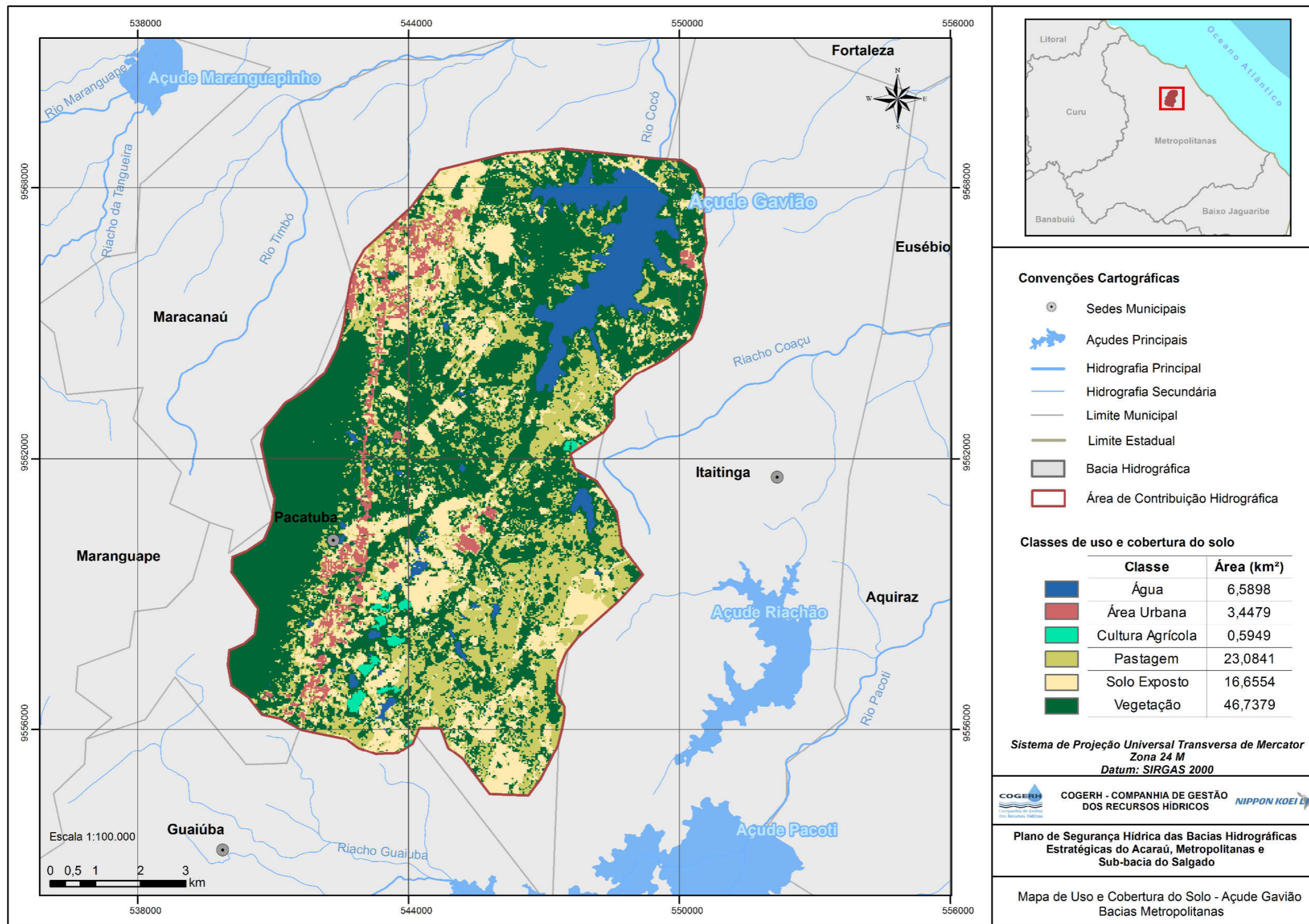
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogerh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 82 - Mapa de uso e cobertura do solo da área de contribuição hidrográfica do reservatório Catucinzenta



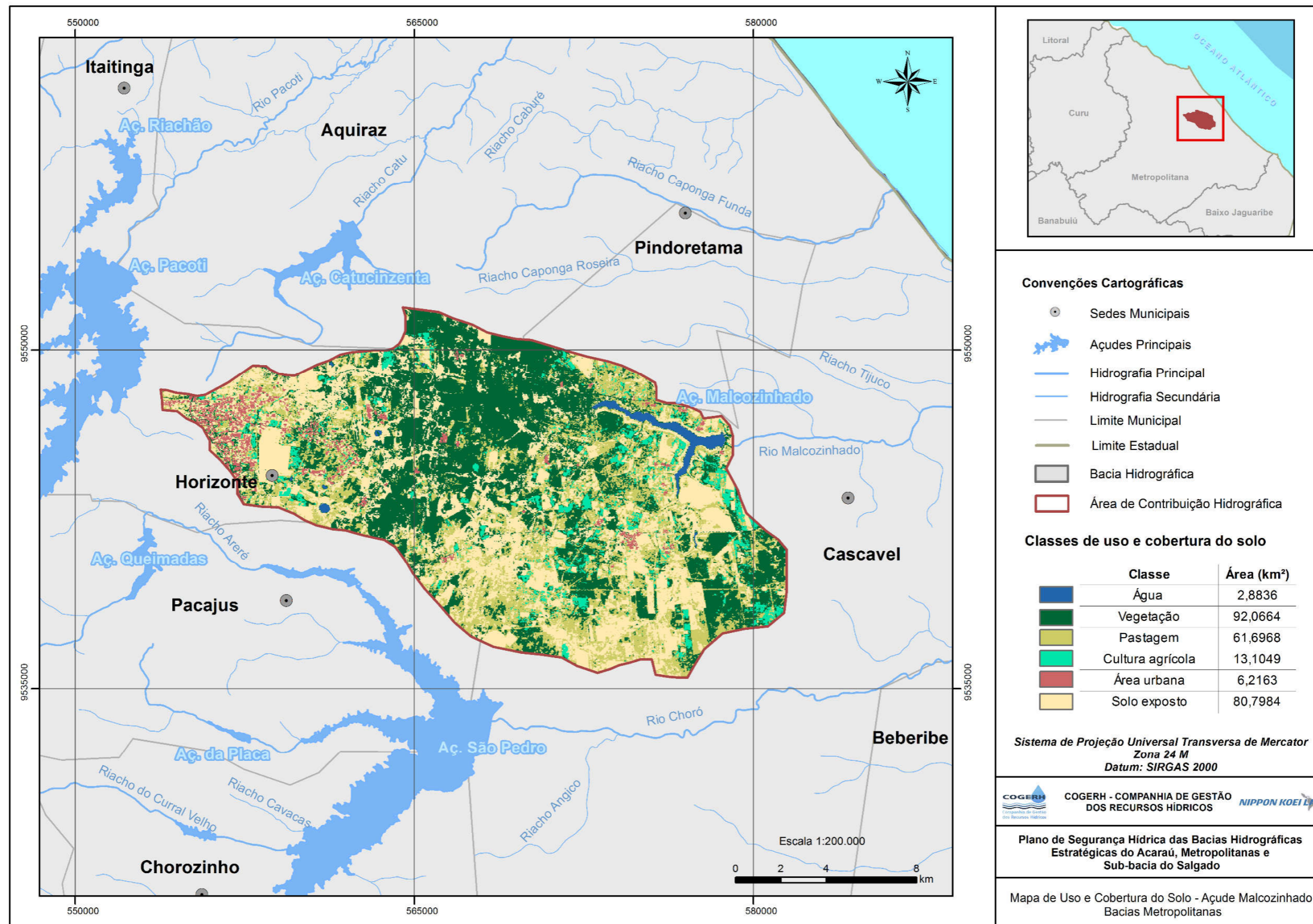
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogerh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 83 - Mapa de uso e cobertura do solo da área de contribuição hidrográfica do reservatório Gavião



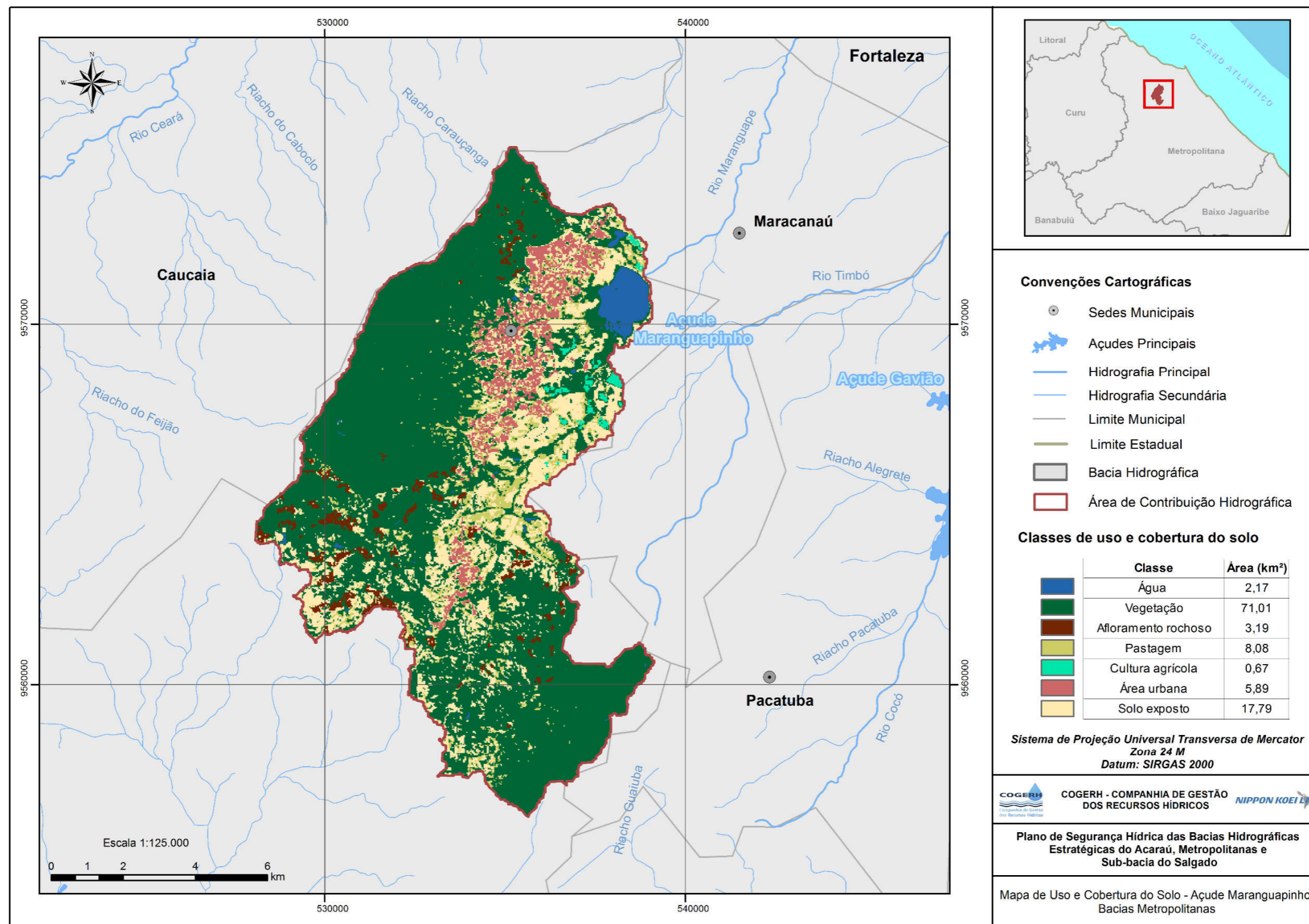
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogeh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 84 - Mapa de uso e cobertura do solo da área de contribuição hidrográfica do reservatório Malcozinhado



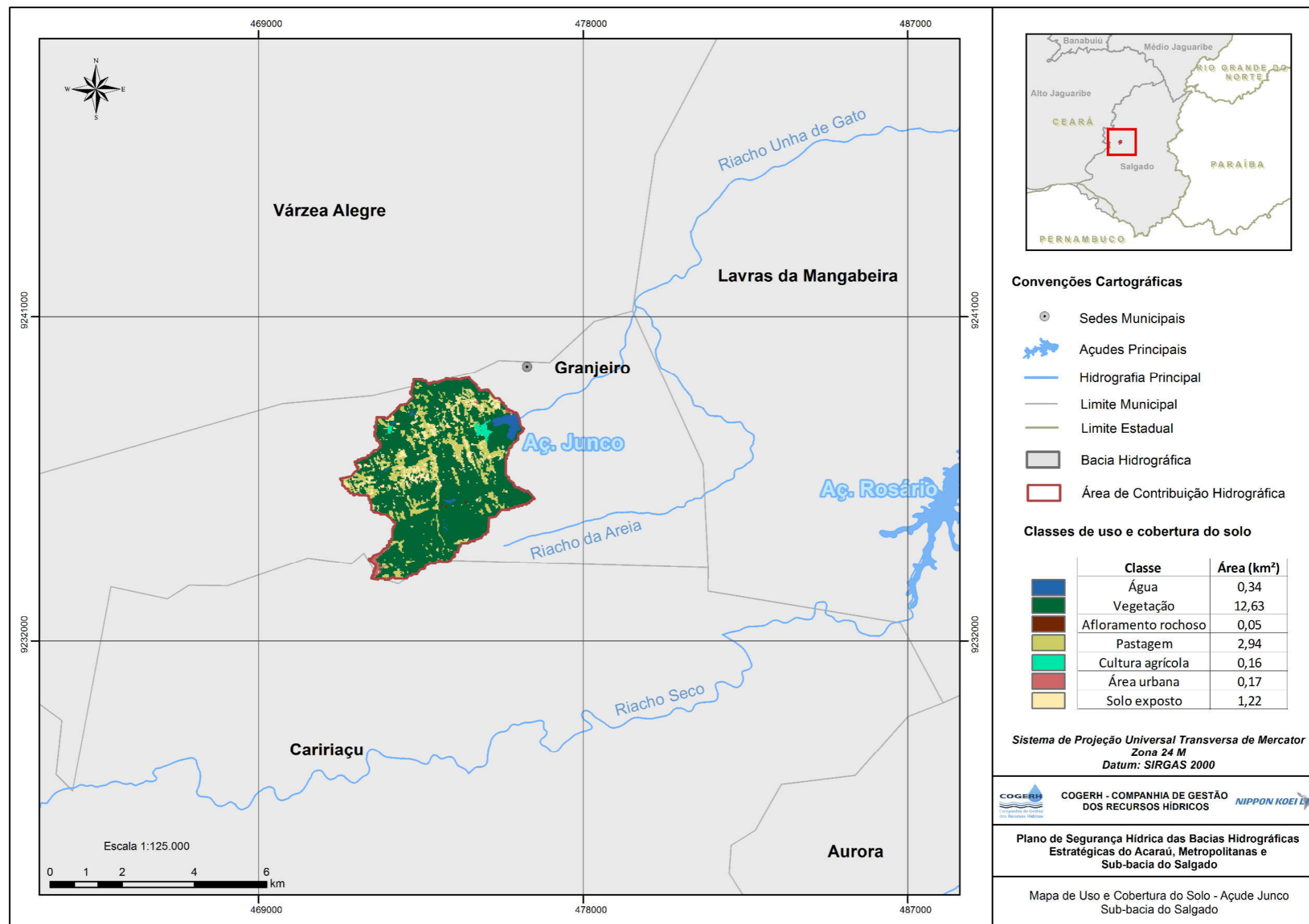
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogerh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 85 - Mapa de uso e cobertura do solo da área de contribuição hidrográfica do reservatório Maranguapinho



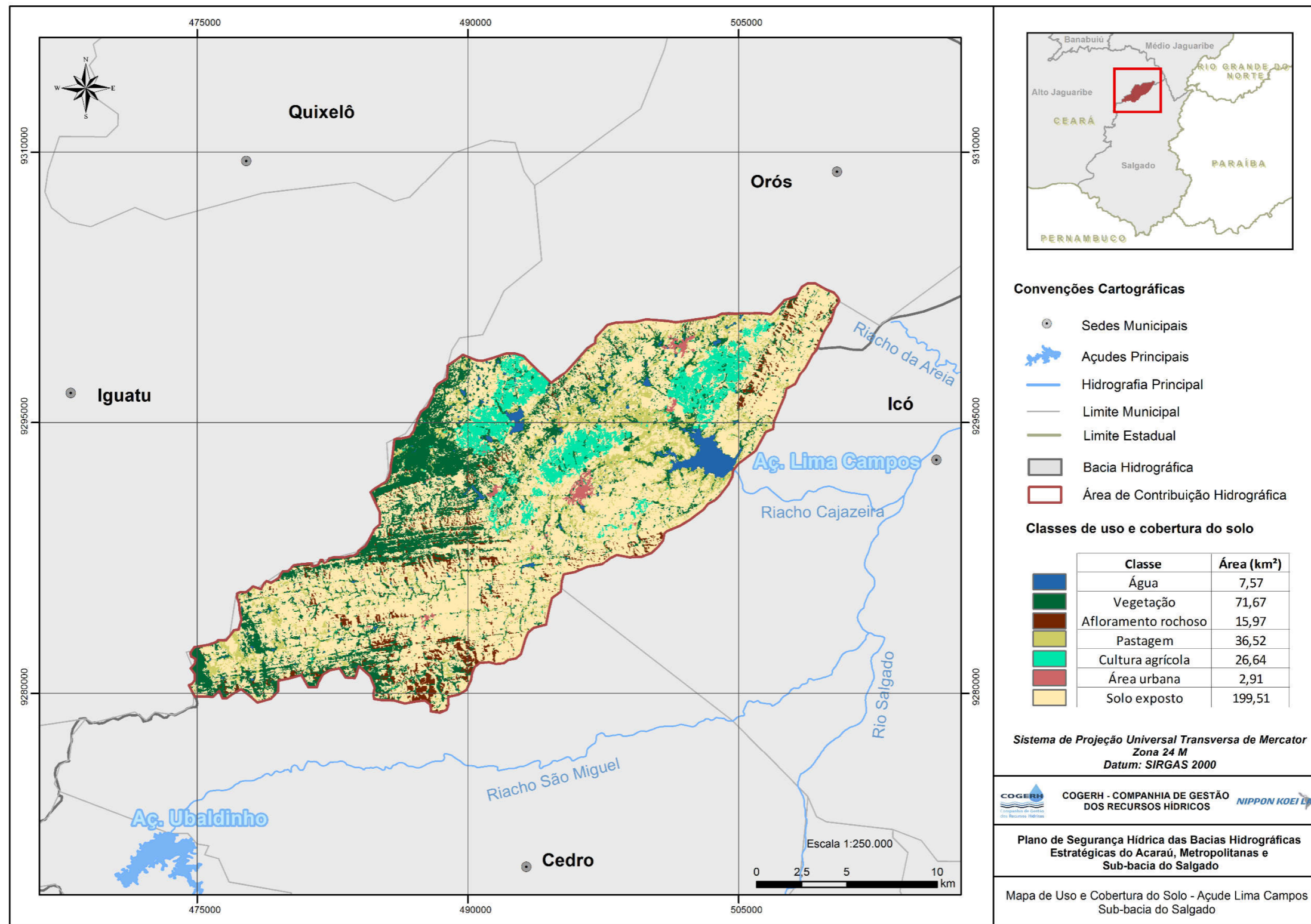
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogerh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 86 - Mapa de uso e cobertura do solo da área de contribuição hidrográfica do reservatório Junco



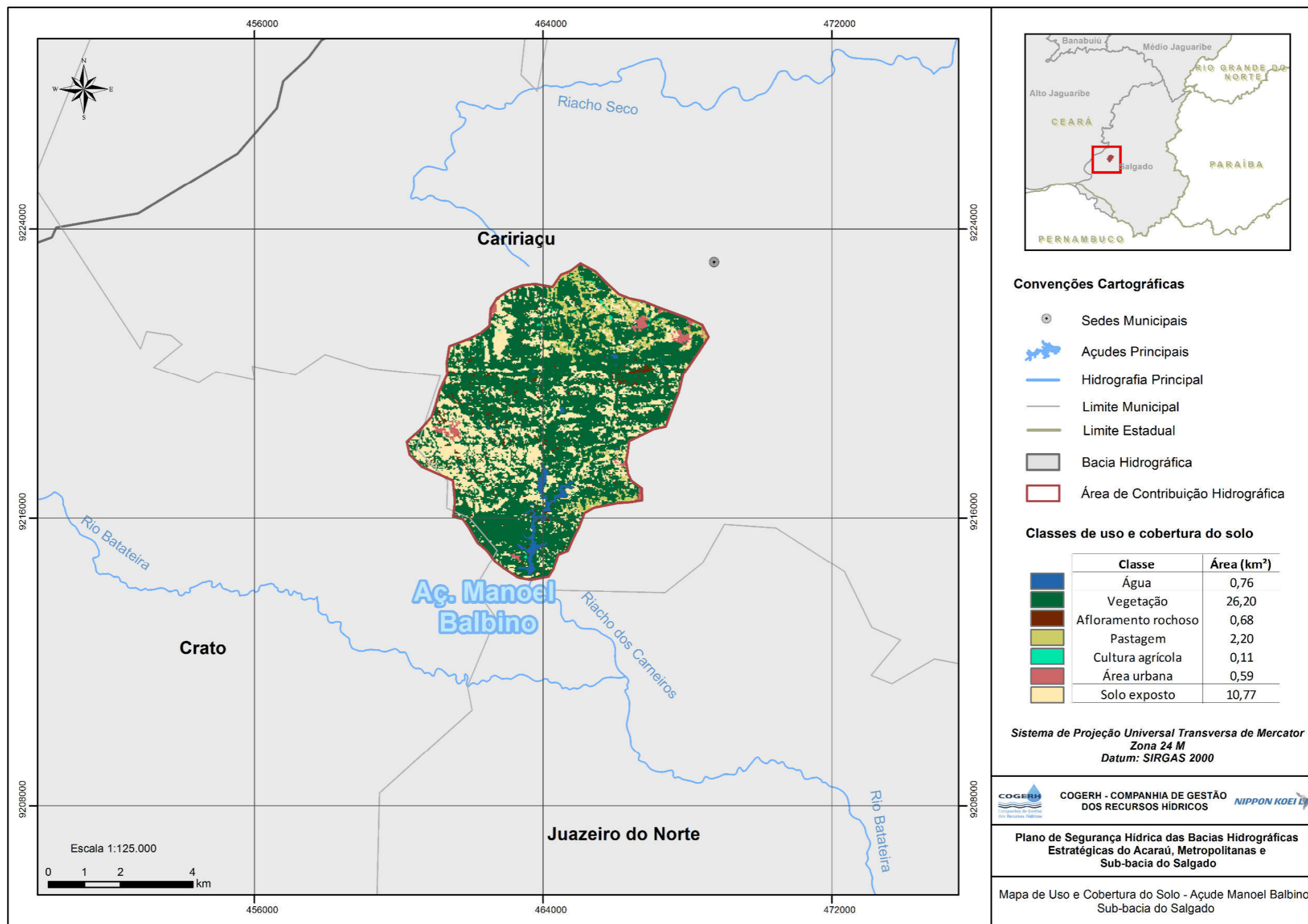
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogerh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 87 - Mapa de uso e cobertura do solo da área de contribuição hidrográfica do reservatório Lima Campos



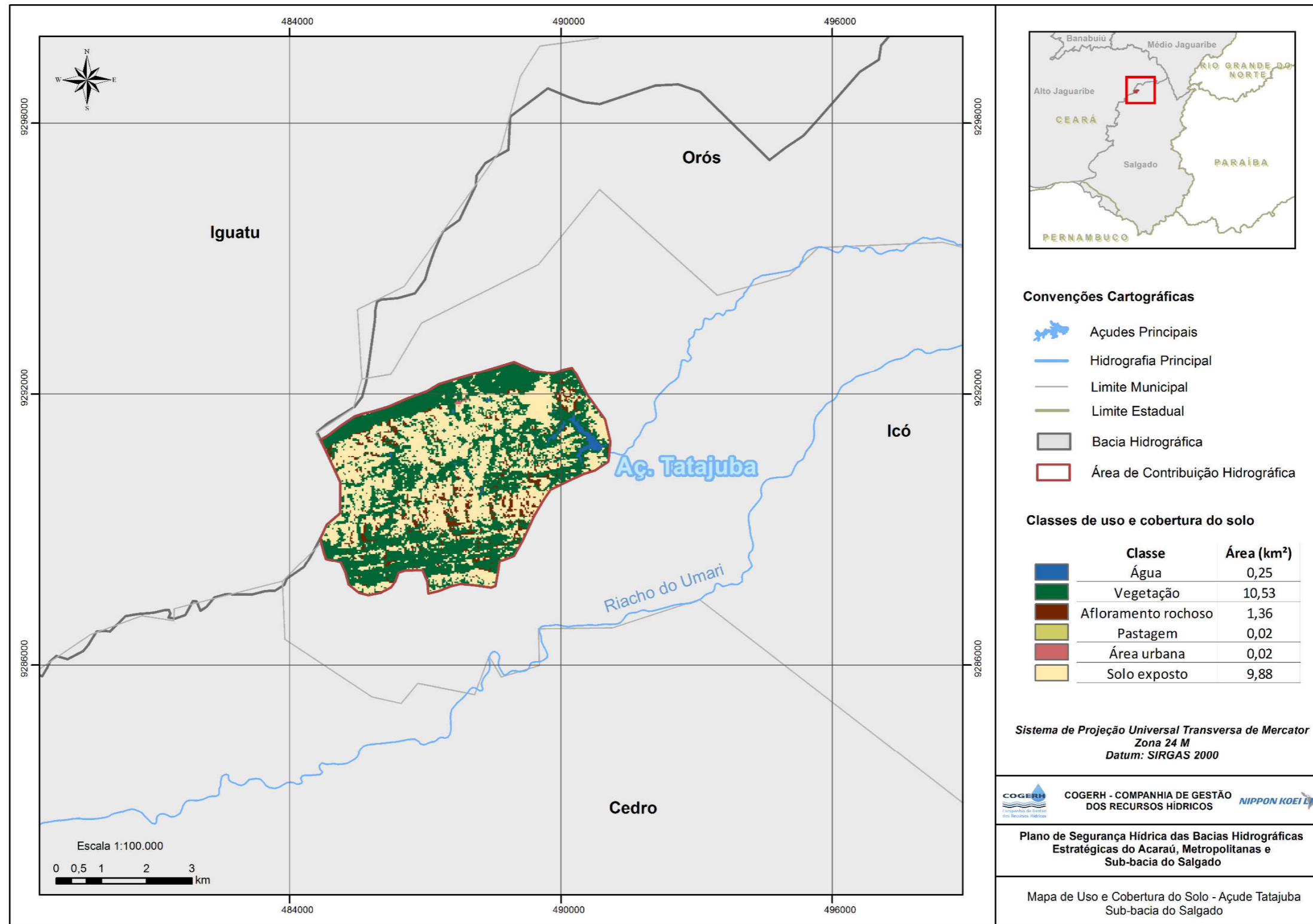
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogeh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 88 - Mapa de uso e cobertura do solo da área de contribuição hidrográfica do reservatório Manoel Balbino



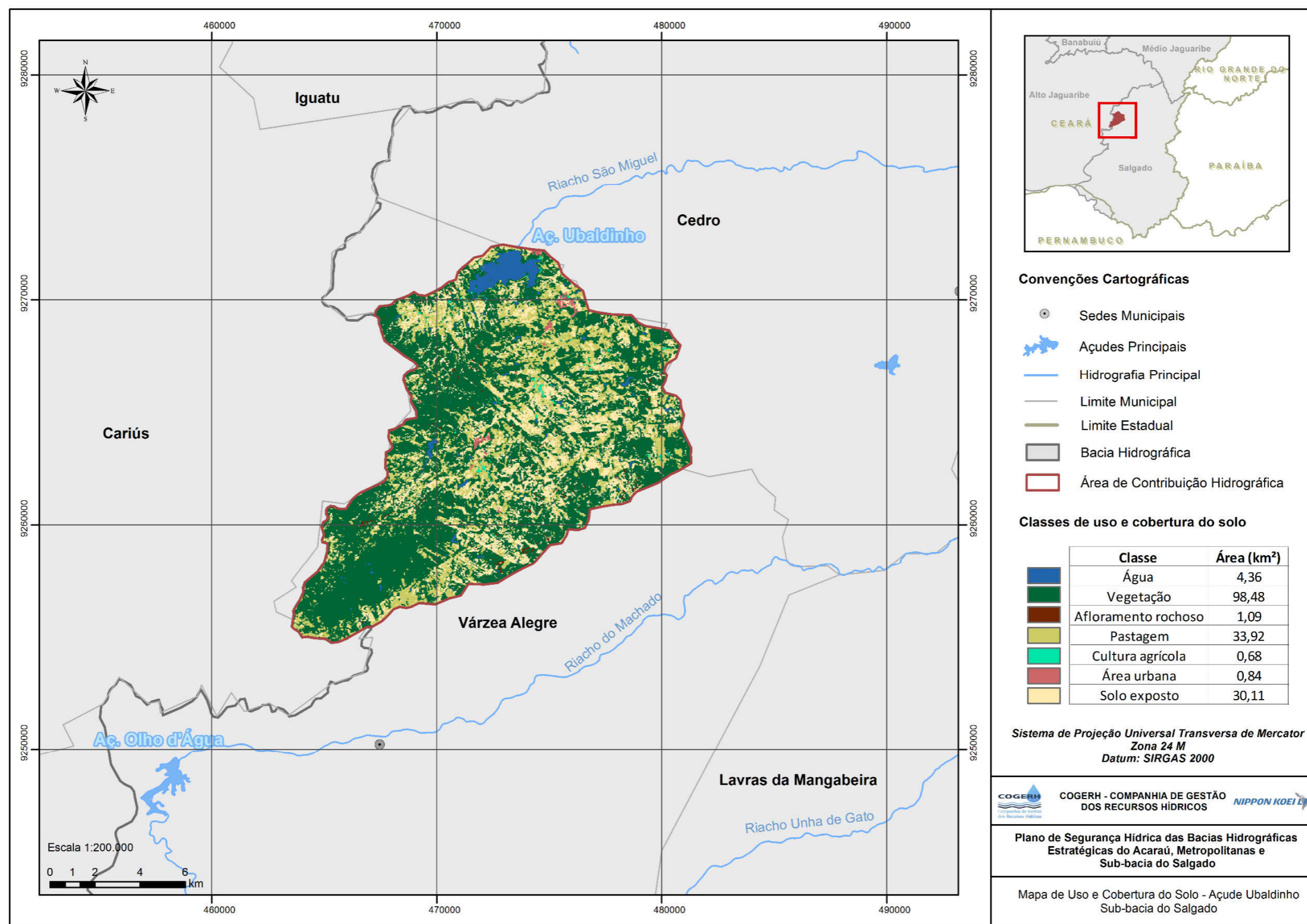
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogerh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 89 - Mapa de uso e cobertura do solo da área de contribuição hidrográfica do reservatório Tatajuba



Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogerh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 90 - Mapa de uso e cobertura do solo da área de contribuição hidrográfica do reservatório Ubaldinho



Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogerh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.



**ipece**

INSTITUTO DE PESQUISA E GESTÃO TECNOLÓGICA DO CEARÁ

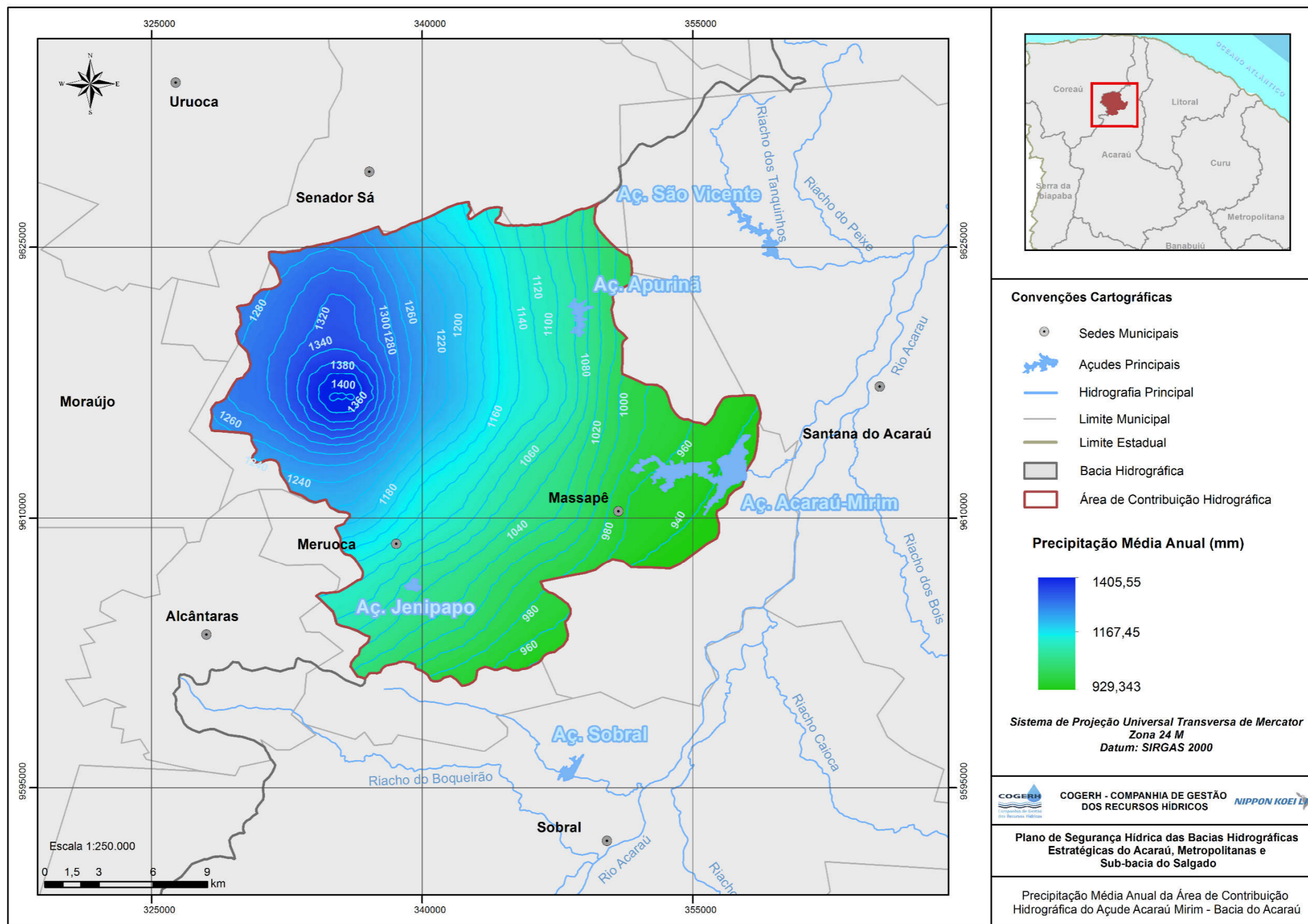


**GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ**  
*Secretaria dos Recursos Hídricos*

Conforme explicado no Relatório R10, o plano de informação da vazão média de longo curso é construído em ambiente de geoprocessamento a partir do plano que diz respeito à precipitação média anual por área de drenagem. O plano de informação relativo ao regime de chuva na área de interesse foi gerado através da espacialização de dados de precipitação obtidos do banco de dados dos *Estudos Pluviométricos* desenvolvidos no âmbito do *"Estudo para refinamento do balanço hídrico e definir diretrizes, metodologias e ferramenta para subsidiar o estabelecimento de regras operativas para 204 reservatórios localizados na região semiárida, contemplando estimativas de oferta hídrica e demandas associadas, criação de base de dados e aplicação de ferramenta de suporte e decisão"*, ANA (2016). As Figuras 91 a 105 ilustram o mapeamento para cada um dos reservatórios focados.

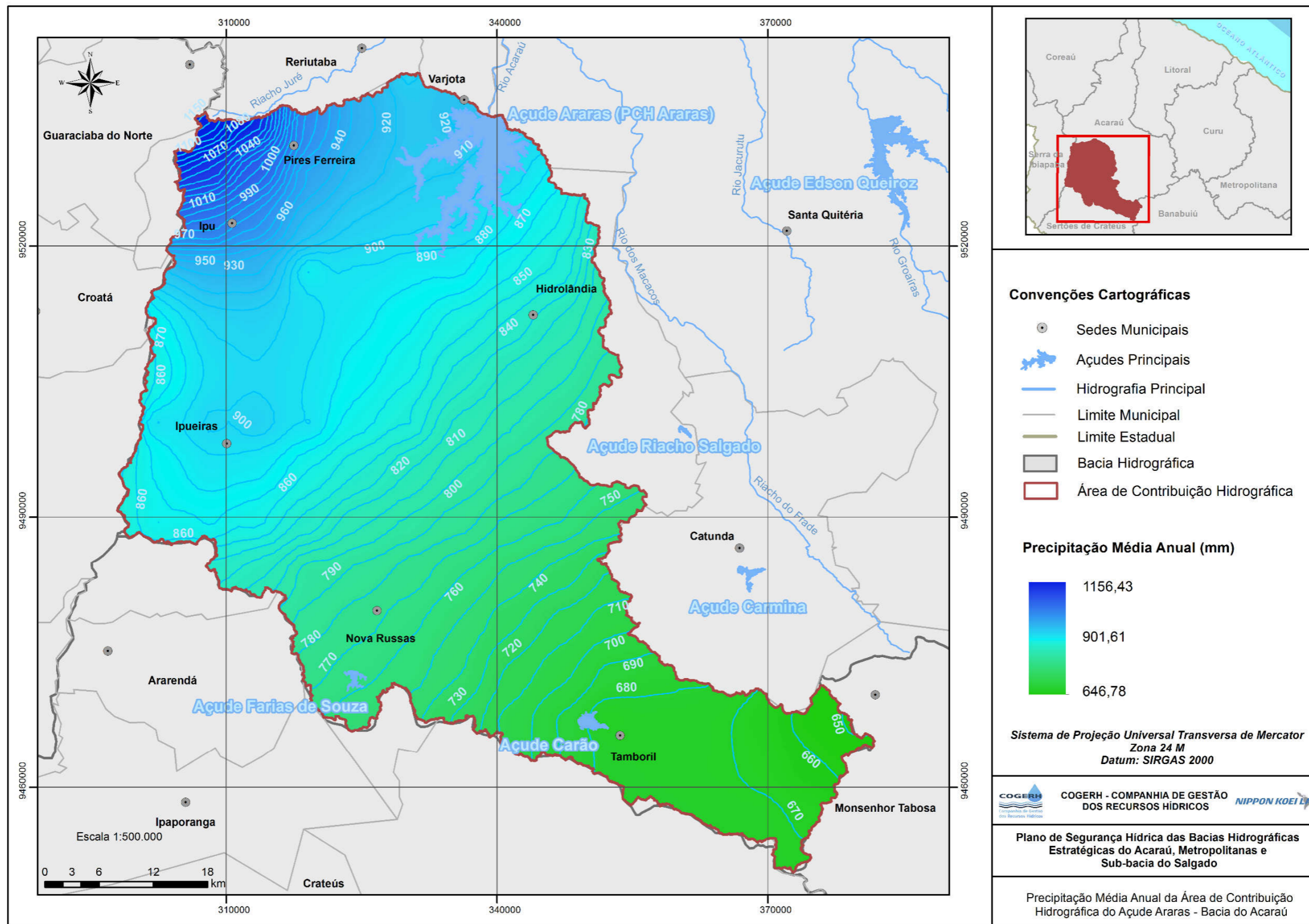


Figura 91 - Precipitação média anual da área de contribuição hidrográfica do reservatório Acaraú Mirim



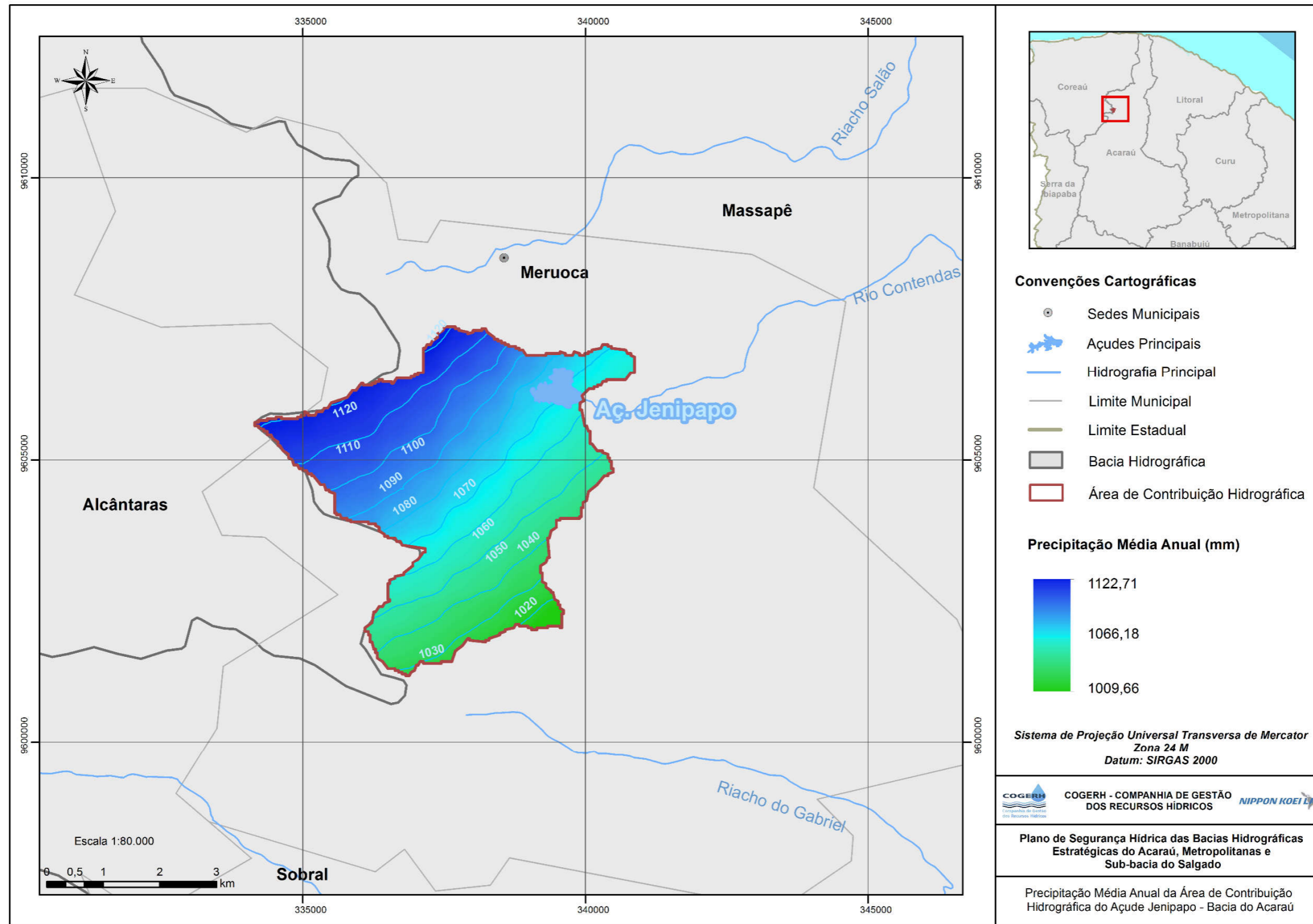
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogeh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 92 - Precipitação média anual da área de contribuição hidrográfica do reservatório Araras



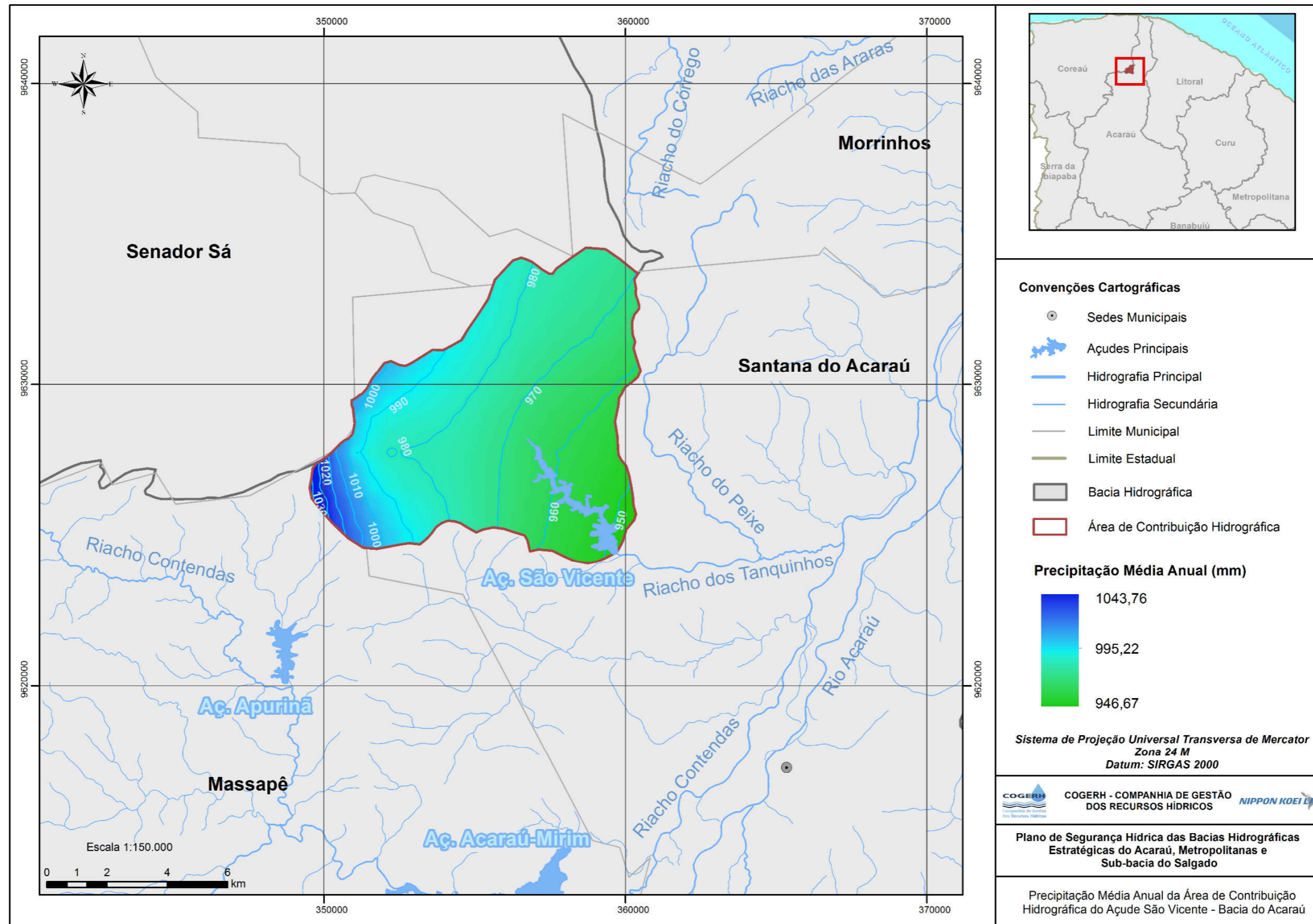
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogerh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 93 - Precipitação média anual da área de contribuição hidrográfica do reservatório Jenipapo



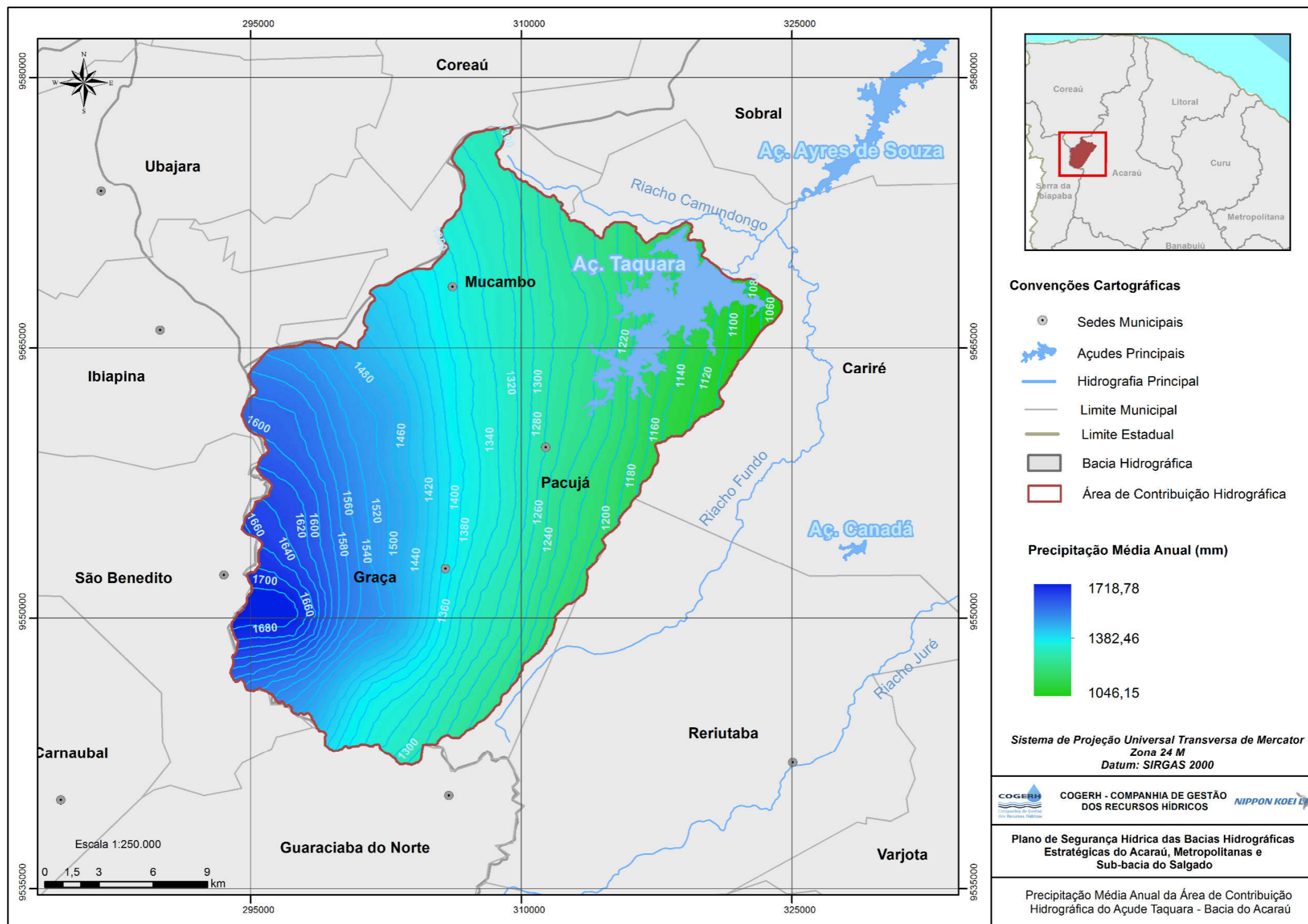
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogerh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 94 - Precipitação média anual da área de contribuição hidrográfica do reservatório São Vicente



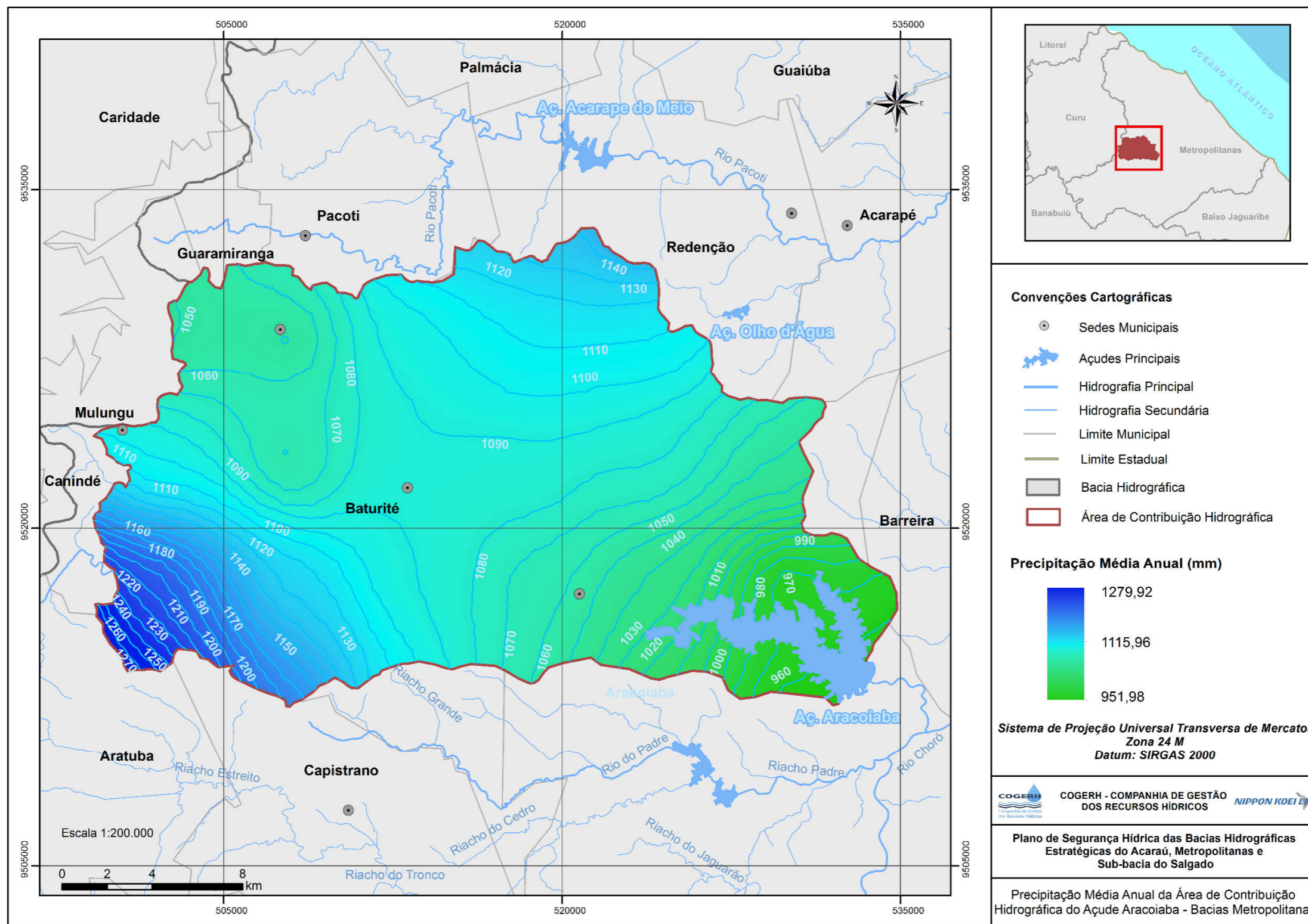
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogerh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 95 - Precipitação média anual da área de contribuição hidrográfica do reservatório Taquara



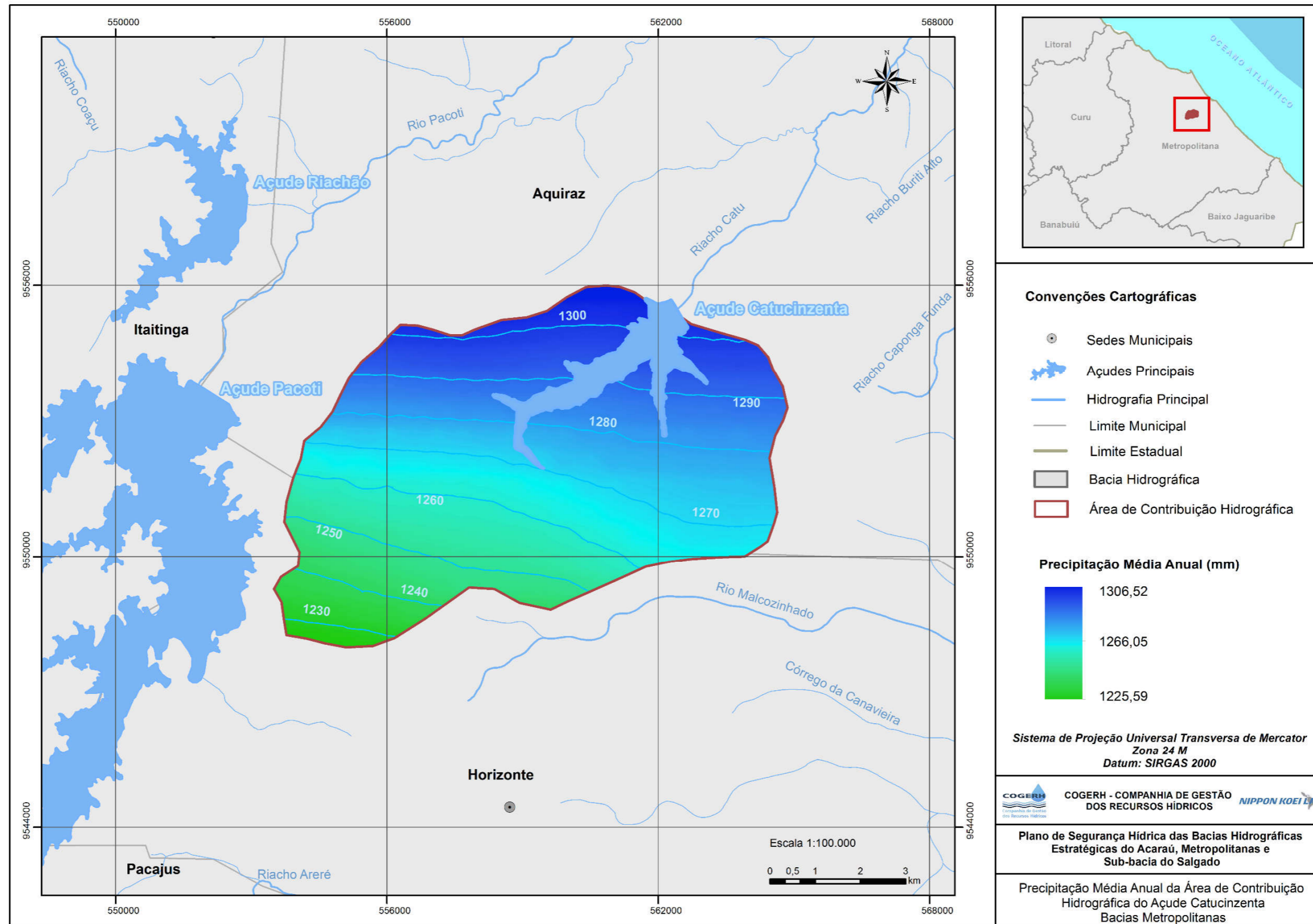
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogerh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 96 - Precipitação média anual da área de contribuição hidrográfica do reservatório Aracoiaba



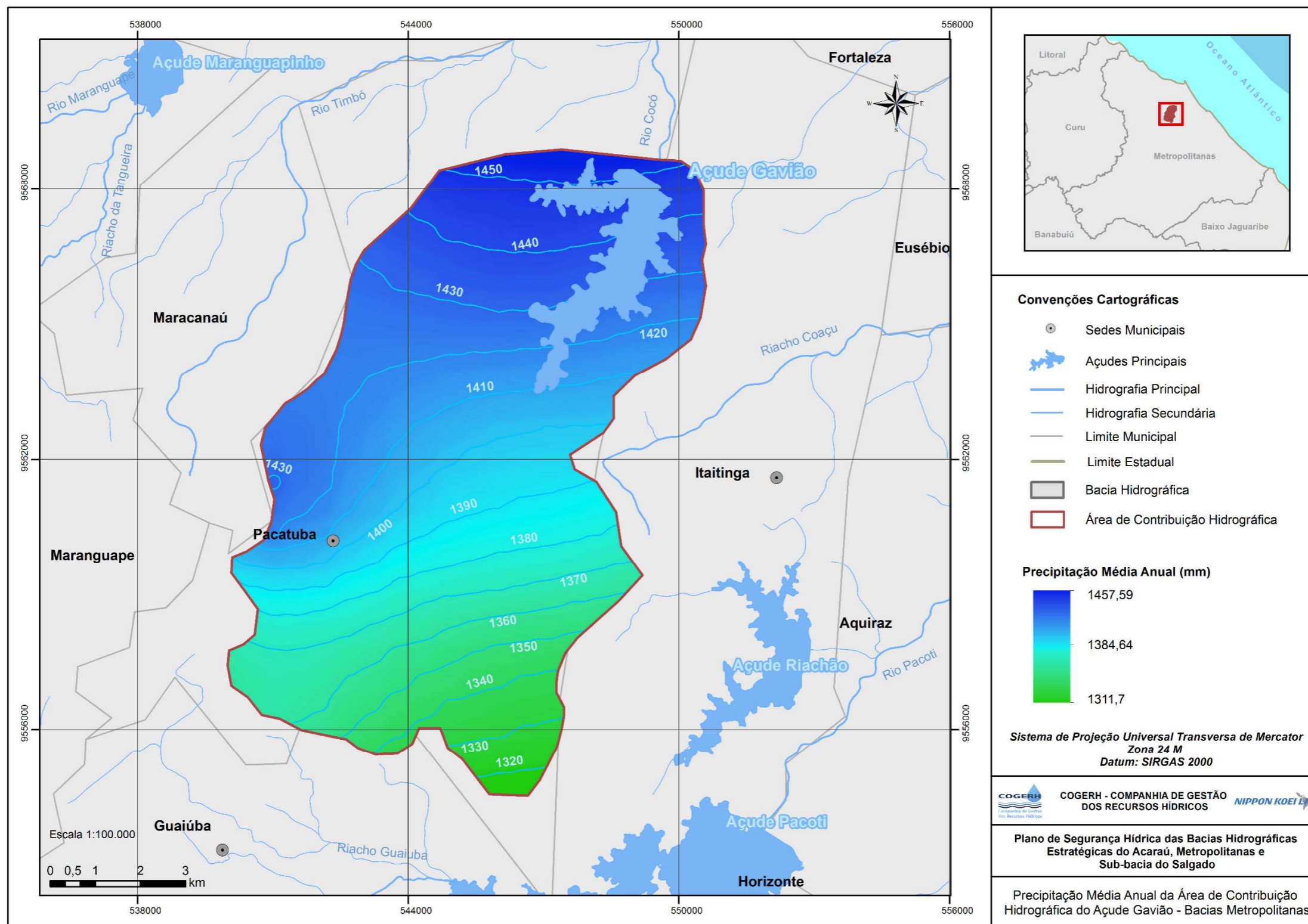
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogerh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 97 - Precipitação média anual da área de contribuição hidrográfica do reservatório Catucinzenta



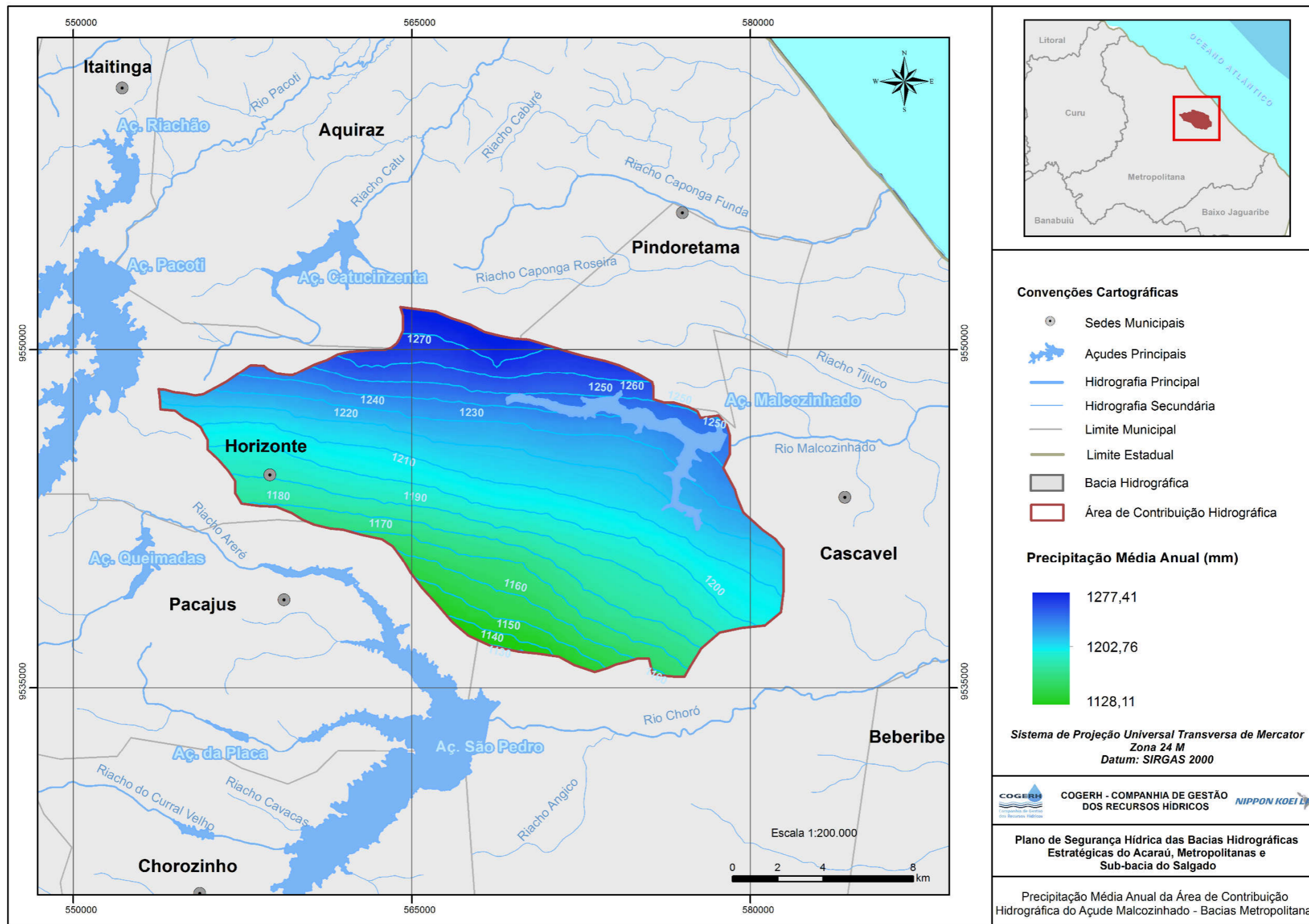
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogerh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 98 - Precipitação média anual da área de contribuição hidrográfica do reservatório Gavião



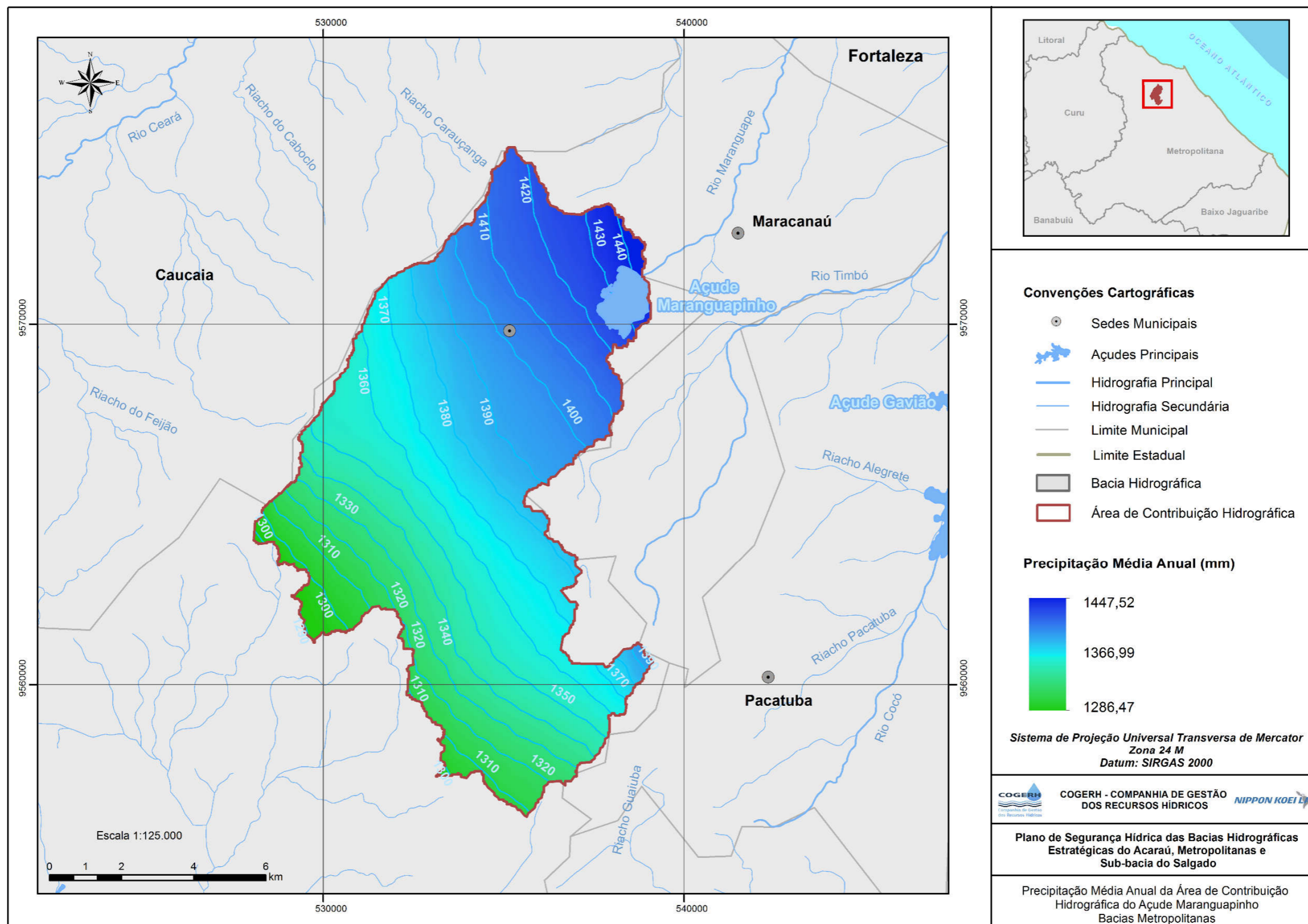
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogeh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 99 - Precipitação média anual da área de contribuição hidrográfica do reservatório Malcozinhado



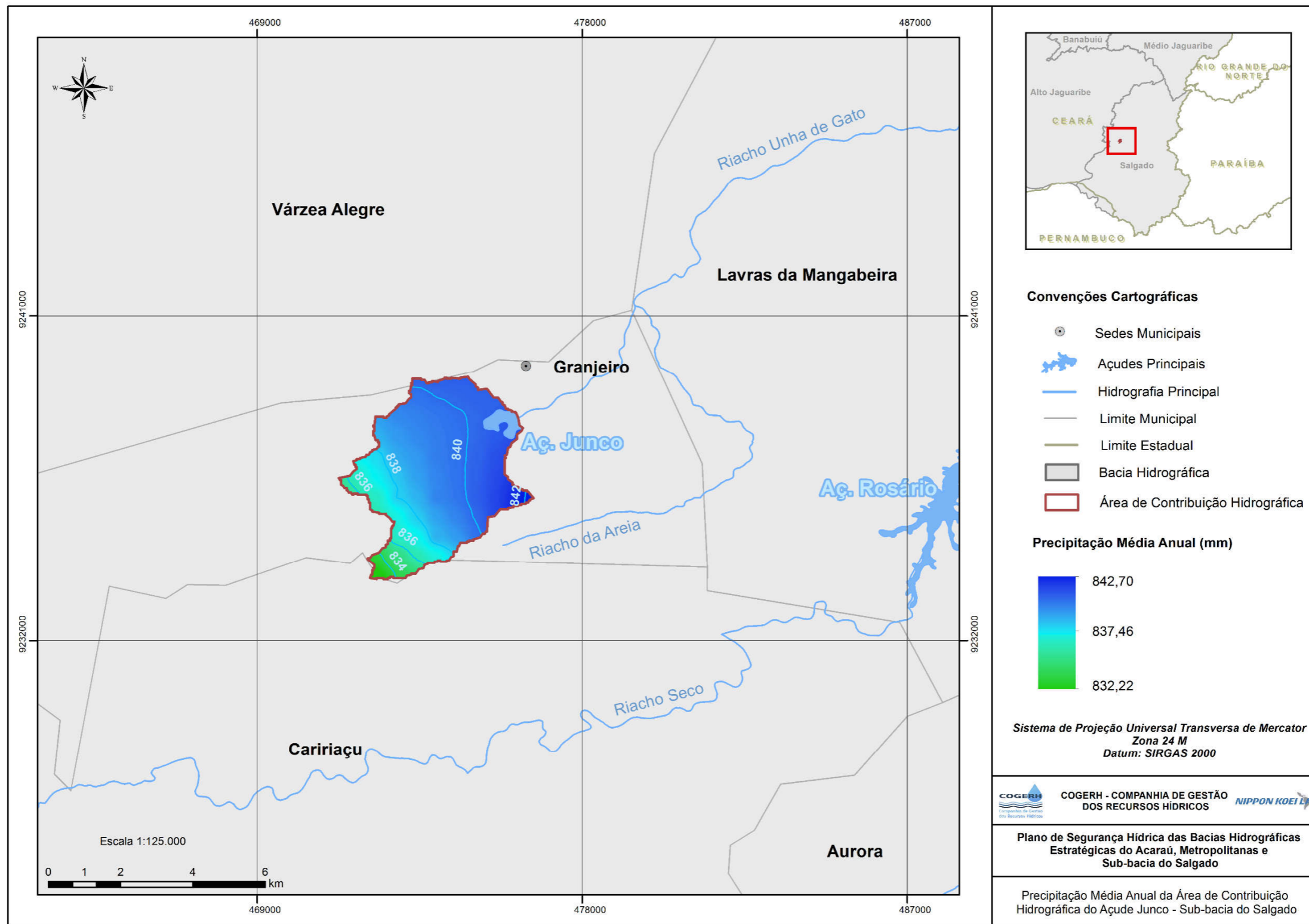
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogeh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 100 - Precipitação média anual da área de contribuição hidrográfica do reservatório Maranguapinho



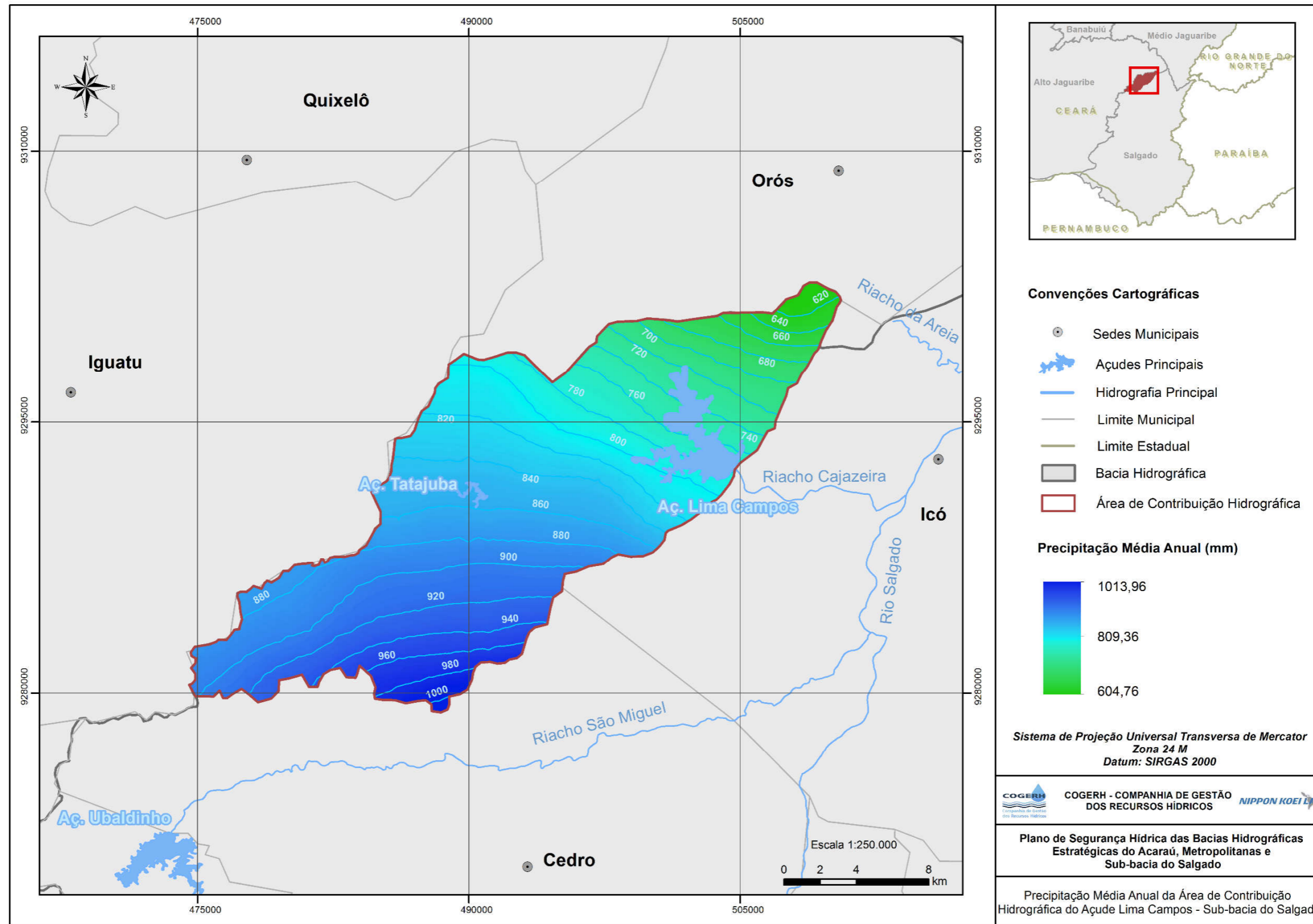
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogerh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 101 - Precipitação média anual da área de contribuição hidrográfica do reservatório Junco



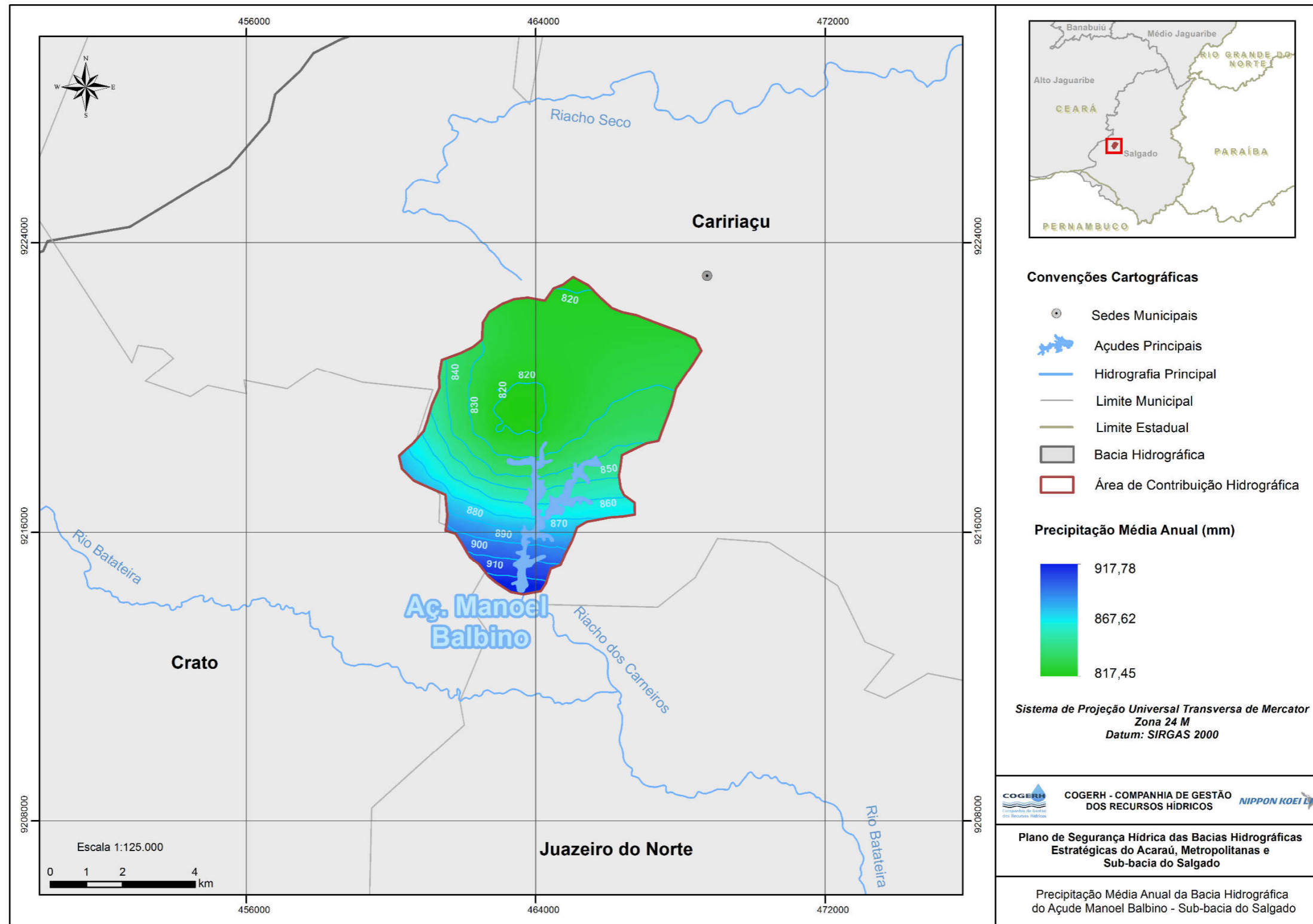
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogerh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 102 - Precipitação média anual da área de contribuição hidrográfica do reservatório Lima Campos



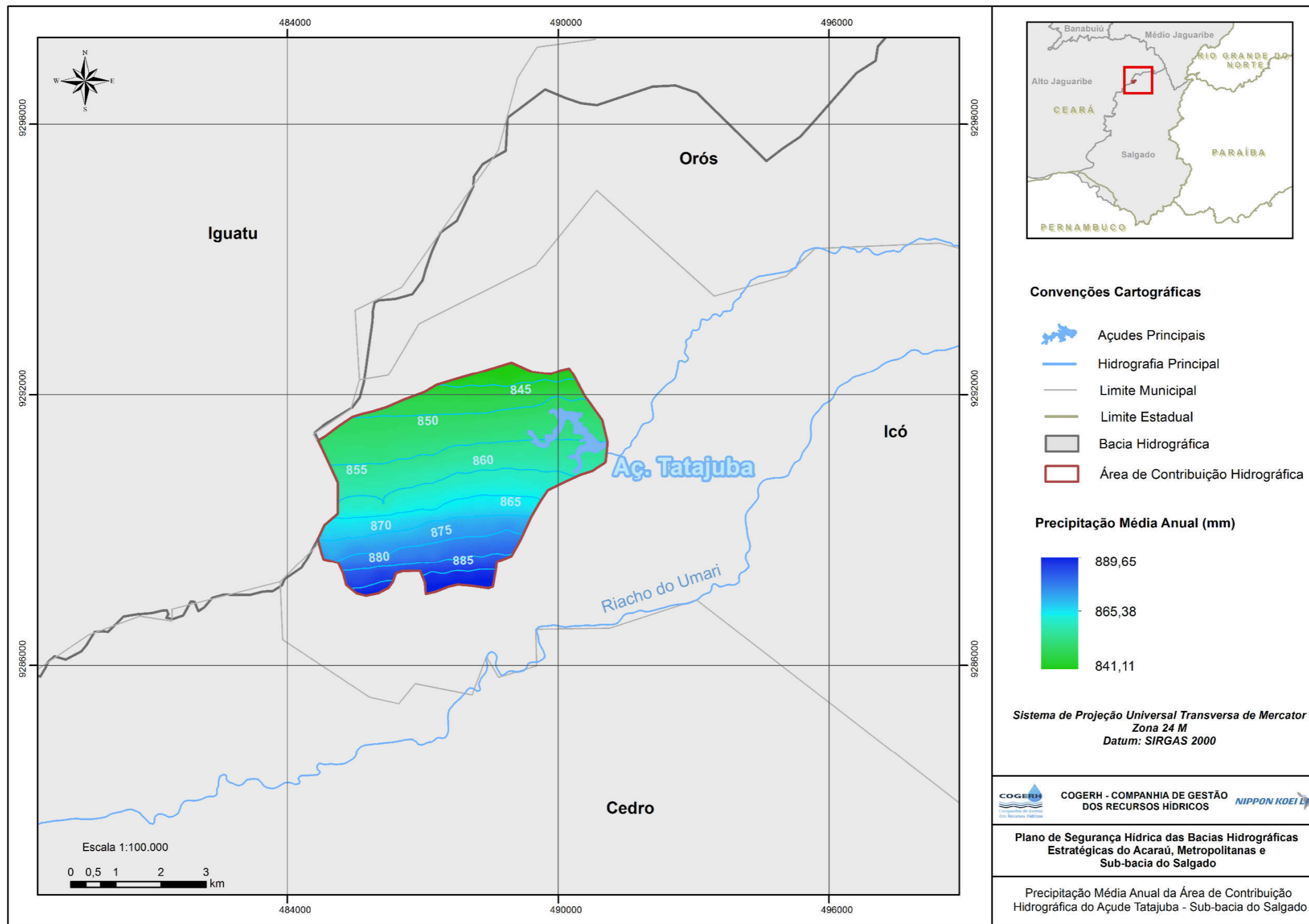
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogerh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 103 - Precipitação média anual da área de contribuição hidrográfica do reservatório Manoel Balbino



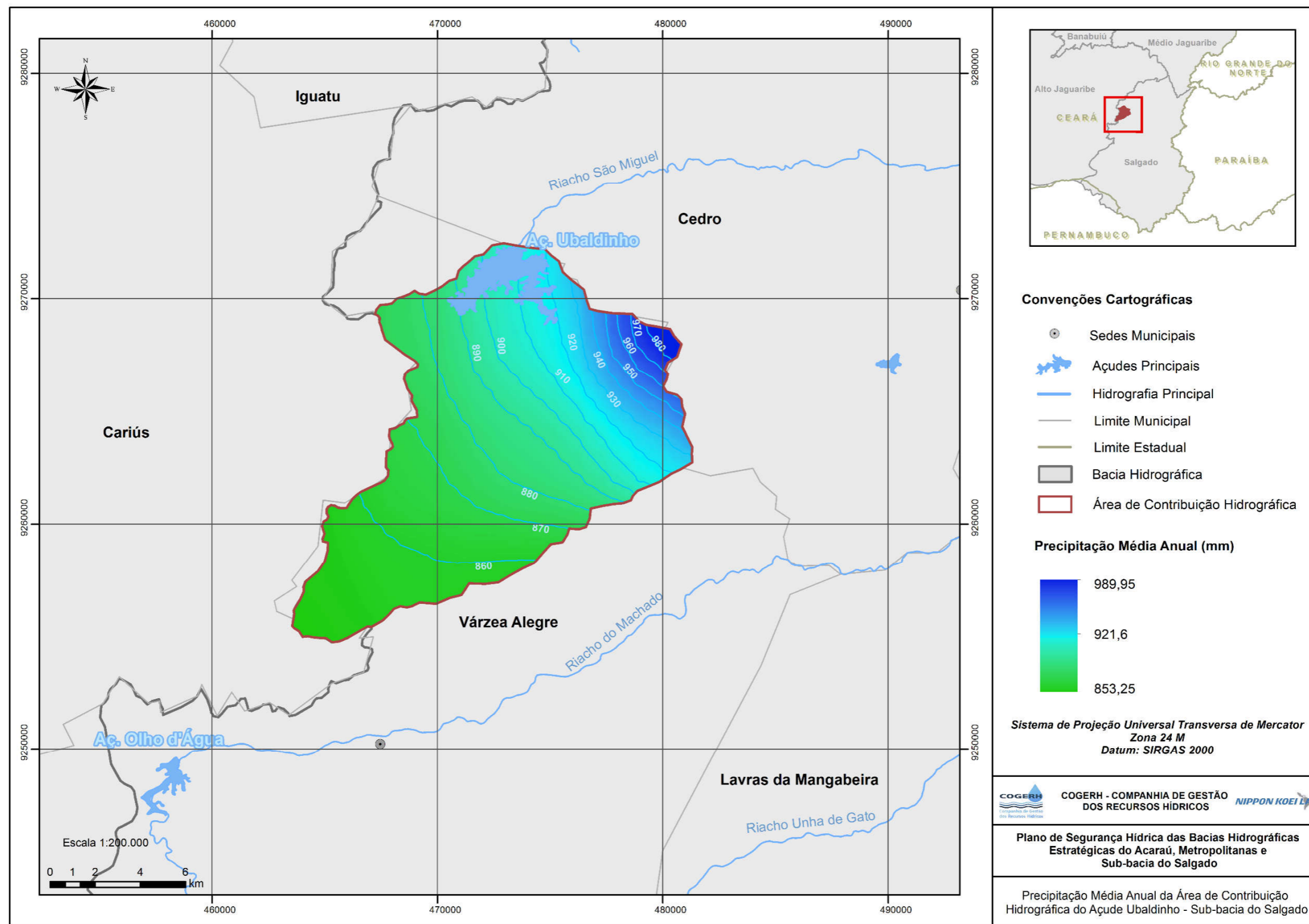
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogerh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 104 - Precipitação média anual da área de contribuição hidrográfica do reservatório Tatajuba



Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogerh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 105 - Precipitação média anual da área de contribuição hidrográfica do reservatório Ubaldinho



Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogeh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

### 3.3.2.7. Calibração de parâmetro de depuração

A aplicação do procedimento de calibração descrito no Relatório R10 resultou nas Figuras 106 a 120, onde encontram-se definidas as áreas de influência de cada um dos reservatórios de interesse.

A utilização dos valores médios anuais de concentração de fósforo obtidos das amostras disponíveis no banco de dados leva inexoravelmente à conclusão, em todos os casos analisados, que existem atividades sendo realizadas no próprio lago, na sua APP ou no entorno mais imediato que resultam no despejo praticamente direto de nutrientes no reservatório.

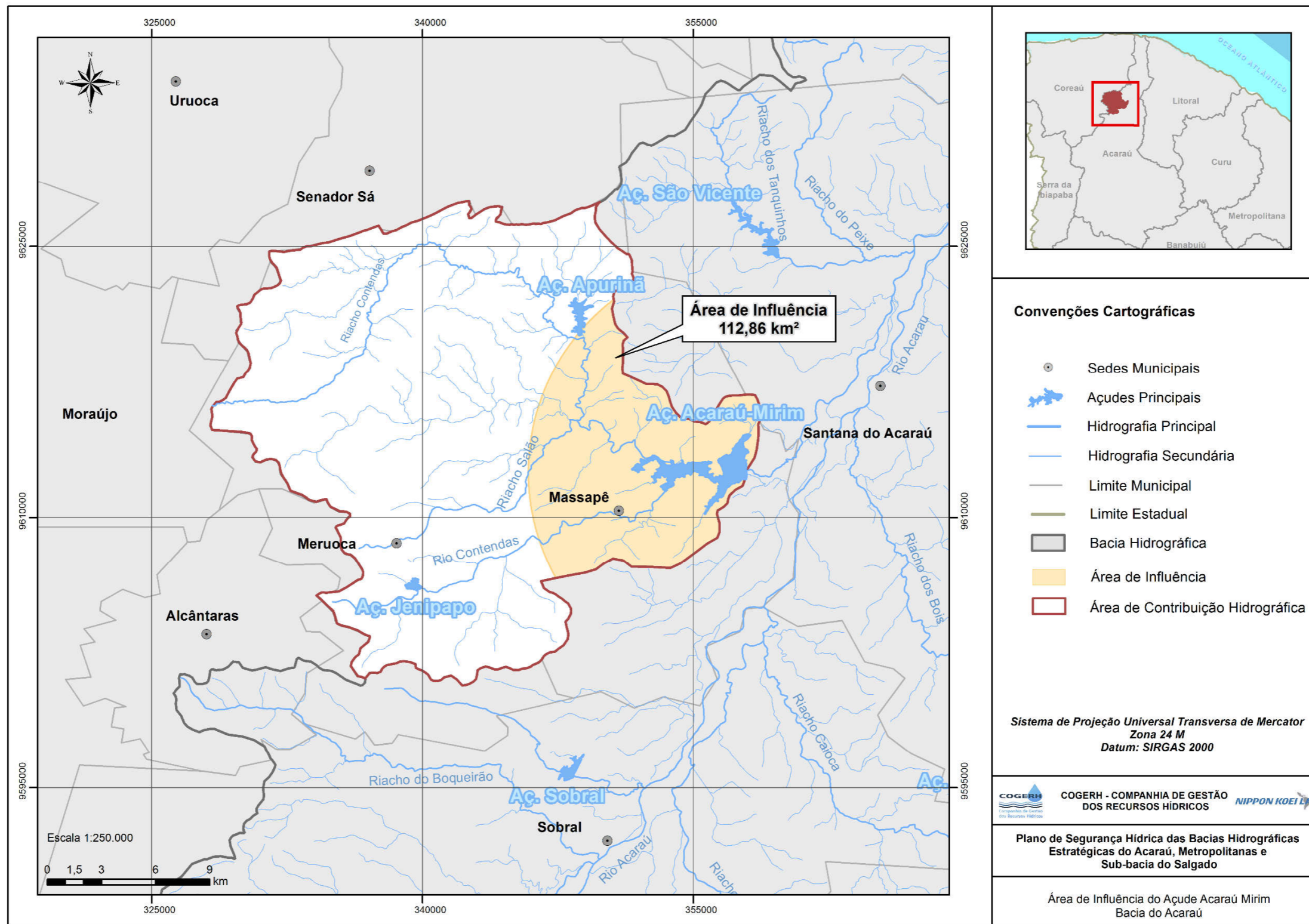
Conforme já assinalado, a superestimação mencionada foi constatada mediante a comparação direta entre os valores calculados pela equação empírica e os valores advindos das análises da água coletada nas campanhas realizadas pelo consórcio, bem como aqueles valores e a média obtida a partir de todas as informações julgadas consistentes fornecidas pela Cogerh. A Tabela 14 mostra esses valores.

Tabela 14 - Valores de fósforo para cada um dos reservatórios de estudo

Bacia	Reservatório	P <sub>λ</sub> (mg/l)	Média de Fósforo - SIG (mg/l)	Média de Fósforo - BD COGERH (mg/l)	Média Fósforo - Campanha de Campo (mg/l)
Acarauá	Acarauá Mirim	0,0033	0,0038	0,11	0,039
	Araras	0,0035	0,003459	0,14	0,164
	Jenipapo	0,0025	0,00274	0,02	0,026
	São Vicente	0,0019	0,002	0,12	0,05
	Taquara	0,0033	0,0031	0,03	0,026
Metropolitanas	Aracoiaba	0,0059	0,0056	0,12	0,1235
	Catucinzenta	0,0092	0,0089	0,2	0,213
	Gavião	0,0011	0,0014	0,14	0,054
	Malcozinhado	0,012	0,014	0,2	0,0285
	Maranguapinho	0,0166	0,019	0,35	0,147
Salgado	Junco	0,0055	0,0055	0,08	0,094
	Lima Campos	0,0037	0,0034	0,09	0,146
	Manoel Balbino	0,0042	0,0044	0,09	0,032
	Tatajuba	0,0021	0,0019	0,08	0,023
	Ubalzinho	0,0028	0,0027	0,1	0,063

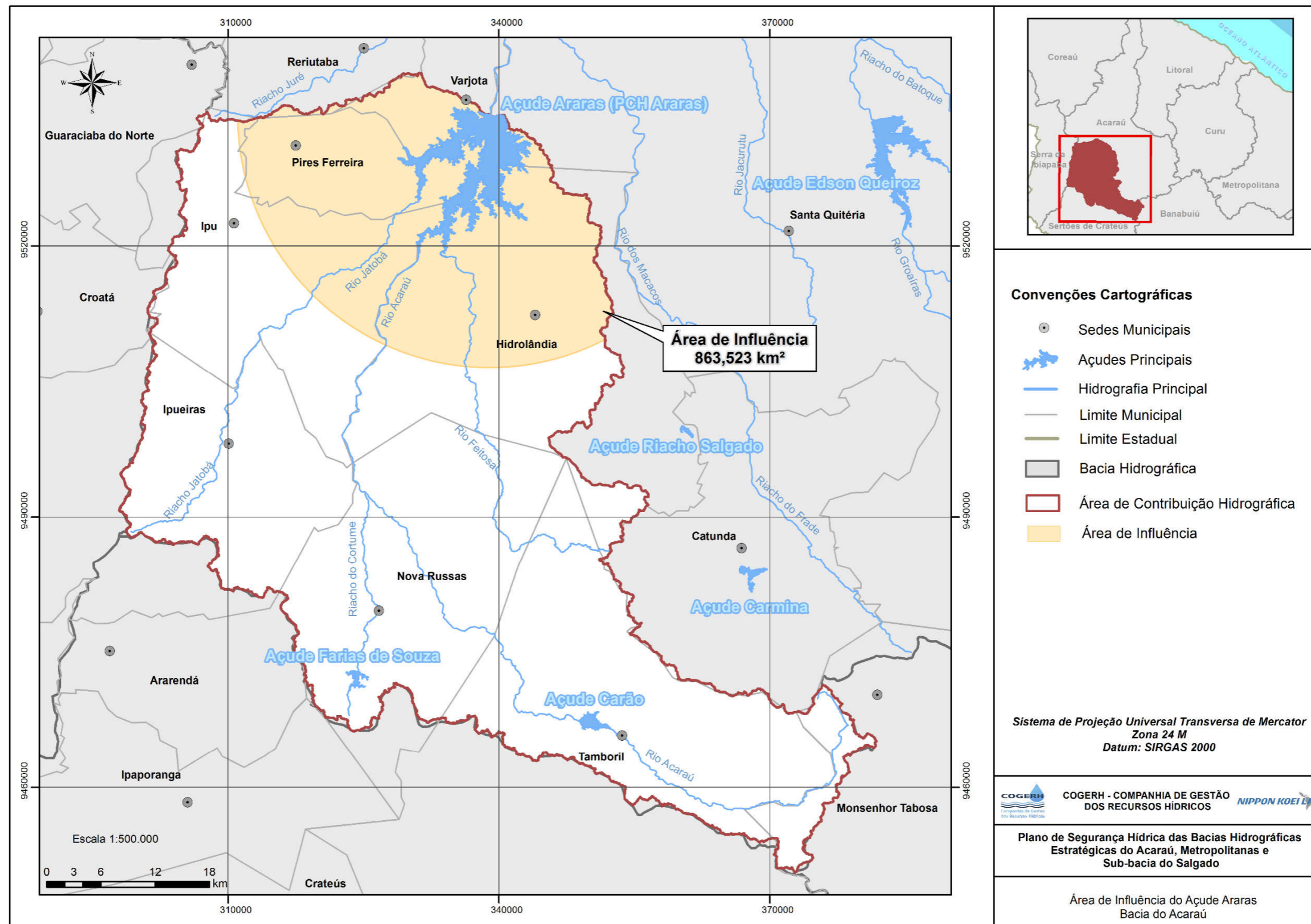
Fonte: Nippon Koei Lac, 2017; coluna 5 adaptada de banco de dados da Cogerh.

Figura 106 - Área de influência da bacia hidrográfica do reservatório Acaraú Mirim



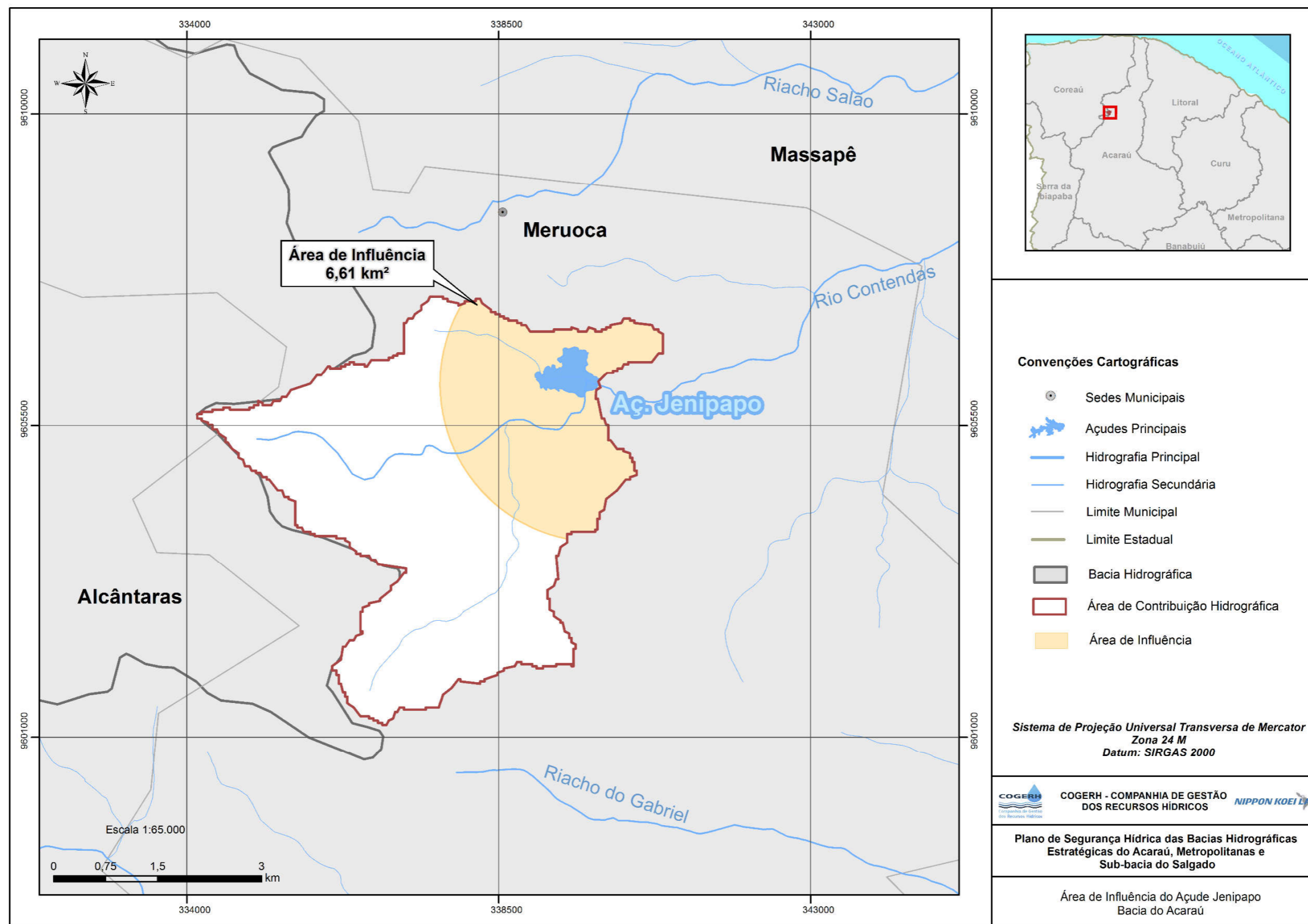
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogerh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 107 - Área de influência da bacia hidrográfica do reservatório Araras



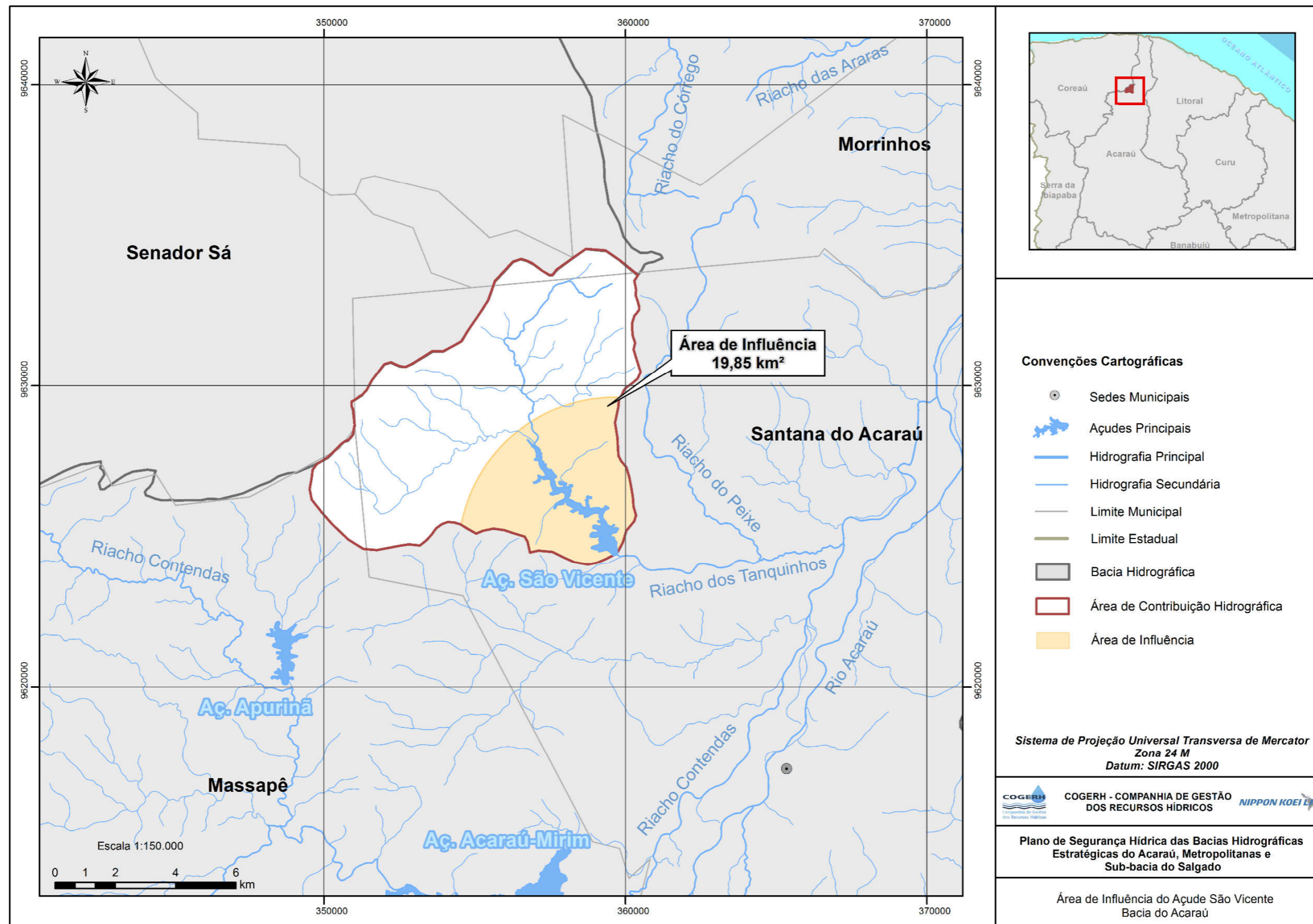
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogerh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 108 - Área de influência da bacia hidrográfica do reservatório Jenipapo



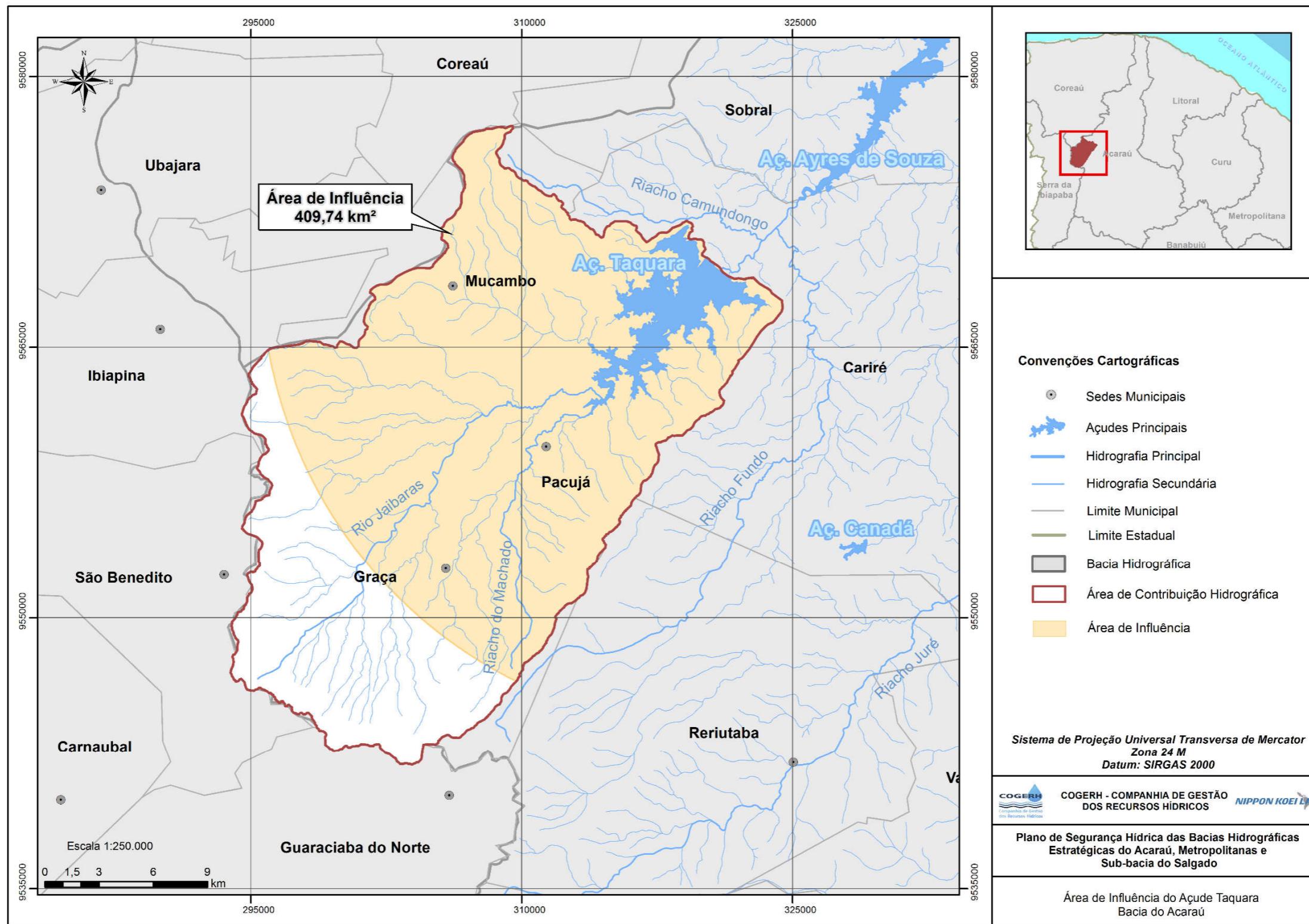
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogerh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 109 - Área de influência da bacia hidrográfica do reservatório São Vicente



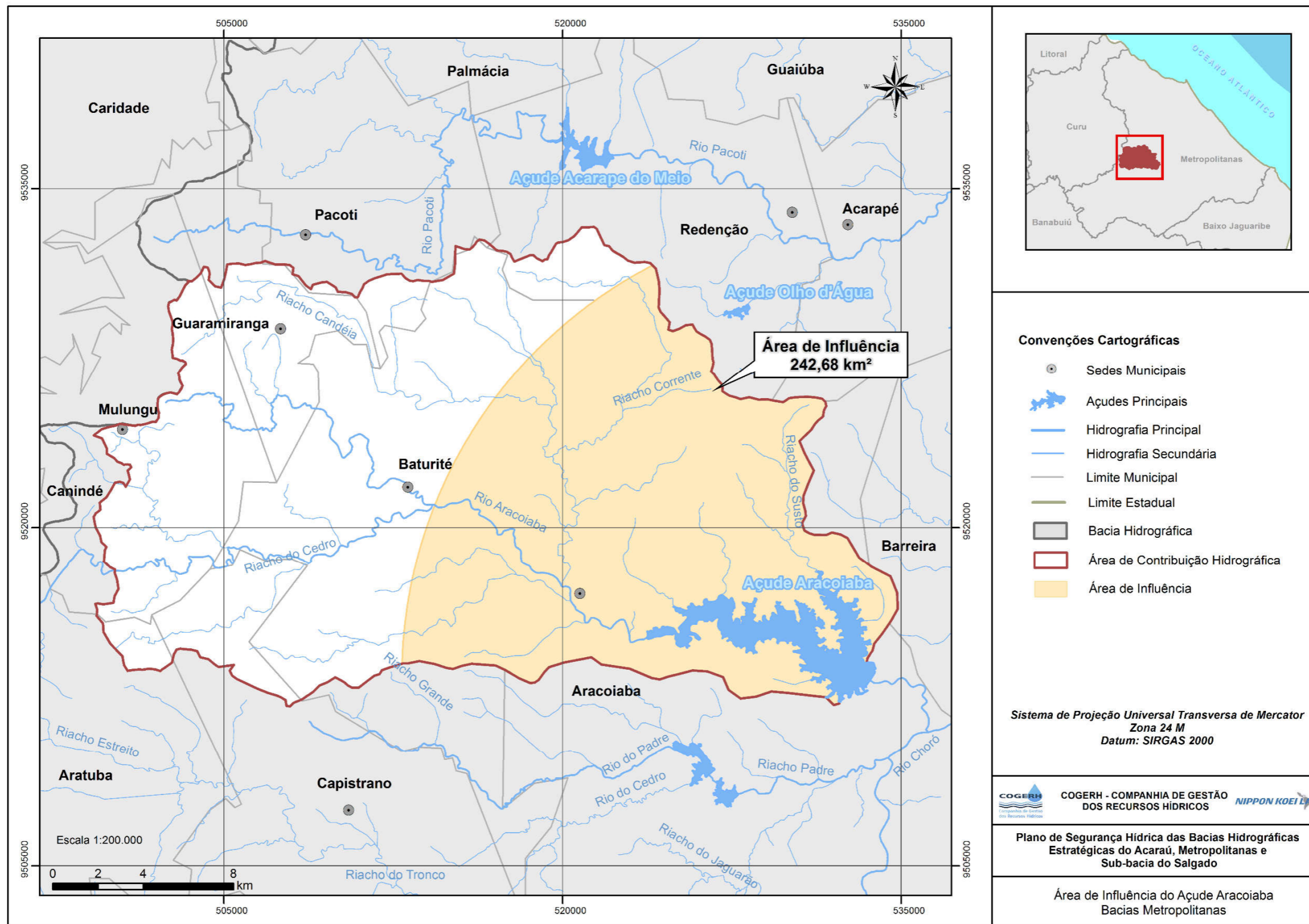
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogerh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 110 - Área de influência da bacia hidrográfica do reservatório Taquara



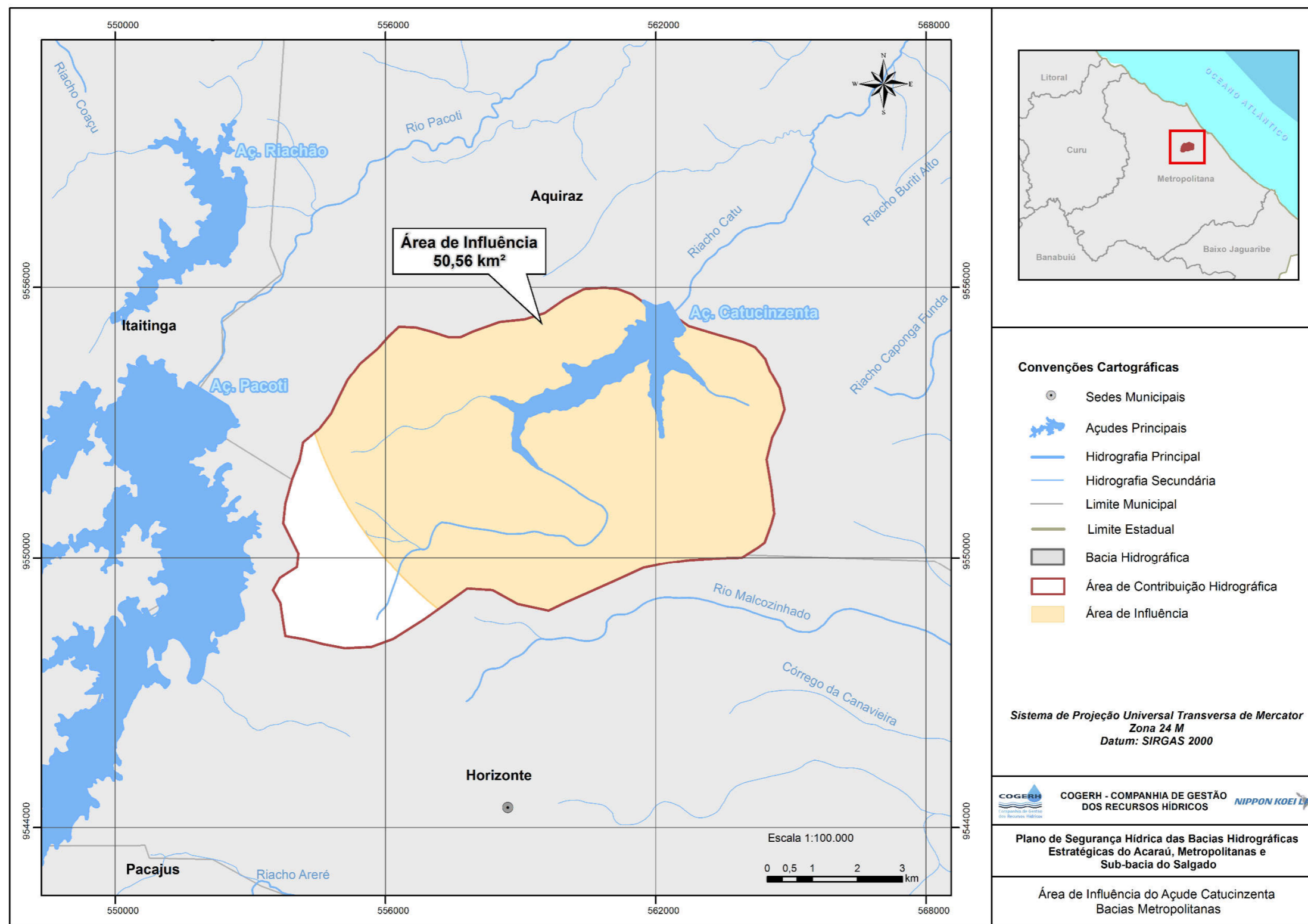
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogeh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 111 - Área de influência da bacia hidrográfica do reservatório Aracoíaba



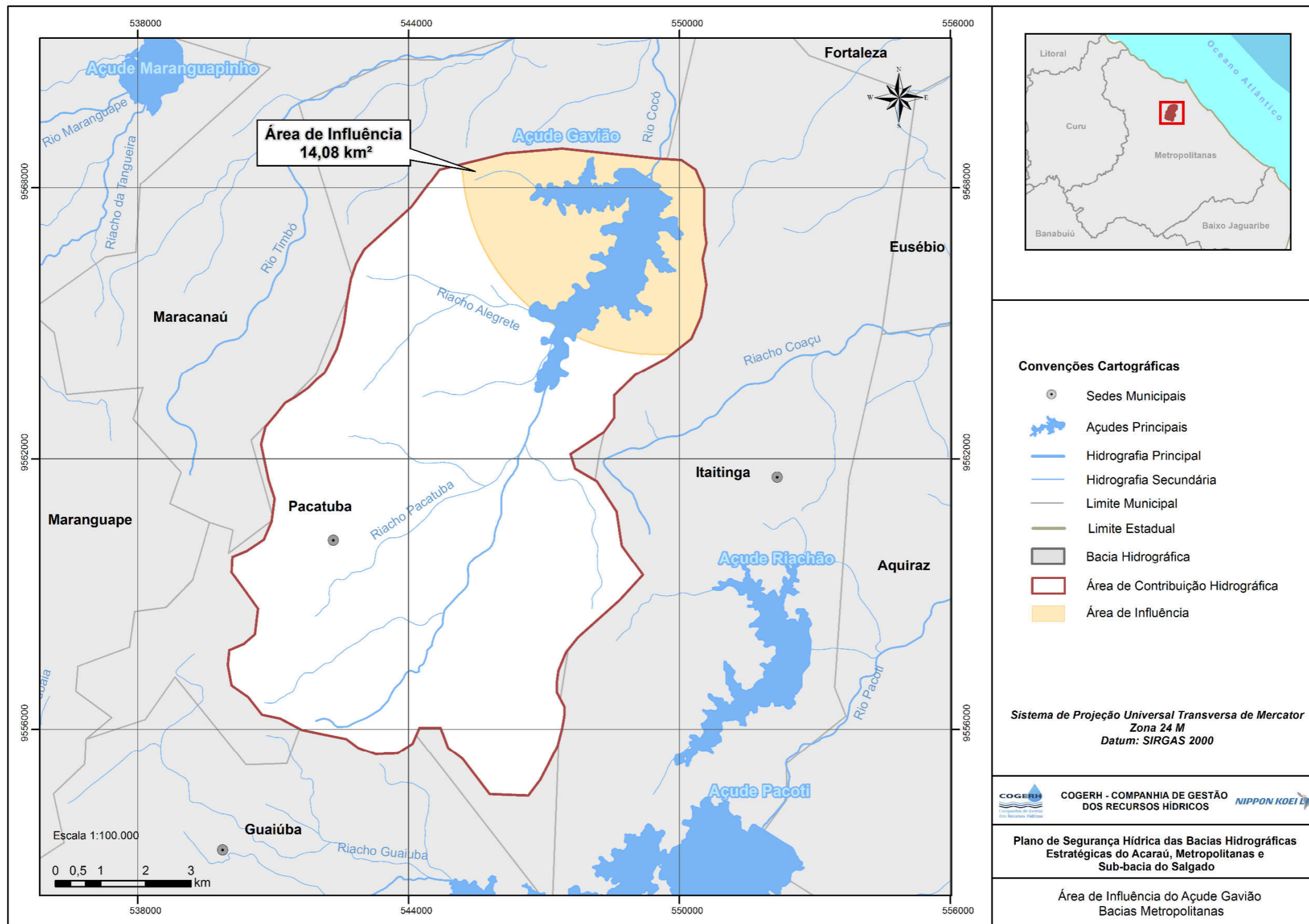
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogeh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 112 - Área de influência da bacia hidrográfica do reservatório Catucinzenta



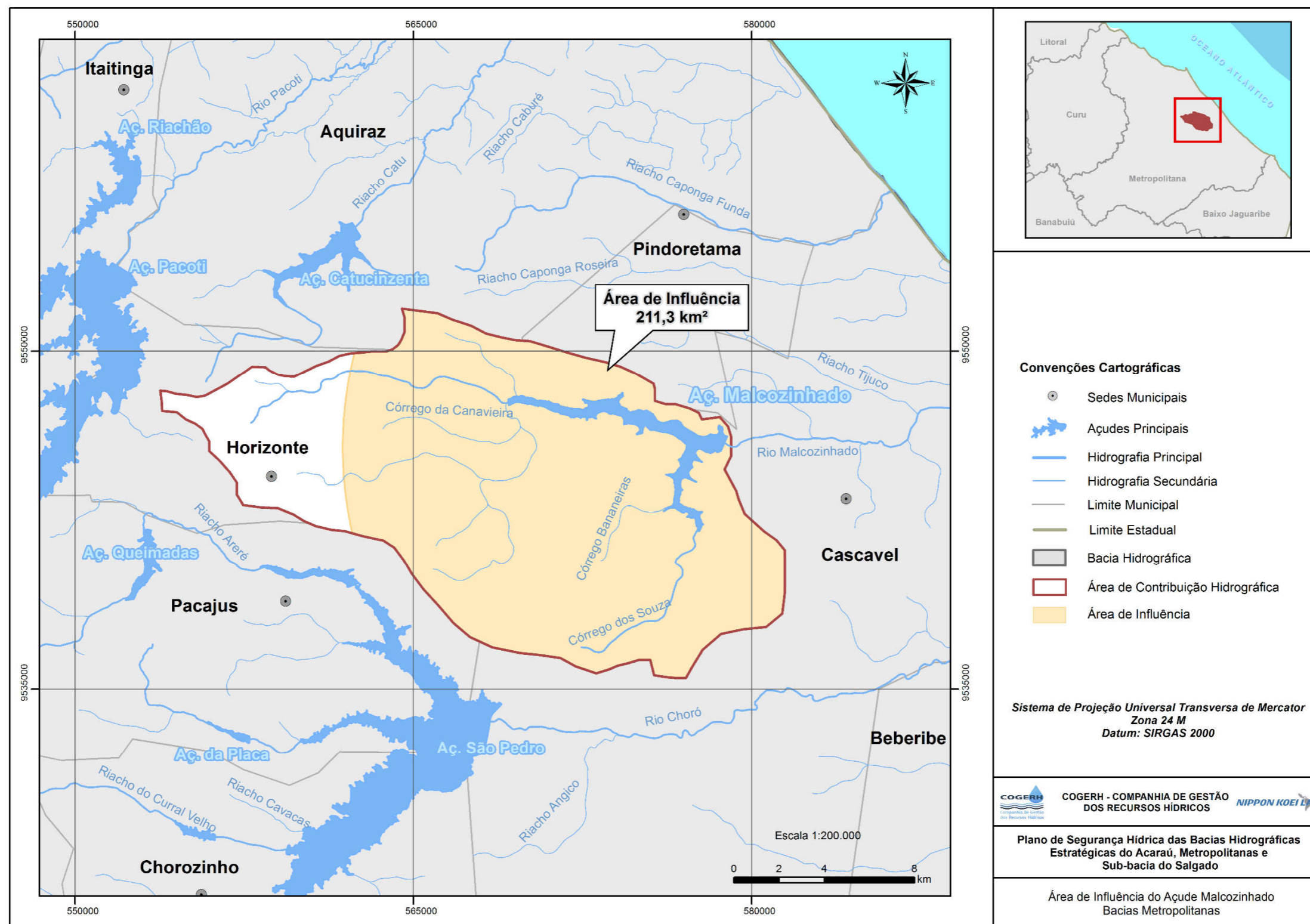
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogerh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 113 - Área de influência da bacia hidrográfica do reservatório Gavião



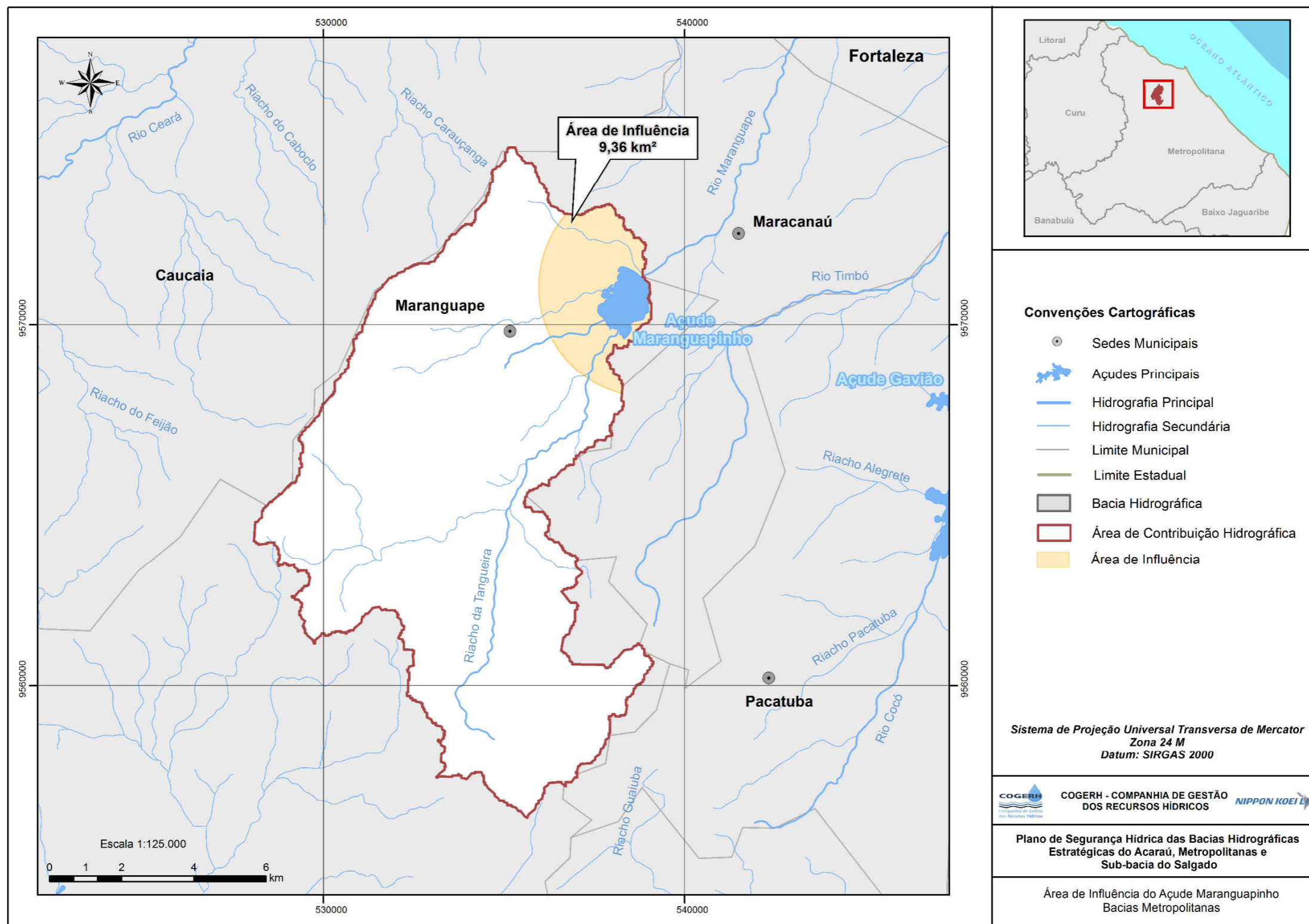
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogerh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 114 - Área de influência da bacia hidrográfica do reservatório Malcozinhado



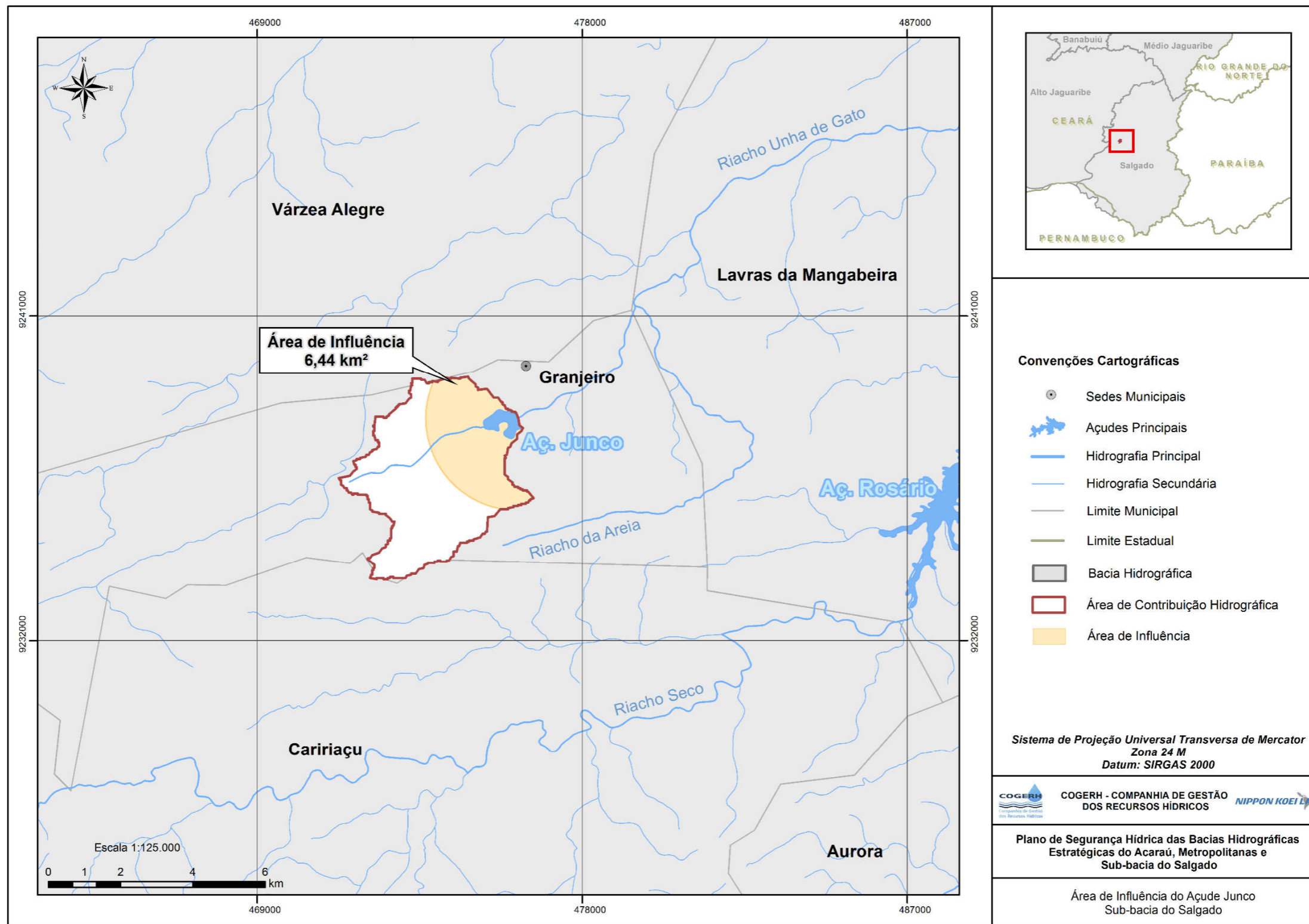
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogerh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 115 - Área de influência da bacia hidrográfica do reservatório Maranguapinho



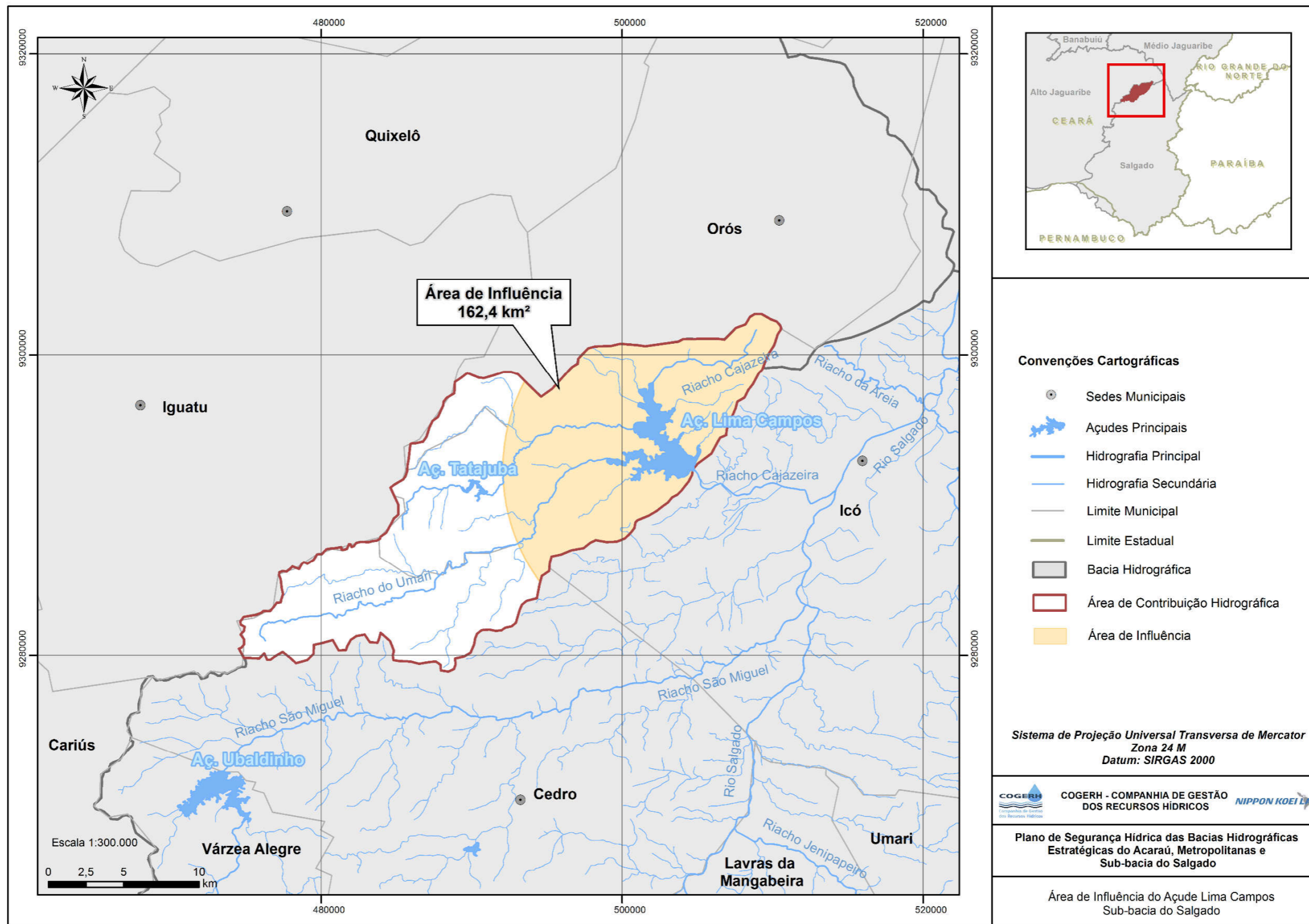
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogerh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 116 - Área de influência da bacia hidrográfica do reservatório Junco



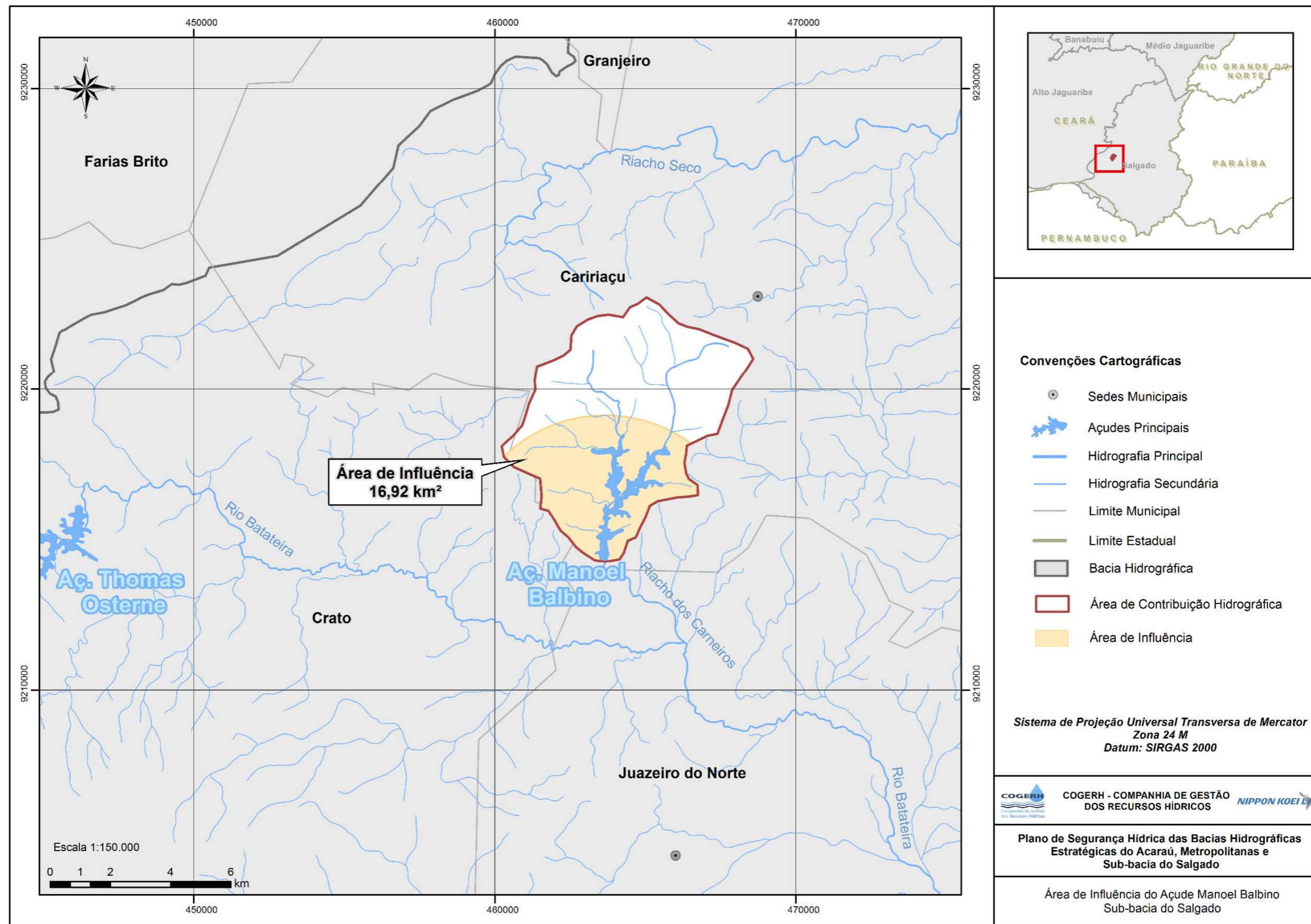
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogerh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 117 - Área de influência da bacia hidrográfica do reservatório Lima Campos



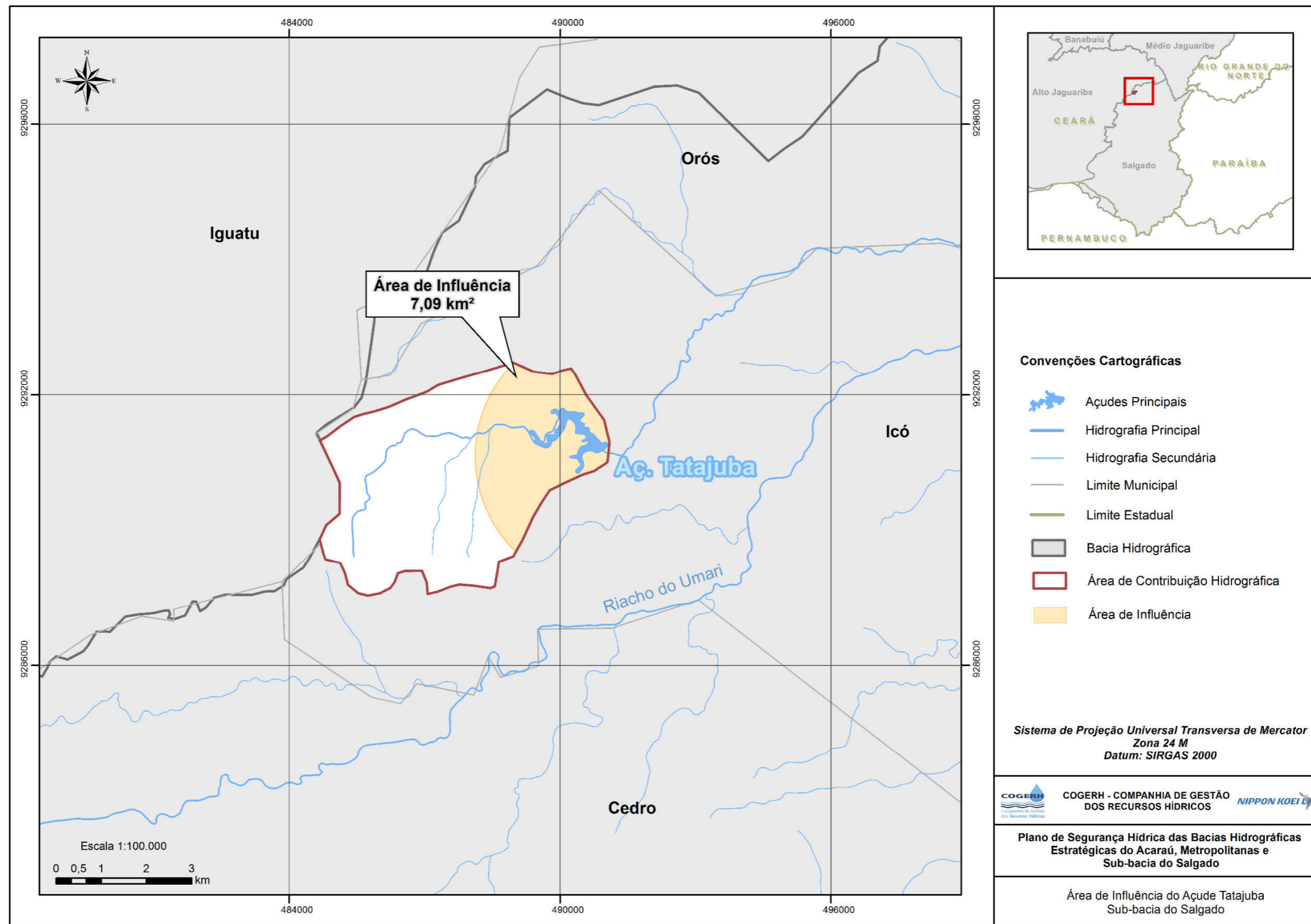
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogeh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 118 - Área de influência da bacia hidrográfica do reservatório Manoel Balbino



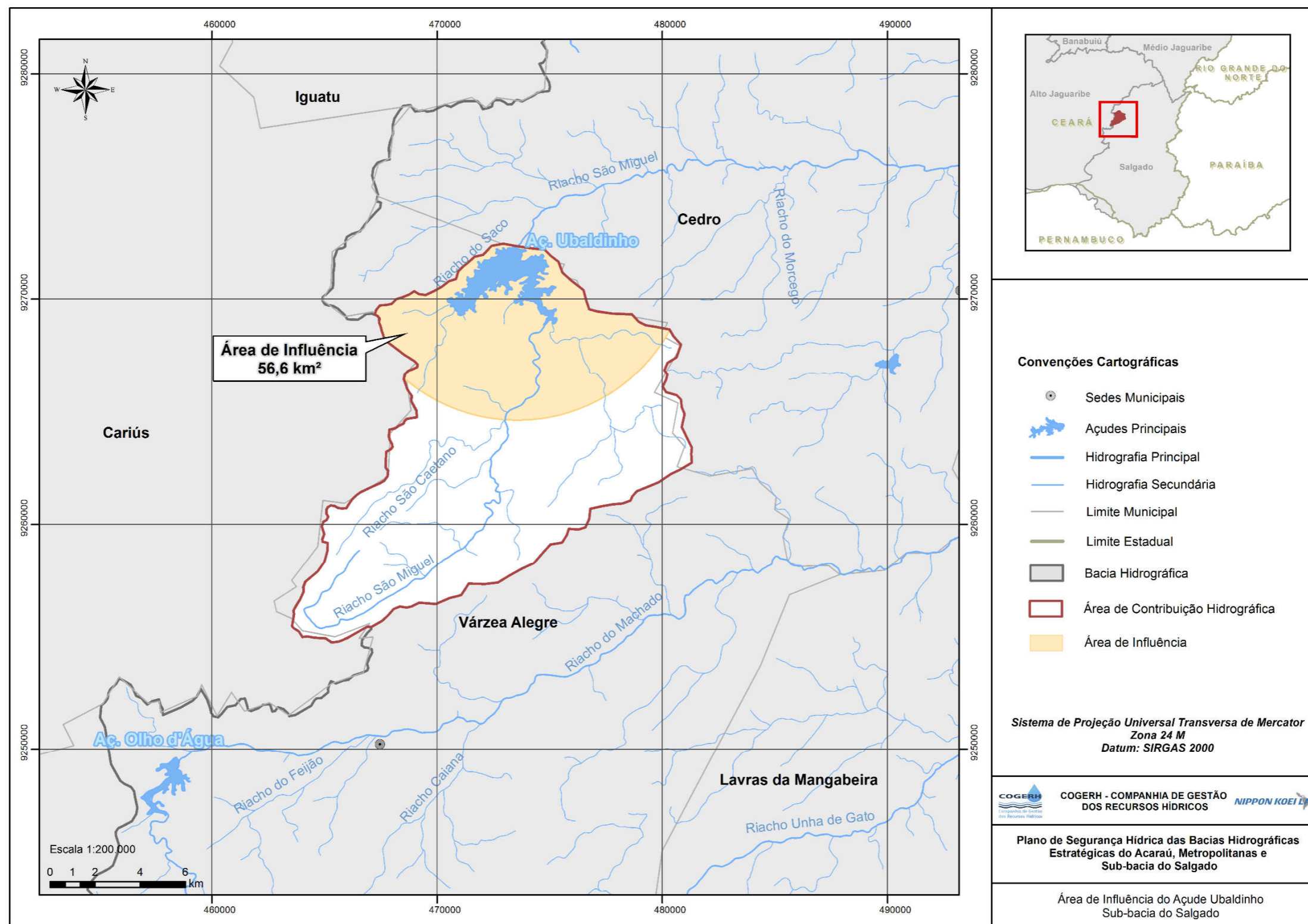
Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogerh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 119 - Área de influência da bacia hidrográfica do reservatório Tatajuba



Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogeh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 120 - Área de influência da bacia hidrográfica do reservatório Ubaldinho



Fonte: ANA, 2012; IBGE, 2015; Cogerh, 2016; ANA, 2016, com adaptação da Nippon Koei Lac, 2017.



**ipece**

INSTITUTO DE PESQUISA E SEGUIMEN TO ECONÔMICO DO CEARÁ



**GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ**  
*Secretaria dos Recursos Hídricos*

#### **4. PROGNÓSTICO AMBIENTAL**





**ipece**

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTUDOS ECONÔMICOS DO CEARÁ



**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
Secretaria dos Recursos Hídricos

#### 4. PROGNÓSTICO AMBIENTAL

Conforme enfatizado no *Capítulo 2. Aspectos Legais*, a metodologia de enquadramento proposta deve aduzir vasto conteúdo dos Planos de Recursos Hídricos e Planos de Bacias Hidrográficas disponíveis, sendo preferencial o uso desses últimos, por oferecerem, via de regra, nível mais aprofundado de detalhamento dos temas de interesse.

A atualidade dos estudos a serem considerados é igualmente importante, visto ser esperado, para além do inventário de informações mais recentes, que aqueles baseiem suas conclusões em séries temporais mais longas e de maior significância estatística.

Os cenários previstos nos planos, principal conteúdo a ser deles carreado ao prognóstico ambiental, precisam comportar estreito entrelaçamento com a realidade dos programas e intervenções previstos diretamente, no sentido de serem empreendidos pela própria esfera governamental, ou aqueles resultantes de planejamento que indicam, por exemplo, a pertinência de incentivos setoriais. Em qualquer caso, que não omitam elementos impicantes no quadro de demandas que se estabelecerá no horizonte de planejamento.

No contexto da metodologia de enquadramento aqui apresentada, entende-se como necessária a consideração dos seguintes elementos atinentes aos cenários que prognosticarão a trajetória evolutiva da condição qualitativa das águas dos corpos d'água de interesse, contexto que constitui a primeira dimensão do problema enfrentado:

- Evolução da distribuição das populações e das atividades econômicas;
- Evolução de usos e ocupação do solo;
- Políticas e projetos de desenvolvimento existentes e previstos;
- Evolução da disponibilidade e da demanda de água;
- Evolução das cargas poluidoras dos setores relevantes.

A segunda dimensão da fase de prognóstico diz respeito à incorporação direta e efetiva da sociedade civil representada pelas entidades legitimadas ao debate envolvendo os usos desejados de recursos hídricos em relação às características específicas de cada bacia. Para tanto é preciso que se tenha em mãos as projeções associadas aos cenários considerados, materializadas na forma de evolução das condições de quantidade e qualidade dos corpos hídricos em cada uma das bacias





**ipece**

INSTITUTO DE PESQUISA E REGULAÇÃO ECONÔMICA DO CEARÁ



**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
*Secretaria dos Recursos Hídricos*

controladas pelos reservatórios de interesse. Esse quadro evolutivo é projetado com base na modelagem matemática descrita no item 2.2.2., tendo como dados de entrada os valores assumidos pelas variáveis influentes para as hipóteses de concretização de cada cenário considerado.

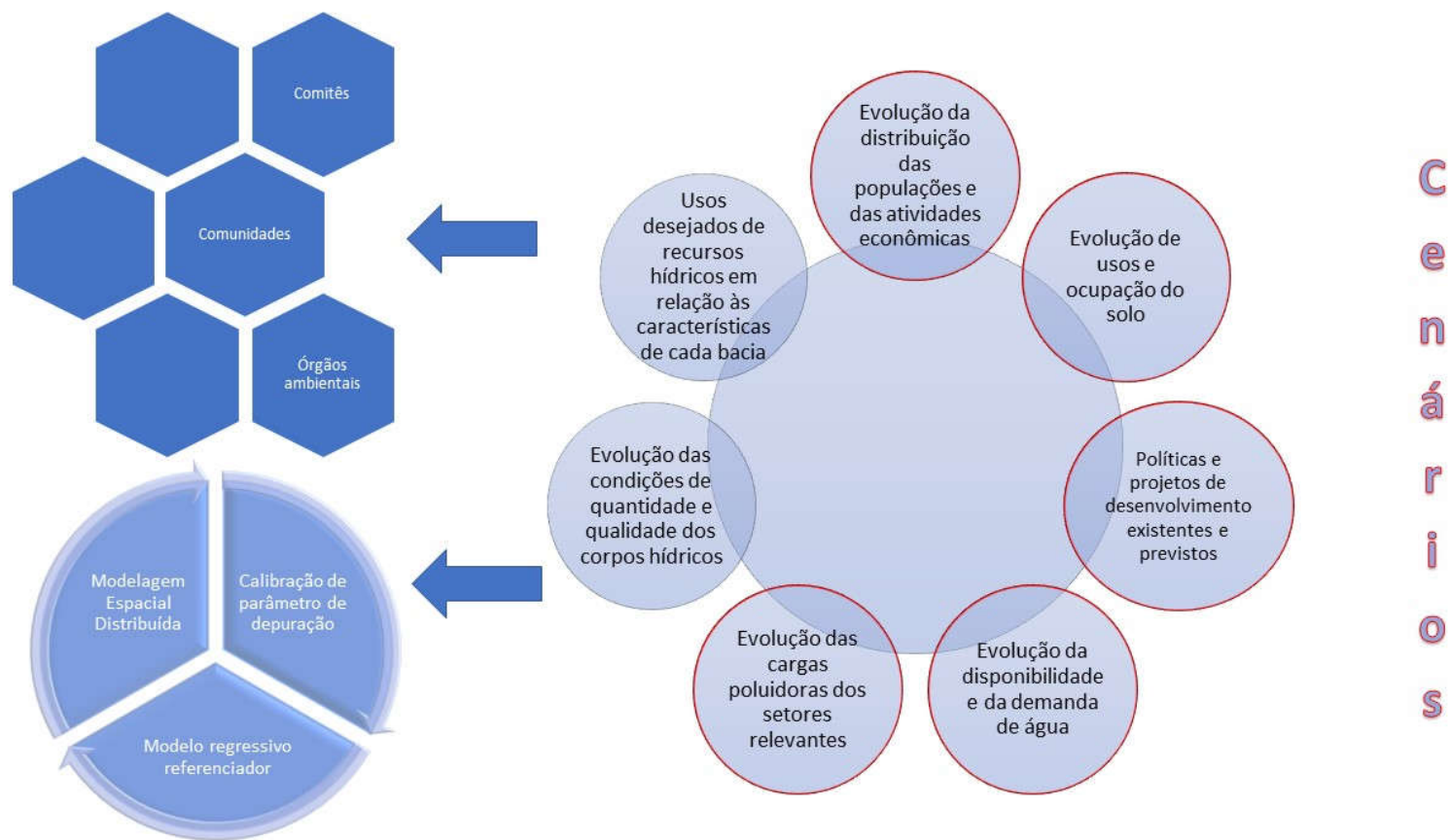
Essa participação da sociedade civil representada é preconizada já na fase conclusiva do Diagnóstico Ambiental Integrado, atividade que, além realizar o caráter participativo e descentralizado da política de gestão de recursos hídricos, enseja a legitimação do trabalho técnico realizado naquela fase do enquadramento. Tal inserção, nessa temporalidade do cronograma de execução, justifica-se pelo fato de o diagnóstico ambiental integrado ser composto, conforme já explicado, a partir dos encaminhamentos técnicos e metodológicos atinentes aos nove primeiros relatórios.

Importa enfatizar, mais pronunciadamente ainda nessa etapa dos trabalhos, o necessário estreitamento institucional com o órgão ambiental, conforme preconiza a estrutura normativa vigente (ver Capítulo 2- ASPECTOS LEGAIS).

O debate a ser travado nessa relevante etapa de concretização da metodologia de enquadramento proposta é protagonizado pela Cogerh que, em audiências públicas deverá levar a conhecimento dos interessados a situação presente e futura a se estabelecer em cada reservatório, em dependência do cenário que se configurar. A Figura 121 ilustra a articulação prevista entre os temas arrolados em ambas as dimensões formadoras dessa etapa. Enfatize-se mais uma vez o papel central dos planos de recursos hídricos como diretriz com a qual se deve harmonizar todas as trajetórias evolutivas possíveis de conectar o presente ao futuro.



Figura 121 - Ilustração da articulação entre os elementos constitutivos das dimensões envolvidas no Prognóstico Ambiental



Fonte: Nippon Koei Lac, 2017.

## 4.1. Evolução das distribuições das populações e das atividades econômicas

### 4.1.1. *Projeção das populações e demandas*

#### 4.1.1.1. Projeções populacionais

Inicialmente, para as estimativas das populações em 2020 e 2030, para os municípios inclusos dentro das áreas de contribuição hidrográfica dos 15 reservatórios em estudo, aplicou-se o modelo matemático dos mínimos quadrados a partir dos dados censitários do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), referentes os dados de censos demográficos disponíveis. Esse método procura encontrar o melhor ajuste para um conjunto de dados tentando minimizar a soma dos quadrados das diferenças entre a curva estimada e os dados disponíveis.

As principais curvas utilizadas para ajuste pelo método dos mínimos quadrados são a linear, a potencial, a exponencial e a logarítmica. Assim, quatro linhas de tendências foram testadas para os dados disponíveis e o melhor ajuste geral foi obtido com a curva exponencial, que apresentou melhor coeficiente de correlação. Esse coeficiente varia entre 0 e 1 e indica, em porcentagem, o quanto a curva adotada consegue explicar os valores observados. Quanto maior o  $R^2$ , mais explicativo e melhor será o ajuste à amostra.

A função exponencial utilizada é expressa pela expressão a seguir:

$$y = a \cdot e^{b \cdot x}$$

Onde  $x$  = a diferença entre o ano  $i$  e o ano base,  $y$  = número da população em habitantes no ano  $i$  e  $a$ ,  $b$  são dados pelas equações:

$$a = \exp \left[ \frac{\sum \ln \cdot y_i}{n} - b \frac{\sum x_i}{n} \right]$$

$$b = \frac{n \sum x_i \cdot \ln \cdot y_i - (\sum x_i)(\sum \ln \cdot y_i)}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$$

Onde  $x_i$  = diferença entre o ano  $i$  e o ano base e  $y_i$  = número da população do ano  $i$  em habitantes. Dessa forma, esse processo foi aplicado para os 57 municípios inseridos nas regiões de contribuição hidrográfica dos reservatórios.

Em seguida, necessitou-se dos valores populacionais para cada setor censitário incluso nas áreas de contribuição em estudo, usados na metodologia de cálculo do valor total de cargas pontuais e difusas no exutório de cada reservatório. Para isso, a partir das projeções populacionais referentes aos municípios, calculou-se a proporção adequada, de acordo com o valor da área em km<sup>2</sup>, para cada setor. Assim, proporcionalmente à área do setor estabeleceu-se a quantidade de indivíduos presentes, para os anos de 2020 e 2030. Logo, quanto maior a área do setor censitário em questão, maior o número de indivíduos que vivem lá, segundo a proporção usada. Essa proporção, para os anos de 2020 e 2030, foi realizada a partir da equação:

$$Pop\ total\ setor = \frac{\text{Área total do setor censitário}}{\text{Área total municipal}} \times Pop\ total\ do\ município$$

Posterior a essa etapa, foi realizado o levantamento da área, em km<sup>2</sup>, que cada setor, referente aos 57 municípios, ocupava dentro das áreas de contribuição hidrográfica dos reservatórios, para que assim a população proporcional do setor fosse calculada levando-se em conta apenas as porções de área inseridas dentro das áreas de contribuição. Essa proporção foi calculada usando-se a expressão:

$$Pop\ prop\ setor = \frac{Pop\ total\ do\ setor}{Área\ total\ do\ setor} \times Área\ prop\ do\ setor$$

#### 4.1.1.2. Projeção das demandas para abastecimento humano

Uma vez projetadas as populações para os horizontes de 2020 e 2030, os seguintes condicionantes foram adotados para o cálculo das demandas hídricas para abastecimento humano, para cada um dos 15 reservatórios em estudo:

- Percentual de atendimento populacional igual a 100%;
- Índice presumido de perdas totais igual a 25%;
- Consumo *per capita* (litros/habitante/dia) conforme orientação do Programa PROÁGUA – Semiárido (BIRD), tabulada pela Semarh (2002), reproduzida na Tabela 15.

Tabela 15 - Parâmetros para sistemas de abastecimento de água

Parâmetro	Valor
<b>Consumo per capita de água</b>	
População entre 4.000 e 50.000 hab.	150 l/hab/dia
População inferior a 4.000 hab.	120 l/hab/dia
<b>Índice de Abastecimento</b>	
Populações inferiores a 5.000 hab.	100%
Populações iguais ou superiores a 5.000 hab.	90%
<b>Índice de Perdas</b>	25%

Fonte: Semarh, 2002.

Adicionalmente, foi considerada qual a proporção (com 0 correspondendo a 0% e 1 a 100%) em que o município está inserido dentro da bacia de contribuição do reservatório. Assim, foi contabilizado, a partir da multiplicação da população total projetada para 2020 e 2030 por essa proporção, quantos indivíduos de cada município efetivamente habitam a região pertencente à bacia de contribuição de cada reservatório.

Logo, para cada reservatório, calculou-se a demanda para abastecimento humano a partir das somas das demandas populacionais dos municípios inseridos na área de contribuição de cada reservatório, utilizando os valores populacionais proporcionais para 2020 e 2030.

#### 4.1.2. *Curvas paramétricas de evolução das atividades e cargas poluidoras*

Para análise da trajetória evolutiva das cargas poluidoras foram elaborados gráficos de evolução temporal da concentração de fósforo em função da estimativa da produção de esgoto doméstico e das atividades de piscicultura e pecuária, considerando os horizontes de planejamento de 2020 e 2030.

As etapas metodológicas para obtenção da concentração de fósforo seguem o que foi descrito nos tópicos anteriores, nos Inventários Ambientais (Produtos 7, 8 e 9) e no Relatório Parcial de Enquadramento dos Reservatórios (R10). Entretanto, a estimativa da carga pontual total de fósforo foi realizada levando em consideração a eficiência de remoção do tipo sistema de tratamento de esgoto e a carga de fósforo proveniente das atividades de piscicultura e pecuária. Dessa forma, a carga potencial por fonte pontual foi obtida aplicando-se:

$$Cp_{total} = Cp_{esg} + Cp_{pisc} + Cp_{pec}$$

Onde:

$Cp_{total}$  é a carga pontual total de fósforo em kg.ano;

$Cp_{esg}$  é a carga pontual de fósforo oriunda de esgoto doméstico em kg/hab.ano;

$Cp_{pisc}$  é a carga pontual de fósforo oriunda da atividade de piscicultura em kg.ano;

$Cp_{pec}$  é a carga pontual de fósforo oriunda da atividade de pecuária em kg.ano.

O cálculo da carga pontual de fósforo oriunda de esgoto doméstico se deu a partir da projeção populacional por setor, para os anos de 2020 e 2030, parcial ou integralmente incluso no limite da bacia hidrográfica do reservatório, aplicando-se a taxa de cobertura e o coeficiente de remoção indicado para cada tipo de tratamento, através da equação:

$$Cp_{esg} = \frac{P_{st} C_{pc} T_x K}{A_{st}}$$

Onde:

$Cp_{esg}$  é a carga pontual de fósforo oriunda de esgoto doméstico em kg/km<sup>2</sup>.ano;

$P_{st}$  é a população proporcional do setor;

$C_{pc}$  é a carga *per capita* anual de fósforo em kg/hab;

$T_x$  é taxa de cobertura de tratamento proporcional do setor;

$K$  é o coeficiente de remoção para cada sistema de tratamento de esgoto;

$A_{st}$  é a área proporcional do setor em km<sup>2</sup>.

O valor da taxa de cobertura proporcional do setor é oriundo dos dados de taxa de cobertura municipal do IPECE (2016), apresentado nos Inventários Ambientais (Produtos 7, 8 e 9). Já o coeficiente de remoção foi determinado de acordo com a localização da sede municipal ao qual o setor está inserido em relação à bacia do reservatório. Logo, para sedes municipais inseridas na bacia, considerou-se o valor de 40%, referente ao coeficiente de remoção do tratamento por lagoa facultativa; e para sedes municipais localizadas fora da bacia, considerou-se o valor de 15%, referente ao coeficiente de remoção do tratamento por fossas sépticas, conforme definido por Von Sperling (2005).

Para estimativa da carga potencial de fósforo advinda da atividade da piscicultura, considerou-se que a produção de 1 ton. de peixe gera 15 kg de fósforo total (Proença, 2006 apud FIGUEIRÊDO *et al.*, 2007), tendo sido a produção total de peixe obtida em levantamento de campo, apresentada nos Inventários Ambientais (Produtos 7, 8 e 9).

Na estimativa da carga potencial de fósforo resultante da atividade da pecuária, considerou-se apenas a carga proveniente de bovinos e tomou-se que essa carga é em média 9 vezes a carga gerada pelo esgoto bruto humano (BNB, 1998 apud FIGUEIRÊDO *et al.*, 2007). O tamanho do rebanho foi estimado a partir da relação entre o total de cabeças de gado do município, obtido no censo do Anuário Estatístico do Ceará (IPECE, 2016), e a área do município que está dentro da bacia.

Os resultados obtidos para a concentração de fósforo nos reservatórios de interesse a partir da inserção desses novos parâmetros configuram-se como os primeiros cenários (n=1) ou cenários atuais, a partir dos quais tornou-se possível idealizar conjunturas futuras para os horizontes de 2020 e 2030.

Na concepção dos cenários para o ano de 2020, considerou-se a população projetada para 2020 no cálculo do esgoto doméstico e o aumento da produção (n) nas atividades de piscicultura e pecuária em 1.5, 2, 2.5 e 3. O mesmo procedimento foi realizado na elaboração dos cenários para o ano de 2030. A título de exemplo, para um cenário em que a produtividade das atividades citadas dobre (n=2), as cargas de fósforo oriundas desses processos são multiplicadas por 2.

Estabelecidos os cenários e os valores potenciais de carga de fósforo de origem pontual, somando-se às cargas de origem difusa, determinou-se as concentrações de fósforo para cada

reservatório, conforme metodologia descrita nos tópicos anteriores, nos Inventários Ambientais (Produtos 7, 8 e 9) e no Relatório Parcial de Enquadramento dos Reservatórios (R10).

Por fim, elaborou-se gráficos para os anos de 2020 e 2030, que traduzem cenários futuros de concentração de fósforo, e determinou-se as equações da reta para cada gráfico elaborado, que permitem a determinação da concentração desse nutriente para qualquer premissa de produção (n). Para cada contexto de evolução dessas atividades, tem-se a previsão de um determinado comportamento desse nutriente, que influencia diretamente na qualidade da água dos reservatórios.

## 4.2 Projetos e planos governamentais

O levantamento dos planos e programas localizados na área de influência dos reservatórios em questão, tem por objetivo verificar aqueles que possam provocar algum tipo de interferência ou cumulatividade, seja de caráter positivo ou negativo, na qualidade da água dos reservatórios em questão.

### 4.2.1. Bacia do Acaraú

Na Bacia do Acaraú foram identificados os seguintes programas e projetos (Tabela 16).

Tabela 16 - Projetos e planos governamentais na Bacia do Acaraú

Projetos e planos	Ações existentes (E) / programadas (P)	Município
Camarão (da Costa Negra)	Existente	Acaraú
Perímetro Irrigado (Baixo Acaraú)	Existente	Acaraú, Bela Cruz e Marco.
Perímetro Irrigado (Ayres de Sousa)	Existente	Sobral
Perímetro Irrigado (Forquilha)	Existente	Forquilha
Perímetro Irrigado (Araras Norte) - Jusante do açude Araras	Existente	Varjota, Reriutaba e Cariré
Construção do Sistema Adutor do Projeto Itataia	Programada	Santa Quitéria
Elaboração do projeto e Construção da Barragem Poço Comprido (Macacos II)	Programada	Santa Quitéria
Elaboração do projeto e Construção da Barragem Pedregulho (Jacurutu)	Programada	Santa Quitéria

Fonte: Nippon Koei Lac, 2017.

Apesar da importância para a bacia do Acaraú e para o estado do Ceará, seja do ponto de vista econômico ou socioambiental, os projetos e planos apresentados na tabela acima não

provocam interferência ou cumulatividade na carga poluidora dos reservatórios aqui discutidos. Tais planos e projetos localizam-se fora da área de influência dos reservatórios aqui discutidos, assim até mesmo o perímetro irrigado Araras Norte localizado relativamente próximo ao açude Araras, não influencia na qualidade ambiental de tal reservatório, pois se encontra a jusante do mesmo.

#### 4.2.2. *Bacias Metropolitanas*

Na Tabela 17 são apresentados os programas e projetos identificados nas Bacias Metropolitanas.

Tabela 17 - Projetos e planos governamentais nas Bacias Metropolitanas

Projetos e planos governamentais	Ações existentes / programadas (P)	Município
Complexo Industrial e Portuário do Pecém (CIPP)	Existente	São Gonçalo do Amarante e Caucaia.
Companhia Siderúrgica do Pecém (CSP)	Existente	São Gonçalo do Amarante
Polo Industrial e Tecnológico da Saúde	Programada	Eusébio
Projeto Malha d'Água*	Programada	
Construção da Barragem Amarelas	Programada	Beberibe
Construção da adutora de Palmácia	Programada	Palmácia
Elaboração de projeto e construção da Barragem Maranguape I	Programada	Maranguape
Elaboração de projeto e construção da Barragem Maranguape II	Programada	Maranguape
Atualização do projeto e construção da Barragem Anil	Programada	Caucaia

Fonte: Nippon Koei Lac, 2017.

Nota: \* O Governo do Estado do Ceará ainda não definiu os municípios que integrarão esse projeto.

Assim como ocorreu na bacia do Acaraú, as intervenções programadas estão localizadas fora da área delimitada das bacias hidrográficas dos reservatórios de interesse ou, embora dentro do mesmo município, fora da área de influência da barragem de interesse, como é o caso das barragens Maranguape I e II.

#### 4.2.3. Sub-bacia do Salgado

A Tabela 18 apresenta os programas e projetos identificados na Sub-bacia do Salgado.

Tabela 18 - Projetos e planos governamentais na Sub-bacia do Salgado

Projetos e planos	Ações existentes (E) / programadas (P)	Município
Perímetro Irrigado (Icó-Lima Campos)	Existente	Icó
Perímetro Irrigado (Quixabinha)	Existente	Mauriti
Construção da Barragem Riacho do Meio	Programada	Várzea Alegre

Fonte: Nippon Koei Lac, 2017.

Os projetos e planos apresentados acima não influenciam na carga poluidora dos reservatórios estudados, seja devido à sua localização ou atividade que desempenha. O perímetro irrigado Icó-Lima Campos, por exemplo, apesar de localizar-se relativamente próximo ao açude Lima Campos, não influencia no cálculo da carga difusa de tal reservatório, pois se encontra à jusante do mesmo.

### 4.3. Projeções e Cenários

#### 4.3.1. Projeções populacionais

Tomando como exemplo o município de Aquiraz, por intermédio do modelo matemático de projeção populacional estima-se que o número de habitantes crescerá segundo a equação cujos coeficientes são mostrados na Tabela 19, onde  $x$  é a diferença de anos entre o ano que se deseja descobrir o número populacional e o primeiro ano com registros de população (Figura 122). Portanto, a população de Aquiraz em 2020 será de 87.063 habitantes e em 2030 será de 105.203 habitantes (Tabela 20).

Tabela 19 - Projeções populacionais para o município de Aquiraz segundo o método dos mínimos quadrados

n	Ano	População (yi)	xi	xi <sup>2</sup>	ln(yi)	ln(yi <sup>2</sup> )	xi*ln(yi)
-	1960	-	-	-	-	-	-
1	1970	32.507	10	100	10,389	107,935	103,89
2	1980	45.111	20	400	10,716	114,851	214,337
3	1991	46.305	31	961	10,743	115,412	333,033
4	2000	60.469	40	1600	11,009	121,217	440,395
5	2010	72.628	50	2500	11,193	125,285	559,655
<b>Somatório</b>			151	5561	54,052	584,702	1.651,313

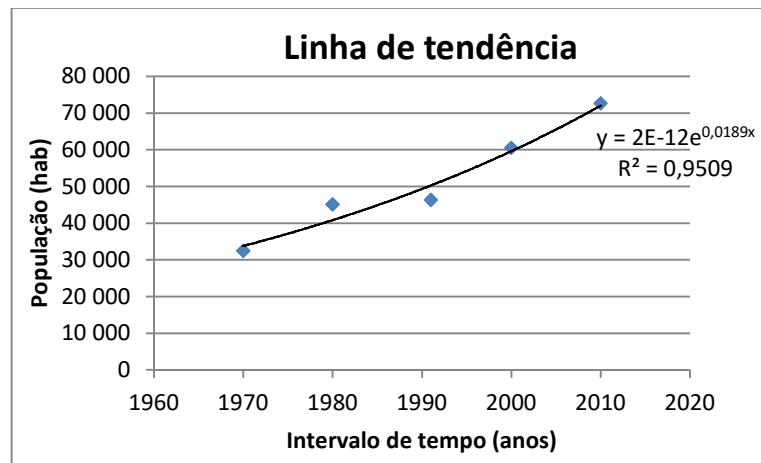
Fonte: IBGE 2007, com adaptação na Nippon Koei Lac, 2017.

Tabela 20 - Valores de projeções populacionais para o município de Aquiraz

<b>a</b>	27969,527
<b>b</b>	0,0189
<b>População 2020</b>	87063,64
<b>População 2030</b>	105203,15

Fonte: Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 122 - Gráfico da linha de tendência para o crescimento populacional do município de Aquiraz



Fonte: Nippon Koei Lac, 2017.

Esse procedimento foi feito para os demais municípios. Os valores populacionais para os horizontes de 2020 e 2030, nos 57 municípios inseridos nas áreas de contribuição hidrológicas dos 15 reservatórios em estudo, estão expressos na Tabela 21.

Tabela 21 - Projeções populacionais para os municípios inseridos nas áreas de contribuição hidrográfica dos reservatórios em estudo

Município	População 2020	População 2030
Acarape	19271	23879
Alcântaras	10281	10543
Aquiraz	87064	105203
Aracoiaba	22932	21361
Ararendá	10997	11528
Aratuba	11661	11667
Barreira	22769	26412
Baturité	36640	40531
Capistrano	18437	19690
Cariré	18321	18333
Caririaçu	26229	26992
Cariús	19241	19799
Cascavel	72725	82219
Catunda	10666	11431
Caucaia	374036	444927
Cedro	24973	25603
Coreaú	24859	27944
Crato	136770	156240
Croatá	18407	19779
Graça	15462	15842
Granjeiro	4574	4457
Guaiúba	28237	33363
Guaraciaba do Norte	42929	48166
Guaramiranga	4200	3872
Hidrolândia	19120	19512
Horizonte	101410	181082
Ibiapina	27680	31259
Icó	77059	85794
Iguatu	109959	124967
Ipu	39316	38886
Ipueiras	41425	43902
Itaitinga	43908	53827
Maracanaú	242874	282243
Maranguape	119855	135675
Massapê	37471	42230
Meruoca	13252	13976
Monsenhor Tabosa	17447	18126
Morrinhos	23161	26533
Mucambo	15157	16161
Mulungu	12064	13379
Nova Russas	28846	26507
Orós	23942	25294

Continuação da Tabela 21 na próxima página.

Continuação da Tabela 21.

Município	População 2020	População 2030
Pacajus	66221	76388
Pacatuba	86402	104046
Pacoti	11202	11339
Pacujá	6965	7852
Pindoretama	23080	28591
Pires Ferreira	10236	10677
Redenção	23201	21113
Reriutaba	17251	15708
Santa Quitéria	43046	42182
Santana do Acaraú	30186	32236
São Benedito	48644	53636
Senador Sá	7818	9072
Tamboril	27875	28970
Varjota	19834	20668
Várzea Alegre	41139	44693

Fonte: Nippon Koei Lac, 2017.

Já os resultados do cálculo das populações proporcionais por setor censitário, para os anos de 2020 e 2030, são mostrados em anexo.

#### 4.3.2. Demandas para abastecimento humano por reservatórios

As demandas de abastecimento humano para os horizontes 2020 e 2030 são apresentadas na Tabela 22 juntamente com as informações sobre a oferta hídrica de cada reservatório (vazão regularizada com 99,9% de garantia).

Tabela 22 - Demandas humanas para os 15 reservatórios em estudo e suas respectivas vazões regularizadas com 99,9% de garantia

Reservatório	Bacia	Demanda em 2020 (l/s)	Demanda em 2030 (l/s)	* Oferta regularizada (l/s)
Acaraú Mirim	Acaraú	74,20	82,50	218,00
Aracoiaba	Metropolitanas	101,00	104,30	2539,00
Araras	Acaraú	256,50	255,90	7654,00
Catucinzenta	Metropolitanas	41,30	63,40	139,00
Gavião	Metropolitanas	128,70	155,00	321,00
Jenipapo	Acaraú	4,10	4,30	14,00
Junco	Salgado	1,70	1,70	11,00
Lima Campos	Salgado	30,60	33,00	230,00
Malcozinhado	Metropolitanas	33,85	38,62	75,00
Manoel Balbino	Salgado	3,70	3,80	133,00
Maranguapinho	Metropolitanas	71,90	82,20	192,00
São Vicente	Acaraú	5,50	5,90	105,00
Taquara	Acaraú	74,30	78,60	894,00
Tatajuba	Salgado	2,10	2,30	4,00
Ubalzinho	Salgado	18,00	19,50	144,00

Fonte: Nippon Koei Lac, 2017.

Nota: \* vazão regularizada com 99,9% de garantia.

#### 4.3.3. Curvas paramétricas de evolução das atividades e cargas poluidoras

Os gráficos obtidos para os anos de estudo mostram que a evolução na produção de esgoto sanitário não ocasiona mudança considerável na concentração média de fósforo dos reservatórios e que o aumento na produtividade das atividades de piscicultura e pecuária origina um acréscimo mais significativo na concentração desse nutriente. Esse resultado induz ao entendimento de que a piscicultura e a pecuária contribuem mais expressivamente na concentração de fósforo nesses corpos d'água do que o esgoto doméstico.

##### 4.3.3.1 Bacia do Acaraú

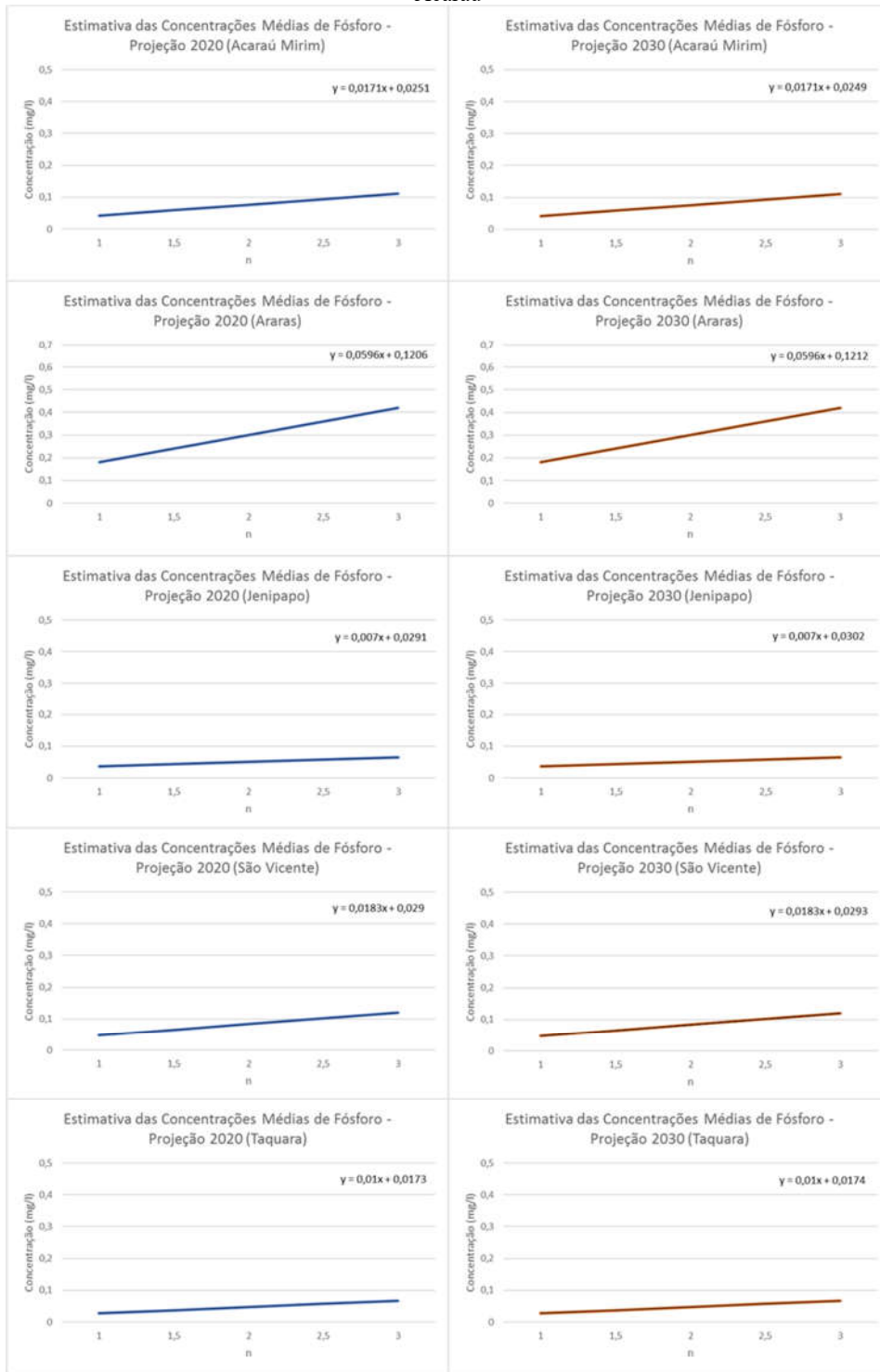
As concentrações médias anuais de fósforo obtidas para cada cenário elaborado e os gráficos das estimativas das concentrações de fósforo para os horizontes de planejamento de 2020 e 2030 são apresentados na Tabela 23 e na Figura 123, respectivamente.

Tabela 23 - Concentrações médias anuais de fósforo para cada cenário produtivo dos reservatórios da Bacia do Acaraú

		Concentração Média Anual de Fósforo (mg/l)				
		Acaraú Mirim	Araras	Jenipapo	São Vicente	Taquara
POPULAÇÃO PROJETADA - 2020	n = 1	0,0422	0,1802	0,036	0,0473	0,02729
	n = 1,5	0,059295	0,239765	0,043291	0,065631	0,037253
	n = 2	0,076392	0,299351	0,050251	0,08392	0,047211
	n = 2,5	0,09349	0,358937	0,057211	0,102209	0,05717
	n = 3	0,110587	0,418524	0,064171	0,120497	0,067128
POPULAÇÃO PROJETADA - 2030	n = 1	0,042	0,1808	0,03715	0,0476	0,02732
	n = 1,5	0,059105	0,24034	0,044105	0,065931	0,03728
	n = 2	0,076203	0,299926	0,051065	0,08422	0,047239
	n = 2,5	0,0933	0,359512	0,058025	0,102509	0,057197
	n = 3	0,110398	0,419098	0,064985	0,120798	0,067155

Fonte: Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 123 - Gráficos da estimativa das concentrações de fósforo em 2020 e 2030 para os reservatórios da Bacia do Acaraú



Fonte: Nippon Koei Lac, 2017.

#### 4.3.3.2 Bacias Metropolitanas

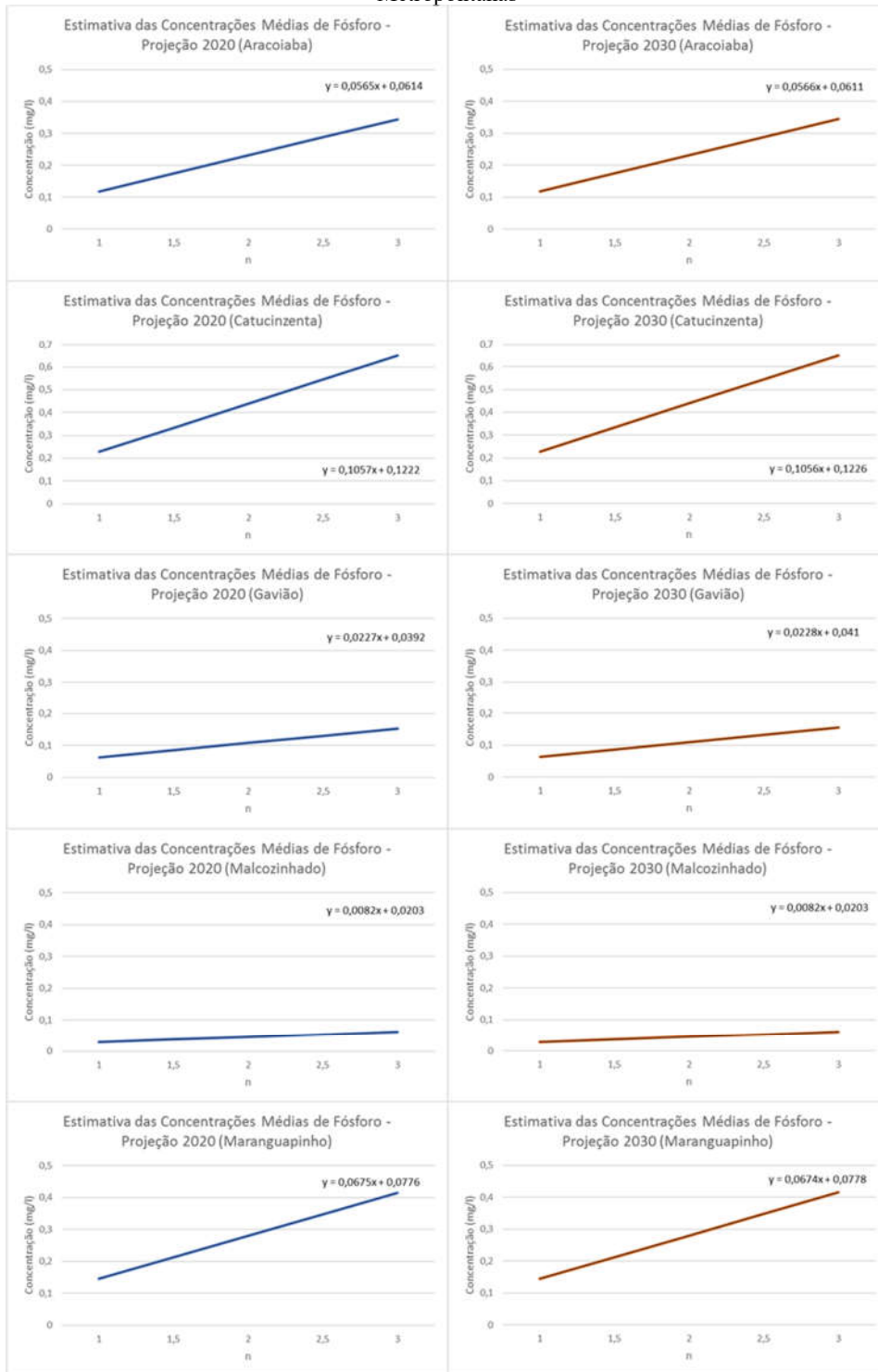
As concentrações médias anuais de fósforo obtidas para cada cenário elaborado e os gráficos das estimativas das concentrações de fósforo para os horizontes de planejamento de 2020 e 2030 são apresentados na Tabela 24 e na Figura 124, respectivamente.

Tabela 24 - Concentrações médias anuais de fósforo para cada cenário produtivo dos reservatórios das Bacias Metropolitanas

		Concentração Média Anual de Fósforo (mg/l)				
		Aracoiaba	Catucinzenta	Gavião	Malcozinhado	Maranguapinho
POPULAÇÃO PROJETADA - 2020	n = 1	0,118	0,228	0,062	0,0286	0,145
	n = 1,5	0,174365	0,333602	0,084652	0,036832	0,212706
	n = 2	0,230952	0,439335	0,10742	0,04508	0,280154
	n = 2,5	0,287538	0,545066	0,130188	0,053328	0,347602
	n = 3	0,344125	0,650797	0,152956	0,061577	0,41505
POPULAÇÃO PROJETADA - 2030	n = 1	0,11767	0,228	0,0638	0,02859	0,1453
	n = 1,5	0,174253	0,333795	0,086559	0,036834	0,212708
	n = 2	0,23084	0,439527	0,109327	0,045083	0,280157
	n = 2,5	0,287427	0,545259	0,132096	0,053331	0,347604
	n = 3	0,344013	0,65009	0,154864	0,061579	0,415053

Fonte: Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 124 - Gráficos da estimativa das concentrações de fósforo em 2020 e 2030 para os reservatórios das Bacias Metropolitanas



Fonte: Nippon Koei Lac, 2017.

#### 4.3.3.3 Sub-bacia do Salgado

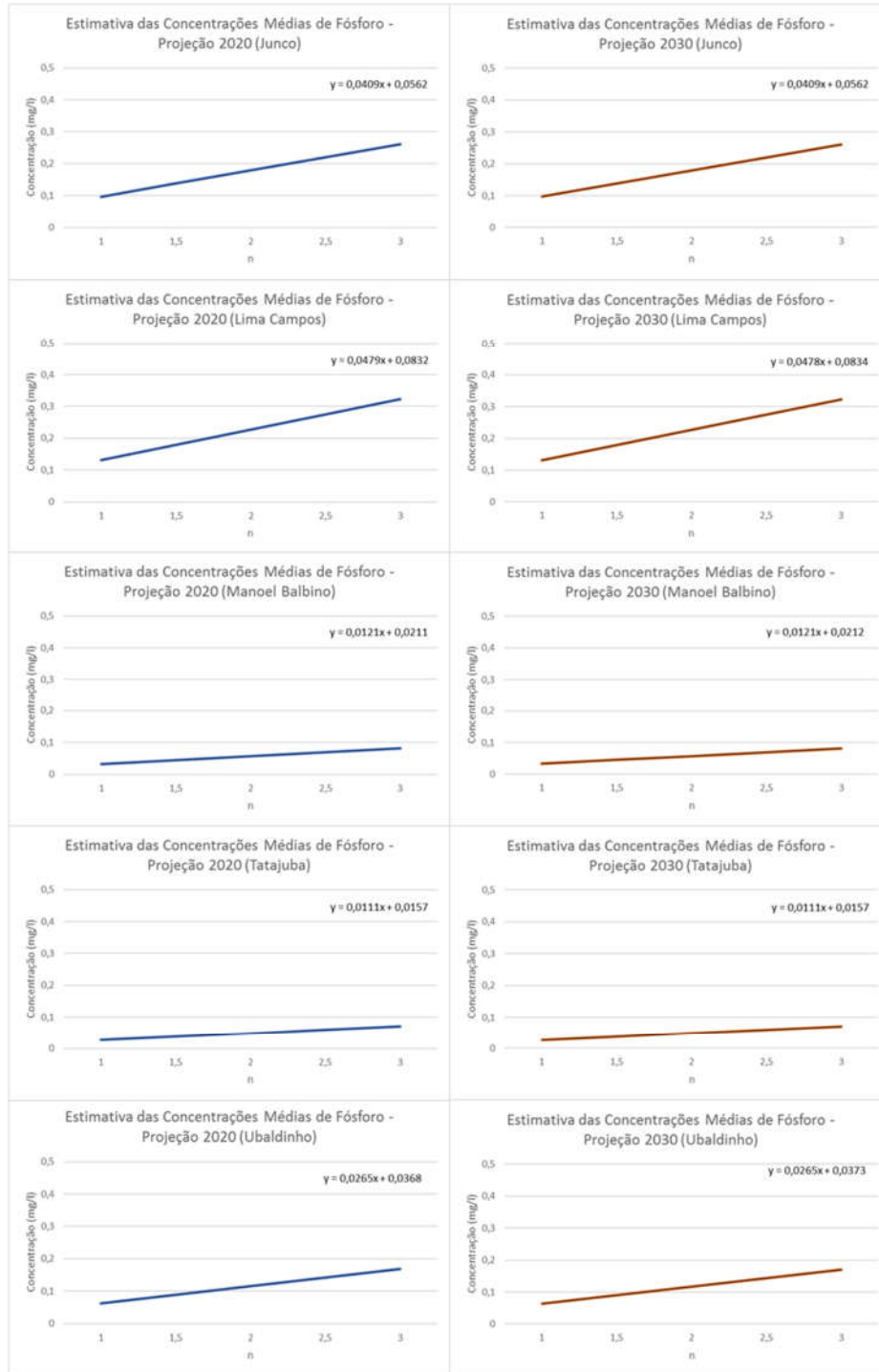
As concentrações médias anuais de fósforo obtidas para cada cenário elaborado e os gráficos das estimativas das concentrações de fósforo para os horizontes de planejamento de 2020 e 2030 são apresentados na Tabela 25 e na Figura 125, respectivamente.

Tabela 25 - Concentrações médias anuais de fósforo para cada cenário produtivo dos reservatórios da Sub-bacia do Salgado

		Concentração Média Anual de Fósforo (mg/l)				
		Junco	Lima Campos	Manoel Balbino	Tatajuba	Ubalzinho
POPULAÇÃO PROJETADA - 2020	n = 1	0,0971	0,131	0,0332	0,0268	0,0633
	n = 1,5	0,138021	0,178914	0,045228	0,03785	0,089829
	n = 2	0,178913	0,226747	0,057296	0,048949	0,116333
	n = 2,5	0,219803	0,274582	0,069365	0,060047	0,142836
	n = 3	0,260695	0,322416	0,081434	0,071145	0,169339
POPULAÇÃO PROJETADA - 2030	n = 1	0,0971	0,1312	0,0333	0,02676	0,0638
	n = 1,5	0,138014	0,179038	0,045346	0,037853	0,090318
	n = 2	0,178904	0,226872	0,057414	0,048951	0,116821
	n = 2,5	0,219795	0,274706	0,069483	0,060049	0,143324
	n = 3	0,260697	0,322541	0,081551	0,071148	0,169827

Fonte: Nippon Koei Lac, 2017.

Figura 125 - Gráficos da estimativa das concentrações de fósforo em 2020 e 2030 para os reservatórios da Sub-bacia do Salgado



Fonte: Nippon Koei Lac, 2017.



**ipece**

INSTITUTO DE PESQUISA E SEGURANÇA HÍDRICA DO CEARÁ



**GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ**  
*Secretaria dos Recursos Hídricos*

## 5. PROGRAMAÇÃO DAS AÇÕES



## 5. PROGRAMAÇÃO DAS AÇÕES

Conforme já mencionado no Relatório Parcial referente ao tema em tela, o enquadramento dos corpos d'água consiste em um processo que se concretiza por meio do planejamento participativo envolvendo o Poder Público e a sociedade civil representada nos órgãos de gestão hídrica, quais sejam: Agências de Água, Comitês de Bacia Hidrográfica e Conselhos de Recursos Hídricos Nacional, Estaduais e do Distrito Federal.

Conforme a Política Nacional de Recursos Hídricos

*Art. 44. Compete às Agências de Água, no âmbito de sua área de atuação:*

....

*X - elaborar o Plano de Recursos Hídricos para apreciação do respectivo Comitê de Bacia Hidrográfica;*

....

*XI - propor ao respectivo ou respectivos Comitês de Bacia Hidrográfica:*

*a) o **enquadramento dos corpos de água nas classes de uso**, para encaminhamento ao respectivo Conselho Nacional ou Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos, de acordo com o domínio destes. (Grifo nosso)*

A programação das ações referentes aos reservatórios de interesse compõe-se de intervenções estruturais e não estruturais demandadas em cada um deles. A definição da classe de uso da água pode, em última análise, determinar o próprio padrão de desenvolvimento potencial a se estabelecer, cujo sucesso irá depender, basicamente, do grau de acerto da decisão negociada de enquadramento em relação à ambiência socioambiental dela derivada.

No caso dos reservatórios estudados, a exacerbação das restrições de cunho ambiental, em detrimento da componente social, opção que restauraria as condições originais das bacias, poderia levar à ruína econômica das populações que tiram seu sustento, seja como microempreendedores, seja como funcionários de atividades econômicas, como a piscicultura intensiva praticada na maioria dos reservatórios, assim como a pecuária, atividade igualmente comum no entorno dos reservatórios de interesse.

Na outra ponta do espectro está o rebaixamento da classe de uso, respeitadas as determinações normativas relativas aos usos mais restritivos, como o abastecimento de água. Dentre os reservatórios estudados, todos são utilizados para esse fim. Nesse caso, as ações a serem



INSTITUTO DE PESQUISA E PESQUISA ECONÔMICA DO CEARÁ



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ  
Secretaria dos Recursos Hídricos

programadas, envolvendo tanto o âmbito público como o privado, serão pautadas por uma flexibilização limitada pelo que pode vir a acontecer em termos prognósticos. No que diz respeito aos prognósticos, em praticamente todos os casos (15 reservatórios), verifica-se que a produção de esgoto doméstico tem influência secundária no agravamento das condições qualitativas das águas nesses barramentos. Assim, pode-se desde já afirmar que as decisões a serem tomadas nas esferas participativas dizem respeito ao regramento das atividades de piscicultura e pecuária que, comprovadamente, concentram os determinantes dos estados tróficos adversos apresentados pelos corpos hídricos de interesse.

Nesse contexto, optando-se pela continuidade do uso econômico das águas dessas barragens, uma hipótese a ser levada a debate seria a manutenção da situação atualmente encontrada nas bacias, prevendo-se metas voltadas à adequação, por exemplo, à classe 2 de uso, prevista em norma como valor padrão, em caso de lacuna no enquadramento. Um aspecto de extrema relevância diz respeito ao(s) parâmetro(s) escolhido(s) para balizar o enquadramento.

Conforme Lima (2016), citando Larentis (2004) “o parâmetro escolhido deve ser aquele onde nas campanhas de monitoramento tenha se mostrado em desacordo com os padrões de enquadramento de corpos d’água, passando este parâmetro a ser um INDICADOR para os gestores públicos efetuarem o acompanhamento das metas e o seu devido controle. Diante dessas questões, o autor acima mencionado enumera que as variáveis DBO, OD, Coliformes Termotolerantes, Fósforo e Nitrogênio são os que indicam características importantes a serem considerados na simulação de qualidade de água numa bacia hidrográfica.

Como se sabe, a definição da classe de qualidade do corpo hídrico pode se dar de acordo com metas progressivas e finais a serem alcançadas, baseando-se não necessariamente no estado atual dos corpos d’água, mas nos níveis de qualidade que deveria possuir para atender às necessidades da comunidade. A discussão acerca do que vêm a ser essas necessidades é comportada pela fase de interação consultiva com as esferas envolvidas, processo que confere densidade temática ao debate, de cujo cerne irradiará a decisão compartilhada e descentralizada. Por essa razão, optou-se por adotar a parametrização como forma de avaliar a evolução das atividades econômicas mais relevantes, impactantes da qualidade da água, nos 15 reservatórios



considerados. Assim, quando da discussão com os agentes envolvidos, todos os cenários imaginados em termos dessas atividades ficam automaticamente contemplados.

### 5.1. Experiências de enquadramento desenvolvidas no nordeste brasileiro

Dentre os instrumentos de gestão de recursos hídricos preconizados pela Política Nacional para o setor, o enquadramento é um dos que menos evoluiu em termos de implementação prática, em especial no que diz respeito aos reservatórios do nordeste brasileiro, onde, qualquer que seja a perspectiva envolvida no processo de enquadramento, constata-se a existência de singularidades a exigirem tratamento específico.

Da perspectiva hidroclimatológica, as particularidades regionais desafiam os pesquisadores a elaborarem metodologias que venham a considerá-las adequadamente, sob pena de se idealizar um processo de enquadramento dissociado da realidade, inexecutável ou comprometedoramente inadequado para ser levado ao cotidiano, seja da instituição responsável, seja dos usuários/atores envolvidos na prática, ou pelo conjunto imbricado com essa operacionalização.

Conforme registra Lima (2016), em recentíssima tese de doutorado, na qual o autor trata especificamente do tema do enquadramento de corpos d'água no Nordeste brasileiro (com estudo de caso realizado no açude Acarape do Meio, no Ceará):

*“Um dos mais importantes produtos desta pesquisa [a própria tese de doutoramento] foi a aprovação, pelo Comitê de Bacias, da proposta de enquadramento para um reservatório no nordeste do Brasil, em função de um volume mínimo armazenado e da máxima carga de fósforo que aporta no mesmo. Recentemente, esta proposta de enquadramento foi ao Conselho de Recursos Hídricos do Ceará como a **primeira experiência em enquadramento de corpos d'água no nordeste brasileiro**”* (Grifo nosso).

Ainda Lima (2016), em ampla revisão bibliográfica do tema em comento, constata que:

*“Alguns estados do Nordeste já experienciaram o processo de enquadramento dos corpos d'água. Daqueles estados que vivenciaram alguma forma de enquadramento, os mesmos utilizaram de legislação em desuso tal como a portaria 013 do Ministério do Interior de 1976. Foi o caso do estado do Rio Grande do Norte, enquadrando apenas rios, riachos e*

*lagoas, e do estado da Paraíba no ano de 1988, se baseando na resolução Conama nº 20 de 1986, mas também se atendo apenas a rios e riachos. Desta forma, há poucas experiências no uso da legislação atual, a resolução Conama nº 357 de 2005, **neste caso não há qualquer experiência no enquadramento de reservatórios no Brasil, principalmente na região Nordeste, tão pouco na região semiárida**” (Grifo nosso).*

De fato, qualquer pesquisa que se faça, seja por meio eletrônico, seja contatando-se as instituições e/ou aos militantes profissionais dessa área de conhecimento, a incipiência do estágio de implementação desse importante instrumento de gestão hídrica não é condizente com as duas décadas transcorridas desde a entrada em vigor da chamada Lei das Águas ou mesmo com a Resolução Conama nº 357/2005. Isso certamente explica e justifica o fato de tal temática ser válida enquanto trabalho de doutoramento, dado o ineditismo exigido pelo meio acadêmico em se tratando de tese e não de dissertação, onde o ineditismo não é exigido.

É, sem dúvida, uma situação que enseja providências governamentais (do Estado Brasileiro) esta em que se tem como cerne o enquadramento de corpos d’água, pois não é concebível que um mecanismo de tamanha relevância, vinte anos após a aprovação da Política Nacional de Recursos Hídricos, ainda tenha em uma Tese de Doutorado **“a primeira experiência em enquadramento de corpos d’água no nordeste brasileiro”**.

Se por um lado é reconhecível o mérito do autor em abordar tema de tal relevância prática, por outro lado, por se tratar de uma Tese de Doutorado, sublinha-se o incômodo flagrante de se ter um diploma legal em vigor desde 1997 que, até o presente, ainda enseja a abordagem de parte constitutiva do seu conteúdo - o mecanismo enquadramento – nesse nível de tratamento, ou seja, no **campo da pesquisa**, quando já se deveria dispor de inúmeras experiências de enquadramento no vasto território nordestino, secularmente marcado pela escassez hídrica e, mais recentemente e de forma célere, assistindo seus parques recursos hídricos enfrentarem a degeneração qualitativa.

Embora se constate a absoluta carência de experiências de enquadramento no Nordeste, à luz da nova legislação em vigor (Resolução Conama nº 357/2005), propostas têm sido apresentadas nos últimos anos. Entretanto, sem a devida mensuração da eficácia ou mesmo adequabilidade à realidade local, posto que não foram ainda implementadas, como é o caso da **“Proposta de Metodologia de Enquadramento de Corpos de Água para o Estado de Alagoas”**.



Esse trabalho foi desenvolvido pela Semarh-AL no âmbito do Programa PROÁGUA SEMI-ÁRIDO, tendo como objeto piloto de aplicação (não efetivada) a bacia do rio Coruripe - AL. Os autores resumiram nas seguintes etapas:

- Diagnóstico da bacia hidrográfica;
- Planejamento das atividades de enquadramento;
- Levantamento de dados cadastrais de usos de água;
- Mapeamento dos trechos a serem segmentados;
- Estudos para determinação da condição de qualidade de água;
- Avaliações e proposições técnicas;
- Apresentação da proposta de enquadramento.

Estados nordestinos, como a Bahia, somente tiveram o enquadramento incorporado à política estadual em 2006, quando a Lei nº 10.432/06 instituiu o enquadramento como instrumento de Política Estadual de Recursos Hídricos naquele estado, sendo posteriormente ratificado em 2009 pela nova Lei Estadual de Recursos Hídricos da Bahia (Lei nº 11.612/2009), que elenca o enquadramento de corpos de água como um dos instrumentos da Política Estadual de Recursos Hídricos. Atualmente esse estado vem desenvolvendo estudos de priorização dos rios para os quais, no futuro, se fará o enquadramento, como exemplo, pode ser citado o caso do rio Salitre.

No “apagar das luzes” de 2016, o Comitê da Bacia Hidrográfica do rio Salitre (CBHS), através da DELIBERAÇÃO do CBHS nº 04, de 06 de dezembro de 2016, aprovou com ressalvas o Plano de Trabalho para elaboração do “Plano de Recursos Hídricos e da Proposta de Enquadramento dos Corpos de Água da Bacia Hidrográfica do Rio Salitre”. Ou seja, trata-se de um trabalho ainda por iniciar (fase de plano de trabalho).

Em Sergipe, o estado d’arte se encontra ainda menos avançado. Conforme a Superintendência de Recursos Hídricos, órgão da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e de Recursos Hídricos, os procedimentos para o enquadramento de corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes, deverão ser desenvolvidos em conformidade com o Plano de Recursos Hídricos de Bacia Hidrográfica e o Plano de Recursos Hídricos do Estado de Sergipe. Alerta, porém, que “como tais documentos ainda não estão disponíveis e na ausência dos Comitês





**IPECE**

INSTITUTO  
DE FOMENTO  
E RECURSOS  
ECONÔMICOS  
DO CEARÁ



**GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ**  
*Secretaria dos Recursos Hídricos*

de Bacias Hidrográficas”, aquela instituição da administração direta do Estado está providenciando “estudos específicos sobre o assunto”.

Igualmente em estágio inicial se encontra a situação no estado de Pernambuco. O movimento mais recente envolvendo o enquadramento deu-se em 2016, quando, por intermédio da Secretaria de Desenvolvimento Econômico - SDEC, tendo como entidade executora a Companhia Pernambucana de Saneamento – Compesa, com financiamento do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) no âmbito da implementação do Programa de Saneamento Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Ipojuca – PSA Ipojuca, foi destinada uma parte dos recursos a seleção e contratação de serviços de consultoria, para elaboração de proposta de enquadramento dos cursos de água da bacia hidrográfica do Rio Ipojuca. Embora a Nippon não tenha conhecimento sobre o resultado da licitação, podemos afirmar que o prazo de execução dos serviços de consultoria é de 18 meses e incluem a elaboração de proposta de enquadramento dos corpos de água em classes de uso, conforme Resolução Conama nº 357/2005. O Edital de Manifestação de Interesse prevê que o “enquadramento será feito com base no diagnóstico ambiental e socioeconômico, na análise da qualidade da água e dos principais fatores e fontes de poluição, assim como dos usos preponderantes existentes e aqueles pretendidos na bacia hidrográfica”. Estabelece por fim que, “deverão ser utilizados modelos matemáticos de simulação de cenários e estabelecidas metas com vistas à melhoria da qualidade dos recursos hídricos”.

No Piauí, somente em agosto de 2016 publicou-se o Decreto nº 16.696 que “Regulamenta a Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos no Estado do Piauí, prevista na Lei Federal nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997, e na Lei Estadual nº 5.165, de 17 de agosto de 2000, revoga o Decreto nº 14.144, de 22 de março de 2010, e dá outras providências”. No inciso IV do art. 2º do referido diploma legal, vem à baila a questão do enquadramento (a ser realizado) como estimulador do cumprimento dos objetivos da cobrança, na medida em que poderá determinar o investimento em projetos de despoluição, reúso, proteção e conservação, bem como em utilização de tecnologias limpas e poupadoras dos recursos hídricos.

A situação no estado do Maranhão é semelhante aos demais, onde não há qualquer experiência concreta afeta ao enquadramento dos corpos hídricos de sua dominialidade, tampouco na parcela que compartilha com os estados do Piauí e Ceará, atinente à bacia do Parnaíba.



## 5.2. Proposição de ações participativas

Com o aumento da demanda e do risco de escassez hídrica, gerir apenas a oferta de água tornou-se um ato insuficiente para garantir a sustentabilidade em seu uso. Desse modo, faz-se necessária a definição e aplicação de ações participativas que colaborem para a otimização quantitativa e qualitativa do uso da água, bem como das atividades produtivas, que simultaneamente irão favorecer a preservação desse recurso.

A proposição de ações participativas deve envolver os agentes interessados em garantir uma oferta hídrica suficiente para suprir todos os usos da água necessários, ao mesmo tempo em que procure minimizar as situações de exclusão e desigualdades sociais, concedendo o direito aos cidadãos de se manifestarem e participarem das decisões políticas, tendo como objetivo final o uso sustentável dos recursos naturais e a conservação do ambiente.

A participação legítima de todos os atores envolvidos é essencial na correta aplicação de conceitos de sustentabilidade, tanto no planejamento, como na execução desses projetos, garantindo que as ações previstas possuam um impacto ambiental positivo e significativo. Se faz cada vez mais necessário sensibilizar os agentes presentes nos entornos dos reservatórios, cujas ações têm potencial de influir na qualidade da água local, sobre a importância de uma gestão integrada e participativa dos recursos hídricos. Assim, estimula-se uma maior compreensão dos processos que ocorrem em uma bacia hidrográfica, enfatizando-se que o uso apropriado e sustentável dos recursos hídricos acarreta apenas vantagens e benfeitorias a todos os envolvidos.

As ações delineadas a seguir tratam da participação de atores sociais importantes em um processo de gestão participativa dos recursos hídricos. Essas ações também abordam o fortalecimento institucional das organizações, os mecanismos de gestão dos recursos naturais, o monitoramento e controle ambiental, os estudos de recuperação das áreas impactadas, a conscientização, a educação ambiental e a sensibilização das populações locais, bem como de todos os atores envolvidos nas propostas, a fim de incitar a participação de todos os níveis sociais envolvidos.

No que diz respeito aos programas visando a participação de comunidades indígenas e quilombolas, com base nos dados fornecidos pelo Governo do Estado, constatou-se que apenas

duas áreas identificadas como comunidades quilombolas se encontravam parcialmente dentro da bacia de contribuição de um dos 15 reservatórios em estudo no presente relatório. Essas duas comunidades, localizadas dentro da bacia hidrográfica do Açude Araras (Comunidade Lagoa das Pedras/Encantados do Bom Jardim e Comunidade Brutos), se encontram a aproximadamente 46 km de distância da bacia hidráulica e a 35 km da área de influência do reservatório. Vale ressaltar que a área de influência do reservatório aqui comentada é definida como a porção da bacia hidrográfica que responde pela potencial contribuição para a poluição do corpo hídrico. Assim, mostrou-se consensual (equipes da consultora e da fiscalização Cogerh) a não necessidade de considerar tal especificidade.

#### *5.2.1. Programa de apoio a comunidade acadêmica*

O envolvimento da comunidade científica é um ponto importante no estudo dos problemas locais e na elaboração de medidas que visem solucioná-los. Aproveitar pesquisadores e alunos de universidades da região é algo de interesse mútuo, tanto para a universidade, quanto para os atores envolvidos, que podem ser os gestores, atribuição que também poderá ser exercida por representantes da população.

Pesquisas relacionadas às boas práticas agrícolas, otimização do uso da água, adaptabilidade de culturas, combate à erosão e manejo do solo, quando focadas na região do semiárido, são instrumentos importantes no alcance de melhores soluções que visam minimizar os impactos das atividades produtivas locais. Não obstante, ao mesmo tempo em que se buscam soluções para os problemas, amplia-se o conhecimento disponível, colaborando assim para um melhor entendimento da problemática e estimulando a troca de informações, diante disso, podem ser propostas algumas ações. A seguir, apresentam-se algumas ações constituintes do programa em questão:

- Incentivar a atuação de pesquisadores de instituições de ensino superior nas bacias hidrográficas de interesse;
- Fomentar a colaboração mútua entre a comunidade acadêmica de ensino superior e a comunidade escolar de ensino básico, de modo a fortalecer as práticas de educação

ambiental nas escolas e fomentar estudos que visem avaliar e melhorar as metodologias aplicadas;

- Envolver os professores das escolas situadas no entorno do reservatório na divulgação da importância da manutenção e preservação dos recursos naturais;
- Ministrando cursos de capacitação em educação ambiental, a fim de formar multiplicadores que possam contribuir no processo de ensino com a inclusão de temas voltados a preservação do meio ambiente;
- Introduzir a temática ambiental nas reuniões escolares, com o intuito de sensibilizar pais e professores quanto a importância da proteção ambiental;
- Incorporar a educação ambiental na rotina escolar, por meio de uma metodologia contínua e interdisciplinar, de forma a envolver estudantes, funcionários e professores de várias áreas do conhecimento;
- Incluir matérias escolares que abordem a temática da sustentabilidade no uso dos recursos hídricos, bem como a conservação do meio ambiente.

### 5.2.2. Programa de apoio a comunidade local

Incentivar a participação das comunidades locais e dos atores envolvidos na gestão participativa das águas possibilita uma descentralização do poder, com uma maior participação social. Sendo assim, a população que se envolve, seja em projetos ou ações, se caracteriza como um agente executor, com voz para modificar a dinâmica social local, descrevendo as vulnerabilidades a serem mitigadas e ressaltando as possibilidades a serem exploradas e incentivadas.

É importante incluir no processo de decisão grupos sociais que comumente estão sujeitos a maior exclusão (por exemplo, os pecuaristas, agricultores, pescadores e artesãos de subsistência), pois tais indivíduos realizam atividades que impactam os recursos hídricos locais, já que, utilizam técnicas rudimentares e ineficientes para garantir sua subsistência, como é o caso das queimadas e desmatamento irregular de APP da região de vazante de reservatórios.

Logo, o programa de apoio às comunidades locais visa incluir, capacitar e treinar as populações responsáveis pela produção rural. Dessa forma, aumentam as possibilidades de melhoria na qualidade de vida da população, além de gerar impactos positivos ao meio ambiente,

tais como: redução da pobreza e diminuição do processo desordenado de ocupação do semiárido.

A seguir, apresentam-se algumas ações constituintes do programa em questão:

- Desenvolver oficinas para a capacitação e conscientização da população sobre a sua responsabilidade na preservação do meio ambiente em que estão inseridos;
- Fomentar a criação de associações e cooperativas comunitárias que representam, de maneira mais eficaz, os interesses comuns, contribuindo para a participação efetiva da população local como agentes tomadores de decisões;
- Realizar reuniões com os líderes das comunidades, a fim de conscientizá-los e sensibilizá-los, incentivando assim um maior comprometimento com os projetos;
- Orientar a comunidade sobre a importância de escolher representantes locais comprometidos com o seu desenvolvimento e com o processo de gerenciamento participativo;
- Incentivar a inclusão de mulheres e minorias, promovendo o engajamento desses indivíduos como atores fundamentais no sucesso dos projetos;
- Capacitar os produtores locais em conhecimentos sobre contabilidade e gestão, garantindo uma otimização dos seus recursos financeiros e melhor entendimento das estratégias governamentais;
- Promover palestras, minicursos e atividades de cunho educacional nas comunidades de entorno à essas regiões, objetivando a difusão do conceito de sustentabilidade e preservação ambiental.

### 5.2.3. Programa de incentivo à utilização de práticas sustentáveis

Incentivar e capacitar os produtores locais a aplicar medidas que visem a sustentabilidade das atividades produtivas é importante para mitigar impactos como a eutrofização e o assoreamento dos corpos d'água, responsáveis por profundas alterações na dinâmica ambiental do local.

Promover a sustentabilidade não só colabora para uma maior eficiência na realização das atividades que utilizam as águas dos açudes, tais como pecuária, piscicultura e agricultura, como também contribui para que o uso dos recursos naturais seja compatibilizado com a capacidade de

suporte do ambiente, prevenindo a superexploração e futuros impactos ambientais que possam vir a ocorrer. Além disso, quando se conscientiza e capacita os produtores locais, cria-se uma conexão entre esses indivíduos e o meio ambiente, onde é devidamente estabelecida a correlação favorável existente entre um ambiente saudável e um maior rendimento produtivo, propiciando maiores ganhos econômicos aos agricultores.

Diante disso, esse programa tem como objetivo propor medidas que contribuam para a sustentabilidade de atividades como a piscicultura, agricultura e pecuária, otimizando o uso da água e gerindo os recursos naturais locais de maneira eficiente, colaborando para sua maior conservação. A seguir, apresentam-se algumas ações constituintes do programa em questão:

- Promover capacitações sobre técnicas eficientes de manejo do solo para a agricultura e pecuária e de manejo da água para a atividade da piscicultura;
- Incentivar a realização de eventos para transferência de tecnologias de base ecológica e socialização de conhecimentos entre os pesquisadores de instituições de ensino superior e os produtores;
- Criar linhas de crédito especiais para produtores que adotem técnicas sustentáveis de produção;
- Produzir cartilhas e material expositivo com informações sobre boas práticas de manejo da água e do solo, para serem distribuídos entre os produtores;
- Incentivar o estabelecimento de atividade produtivas que possuam uma perspectiva ecológica, como a agroecologia e a agricultura orgânica;
- Promover discussões e reuniões entre os membros dos Comitês de Bacia Hidrográfica e os produtores locais, objetivando assim o diálogo e definição de estratégias conjuntas para preservação dos recursos hídricos;
- Incentivar e capacitar membros das comunidades locais em atividades alternativas a exploração indevida dos recursos, utilizando por exemplo a apicultura, hortas, entre outros;
- Capacitar os produtores residentes no entorno de cada reservatório sobre a importância da recuperação e correção dos solos, como meio de aumentar a produtividade das lavouras e consequentemente a obtenção de maior renda e qualidade de vida;

- Informar a população rural e usuários da água locais com informações atualizadas sobre a situação do reservatório em termos qualitativos e quantitativos, para que assim se crie um conhecimento dos parâmetros hidrológicos importantes à sustentabilidade do corpo hídrico;
- Preservar as culturas e tradições locais (quilombolas, indígenas, sertanejos, etc.), ajustando e compatibilizando, entretanto, as práticas não apropriadas e em discordância com o manejo sustentável da água e do solo, a partir de treinamentos e acompanhamento de profissionais qualificados nesses locais.

#### 5.2.4. Programa de estímulo a participação popular na gestão hídrica

O incentivo à participação de todos os usuários no gerenciamento dos recursos hídricos, permite uma maior democracia e controle no uso da água dos reservatórios, propiciando a descentralização política das decisões.

Os membros do Comitê de Bacia Hidrográfica, que é a instância mais importante de integração e participação dos usuários de água com os níveis superiores da gestão, devem também considerar os interesses da população na tomada de decisão e no gerenciamento dos recursos hídricos locais. Como resultado, há um fortalecimento desse órgão, já que a democratização do acesso às decisões ajuda tanto na identificação, como na busca de soluções efetivas e que de fato resolvam os conflitos locais.

Não obstante, as demais instituições públicas envolvidas na gestão das águas devem também incitar a participação e inclusão popular na elaboração de projetos e ações de gestão, para assim se conseguir um maior comprometimento por parte de todos os atores envolvidos. Afinal, são muitos os interessados em manter a qualidade da água dos reservatórios, já que esse fator propicia a realização das atividades produtivas, o que resulta em ganhos econômicos para as prefeituras e subsistência de muitas comunidades, por exemplo. A seguir, apresentam-se algumas ações constituintes do programa em questão:

- Incentivar a maior participação dos cidadãos nas tomadas de decisão dos Comitês de Bacias Hidrográficas (CBHs);
- Instituir Comissões Gestoras nos reservatórios;

- Elaborar e executar um plano permanente de capacitação dos membros dos CBHs e das comissões gestoras;
- Compatibilizar as atividades do CBH às necessidades e às prioridades do Estado;
- Capacitar os membros dos Comitês de Bacia e demais lideranças;
- Promover uma comunicação eficiente entre os órgãos institucionais e a população local, bem como com a respectiva Gerência Regional de interesse de cada Comitê de Bacias;
- Cobrar o comprometimento por parte das prefeituras e Comitês de Bacia, no sentido do cumprimento e utilização de mecanismos de gestão previstos na legislação, como os Planos de Recursos Hídricos;
- Promover treinamento para funcionários das instituições públicas envolvidas no gerenciamento de recursos hídricos, abordando o conceito de sustentabilidade e gestão de recursos, necessários à realização dos projetos ambientais propostos pelo poder público;
- Realizar oficinas de sensibilização e motivação com os funcionários das prefeituras, objetivando criar uma consciência e noção de responsabilidade entre as atribuições desses funcionários e uma boa gestão ambiental local;
- Promover a parceria entre órgãos públicos, como prefeituras, e ONGs, objetivando um maior alcance e disseminação dos projetos ambientais propostos;
- Buscar compromisso entre as partes interessadas, uma vez que a degradação em quantidade e qualidade da água dos reservatórios é algo que prejudica todos os usuários;
- Criar um conselho gestor na comunidade, instância colegiada de caráter permanente e formada por representantes das associações comunitárias e organismos governamentais, com o objetivo de auxiliar na tomada de decisões, na divulgação e na fiscalização de recursos dos projetos ambientais desenvolvidos na região.

#### *5.2.5 Programa de realização de consultas públicas*

A consulta pública consiste em um importante mecanismo para melhor compreensão por parte do público que não possui conhecimento técnico na área ambiental, mas que se relaciona diretamente com o meio ambiente, colaborando assim para uma gestão descentralizada e efetivamente participativa. Essa consulta deve ser feita preferencialmente na comunidade

diretamente afetada pelo empreendimento ou ação, com ampla divulgação local, estimulando assim a participação de um maior número de pessoas.

A consulta pública permite também coletar dados que mostram o posicionamento da população sob a perspectiva ambiental, proporcionando reflexões sobre a importância da conservação do meio ambiente e suas interações com a saúde, território e questões urbanas, entre outros assuntos de relevância para o planejamento ambiental. Para os órgãos públicos, consultas ambientais contribuem para uma melhor percepção sobre as opiniões e pontos de vista dos cidadãos, além de ajudar a identificar quais políticas e ações precisam ser desenvolvidas e aplicadas. A seguir, apresentam-se algumas ações constituintes do programa em questão:

- Instituir planos de ação que implementem a utilização da consulta pública ambiental em reuniões, praças e que também realizem consultas individuais aos moradores, criando assim um banco de dados completo;
- Formular questionários (a serem aplicados nas reuniões e consultas individuais) estruturados por técnicos e profissionais capacitados, que abordem as áreas temáticas necessárias e deficientes, como as retratadas em um Diagnóstico Ambiental, por exemplo;
- Implementar uma campanha publicitária que informe e oriente a população, não só sobre datas e locais aonde serão realizadas as consultas, mas também sobre a importância de se participar e opinar, o que contribui para solucionar os problemas ambientais locais;
- Estimular a participação de indivíduos representantes de todos os grupos sociais e minorias, dando oportunidade para que todos possam se expressar sem restrições;
- Divulgar os resultados das consultas passadas, através de atas de reuniões que possam estar facilmente disponíveis à população consultada (usando-se sites, redes sociais, etc.), bem como oferecer feedback das sugestões propostas.

### **5.3. Programa de monitoramento da qualidade da água dos reservatórios**

O programa de monitoramento da qualidade da água aqui proposto parte da determinação do número mínimo de pontos necessários à garantia de representatividade da amostragem para cada corpo hídrico, sob consideração das variáveis influentes no processo. Nesse contexto, faz-se uso de Análise Multivariada com vistas a maximizar a variância explicada de cada variável de

interesse, variância essa expressa na matriz de correlações afetas ao conjunto de dados originais. Esse conjunto precisará ser definido em termos de seu tamanho e posicionamento espacial como função da área do espelho d'água para várias cotas de armazenamento.

A recomendação que aqui se faz para início da implantação do programa é que, preferencialmente, seja adotada uma malha de pontos de coleta em cada reservatório, com espaçamento o mais denso possível, limitado pelo julgamento subjetivo de que esse espaçamento não deve ser grande demais, a ponto de não captar a variabilidade dos parâmetros de interesse na dimensão espacial, nem pequeno demais, a ponto de gerar redundância e desperdício de recursos. Conforme se verá mais adiante, a dimensão espacial dessa malha será otimizada a partir da determinação quantitativa da presença ou não de redundância no conjunto de dados levantados, de maneira que se possa dispor de um número mínimo de amostras que precisam ser coletadas e analisadas em um dado reservatório para que os resultados encontrados possam ser considerados suficientemente representativos do corpo hídrico como um todo.

Sendo  $m$  o número de locais onde são coletadas  $n$  amostras de água ao longo tempo na bacia hidráulica de um determinado reservatório para o qual se deseja determinar a representatividade do conjunto de dados afetos a um certo parâmetro  $P$ , a matriz de covariâncias entre os valores medidos é definida por:

$$S = \begin{bmatrix} S_{1,1} & S_{1,2} & \dots & S_{1,m} \\ S_{2,1} & S_{2,2} & \dots & S_{2,m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ S_{n,1} & S_{n,2} & \dots & S_{n,3} \end{bmatrix}$$

Para um conjunto de dados amostrais de um par de variáveis  $A$  e  $B$ , contando com  $n$  valores observados, com médias  $\bar{a}$  e  $\bar{b}$  respectivamente, a covariância será determinada por:

$$Cov(A, B) = \frac{1}{(n-1)} \sum_{i=1}^n (a_i - \bar{a})(b_i - \bar{b})$$

Sendo as variáveis normalizadas, a matriz  $S$  é equivalente à matriz de correções  $R$ , a qual tem em sua diagonal principal a unidade. Logo, a matriz  $R$  será estabelecida por:

$$R = \begin{bmatrix} 1 & r_{1,2} & \dots & r_{1,m} \\ r_{2,1} & 1 & \dots & r_{2,m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ r_{n,1} & r_{n,2} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

No conjunto original de dados, cada ponto no espaço  $m$  –dimensional corresponde a uma linha da matriz que abriga os valores originais padronizados ou não. Portanto, um ponto no espaço  $m$  –dimensional é uma informação sobre o parâmetro  $P$  na  $i$ -ésima amostra que pode ser referida como um vetor linha  $X_i$  com  $m$  componentes. Como as  $m$  dimensões são correlacionadas entre si, cada um dos  $n$  pontos do gráfico exibe um conteúdo que, em parte e subjacentemente, é comum às  $m$  variáveis.

Uma vez que as  $m$  variáveis são correlacionadas positivamente, sendo  $m$  inicialmente um valor relativamente grande, certamente não serão necessárias  $m$  dimensões para comunicar um conteúdo parcialmente redundante. Em face dessa redundância, é possível sintetizar tal conteúdo em um número menor de dimensões, de forma a expressar, se não toda, mas a maior parte do conteúdo das  $m$  variáveis.

Boa parte da Análise Multivariada lida exatamente com a busca da redução de dimensões, de forma a permitir considerar apenas aquelas que explicam suficientemente a quantidade de informações contidas nas variáveis originais. A quantidade de informação se traduz pela medida de dispersão dos dados, ou seja, pela variância. Assim, para explicar o máximo possível de informação contida nas variáveis, basta determinar uma dimensão para a qual a variância seja máxima.

Faz-se então necessário determinar a combinação linear das variáveis  $X_j$  (vetores colunas) que exiba máxima variância, para que, com isso, cada componente principal explique o máximo de informação contida nas variáveis correlacionadas originais. Geometricamente, estas combinações lineares representam a adoção de um novo sistema de coordenadas a partir de uma rotação aplicada ao sistema original.

Os novos eixos apresentam a vantagem de representarem variáveis não correlacionadas (o que simplifica a análise), orientados segundo as direções com variabilidade máxima. A variância das novas variáveis decresce da primeira dimensão principal para a última.

Conforme Sarmento (2016), a determinação matemática das orientações das componentes principais implica em formular o problema considerando que as dimensões principais se orientam na direção da máxima variância, de maneira que a  $j$ -ésima dimensão explique o máximo da variância remanescente, não explicada pelo seu predecessor. A expressão matricial da  $j$ -ésima dimensão principal expressa uma função linear dada por:

$$\vec{z}_j = X\vec{c}_j$$

Onde  $\vec{z}_j$  é o vetor coluna ( $n \times 1$ ) com os  $n$  valores transformados da variável analisada;  $\vec{c}_j$  é o vetor coluna ( $p \times 1$ ) que orienta a transformação na direção do  $j$ -ésimo componente.

Para se encontrar a variância de  $\vec{z}_j$  basta se calcular a variância da função linear acima, ou seja:

$$Var(\vec{z}_j) = Var(X\vec{c}_j) = \vec{c}_j^T Var(X)\vec{c}_j = \vec{c}_j^T S\vec{c}_j$$

Onde  $S$  é a matriz de variância e covariância que estima a  $Var(X)$ , que será igual a matriz de correlações  $R$  se as variáveis (colunas da matriz  $X$ ) forem padronizadas. Para a primeira dimensão principal, orientada na direção dada pelo vetor  $\vec{c}_1$ , a função objetivo a ser maximizada é definida por:

$$Max[Var(\vec{z}_1) = \vec{c}_1^T S\vec{c}_1]$$

O ponto de máximo da função  $V$  pode ser encontrado igualando-se a zero sua derivada em relação ao vetor direcional  $\vec{c}_1$ , conforme indicado a seguir.

$$\frac{\partial V}{\partial \vec{c}_1} = 2S\vec{c}_1 - 2\lambda_1\vec{c}_1 = 2(S - \lambda_1 I)\vec{c}_1 = 0$$

A equação a ser resolvida será  $(S - \lambda_1 I)\vec{c}_1 = 0$ , que reproduz a forma clássica de um problema de autovalores e autovetores. No caso presente,  $\lambda_1$  e  $\vec{c}_1$  representam a raiz característica (um escalar) e o vetor característico da matriz de covariância  $S$  (ou de correlação  $R$ , se a variável estiver padronizada), respectivamente.

Com essa formulação, a variância total das dimensões principais é expressa pelo traço da matriz de autovalores  $\lambda$ , que é igual ao número de variáveis envolvidas na análise, ou seja.

$$\sum_{i=1}^m \lambda_{i,i} = m$$

E a proporção da variância total explicada pela dimensão principal de ordem  $j$  será igual ao quociente entre o respectivo autovalor e o número de variáveis envolvidas, conforme indicado a seguir.

$$\frac{\lambda_j}{m}, \text{ com } j = 1, 2, 3, \dots, m$$

O processo de otimização do número de locais amostrados passa então a ser determinado com base nas percentagens de variância explicada acumulada, observando-se que:

- (i) Para um conjunto inicial de dados com  $m$  locais amostrados na bacia hidráulica, uma concentração de percentual explicado de variância nas primeiras  $k$  dimensões é indicativo de excesso de informação e possibilidade de reduzir o valor de  $m$ ;
- (ii) A presença de autovalores nulos associados à matriz de covariância ou de correlação indica a possibilidade de eliminação de locais de coleta e análise por apresentarem redundância de informação em relação ao conjunto;
- (iii) Ao fazer variar  $m$  de maneira sistemática pode-se determinar o número mínimo de locais amostrados, de forma a preservar a explicação da parcela preponderante da variância do sistema, concentrada no número mínimo de dimensões principais.

A implantação do programa de monitoramento conforme a metodologia descrita tem a vantagem de contornar o óbice analiticamente inabordável do excesso de variáveis influentes no problema da representatividade amostral relatado. Sua aplicação, portanto, é individualizada por reservatório, dada a singularidade desses corpos d'água em termos de valores assumidos pelas variáveis influentes no grau de representatividade que certa malha de pontos amostrais pode ter em um lago.



**ipece**

INSTITUTO DE PESQUISA E SEGURANÇA HÍDRICA DO CEARÁ



**GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ**  
*Secretaria dos Recursos Hídricos*

## 6. INDICADORES PARA O ENQUADRAMENTO



## 6. INDICADORES PARA O ENQUADRAMENTO

No presente capítulo são fornecidos todos os elementos suficientes à caracterização da permanência de cada reservatório em termos de classes, conforme resoluções em vigor. A observância da permanência de cada reservatório em cada classe, tendo-se por base os parâmetros mais relevantes considerados na modelagem, a saber: DBO, OD, Fósforo total (FT), Nitrogênio total (NT), clorofila a (CLA) e coliformes termotolerantes (CF), bem como os resultados dos prognósticos, permitem avaliar sobre bases seguras, quais propostas de enquadramento podem se tornar mais viáveis em termos de efetiva implantação.

A aplicação do modelo matemático qualiquantitativo para toda a série temporal de vazões afluentes disponibilizadas pela Cogerh permitiram caracterizar integralmente cada reservatório em termos da dinâmica, envolvendo os principais parâmetros de interesse para os fins pretendidos. Como benefício da extensão e da representatividade da amostra considerada (séries temporais de vazão), os números encontrados permitem tanto sua leitura como probabilidade ou frequência de que um dado parâmetro determine o enquadramento em uma das classes normatizadas, como também que esses mesmos números, para qualquer um dos seis parâmetros considerados, possam ser lidos como a permanência (temporal) das águas de um dado lago em certa classe de enquadramento.

De qualquer forma, esses indicadores probabilísticos ou de permanência, além de sugerirem as classes de enquadramento mais prováveis para cada corpo hídrico, por si só, também expressam subjetivamente o esforço governamental envolvido na reversão das situações mais adversas, ou seja, aquelas mais demandantes de intervenções estruturais e não estruturais. A mensuração objetiva desse esforço, a ser distribuído em termos de Planos de Ação (relatório R16), é feita pelo indicador denominado “Índice de Permanência de Classe – IPC”. Expresso em percentagem e sendo um índice voltado a retratar a busca de um enquadramento nas classes superiores de enquadramento, quanto mais elevado seu valor menor é o esforço envolvido em promover o enquadramento das águas do reservatório nas classes definidas por padrões qualitativos mais elevados, conforme previsto em resolução.

O pressuposto aqui é que a reversão de uma situação adversa em termo de enquadramento para um dado reservatório apresenta equanimidade em relação ao parâmetro qualitativo

considerado (foram considerados os seis parâmetros de qualidade da água acima mencionados), ou seja, por exemplo, o grau de dificuldades para se reduzir os aportes de fósforo em certo lago seria o mesmo para se contrapor incrementos de DBO. Esta, claro, é uma consideração de cunho subjetivo, posto que, objetivamente, o Plano de Ações irá determinar quais as providências estruturais e não estruturais a serem tomadas para contornar uma e outra situações. O IPC se mostra útil enquanto resumo dos indicadores específicos dos reservatórios ao apresentar um panorama geral dos reservatórios sob a perspectiva de que os seis parâmetros qualitativos considerados têm o mesmo nível de importância em termos de enquadramento, o que condiz com a ideia contida em norma de que não há hierarquia entre os parâmetros que precisam ser atendidos para que determinado lago seja enquadrado em certa classe regulamentar.

Embora a Resolução Conama nº 357/2005 já seja bastante difundida, as diretrizes descritas a seguir servirão para elucidação da norma numa forma mais sintetizada. O esquema básico de agrupamento compreende os seguintes níveis ou categorias sistemáticas:

Classe 1 - Águas que podem ser destinadas:

- Ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;
- À proteção das comunidades aquáticas;
- À recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução Conama nº 274, de 2000;
- À irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película;
- À proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

Classe 2 - Águas que podem ser destinadas:

- Ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
- À proteção das comunidades aquáticas;
- À recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução Conama nº 274, de 2000;
- À irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto;

- À aquicultura e à atividade de pesca.

Classe 3 - Águas que podem ser destinadas:

- Ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;
- À irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;
- À pesca amadora;
- À recreação de contato secundário;
- À dessedentação de animais.

Classe 4 - Águas que podem ser destinadas:

- À navegação;
- À harmonia paisagística.

## 6.1. Bacia do Acaraú

A Tabela 26 mostra o IPC para todos os reservatórios analisados. Visivelmente, prepondera a facilidade de classificação das águas na Classe I, com um valor recorrente do índice em torno de 50%. Ou seja, face aos valores assumidos pelos parâmetros qualitativos ao longo de todo o processo de simulação/otimização, sendo os investimentos possíveis, tanto em medidas estruturais como não estruturais, pensar-se em um enquadramento desses corpos d'água na Classe I, conforme atestam os resultados, não vem a ser algo distante da realidade, posto que, os reservatórios em questão apresentam, na maior parte do tempo, águas qualitativamente compatíveis com a classe mencionada.

Tabela 26 - Indicador IPC (%) para os reservatórios da bacia do Acaraú

Reservatórios	Acaraú Mirim	Araras	Jenipapo	São Vicente	Taquara
Classe I	49,1	49,8	45,0	49,6	50,0
Classe II	22,8	21,7	26,4	22,4	23,2
Classe III	21,9	21,7	23,1	22,0	23,2
Classe IV	6,2	6,8	5,5	5,9	3,6

Fonte: Nippon Koei Lac, 2017.

Em termos dos horizontes futuros, um controle mais eficaz das atividades antrópicas nas bacias, em particular no que diz respeito às áreas de entorno da bacia hidráulica de cada reservatório, permitirá a efetivação do enquadramento a ser negociado com as instâncias legitimadas para isso. Em termos de fósforo, na Tabela 27 tem-se os percentuais de contribuição dessas atividades humanas, obtidos com a modelagem descrita no Relatório R10. Os percentuais mostrados se referem ao quadro estático da situação encontrada quando da realização da campanha de campo, em que foram coletadas e analisadas amostras de água e de sedimentos em todos os reservatórios de interesse. O modelo foi calibrado para reproduzir as cargas dessa substância na campanha mencionada, tendo considerado as consequências das atividades de agricultura irrigada categorizada como poluição difusa, ou seja, conjuntamente com a produção referente à paisagem geográfica em termos de uso e ocupação do solo.

Tabela 27 - Percentuais de contribuição para a carga de fósforo – Bacia do Acaraú

RESERVATÓRIO	POLUIÇÃO DIFUSA - USO SOLO (%)	POL. PONTUAL - PISCICULTURA (%)	POL. PONTUAL - BOVINOS (%)	POL. PONTUAL - ESGOTO (%)
Acaraú Mirim	13,63%	0,00%	62,34%	24,03%
Araras	20,67%	0,00%	64,86%	14,47%
Jenipapo	25,69%	0,00%	47,82%	26,49%
São Vicente	13,66%	0,00%	78,77%	7,57%
Taquara	18,91%	0,00%	78,65%	2,44%

Fonte: Nippon Koei Lac, 2017.

Enquanto valores percentuais, essas contribuições se prestam muito bem à composição do cenário tendencial para os horizontes de 2020 e 2030, uma vez que, feitas as hipóteses de evolução das atividades antrópicas de uso econômico da água, a carga total anual pode ser decomposta, evidenciando, em termos quantitativos como aquela se distribui entre as fontes consideradas. Portanto, para cada reservatório, a evolução das cargas e concentrações nos diversos cenários parametrizados, levará a uma inversão na ordem decrescente como aparecem os valores nas colunas da Tabela 26, convertendo-os em uma sequência crescente, invertendo a conclusão relativa ao cenário atual. Assim, com o crescimento das atividades econômicas usuárias das águas desses reservatórios os menores esforços de manutenção do enquadramento em classes de águas que exibem melhor qualidade, por óbvio, é reduzido, com conseqüente crescimento do percentual que denota manutenção do enquadramento nas classes de qualidade inferior. Igualmente evidente é o

fato que com a evolução acima referida, o Plano de Ação demandará recursos mais vultosos, seja na forma de ações estruturais, seja como providências não estruturais. Os dispêndios financeiros envolvidos, quando esses forem estimados tratados no Relatório R16, dirão objetivamente quanto custa a admissão do desenvolvimento progressivo das atividades consumidoras dos serviços ambientais desses corpos d'água.

As Tabelas 28 a 32 apresentam as probabilidades ou permanências obtidas para os reservatórios de interesse na bacia em epígrafe, com base no modelo quali-quantitativo empregado.

Tabela 28 - Indicadores probabilísticos ou de permanência por Classe de Enquadramento para o reservatório Acaraú Mirim

Reservatório Acaraú Mirim						
Frequência	DBO (%)	OD (%)	FT (%)	NT (%)	CLA (%)	CF (%)
CLASSE I	89,87	100,00	66,76	100,00	66,76	100,00
CLASSE II	10,13	0,00				0,00
CLASSE III	0,00	0,00				0,00
CLASSE IV	0,00	0,00	33,24	0,00	33,24	0,00

Fonte: Nippon Koei Lac, 2017.

Tabela 29 - Indicadores probabilísticos ou de permanência por Classe de Enquadramento para o reservatório Araras

Reservatório Araras						
Frequência	DBO (%)	OD (%)	FT (%)	NT (%)	CLA (%)	CF (%)
CLASSE I	98,60	100,00	64,19	100,00	64,19	99,59
CLASSE II	0,99	0,00				0,41
CLASSE III	0,41	0,00				0,00
CLASSE IV	0,00	0,00	35,81	0,00	35,81	0,00

Fonte: Nippon Koei Lac, 2017.

Tabela 30 - Indicadores probabilísticos ou de permanência por Classe de Enquadramento para o reservatório Jenipapo

Reservatório Jenipapo						
Frequência	DBO (%)	OD (%)	FT (%)	NT (%)	CLA (%)	CF (%)
CLASSE I	51,61	94,53	70,34	100,00	70,34	100,00
CLASSE II	39,70	5,47				0,00
CLASSE III	8,69	0,00				0,00
CLASSE IV	0,00	0,00	29,66	0,00	29,66	0,00

Fonte: Nippon Koei Lac, 2017.

Tabela 31 - Indicadores probabilísticos ou de permanência por Classe de Enquadramento para o reservatório São Vicente

Reservatório São Vicente						
Frequência	DBO (%)	OD (%)	FT (%)	NT (%)	CLA (%)	CF (%)
CLASSE I	95,87	100,00	68,15	100,00	68,15	100,00
CLASSE II	4,04	0,00				0,00
CLASSE III	0,08	0,00				0,00
CLASSE IV	0,00	0,00	31,85	0,00	31,85	0,00

Fonte: Nippon Koei Lac, 2017.

Tabela 32 - Indicadores probabilísticos ou de permanência por Classe de Enquadramento para o reservatório Taquara

Reservatório Taquara						
Frequência	DBO (%)	OD (%)	FT (%)	NT (%)	CLA (%)	CF (%)
CLASSE I	99,82	100,00	79,75	100,00	79,75	100,00
CLASSE II	0,18	0,00				0,00
CLASSE III	0,00	0,00				0,00
CLASSE IV	0,00	0,00	20,25	0,00	20,25	0,00

Fonte: Nippon Koei Lac, 2017.

Em relação à DBO, as probabilidades/permanências relativas aos cinco corpos d'água de interesse na bacia do Acaraú, expressão situação relativamente confortável, a exceção do reservatório Jenipapo, onde os valores se distribuem preponderantemente nas Classes I e II de enquadramento, o mesmo ocorrendo em relação ao oxigênio adsorvido.

Em termos de fósforo total, a situação dos cinco reservatórios é semelhante, com ocorrências de valores não nulos de permanência/probabilidade de enquadramento nas classes I e IV, sendo os casos mais extremados dentre os cinco, os dos reservatórios de Araras e Acaraú Mirim, ambos com preponderância de fatores como pecuária e falta de saneamento básico na composição da carga dessa substância. Atrela-se a esse quadro em relação ao fósforo total, a situação da clorofila a, com valores de permanência/probabilidade de igual valor.

No caso do nitrogênio total, a Classe I de enquadramento é única para todos os casos analisados, não tendo, portanto, esse elemento se mostrado como problemático em termos quantitativos. O mesmo se dando para os coliformes termotolerantes.

## 6.2. Bacias Metropolitanas

Os reservatórios analisados nas bacias Metropolitanas têm seus índices de IPC (%) apresentados na Tabela 33. Também para essas bacias, conserva-se visível a preponderância de se classificar as águas dos lagos de interesse na Classe I, com valores do índice variando entre cerca de 35% e 49%. As mesmas observações feitas no tópico anterior, referentes aos reservatórios da bacia do Acaraú, valem para os reservatórios dessas bacias, posto que os mesmos apresentam, na maior parte do tempo, águas qualitativamente compatíveis com a classe mencionada.

Tabela 33 - Indicador IPC (%) para os reservatórios das bacias Metropolitanas

Reservatórios	Aracoiaba	Catucinzenta	Gavião	Malcozinhado	Maranguapinho
Classe I	46.8	48.6	35.4	42.8	40.9
Classe II	25.3	24.2	26.4	23.0	22.4
Classe III	22.2	23.4	24.5	20.8	15.2
Classe IV	5.7	3.9	13.7	13.4	21.4

Fonte: Nippon Koei Lac, 2017.

Mais uma vez enfatize-se que as instâncias legitimadas para a discussão em torno do enquadramento deverão decidir o futuro da qualidade ambiental das águas represadas com base nos custos estimados e na factibilidade das medidas a serem propostas quando da apresentação do Plano de Ação (Relatório R16).

Em termos de fósforo, na Tabela 34 tem-se os percentuais de contribuição das atividades humanas com o uso econômico das águas represadas. Repita-se que esses números foram obtidos com a modelagem descrita no Relatório R10. Assim como mencionado anteriormente, o quadro aqui retratado mediante calibração do modelo foi aquele configurado quando da realização das campanhas de campo, situação devidamente modelada, conforme explicado no item anterior.

Tabela 34 - Percentuais de contribuição para a carga de fósforo – Bacias Metropolitanas

RESERVATÓRIO	POLUIÇÃO DIFUSA - USO SOLO (%)	POL. PONTUAL - PISCICULTURA (%)	POL. PONTUAL - BOVINOS (%)	POL. PONTUAL - ESGOTO (%)
Aracoiaba	2.53%	88.01%	8.17%	1.29%
Catucinzenta	6.38%	55.16%	31.89%	6.58%
Gavião	9.97%	0.00%	66.77%	23.26%
Malcozinhado	33.80%	0.00%	45.45%	20.75%
Maranguapinho	0.99%	0.00%	28.01%	71.00%

Fonte: Nippon Koei Lac, 2017.

Os valores contidos na tabela anterior, representam uma composição percentual do cenário tendencial para os horizontes de 2020 e 2030, conforme já explicado. As mesmas observações feitas para o caso da bacia do Acaraú são válidas aqui. No caso em comento, há que se destacar que as atividades de piscicultura e pecuária, para os reservatórios Aracoiaba e Catucinzenta respondem pela maioria do comprometimento da qualidade das águas no que nisso impacta o lançamento exacerbado de fósforo naqueles corpos hídricos.

Quanto à probabilidade de enquadramento (ou permanência) em cada classe normativa, tem-se os resultados encontrados para os cinco reservatórios das Bacias Metropolitanas mostrados nas Tabelas 35 a 39, a seguir.

Tabela 35 - Indicadores probabilísticos ou de permanência por Classe de Enquadramento para o reservatório Aracoiaba

Reservatório Aracoiaba						
Frequência	DBO (%)	OD (%)	FT (%)	NT (%)	CLA (%)	CF (%)
CLASSE I	83,42	98,18	69,31	100,00	69,31	83,58
CLASSE II	16,25	1,40				16,25
CLASSE III	0,33	0,41				0,08
CLASSE IV	0,00	0,00	30,69	0,00	30,69	0,08

Fonte: Nippon Koei Lac, 2017.

Tabela 36 - Indicadores probabilísticos ou de permanência por Classe de Enquadramento para o reservatório Catucinzenta

Reservatório Catucinzenta						
Frequência	DBO (%)	OD (%)	FT (%)	NT (%)	CLA (%)	CF (%)
CLASSE I	85,10	98,88	78,53	100,00	78,53	100,00
CLASSE II	11,86	0,96				0,00
CLASSE III	3,04	0,16				0,00
CLASSE IV	0,00	0,00	21,47	0,00	21,47	0,00

Fonte: Nippon Koei Lac, 2017.

Tabela 37 - Indicadores probabilísticos ou de permanência por Classe de Enquadramento para o reservatório Gavião

Reservatório Gavião						
Frequência	DBO (%)	OD (%)	FT (%)	NT (%)	CLA (%)	CF (%)
CLASSE I	10,73	32,67	67,90	100,00	67,90	100,00
CLASSE II	23,51	23,76				0,00
CLASSE III	10,48	16,75				0,00
CLASSE IV	55,28	26,82	32,10	0,00	32,10	0,00

Fonte: Nippon Koei Lac, 2017.

Tabela 38 - Indicadores probabilísticos ou de permanência por Classe de Enquadramento para o reservatório Malcozinhado

Reservatório Malcozinhado						
Frequência	DBO (%)	OD (%)	FT (%)	NT (%)	CLA (%)	CF (%)
CLASSE I	37,98	93,59	37,50	100	37,50	100,00
CLASSE II	38,78	4,33				0,00
CLASSE III	21,15	1,60				0,00
CLASSE IV	2,08	0,48	62,50	0,00	62,50	0,00

Fonte: Nippon Koei Lac, 2017.

Tabela 39 - Indicadores probabilísticos ou de permanência por Classe de Enquadramento para o reservatório Maranguapinho

Reservatório Maranguapinho						
Frequência	DBO (%)	OD (%)	FT (%)	NT (%)	CLA (%)	CF (%)
CLASSE I	23,67	100,00	10,17	100,00	10,17	100,00
CLASSE II	68,33	0,00				0,00
CLASSE III	7,75	0,00				0,00
CLASSE IV	0,25	0,00	89,83	0,00	89,83	0,00

Fonte: Nippon Koei Lac, 2017.

Verificando-se os valores de probabilidade/permanência por classes de enquadramento para cada parâmetro modelado, tem-se como merecedor de comentário, em relação à DBO, os casos do Gavião, Maranguapinho e Malcozinhado, onde o valor de permanência da qualidade da água nas classes normativas se distribuem com relativa homogeneidade, mas com assimetrias, como no caso do reservatório Gavião, onde durante mais da metade do tempo a classe de

enquadramento é a classe IV. Isso se explica muito provavelmente pela condição de inserção desse corpo d'água no sistema de abastecimento da região metropolitana de Fortaleza, como receptor de águas principalmente advindas da bacia do Jaguaribe. Já em termos de oxigênio adsorvido, as probabilidades se distribuem de forma mais equânime entre as quatro classes, não sendo problemas de maior relevância para os demais corpos d'água das Metropolitanas.

A presença de fósforo em excesso ocorre nos quatro reservatórios, sendo o caso do Maranguapinho o mais grave, já que a probabilidade de as águas se encontrarem na Classe IV é de quase 90%. O lago da barragem Malcozinhado aparece em segundo lugar em termos de gravidade, exibindo uma probabilidade de mais de 60% de receber enquadramento na Classe IV, devido a esse parâmetro qualitativo (fósforo total). A presença da clorofila acompanha a disponibilidade de fósforo, na mesma proporção.

O nitrogênio total não se apresenta como um problema em nenhum dos casos analisados, posto que as águas desses lagos permanecem integralmente na condição plena de enquadramento na Classe I.

Referente aos coliformes termotolerantes, somente no reservatório Aracoiaba registra-se uma permanência um pouco mais elevada na Classe II (cerca de 16%), e algumas ocorrências mínimas de estado nas Classes III e IV.

### 6.3. Sub-Bacia do Salgado

O índice IPC (Tabela 40) mostra um comportamento similar ao encontrado para as duas bacias anteriormente abordadas, ressaltando preponderar a facilidade de classificação das águas na Classe I, com valor do IPC variando entre 40 e 49%. Isso mostra que, em termos gerais, desconsideradas as sutis diferenças de valores desse índice para a Classe I (todos os valores estão próximos a 50%) os problemas associados aos parâmetros qualitativos considerados evidenciam-se de forma semelhante em todos os reservatórios, o que condiz com o conhecimento empírico sobre esses corpos d'água, submetidos aos impactos antrópicos comuns a uma mesma cultura de lidar com a natureza e com as formas que adota para converter parte dela em desenvolvimento socioeconômico.

Tabela 40 - Indicador IPC (%) para os reservatórios da sub-bacia do Salgado

Reservatórios	Junco	Lima Campos	Manuel Balbino	Tatajuba	Ubalzinho
Classe I	46,0	46,6	49,0	48,9	40,3
Classe II	23,9	26,9	25,6	25,3	28,5
Classe III	21,9	24,8	25,2	24,7	27,3
Classe IV	8,3	1,6	0,3	1,1	3,9

Fonte: Nippon Koei Lac, 2017.

Para fins de enquadramento, a consideração de cenários futuros sempre terá de se dar tendo-se, por um lado os benefícios sociais e econômicos trazidos pelos usos, devidamente ponderados pelos impactos causados na qualidade das águas desses lagos e, por outro lado, a magnitude dos investimentos públicos e/ou privados envolvidos na mitigação dos problemas associados a cada uso. A depender desses condicionantes, irá tomar forma nas interlocuções entre os atores legitimados para o debate, o cenário desejável que promova o equilíbrio entre os diversos interesses representados. A Tabela 41 apresenta os percentuais de contribuição das atividades humanas com relação à qualidade das águas dos cinco reservatórios de interesse nessa sub-bacia. Os números foram obtidos seguindo o procedimento já abordado para as outras bacias.

Tabela 41 - Percentuais de contribuição para a carga de fósforo – Sub-bacia do Salgado

RESERVATÓRIO	POLUIÇÃO DIFUSA - USO SOLO (%)	POL. PONTUAL - PISCICULTURA (%)	POL. PONTUAL - BOVINOS (%)	POL. PONTUAL - ESGOTO (%)
Junco	9.95%	0.00%	57.35%	32.69%
Lima Campos	23.51%	0.00%	67.51%	8.98%
Manoel Balbino	15.31%	0.00%	74.24%	10.45%
Tatajuba	15.74%	0.00%	77.44%	6.82%
Ubalzinho	7.58%	20.64%	65.36%	6.42%

Fonte: Nippon Koei Lac, 2017.

Em um cenário tendencial, os percentuais mostrados desagregam o valor parametrizado da carga de fósforo conforme apresentado no prognóstico, sob o pressuposto de evolução das atividades segundo uma mesma proporção, ou seja, uma evolução segundo uma mesma dinâmica que conserva a capacidade de suporte do corpo hídrico, preservando a repartição desta segundo os percentuais apresentados. Abrir mão do enquadramento hoje, ou seja, deixar que o futuro seja alcançado sem intervenções que o condicionem, equivale a admissão tácita de ver evoluírem os

processos de degradação hoje em curso na certeza de que implicarão em custos de reversão cada vez maiores. Por outro lado, determinar irrestritamente o retorno das condições ambientais atuais aos patamares mais desejáveis, em detrimento dos usos já outorgados, não encontra fundamento no bom senso e, quase certamente, nem no direito, pelo menos, não sem alguma querela judicial. O Plano de Ação a ser apresentado no Relatório R16 servirá como norteador dos debates que terão como foco a busca do ponto ótimo, conciliador das atividades de uso da água e seus reflexos nas dimensões ambiental, social e econômica.

Em termos mais específicos, para a sub-bacia do Salgado, os resultados na forma de probabilidade de enquadramento ou permanência em determinada classe normatizada são apresentados nas Tabelas 42 a 46.

Tabela 42 - Indicadores probabilísticos ou de permanência por Classe de Enquadramento para o reservatório Junco

Reservatório Junco						
Frequência	DBO (%)	OD (%)	FT (%)	NT (%)	CLA (%)	CF (%)
CLASSE I	66,45	100,00	58,58	100,00	58,58	92,08
CLASSE II	22,20	0,00				7,84
CLASSE III	9,08	0,00				0,08
CLASSE IV	2,56	0,00	41,42	0,00	41,42	0,00

Fonte: Nippon Koei Lac, 2017.

Tabela 43 - Indicadores probabilísticos ou de permanência por Classe de Enquadramento para o reservatório Lima Campos

Reservatório Lima Campos						
Frequência	DBO (%)	OD (%)	FT (%)	NT (%)	CLA (%)	CF (%)
CLASSE I	87,46	96,70	91,42	100,00	91,42	76,32
CLASSE II	10,73	2,64				17,90
CLASSE III	0,66	0,50				5,61
CLASSE IV	1,16	0,17	8,58	0,00	8,58	0,17

Fonte: Nippon Koei Lac, 2017.

Tabela 44 - Indicadores probabilísticos ou de permanência por Classe de Enquadramento para o reservatório Manoel Balbino

Reservatório Manoel Balbino						
Frequência	DBO (%)	OD (%)	FT (%)	NT (%)	CLA (%)	CF (%)
CLASSE I	89,27	99,01	98,51	100,00	98,51	100,00
CLASSE II	7,26	0,99				0,00
CLASSE III	3,38	0,00				0,00
CLASSE IV	0,08	0,00	1,49	0,00	1,49	0,00

Fonte: Nippon Koei Lac, 2017.

Tabela 45 - Indicadores probabilísticos ou de permanência por Classe de Enquadramento para o reservatório Tatajuba

Reservatório Tatajuba						
Frequência	DBO (%)	OD (%)	FT (%)	NT (%)	CLA (%)	CF (%)
CLASSE I	87,21	100,00	93,65	100,00	93,65	100,00
CLASSE II	9,98	0,00				0,00
CLASSE III	2,64	0,00				0,00
CLASSE IV	0,17	0,00	6,35	0,00	6,35	0,00

Fonte: Nippon Koei Lac, 2017.

Tabela 46 - Indicadores probabilísticos ou de permanência por Classe de Enquadramento para o reservatório Ubaldinho

Reservatório Ubaldinho						
Frequência	DBO (%)	OD (%)	FT (%)	NT (%)	CLA (%)	CF (%)
CLASSE I	29,21	71,29	92,82	100,00	92,82	85,56
CLASSE II	19,55	14,52				14,44
CLASSE III	27,06	7,26				0,00
CLASSE IV	24,17	6,93	7,18	0,00	7,18	0,00

Fonte: Nippon Koei Lac, 2017.

Nas tabelas anteriores, a situação mais crítica em termos de DBO é a do reservatório Ubaldinho, seguido do reservatório Junco. No caso do Ubaldinho, as atividades econômicas impactantes mais significativas são a piscicultura e a pecuária. Já no que diz respeito ao Junco, a pecuária tem relevância seguida pela falta de saneamento básico. O oxigênio dissolvido apresenta-se como relativamente adverso no caso do Ubaldinho, em comparação com os demais, onde se



**ipece**

INSTITUTO  
DE PESQUISA  
E RESERVA  
ECONÔMICA  
DO CEARÁ



**GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ**  
*Secretaria dos Recursos Hídricos*

verifica uma permanência praticamente integral na Classe I de enquadramento. Quanto ao fósforo total, não resta dúvida que o reservatório Junco é o caso mais preocupante, pois os resultados mostram uma probabilidade/permanência da qualidade das águas na Classe IV superior a 41%, sendo a pecuária e a falta de saneamento básico os fatores que contribuem com cerca de 90% da carga dessa substância. O nitrogênio total não é problema em nenhum dos casos. A clorofila a, mais uma vez no caso do Junco, é problemática, com valores superiores a 41% para a probabilidade de as águas em um dado mês se encontrarem na Classe IV. Por ordem de importância, os coliformes termotolerantes tem no reservatório Lima Campos a menor permanência na Classe I de enquadramento, seguido pelo reservatório de Ubaldinho.





**ipece**

INSTITUTO DE PESQUISA E SEGURANÇA HÍDRICA DO CEARÁ



**GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ**  
*Secretaria dos Recursos Hídricos*

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS





**ipece**

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTATÍSTICA ECONÔMICA DO CEARÁ



**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
Secretaria dos Recursos Hídricos

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA. Agência Nacional de Águas. **Estudo Para Refinamento do Balanço Hídrico e Definição de Diretrizes, Metodologias e Ferramenta para Subsidiar o Estabelecimento de Regras Operativas para 204 Reservatórios Localizados na Região Semiárida, Contemplando Estimativas de Oferta Hídrica e Demandas Associadas, Criação de Base de Dados e Aplicação de Ferramenta de Suporte e Decisão**, Relatório Parcial RP03B - Estudos Pluviométricos e Evaporimétricos, 208p, Agência Nacional de Águas - Brasília: ANA/SPR, 2016.

ANA. Agência Nacional de Águas. **Portal de Metadados Espaciais da Agência Nacional de Águas**. 2012. <<http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home>>. Acesso em agosto de 2016.

ANA. Agência Nacional de Águas. **Portal de Metadados Espaciais da Agência Nacional de Águas**. 2016. <<http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home>>. Acesso em agosto de 2016.

Araújo, M. Z. T. Caldas, M. C. **A experiência na formação do Comitê das Bacias Hidrográficas da Região Metropolitana de Fortaleza (CBH-RMF)**. In: Agenda 21 Local –Gestão participativa de recursos hídricos. Org. por Hermanns, K. Kuster, A. ed. FundaçãoKonrad Adenauer, Fortaleza, 2006.

Carlson, R. E. **A trophic state index for lakes**. Limnology and Oceanography. March, V22 (2): 361-369, 1977.

CBH-Acaraú. **Site do Comitê da Bacia Hidrográfica do Acaraú** <<http://www.cbhacarau.com.br/>>. Acesso em julho de 2016.

Cogerh. Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos, **Base Cartográfica da Cogerh** <<https://portal.cogerh.com.br/base-cartografica.html>>. Acesso em agosto de 2016.

Cogerh. Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos, **Consolidação dos Diagnósticos das Bacias Hidrográficas do Acaraú, Metropolitanas e Sub-Bacia do Salgado no Estado do Ceará**, 2015.

Cogerh. Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos, **Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Jaguaribe**, 1999.

Cogerh. Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos, **Plano de Gerenciamento das Águas das Bacias Metropolitanas**, 2000.

Cogerh. Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos, **Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Acaraú**, 2010.

Cogerh. Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos, **Plano Estadual de Recursos Hídricos**, 2005.

Cogerh. Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos, **Revisão do Plano de Gerenciamento das Águas das Bacias Metropolitanas**, 2010.





**IPECE**

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ



**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
Secretaria dos Recursos Hídricos

Figueirêdo, M. C. B.; Teixeira, A. S.; Araújo, L. F. P.; Rosa, M. F.; Paulino, W.D.; Mota, S.; Araújo, J. C. **Avaliação da vulnerabilidade ambiental de reservatórios à eutrofização.** Engenharia Sanitária Ambiental, Rio de Janeiro v. 12, n. 4, p. 399-409, 2007.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, **Atlas de Saneamento Básico.** Rio de Janeiro, 2011.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010. Agregados por Setores Censitários.** Acesso em agosto de 2016.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Índice de cartas e mapas – bases cartográficas contínuas, versão 2015.** Acesso em agosto de 2016.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Índice de cartas e mapas – bases cartográficas contínuas, versão 2015.** Acesso em agosto de 2016.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, **Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil** < <http://www.dsr.inpe.br/topodata/>>. Acesso em julho de 2016.

Ipece. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará, **Anuário Estatístico do Ceará,** 2016. Acesso em agosto de 2016.

Ipece. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará, **Perfil Básico Municipal,** 2016.

Larentis, D. G. **Modelagem matemática da qualidade da água em grandes bacias: Sistema Taquari-Antas - RS.** Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 159 p., 2004.

Lima, B. P. **Enquadramento de corpos d'água no nordeste brasileiro como instrumento de gestão e sustentabilidade ambiental: O caso da bacia hidrográfica Acarape do Meio – CE** – Tese de Doutorado, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 272 p., 2016.

Portal Saneamento Básico. CE: **60% do lixo de Sobral é reciclado.** <<http://www.saneamentobasico.com.br/portal/index.php/arquivo/ce-60-do-lixo-de-sobral-ereciclado/>> . Acesso em julho de 2016.

Prefeitura Municipal de Cariré, **Diagnóstico para Elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico de Cariré - CE.** Cariré, 2012.

Salas, H. J.; Martino, P. **A simplified phosphorus trophic state model for warm-water tropical lakes.** Water Research, v. 25, n. 3, p. 1341 – 350, 1991.

Sarmiento, F. J. (2016), **Aplicabilidade de Análise Multivariada em problemas de Engenharia Civil e Ambiental,** in press.

SDLR. Secretaria do Desenvolvimento Local e Regional. **Vale do Acaraú: Plano de Desenvolvimento Regional.** 2003.

Semace. Superintendência Estadual do Meio Ambiente. **Aterro sanitário consorciado de Sobral recebe licença de instalação da SEMACE** < <http://www.semace.ce.gov.br/2016/04/aterrosanitario-consorciado-de-sobral-recebe-licenca-de-instalacao-da-semace/>>. Acesso em julho de 2016.





**ipece**

INSTITUTO  
DE PESQUISA  
E FOMENTO  
ECONÔMICO  
DO CEARÁ



**GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ**  
*Secretaria dos Recursos Hídricos*

Semarh. Secretaria de Estado do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e Minerais, 2002, “**Plano das Águas - O Estado D’Arte**”, Governo do Estado da Paraíba, BIRD.

SMA. Secretaria Estadual do Meio Ambiente. **Elaboração do Plano de Desenvolvimento e Proteção Ambiental da Bacia Hidrográfica do Reservatório Billings**. Relatório Final. Processo N° 7097/2007, Contrato SMA/CPLEA N° 09/2007, São Paulo, 2010.

SRH. Secretaria dos Recursos Hídricos, **Plano Estadual de Recursos Hídricos - PERH**, 1992.

Toledo Jr., A. P.; Talarico, M.; Chinez, S. J.; Agudo, E. G. **Aplicação de modelos simplificados para a avaliação de processos de eutrofização em lagos e reservatórios tropicais**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária. Anais. Camboriú, Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária, p.1-34. 1983.

Von Sperling, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3 ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, 452 p., 2005.





**ipece**

INSTITUTO DE PESQUISA E SEGURO DE SEGURANÇA ECONÔMICA DO CEARÁ



**GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ**  
*Secretaria dos Recursos Hídricos*

## **8. ANEXOS**



## 8. ANEXOS

### 1. PROJEÇÕES POPULACIONAIS

Projeções populacionais para os setores censitários incluídos nas áreas de contribuição hidrográfica dos reservatórios em estudo.

#### 1.1 Bacia do Acaraú

##### 1.1.1 Reservatório Acaraú Mirim

Tabela 47 - Populações proporcionais por setor censitário para o reservatório Acaraú Mirim

ID Setor	Área Total Setor	Área Prop Setor	Área Municipal	Pop Total Setor 2020	Pop Total Setor 2030	Pop Prop Setor 2020	Pop Prop Setor 2030
9180	8,99	0,20	138,03	669,37	686,43	15,05	15,43
18489	0,18	0,18	577,30	11,91	13,43	11,91	13,43
18490	0,23	0,23	577,30	15,19	17,12	15,19	17,12
18491	0,28	0,28	577,30	18,33	20,66	18,33	20,66
18492	0,45	0,45	577,30	29,13	32,82	29,13	32,82
18493	0,12	0,12	577,30	7,58	8,54	7,58	8,54
18494	0,08	0,08	577,30	5,38	6,06	5,38	6,06
18495	0,32	0,32	577,30	20,56	23,17	20,56	23,17
18496	0,08	0,08	577,30	5,41	6,10	5,41	6,10
18497	0,12	0,12	577,30	7,82	8,81	7,82	8,81
18498	0,06	0,06	577,30	3,72	4,20	3,72	4,20
18499	0,29	0,29	577,30	18,69	21,07	18,69	21,07
18500	0,03	0,03	577,30	2,26	2,55	2,26	2,55
18501	0,08	0,08	577,30	5,07	5,72	5,07	5,72
18502	0,31	0,31	577,30	20,04	22,59	20,04	22,59
18503	0,06	0,06	577,30	4,21	4,75	4,21	4,75
18504	19,40	17,21	577,30	1258,91	1418,79	1116,89	1258,74
18505	13,57	13,57	577,30	880,50	992,32	880,50	992,32
18506	50,03	50,03	577,30	3247,30	3659,70	3247,30	3659,70
18507	26,58	26,58	577,30	1725,18	1944,28	1725,18	1944,28
18508	0,23	0,23	577,30	14,61	16,47	14,61	16,47
18509	67,18	42,72	577,30	4360,46	4914,24	2772,72	3124,85
18510	12,02	12,02	577,30	780,12	879,19	780,12	879,19
18511	10,53	10,53	577,30	683,17	769,94	683,17	769,94
18512	0,18	0,18	577,30	11,90	13,41	11,90	13,41
18513	0,25	0,25	577,30	15,95	17,97	15,95	17,97
18514	0,42	0,42	577,30	27,54	31,03	27,54	31,03
18515	0,09	0,09	577,30	6,01	6,77	6,01	6,77
18516	0,24	0,24	577,30	15,62	17,60	15,62	17,60

Continuação da Tabela 47 na próxima página.

Continuação da Tabela 47.

ID Setor	Área Total Setor	Área Prop Setor	Área Municipal	Pop Total Setor 2020	Pop Total Setor 2030	Pop Prop Setor 2020	Pop Prop Setor 2030
18517	0,04	0,04	577,30	2,59	2,92	2,59	2,92
18518	0,09	0,09	577,30	5,52	6,22	5,52	6,22
18519	0,22	0,22	577,30	14,34	16,16	14,34	16,16
18520	47,81	47,68	577,30	3102,92	3496,99	3095,04	3488,11
18521	0,38	0,00	577,30	24,87	28,03	0,23	0,26
18522	18,16	3,90	577,30	1179,01	1328,74	253,08	285,22
18523	0,41	0,32	577,30	26,79	30,20	20,63	23,25
18525	36,56	0,52	577,30	2372,80	2674,15	33,93	38,24
18526	19,51	17,30	577,30	1266,53	1427,38	1122,66	1265,23
18528	1,90	1,61	577,30	123,21	138,85	104,82	118,14
18529	65,87	55,32	577,30	4275,46	4818,44	3590,62	4046,63
18530	21,02	16,79	577,30	1364,53	1537,82	1090,01	1228,44
18531	0,13	0,13	577,30	8,26	9,31	8,26	9,31
18532	115,29	88,67	577,30	7482,83	8433,15	5755,10	6485,99
18533	4,50	0,39	577,30	292,24	329,35	25,58	28,83
18534	0,26	0,26	577,30	17,04	19,21	17,04	19,21
18623	0,86	0,86	140,12	81,37	85,82	81,37	85,82
18624	0,32	0,32	140,12	29,86	31,49	29,86	31,49
18625	0,15	0,15	140,12	14,41	15,19	14,41	15,19
18626	0,17	0,17	140,12	16,04	16,92	16,04	16,92
18627	0,11	0,11	140,12	10,04	10,59	10,04	10,59
18628	7,09	6,98	140,12	670,98	707,69	659,65	695,74
18629	20,76	18,00	140,12	1963,67	2071,10	1701,91	1795,01
18630	16,35	16,35	140,12	1546,45	1631,05	1546,45	1631,05
18631	5,42	5,42	140,12	512,68	540,73	512,68	540,73
18633	16,10	2,18	140,12	1522,41	1605,70	205,73	216,98
18636	19,69	3,40	140,12	1861,75	1963,60	321,22	338,79
18640	5,82	0,60	140,12	550,13	580,23	57,20	60,33
18641	5,18	1,54	140,12	489,63	516,42	145,50	153,46
18643	6,75	2,71	140,12	638,04	672,95	256,09	270,10
18644	0,31	0,31	140,12	29,68	31,30	29,68	31,30
18645	12,43	12,43	140,12	1175,42	1239,72	1175,42	1239,72
18646	14,96	7,64	140,12	1415,02	1492,43	722,44	761,96
20919	51,56	0,54	967,73	1608,21	1717,41	16,83	17,97
20936	63,35	0,08	967,73	1976,04	2110,21	2,47	2,64
21313	188,63	0,80	431,52	3417,70	3965,71	14,56	16,89
21316	29,86	0,42	431,52	541,02	627,77	7,63	8,86
21318	22,47	1,07	431,52	407,06	472,33	19,44	22,55

Fonte: IBGE, 2010; Nippon Koei Lac, 2017.

### 1.1.2 Reservatório Araras

Tabela 48 - Populações proporcionais por setor censitário para o reservatório Araras

ID Setor	Área Total Setor	Área Prop Setor	Área Municipal	Pop Total Setor 2020	Pop Total Setor 2030	Pop Prop Setor 2020	Pop Prop Setor 2030
9651	69,84	0,06	344,27	2230,85	2338,51	1,89	1,98
9658	35,89	0,14	344,27	1146,57	1201,90	4,41	4,62
9659	16,03	0,27	344,27	512,02	536,73	8,62	9,04
11204	58,72	0,67	790,21	792,53	849,38	9,07	9,72
11205	83,45	1,57	790,21	1126,41	1207,20	21,24	22,77
11206	63,05	0,02	790,21	851,07	912,11	0,32	0,35
11208	44,63	2,73	790,21	602,35	645,55	36,81	39,45
11216	15,30	0,14	790,21	206,50	221,32	1,83	1,96
11218	3,12	0,07	790,21	42,10	45,12	0,89	0,95
12203	11,96	2,34	700,42	314,30	337,73	61,58	66,17
15758	2,34	0,09	613,14	164,17	184,20	6,04	6,77
15764	6,36	0,55	613,14	444,97	499,25	38,58	43,29
15822	0,15	0,15	966,82	2,95	3,01	2,95	3,01
15823	0,07	0,07	966,82	1,32	1,35	1,32	1,35
15824	0,17	0,17	966,82	3,34	3,41	3,34	3,41
15825	0,16	0,16	966,82	3,09	3,15	3,09	3,15
15826	0,24	0,24	966,82	4,71	4,81	4,71	4,81
15827	0,55	0,55	966,82	10,87	11,09	10,87	11,09
15828	0,61	0,61	966,82	12,04	12,29	12,04	12,29
15829	0,23	0,23	966,82	4,62	4,71	4,62	4,71
15830	0,11	0,11	966,82	2,09	2,13	2,09	2,13
15831	53,36	53,36	966,82	1055,29	1076,95	1055,29	1076,95
15832	91,69	75,36	966,82	1813,25	1850,46	1490,42	1521,01
15833	61,78	31,03	966,82	1221,82	1246,89	613,68	626,28
15834	82,84	45,16	966,82	1638,28	1671,89	893,16	911,49
15835	71,77	71,32	966,82	1419,40	1448,53	1410,41	1439,35
15836	61,13	61,00	966,82	1208,94	1233,74	1206,34	1231,10
15837	19,34	19,34	966,82	382,56	390,41	382,56	390,41
15838	0,09	0,09	966,82	1,76	1,79	1,76	1,79
15839	0,10	0,10	966,82	1,96	2,00	1,96	2,00
15840	0,30	0,30	966,82	5,88	6,00	5,88	6,00
15841	0,25	0,25	966,82	5,02	5,12	5,02	5,12
15843	72,26	6,58	966,82	1429,05	1458,37	130,11	132,78
15844	20,10	0,11	966,82	397,57	405,72	2,25	2,30
15845	121,21	17,44	966,82	2397,03	2446,22	344,94	352,02
15846	0,10	0,10	966,82	1,93	1,97	1,93	1,97
15847	39,36	38,07	966,82	778,44	794,41	752,87	768,32
15848	0,64	0,64	966,82	12,59	12,85	12,59	12,85

Continuação da Tabela 48 na próxima página.

Continuação da Tabela 48.

ID Setor	Área Total Setor	Área Prop Setor	Área Municipal	Pop Total Setor 2020	Pop Total Setor 2030	Pop Prop Setor 2020	Pop Prop Setor 2030
15849	62,69	62,69	966,82	1239,87	1265,31	1239,87	1265,31
15850	11,79	11,79	966,82	233,07	237,85	233,07	237,85
15851	38,24	38,24	966,82	756,20	771,72	756,20	771,72
15852	0,38	0,38	966,82	7,49	7,64	7,49	7,64
15853	0,38	0,38	966,82	7,47	7,62	7,47	7,62
15854	62,31	62,31	966,82	1232,24	1257,53	1232,24	1257,53
15855	17,20	17,20	966,82	340,11	347,09	340,11	347,09
15856	26,02	26,02	966,82	514,59	525,15	514,59	525,15
15857	48,73	48,73	966,82	963,71	983,49	963,71	983,49
15858	0,16	0,16	966,82	3,25	3,31	3,25	3,31
16466	1,55	1,55	630,91	96,75	95,69	96,75	95,69
16467	1,54	1,54	630,91	96,08	95,03	96,08	95,03
16468	2,23	2,23	630,91	139,16	137,64	139,16	137,64
16469	0,15	0,15	630,91	9,20	9,10	9,20	9,10
16470	3,38	3,38	630,91	210,43	208,13	210,43	208,13
16471	3,69	3,69	630,91	230,17	227,65	230,17	227,65
16472	0,05	0,05	630,91	2,86	2,83	2,86	2,83
16473	1,08	1,08	630,91	67,58	66,85	67,58	66,85
16474	3,04	3,04	630,91	189,42	187,35	189,42	187,35
16475	0,06	0,06	630,91	3,85	3,80	3,85	3,80
16476	0,10	0,10	630,91	5,95	5,88	5,95	5,88
16477	3,39	3,39	630,91	211,46	209,15	211,46	209,15
16478	0,07	0,07	630,91	4,08	4,04	4,08	4,04
16479	0,29	0,29	630,91	18,37	18,17	18,37	18,17
16480	0,18	0,18	630,91	10,99	10,87	10,99	10,87
16481	0,20	0,20	630,91	12,73	12,59	12,73	12,59
16482	0,04	0,04	630,91	2,79	2,76	2,79	2,76
16483	28,66	28,66	630,91	1786,05	1766,53	1786,05	1766,53
16484	35,65	35,65	630,91	2221,32	2197,05	2221,32	2197,05
16485	2,73	2,73	630,91	170,15	168,29	170,15	168,29
16486	0,10	0,10	630,91	6,45	6,38	6,45	6,38
16487	70,79	70,79	630,91	4411,05	4362,85	4411,05	4362,85
16488	5,42	5,42	630,91	337,49	333,81	337,49	333,81
16489	23,99	23,45	630,91	1495,04	1478,70	1461,33	1445,36
16490	5,35	5,09	630,91	333,41	329,77	317,35	313,88
16491	0,51	0,51	630,91	31,75	31,40	31,75	31,40
16492	0,39	0,39	630,91	24,46	24,19	24,46	24,19
16493	0,02	0,02	630,91	1,07	1,06	1,07	1,06
16494	0,02	0,02	630,91	1,10	1,09	1,10	1,09
16495	0,05	0,05	630,91	3,14	3,11	3,14	3,11
16496	53,75	53,75	630,91	3349,34	3312,74	3349,34	3312,74

Continuação da Tabela 48 na próxima página.

Continuação da Tabela 48.

ID Setor	Área Total Setor	Área Prop Setor	Área Municipal	Pop Total Setor 2020	Pop Total Setor 2030	Pop Prop Setor 2020	Pop Prop Setor 2030
16497	0,12	0,12	630,91	7,31	7,23	7,31	7,23
16498	10,67	10,67	630,91	664,94	657,67	664,94	657,67
16499	8,54	8,54	630,91	532,11	526,29	532,11	526,29
16500	0,07	0,07	630,91	4,64	4,59	4,64	4,59
16501	0,02	0,02	630,91	1,23	1,21	1,23	1,21
16502	0,02	0,02	630,91	1,04	1,03	1,04	1,03
16503	0,21	0,21	630,91	12,83	12,69	12,83	12,69
16504	0,08	0,08	630,91	5,26	5,20	5,26	5,20
16505	0,14	0,14	630,91	8,74	8,64	8,74	8,64
16506	3,64	3,64	630,91	227,13	224,65	227,13	224,65
16507	0,17	0,17	630,91	10,65	10,53	10,65	10,53
16508	0,09	0,09	630,91	5,43	5,37	5,43	5,37
16509	0,01	0,01	630,91	0,79	0,78	0,79	0,78
16510	0,24	0,24	630,91	15,07	14,90	15,07	14,90
16511	0,05	0,05	630,91	3,32	3,28	3,32	3,28
16512	0,57	0,57	630,91	35,24	34,85	35,24	34,85
16513	0,08	0,08	630,91	5,20	5,15	5,20	5,15
16514	0,10	0,10	630,91	6,05	5,99	6,05	5,99
16515	0,06	0,06	630,91	3,45	3,41	3,45	3,41
16516	0,43	0,43	630,91	26,75	26,46	26,75	26,46
16517	1,19	1,19	630,91	74,07	73,26	74,07	73,26
16518	0,76	0,76	630,91	47,64	47,12	47,64	47,12
16519	0,04	0,04	630,91	2,52	2,49	2,52	2,49
16520	0,53	0,53	630,91	32,96	32,60	32,96	32,60
16521	40,90	40,90	630,91	2548,61	2520,76	2548,61	2520,76
16522	7,98	7,67	630,91	497,29	491,86	477,80	472,58
16523	0,40	0,40	630,91	24,84	24,57	24,84	24,57
16524	32,48	32,48	630,91	2024,23	2002,11	2024,23	2002,11
16525	19,79	19,79	630,91	1232,96	1219,49	1232,96	1219,49
16527	17,67	0,95	630,91	1101,15	1089,12	58,94	58,29
16532	12,03	0,83	630,91	749,85	741,66	51,79	51,22
16534	12,24	0,27	630,91	762,92	754,59	17,06	16,87
16535	3,09	2,79	630,91	192,25	190,15	173,76	171,86
16536	0,07	0,07	630,91	4,26	4,21	4,26	4,21
16537	0,18	0,18	630,91	11,46	11,33	11,46	11,33
16538	47,38	47,38	630,91	2952,49	2920,23	2952,49	2920,23
16539	30,78	30,78	630,91	1917,79	1896,83	1917,79	1896,83
16540	26,22	26,22	630,91	1634,18	1616,32	1634,18	1616,32
16541	17,33	17,33	630,91	1079,79	1067,99	1079,79	1067,99
16542	0,25	0,25	630,91	15,88	15,70	15,88	15,70
16543	9,27	9,14	630,91	577,86	571,54	569,30	563,08

Continuação da Tabela 48 na próxima página.

Continuação da Tabela 48.

ID Setor	Área Total Setor	Área Prop Setor	Área Municipal	Pop Total Setor 2020	Pop Total Setor 2030	Pop Prop Setor 2020	Pop Prop Setor 2030
16544	7,47	7,47	630,91	465,77	460,68	465,77	460,68
16545	5,04	2,24	630,91	314,21	310,77	139,61	138,09
16547	14,60	9,03	630,91	910,01	900,06	562,47	556,32
16548	8,61	8,61	630,91	536,51	530,65	536,51	530,65
16549	15,76	15,76	630,91	981,88	971,15	981,88	971,15
16550	2,83	2,35	630,91	176,09	174,16	146,37	144,77
16551	3,98	3,53	630,91	248,14	245,43	219,95	217,55
16552	2,80	2,80	630,91	174,32	172,41	174,32	172,41
16553	2,05	2,05	630,91	127,45	126,06	127,45	126,06
16554	0,43	0,43	630,91	26,70	26,41	26,70	26,41
16555	0,08	0,08	1476,08	2,35	2,49	2,35	2,49
16556	0,15	0,15	1476,08	4,32	4,58	4,32	4,58
16557	0,11	0,11	1476,08	3,12	3,31	3,12	3,31
16558	0,63	0,63	1476,08	17,64	18,70	17,64	18,70
16559	0,79	0,79	1476,08	22,30	23,64	22,30	23,64
16560	0,49	0,49	1476,08	13,78	14,60	13,78	14,60
16561	1,15	1,15	1476,08	32,15	34,07	32,15	34,07
16562	0,14	0,14	1476,08	3,82	4,05	3,82	4,05
16563	0,13	0,13	1476,08	3,54	3,76	3,54	3,76
16564	0,18	0,18	1476,08	5,02	5,32	5,02	5,32
16565	38,42	38,42	1476,08	1078,35	1142,84	1078,35	1142,84
16566	52,95	52,95	1476,08	1485,95	1574,82	1485,95	1574,82
16567	25,11	25,11	1476,08	704,62	746,76	704,62	746,76
16568	22,72	22,72	1476,08	637,53	675,66	637,53	675,66
16569	19,03	19,03	1476,08	534,09	566,03	534,09	566,03
16570	11,28	11,28	1476,08	316,59	335,53	316,59	335,53
16571	23,93	23,93	1476,08	671,51	711,67	671,51	711,67
16572	54,17	54,17	1476,08	1520,36	1611,29	1520,36	1611,29
16573	12,78	12,78	1476,08	358,68	380,13	358,68	380,13
16574	0,07	0,07	1476,08	1,92	2,04	1,92	2,04
16575	0,07	0,07	1476,08	1,89	2,00	1,89	2,00
16576	0,50	0,50	1476,08	14,05	14,89	14,05	14,89
16577	0,11	0,11	1476,08	2,96	3,14	2,96	3,14
16578	0,79	0,79	1476,08	22,08	23,40	22,08	23,40
16579	1,03	1,03	1476,08	28,97	30,71	28,97	30,71
16580	0,18	0,18	1476,08	5,10	5,41	5,10	5,41
16581	0,16	0,16	1476,08	4,35	4,61	4,35	4,61
16582	13,28	13,28	1476,08	372,57	394,85	372,57	394,85
16587	16,75	5,35	1476,08	470,05	498,17	150,24	159,23
16591	3,40	0,01	1476,08	95,49	101,20	0,24	0,26
16594	0,61	0,61	1476,08	17,09	18,11	17,09	18,11

Continuação da Tabela 48 na próxima página.

Continuação da Tabela 48.

ID Setor	Área Total Setor	Área Prop Setor	Área Municipal	Pop Total Setor 2020	Pop Total Setor 2030	Pop Prop Setor 2020	Pop Prop Setor 2030
16595	47,11	47,11	1476,08	1322,15	1401,22	1322,15	1401,22
16596	74,37	71,56	1476,08	2087,12	2211,94	2008,34	2128,45
16597	0,30	0,30	1476,08	8,30	8,79	8,30	8,79
16599	55,70	10,52	1476,08	1563,15	1656,64	295,23	312,88
16604	0,69	0,34	1476,08	19,30	20,46	9,57	10,15
16605	10,79	1,63	1476,08	302,80	320,91	45,73	48,47
16607	32,61	0,14	1476,08	915,17	969,90	3,85	4,09
16608	38,24	3,18	1476,08	1073,13	1137,31	89,30	94,64
16613	13,94	2,80	1476,08	391,25	414,65	78,47	83,16
16615	17,99	6,50	1476,08	504,95	535,15	182,50	193,42
16618	0,95	0,04	1476,08	26,73	28,33	1,21	1,29
16619	22,82	22,29	1476,08	640,41	678,71	625,53	662,94
16620	16,01	1,13	1476,08	449,30	476,17	31,77	33,67
18939	136,86	36,37	883,46	2702,71	2807,90	718,29	746,24
18940	37,42	25,10	883,46	738,92	767,68	495,76	515,06
18941	20,21	2,22	883,46	399,03	414,56	43,83	45,53
18960	36,59	8,49	883,46	722,49	750,61	167,69	174,21
18963	137,24	6,05	883,46	2710,26	2815,74	119,55	124,20
19219	0,25	0,25	742,31	9,72	8,93	9,72	8,93
19220	0,23	0,23	742,31	9,09	8,36	9,09	8,36
19221	0,13	0,13	742,31	4,98	4,58	4,98	4,58
19222	0,13	0,13	742,31	5,08	4,67	5,08	4,67
19223	0,13	0,13	742,31	5,02	4,62	5,02	4,62
19224	0,10	0,10	742,31	3,98	3,65	3,98	3,65
19225	0,07	0,07	742,31	2,73	2,51	2,73	2,51
19226	1,79	1,79	742,31	69,45	63,82	69,45	63,82
19227	0,39	0,39	742,31	14,97	13,76	14,97	13,76
19228	0,13	0,13	742,31	5,22	4,79	5,22	4,79
19229	0,07	0,07	742,31	2,89	2,66	2,89	2,66
19230	1,31	1,31	742,31	50,74	46,63	50,74	46,63
19231	1,90	1,90	742,31	73,65	67,67	73,65	67,67
19232	0,20	0,20	742,31	7,61	6,99	7,61	6,99
19233	0,58	0,58	742,31	22,61	20,78	22,61	20,78
19234	0,47	0,47	742,31	18,30	16,82	18,30	16,82
19235	1,41	1,41	742,31	54,96	50,50	54,96	50,50
19236	0,09	0,09	742,31	3,46	3,18	3,46	3,18
19237	0,26	0,26	742,31	10,07	9,26	10,07	9,26
19238	0,12	0,12	742,31	4,54	4,17	4,54	4,17
19239	0,82	0,82	742,31	31,98	29,39	31,98	29,39
19240	0,11	0,11	742,31	4,27	3,92	4,27	3,92
19241	0,12	0,12	742,31	4,61	4,23	4,61	4,23
19242	59,94	59,94	742,31	2329,25	2140,33	2329,25	2140,33

Continuação da Tabela 48 na próxima página.

Continuação da Tabela 48.

ID Setor	Área Total Setor	Área Prop Setor	Área Municipal	Pop Total Setor 2020	Pop Total Setor 2030	Pop Prop Setor 2020	Pop Prop Setor 2030
19243	37,76	37,76	742,31	1467,38	1348,37	1467,38	1348,37
19244	77,94	64,95	742,31	3028,79	2783,14	2524,10	2319,38
19245	3,52	0,59	742,31	136,80	125,70	22,92	21,06
19246	56,41	55,10	742,31	2192,23	2014,43	2141,38	1967,70
19247	0,21	0,21	742,31	8,23	7,57	8,23	7,57
19248	0,57	0,57	742,31	22,16	20,36	22,16	20,36
19249	0,06	0,06	742,31	2,50	2,29	2,50	2,29
19250	0,33	0,33	742,31	12,92	11,87	12,92	11,87
19251	0,19	0,19	742,31	7,31	6,72	7,31	6,72
19252	0,25	0,25	742,31	9,71	8,92	9,71	8,92
19253	0,20	0,20	742,31	7,92	7,27	7,92	7,27
19254	0,14	0,14	742,31	5,53	5,08	5,53	5,08
19255	0,10	0,10	742,31	4,05	3,72	4,05	3,72
19256	1,61	1,61	742,31	62,75	57,66	62,75	57,66
19257	48,97	48,85	742,31	1902,80	1748,47	1898,49	1744,51
19258	33,35	16,91	742,31	1295,80	1190,70	657,14	603,84
19260	3,22	3,22	742,31	125,15	115,00	125,15	115,00
19261	0,78	0,78	742,31	30,30	27,84	30,30	27,84
19262	55,90	55,90	742,31	2172,20	1996,03	2172,20	1996,03
19263	0,87	0,87	742,31	33,90	31,15	33,90	31,15
19264	45,80	45,80	742,31	1779,93	1635,57	1779,86	1635,51
19265	17,55	17,55	742,31	681,83	626,53	681,83	626,53
19266	0,04	0,04	742,31	1,53	1,40	1,53	1,40
19267	0,02	0,02	742,31	0,74	0,68	0,74	0,68
19268	0,60	0,60	742,31	23,36	21,46	23,36	21,46
19269	128,69	128,69	742,31	5000,88	4595,29	5000,88	4595,29
19270	53,09	53,09	742,31	2062,98	1895,67	2062,98	1895,67
19271	0,55	0,55	742,31	21,54	19,80	21,54	19,80
19272	0,66	0,66	742,31	25,61	23,53	25,61	23,53
19273	41,98	41,85	742,31	1631,54	1499,22	1626,33	1494,42
19274	24,15	24,15	742,31	938,30	862,20	938,30	862,20
19275	0,44	0,44	742,31	17,03	15,65	17,03	15,65
20119	0,67	0,67	242,47	28,42	29,64	28,42	29,64
20120	0,78	0,78	242,47	32,81	34,23	32,81	34,23
20121	22,62	22,62	242,47	954,97	996,08	954,91	996,02
20122	35,92	35,92	242,47	1516,44	1581,72	1516,44	1581,72
20123	49,56	49,56	242,47	2092,00	2182,06	2092,00	2182,06
20124	0,24	0,24	242,47	10,18	10,62	10,18	10,62
20125	0,10	0,10	242,47	4,26	4,44	4,05	4,22
20126	0,13	0,13	242,47	5,53	5,77	5,53	5,77
20127	0,37	0,37	242,47	15,54	16,21	15,54	16,21
20128	0,37	0,37	242,47	15,63	16,30	15,63	16,30

Continuação da Tabela 48 na próxima página.

Continuação da Tabela 48.

ID Setor	Área Total Setor	Área Prop Setor	Área Municipal	Pop Total Setor 2020	Pop Total Setor 2030	Pop Prop Setor 2020	Pop Prop Setor 2030
20129	38,77	38,76	242,47	1636,80	1707,27	1636,11	1706,55
20130	7,30	7,30	242,47	308,08	321,34	308,08	321,34
20131	33,77	33,77	242,47	1425,78	1487,16	1425,78	1487,16
20132	0,17	0,17	242,47	7,03	7,33	7,03	7,33
20133	4,19	4,19	242,47	176,75	184,36	176,75	184,36
20134	0,56	0,56	242,47	23,49	24,50	23,49	24,50
20135	14,29	14,29	242,47	603,41	629,39	603,41	629,39
20136	0,56	0,56	242,47	23,59	24,60	23,59	24,60
20137	32,72	32,72	242,47	1381,50	1440,97	1381,50	1440,97
20721	5,62	0,06	383,71	252,69	230,09	2,90	2,64
20722	11,46	1,29	383,71	515,28	469,20	57,97	52,79
20728	8,38	0,29	383,71	376,67	342,98	12,87	11,72
20729	14,07	0,47	383,71	632,47	575,91	21,33	19,42
20730	27,89	3,76	383,71	1253,96	1141,83	168,93	153,83
20741	0,01	0,00	383,71	0,26	0,24	0,14	0,12
21079	76,63	0,01	4258,62	774,52	758,98	0,11	0,11
21080	29,36	0,64	4258,62	296,78	290,83	6,48	6,35
21081	0,43	0,11	4258,62	4,39	4,30	1,11	1,09
21082	27,08	20,55	4258,62	273,71	268,22	207,76	203,59
21673	0,23	0,23	1962,44	3,23	3,36	3,23	3,36
21674	0,39	0,39	1962,44	5,59	5,81	5,59	5,81
21675	1,79	1,79	1962,44	25,38	26,37	25,38	26,37
21676	2,31	2,31	1962,44	32,81	34,09	32,81	34,09
21677	0,94	0,94	1962,44	13,33	13,86	13,33	13,86
21678	37,41	37,37	1962,44	531,35	552,21	530,85	551,70
21679	71,14	70,93	1962,44	1010,50	1050,18	1007,47	1047,02
21680	0,48	0,48	1962,44	6,76	7,03	6,76	7,03
21681	41,71	41,71	1962,44	592,40	615,66	592,40	615,66
21682	143,47	11,52	1962,44	2037,85	2117,86	163,64	170,06
21683	34,47	8,78	1962,44	489,63	508,85	124,75	129,64
21684	21,59	19,42	1962,44	306,73	318,77	275,89	286,72
21685	30,75	30,75	1962,44	436,79	453,94	436,79	453,94
21686	22,59	22,59	1962,44	320,81	333,40	320,81	333,40
21687	50,19	36,71	1962,44	712,97	740,96	521,43	541,90
21688	0,02	0,02	1962,44	0,35	0,36	0,35	0,36
21689	0,05	0,05	1962,44	0,70	0,73	0,70	0,73
21690	0,45	0,45	1962,44	6,41	6,66	6,41	6,66
21691	0,33	0,33	1962,44	4,69	4,88	4,69	4,88
21692	0,29	0,29	1962,44	4,17	4,34	4,17	4,34
21693	0,55	0,55	1962,44	7,78	8,09	7,78	8,09
21694	1,48	1,48	1962,44	21,00	21,82	21,00	21,82

Continuação da Tabela 48 na próxima página.

Continuação da Tabela 48.

ID Setor	Área Total Setor	Área Prop Setor	Área Municipal	Pop Total Setor 2020	Pop Total Setor 2030	Pop Prop Setor 2020	Pop Prop Setor 2030
21695	0,12	0,12	1962,44	1,70	1,77	1,70	1,77
21696	50,79	49,96	1962,44	721,41	749,73	709,66	737,53
21697	63,62	63,62	1962,44	903,64	939,12	903,64	939,12
21698	0,17	0,17	1962,44	2,48	2,58	2,48	2,58
21699	38,45	38,45	1962,44	546,17	567,62	546,17	567,62
21700	0,19	0,19	1962,44	2,73	2,83	2,73	2,83
21701	0,85	0,85	1962,44	12,14	12,62	12,14	12,62
21702	9,77	9,75	1962,44	138,82	144,27	138,46	143,90
21703	0,10	0,10	1962,44	1,41	1,47	1,41	1,47
21704	48,39	48,39	1962,44	687,32	714,30	687,32	714,30
21707	98,21	0,00	1962,44	1394,98	1449,75	0,03	0,03
21710	15,38	3,06	1962,44	218,49	227,06	43,41	45,11
21711	0,55	0,55	1962,44	7,86	8,16	7,86	8,16
21712	29,40	29,40	1962,44	417,57	433,96	417,57	433,96
21713	28,30	28,30	1962,44	401,92	417,70	401,92	417,70
21714	84,36	84,36	1962,44	1198,29	1245,33	1198,29	1245,33
21715	0,67	0,67	1962,44	9,55	9,92	9,55	9,92
21716	15,31	15,06	1962,44	217,42	225,95	213,95	222,35
21743	104,05	22,68	1962,44	1477,94	1535,97	322,11	334,76
21744	8,80	8,80	1962,44	125,00	129,91	125,00	129,91
22290	1,15	0,01	178,54	128,14	133,53	1,47	1,54
22291	0,79	0,07	178,54	87,95	91,65	7,87	8,20
22292	0,15	0,01	178,54	16,68	17,38	1,24	1,29
22293	1,61	0,00	178,54	179,39	186,93	0,06	0,06
22294	0,73	0,18	178,54	81,14	84,56	20,37	21,22
22295	0,24	0,24	178,54	26,57	27,69	26,57	27,69
22296	0,82	0,82	178,54	90,97	94,80	90,97	94,80
22297	0,09	0,05	178,54	9,85	10,26	5,65	5,89
22298	0,14	0,14	178,54	15,76	16,42	15,76	16,42
22299	0,34	0,34	178,54	37,25	38,82	37,25	38,82
22301	57,72	29,47	178,54	6412,69	6682,45	3273,55	3411,26
22303	1,42	1,37	178,54	157,55	164,18	152,65	159,07
22304	0,21	0,07	178,54	23,03	24,00	7,80	8,13
22305	3,89	0,04	178,54	432,12	450,29	4,04	4,21
22306	0,73	0,45	178,54	81,01	84,42	50,31	52,43
22307	0,18	0,18	178,54	20,19	21,04	20,19	21,04
22308	0,11	0,05	178,54	12,03	12,54	5,04	5,25
22309	0,75	0,75	178,54	83,27	86,77	83,27	86,77
22310	0,10	0,10	178,54	11,64	12,13	11,64	12,13
22311	0,77	0,77	178,54	85,83	89,44	85,83	89,44
22312	38,73	37,22	178,54	4302,52	4483,51	4135,01	4308,96
22313	0,13	0,13	178,54	14,37	14,98	14,37	14,98
22314	0,36	0,36	178,54	40,30	41,99	40,30	41,99

Fonte: IBGE, 2010; Nippon Koei Lac, 2017.

### 1.1.3 Reservatório Jenipapo

Tabela 49 - Populações proporcionais por setor censitário para o reservatório Jenipapo

ID Setor	Área Total Setor	Área Prop Setor	Área Municipal	Pop Total Setor 2020	Pop Total Setor 2030	Pop Prop Setor 2020	Pop Prop Setor 2030
9180	8,99	0,13	138,03	669,37	686,43	9,47	9,72
18628	7,09	6,62	140,12	670,98	707,69	625,96	660,20
18629	20,76	0,26	140,12	1963,67	2071,10	24,65	25,99
18630	16,35	3,01	140,12	1546,45	1631,05	284,95	300,54
18631	5,42	4,53	140,12	512,68	540,73	428,70	452,15
18636	19,69	3,26	140,12	1861,75	1963,60	308,18	325,04
18641	5,18	0,64	140,12	489,63	516,42	60,16	63,45
18643	6,75	2,48	140,12	638,04	672,95	234,08	246,88
18645	12,43	0,21	140,12	1175,42	1239,72	19,81	20,89

Fonte: IBGE, 2010; Nippon Koei Lac, 2017.

### 1.1.4 Reservatório São Vicente

Tabela 50 - Populações proporcionais por setor censitário para o reservatório São Vicente

ID Setor	Área Total Setor	Área Prop Setor	Área Municipal	Pop Total Setor 2020	Pop Total Setor 2030	Pop Prop Setor 2020	Pop Prop Setor 2030
18532	115,29	0,33	577,30	7482,83	8433,15	21,29	23,99
18533	4,50	4,03	577,30	292,24	329,35	261,25	294,43
19118	39,86	1,21	408,11	2261,87	2591,20	68,50	78,47
19122	1,57	1,26	408,11	88,90	101,85	71,29	81,67
20934	5,95	1,08	967,73	185,57	198,17	33,57	35,85
20935	39,84	8,42	967,73	1242,67	1327,04	262,78	280,62
20936	63,35	54,62	967,73	1976,04	2110,21	1703,81	1819,50
20937	4,87	0,29	967,73	151,76	162,07	9,03	9,64
20938	38,53	3,43	967,73	1201,89	1283,50	107,11	114,38
20953	27,90	0,00	967,73	870,27	929,36	0,01	0,01
21313	188,63	0,07	431,52	3417,70	3965,71	1,26	1,46

Fonte: IBGE, 2010; Nippon Koei Lac, 2017.

### 1.1.5 Reservatório Taquara

Tabela 51 - Populações proporcionais por setor censitário para o reservatório Taquara

ID Setor	Área Total Setor	Área Prop Setor	Área Municipal	Pop Total Setor 2020	Pop Total Setor 2030	Pop Prop Setor 2020	Pop Prop Setor 2030
10918	69,24	60,09	756,95	1675,93	1677,05	1454,38	1455,36
10919	48,65	15,53	756,95	1177,40	1178,19	375,85	376,11
10920	35,83	18,17	756,95	867,18	867,76	439,83	440,13
10922	24,11	1,18	756,95	583,66	584,05	28,64	28,66
10924	27,66	9,19	756,95	669,53	669,98	222,33	222,48
10926	1,11	0,97	756,95	26,87	26,89	23,53	23,55
11835	36,93	0,00	776,73	1182,05	1328,71	0,00	0,00
15548	0,24	0,24	281,58	13,10	13,43	13,10	13,43
15549	0,09	0,09	281,58	5,08	5,21	5,08	5,21
15550	0,29	0,29	281,58	16,17	16,56	16,17	16,56
15551	21,34	20,10	281,58	1171,79	1200,64	1103,96	1131,14
15552	63,93	49,03	281,58	3510,31	3596,74	2692,03	2758,31
15553	15,34	15,34	281,58	842,59	863,34	842,59	863,34
15554	0,11	0,11	281,58	6,19	6,35	6,19	6,35
15555	0,29	0,29	281,58	16,03	16,42	16,03	16,42
15556	10,74	10,74	281,58	589,59	604,11	589,59	604,11
15557	0,13	0,13	281,58	7,23	7,41	7,23	7,41
15558	13,88	13,83	281,58	762,35	781,12	759,59	778,30
15559	8,59	8,59	281,58	471,91	483,53	471,91	483,53
15560	8,04	8,04	281,58	441,46	452,33	441,46	452,33
15561	0,20	0,20	281,58	11,08	11,35	11,08	11,35
15562	21,53	21,53	281,58	1182,19	1211,29	1182,19	1211,29
15563	7,13	7,13	281,58	391,63	401,27	391,63	401,27
15564	11,70	11,70	281,58	642,71	658,53	642,71	658,53
15565	0,08	0,08	281,58	4,19	4,29	4,19	4,29
15566	2,68	2,68	281,58	146,89	150,51	146,89	150,51
15567	3,39	3,39	281,58	185,92	190,50	185,92	190,50
15568	0,61	0,61	281,58	33,58	34,41	33,58	34,41
15569	25,13	24,71	281,58	1379,74	1413,71	1356,92	1390,33
15570	12,71	12,50	281,58	698,08	715,27	686,63	703,53
15571	0,07	0,07	281,58	3,69	3,78	3,69	3,78
15572	0,11	0,11	281,58	6,24	6,40	6,24	6,40
15573	0,80	0,80	281,58	43,69	44,76	43,69	44,76
15574	24,76	24,61	281,58	1359,83	1393,31	1351,25	1384,52
15575	0,17	0,17	281,58	9,30	9,53	9,30	9,53
15576	14,00	13,10	281,58	768,63	787,55	719,18	736,89
15577	13,82	13,56	281,58	759,12	777,81	744,83	763,17
15761	7,82	1,72	613,14	547,55	614,34	120,28	134,95

Continuação da Tabela 51 na próxima página.

Continuação da Tabela 51.

ID Setor	Área Total Setor	Área Prop Setor	Área Municipal	Pop Total Setor 2020	Pop Total Setor 2030	Pop Prop Setor 2020	Pop Prop Setor 2030
15767	7,05	1,91	613,14	493,38	553,56	134,04	150,39
15972	13,71	6,35	414,58	915,28	1033,63	424,09	478,93
15974	3,54	1,14	414,58	236,37	266,94	76,06	85,90
15980	6,82	0,29	414,58	455,24	514,10	19,04	21,50
19147	0,11	0,11	191,02	8,46	9,02	8,46	9,02
19148	0,18	0,18	191,02	14,09	15,03	14,09	15,03
19149	0,63	0,63	191,02	49,90	53,20	49,90	53,20
19150	0,09	0,09	191,02	7,01	7,48	7,01	7,48
19151	0,55	0,55	191,02	43,29	46,16	43,29	46,16
19152	16,07	16,07	191,02	1275,23	1359,70	1275,23	1359,70
19153	32,38	4,59	191,02	2568,97	2739,14	364,51	388,65
19155	12,81	10,78	191,02	1016,10	1083,40	855,74	912,42
19156	13,42	2,15	191,02	1065,16	1135,71	170,24	181,51
19157	20,77	17,75	191,02	1648,18	1757,35	1408,25	1501,53
19158	37,53	37,53	191,02	2978,15	3175,42	2978,15	3175,42
19159	1,44	1,44	191,02	114,11	121,67	114,11	121,67
19160	0,04	0,04	191,02	3,29	3,51	3,29	3,51
19161	2,10	2,10	191,02	166,73	177,77	166,73	177,77
19162	0,06	0,06	191,02	4,89	5,22	4,89	5,22
19163	0,95	0,95	191,02	75,33	80,32	75,33	80,32
19145	0,07	0,07	191,02	5,49	5,85	5,49	5,85
19146	0,09	0,09	191,02	7,27	7,75	7,27	7,75
19164	1,25	1,25	191,02	99,47	106,06	99,47	106,06
19165	0,07	0,07	191,02	5,30	5,65	5,30	5,65
19166	19,55	6,56	191,02	1551,55	1654,33	520,19	554,64
19168	0,13	0,00	191,02	10,51	11,20	0,00	0,00
19169	21,66	14,10	191,02	1718,83	1832,68	1118,43	1192,51
19620	0,21	0,21	76,07	18,99	21,41	18,99	21,41
19621	0,08	0,08	76,07	7,25	8,18	7,25	8,18
19622	0,34	0,34	76,07	30,81	34,74	30,81	34,74
19623	0,15	0,15	76,07	14,04	15,83	14,04	15,83
19624	30,49	30,46	76,07	2791,85	3147,39	2789,22	3144,43
19625	23,68	23,57	76,07	2168,22	2444,35	2158,26	2433,12
19626	13,46	13,46	76,07	1232,16	1389,07	1232,16	1389,07
19627	7,55	7,55	76,07	691,63	779,71	691,63	779,71
19628	0,18	0,18	76,07	16,10	18,15	16,10	18,15
20717	13,49	0,02	383,71	606,51	552,27	0,92	0,83
20747	44,47	0,23	383,71	1999,27	1820,49	10,48	9,54
21106	9,57	0,32	339,13	1372,69	1513,55	46,62	51,40
21114	4,24	0,02	339,13	608,86	671,34	3,13	3,45
21134	9,36	0,39	339,13	1342,11	1479,84	55,55	61,26
21140	13,93	1,43	339,13	1998,26	2203,31	205,65	226,75

Fonte: IBGE, 2010; Nippon Koei Lac, 2017.

## 1.2 Bacias Metropolitanas

### 1.2.1 Reservatório Aracoiaba

Tabela 52 - Populações proporcionais por setor censitário para o reservatório Aracoiaba

ID Setor	Área Total Setor	Área Prop Setor	Área Municipal	Pop Total Setor 2020	Pop Total Setor 2030	Pop Prop Setor 2020	Pop Prop Setor 2030
8922	20,31	0,33	154,88	2527,08	3131,22	41,07	50,89
9581	0,06	0,06	654,67	2,01	1,87	2,01	1,87
9582	0,09	0,09	654,67	3,10	2,89	3,10	2,89
9583	0,10	0,10	654,67	3,53	3,29	3,53	3,29
9584	0,05	0,05	654,67	1,76	1,64	1,76	1,64
9585	1,20	1,20	654,67	42,12	39,24	42,12	39,24
9586	0,12	0,12	654,67	4,38	4,08	4,38	4,08
9587	0,25	0,25	654,67	8,74	8,14	8,74	8,14
9588	0,34	0,34	654,67	12,07	11,24	12,07	11,24
9589	20,83	8,64	654,67	729,65	679,67	302,56	281,83
9590	17,64	0,90	654,67	618,08	575,74	31,59	29,43
9591	0,58	0,58	654,67	20,47	19,07	20,47	19,07
9592	11,34	9,97	654,67	397,27	370,06	349,39	325,46
9593	35,53	35,53	654,67	1244,51	1159,27	1244,51	1159,27
9594	0,05	0,05	654,67	1,72	1,60	1,72	1,60
9595	0,05	0,05	654,67	1,69	1,58	1,69	1,58
9596	0,94	0,94	654,67	33,06	30,80	33,06	30,80
9597	0,66	0,66	654,67	23,04	21,46	23,04	21,46
9598	0,22	0,22	654,67	7,88	7,34	7,88	7,34
9599	0,34	0,34	654,67	11,94	11,12	11,94	11,12
9600	0,46	0,46	654,67	16,28	15,16	16,28	15,16
9601	0,17	0,17	654,67	6,13	5,71	6,13	5,71
9602	0,27	0,27	654,67	9,37	8,73	9,37	8,73
9603	0,49	0,49	654,67	17,16	15,99	17,16	15,99
9604	0,08	0,08	654,67	2,88	2,68	2,88	2,68
9619	0,16	0,16	654,67	5,53	5,15	5,53	5,15
9620	32,88	32,88	654,67	1151,79	1072,90	1151,79	1072,90
9621	0,02	0,02	654,67	0,78	0,73	0,78	0,73
9622	0,25	0,25	654,67	8,85	8,24	8,85	8,24
9623	29,51	18,45	654,67	1033,82	963,00	646,40	602,12
9624	0,11	0,11	654,67	3,81	3,55	3,68	3,43
9635	37,86	4,67	654,67	1326,32	1235,47	163,64	152,43
9699	14,29	1,81	142,00	1173,37	1174,05	149,00	149,08
9703	2,62	0,08	142,00	215,43	215,56	6,19	6,20
9709	2,39	2,39	142,00	196,20	196,31	196,20	196,31
10030	35,31	1,95	246,24	3265,19	3787,58	180,23	209,07

Continuação da Tabela 52 na próxima página.

Continuação da Tabela 52.

ID Setor	Área Total Setor	Área Prop Setor	Área Municipal	Pop Total Setor 2020	Pop Total Setor 2030	Pop Prop Setor 2020	Pop Prop Setor 2030
10124	0,05	0,05	309,17	6,09	6,74	6,09	6,74
10125	0,15	0,15	309,17	17,60	19,47	17,60	19,47
10126	0,07	0,07	309,17	7,92	8,76	7,92	8,76
10127	0,54	0,54	309,17	64,38	71,21	64,38	71,21
10128	1,62	1,62	309,17	192,24	212,65	192,24	212,65
10129	0,06	0,06	309,17	6,97	7,71	6,97	7,71
10130	0,79	0,79	309,17	93,14	103,03	93,14	103,03
10131	9,42	9,42	309,17	1116,09	1234,60	1116,09	1234,60
10132	0,71	0,71	309,17	84,22	93,16	84,22	93,16
10133	8,43	8,43	309,17	999,40	1105,53	999,40	1105,53
10134	0,08	0,08	309,17	9,26	10,25	9,26	10,25
10135	0,65	0,65	309,17	76,65	84,78	76,65	84,78
10136	0,06	0,06	309,17	7,00	7,74	7,00	7,74
10137	0,14	0,14	309,17	16,01	17,71	16,01	17,71
10138	2,39	2,39	309,17	283,28	313,36	283,28	313,36
10139	0,08	0,08	309,17	9,95	11,01	9,95	11,01
10140	0,16	0,16	309,17	18,87	20,88	18,87	20,88
10141	0,12	0,12	309,17	14,22	15,72	14,22	15,72
10142	0,31	0,31	309,17	36,87	40,79	36,87	40,79
10143	0,14	0,14	309,17	16,77	18,55	16,77	18,55
10144	0,16	0,16	309,17	19,14	21,17	19,14	21,17
10145	0,10	0,10	309,17	11,72	12,96	11,72	12,96
10146	0,34	0,34	309,17	40,79	45,12	40,79	45,12
10147	0,25	0,25	309,17	29,52	32,65	29,52	32,65
10148	0,15	0,15	309,17	17,23	19,06	17,23	19,06
10149	0,17	0,17	309,17	19,86	21,97	19,86	21,97
10150	21,09	21,09	309,17	2498,80	2764,14	2498,80	2764,14
10151	0,21	0,21	309,17	25,35	28,04	25,35	28,04
10152	14,30	14,30	309,17	1695,19	1875,19	1695,19	1875,19
10153	21,34	0,36	309,17	2528,83	2797,36	42,57	47,09
10156	7,46	0,17	309,17	883,59	977,41	19,66	21,74
10157	18,37	16,57	309,17	2177,30	2408,50	1963,60	2172,11
10158	7,27	7,27	309,17	861,06	952,50	861,06	952,50
10159	3,11	3,11	309,17	369,04	408,23	369,04	408,23
10160	15,59	15,59	309,17	1846,97	2043,10	1846,97	2043,10
10161	0,21	0,21	309,17	25,13	27,80	25,13	27,80
10162	0,17	0,17	309,17	20,30	22,45	20,30	22,45
10163	0,06	0,06	309,17	6,97	7,71	6,97	7,71
10164	0,05	0,05	309,17	5,35	5,92	5,35	5,92
10165	0,11	0,11	309,17	13,35	14,77	13,35	14,77
10166	0,74	0,74	309,17	88,25	97,63	88,25	97,63
10167	0,50	0,50	309,17	59,75	66,09	59,75	66,09
10168	0,16	0,16	309,17	18,55	20,52	18,55	20,52
10169	0,18	0,18	309,17	21,90	24,23	21,90	24,23

Continuação da Tabela 52 na próxima página.

Continuação da Tabela 52.

ID Setor	Área Total Setor	Área Prop Setor	Área Municipal	Pop Total Setor 2020	Pop Total Setor 2030	Pop Prop Setor 2020	Pop Prop Setor 2030
10170	0,39	0,39	309,17	46,78	51,74	46,78	51,74
10171	0,05	0,05	309,17	6,37	7,05	6,37	7,05
10172	0,10	0,10	309,17	11,35	12,55	11,35	12,55
10173	22,49	14,57	309,17	2664,83	2947,80	1726,30	1909,61
10174	6,75	6,75	309,17	799,45	884,34	799,45	884,34
10175	0,16	0,16	309,17	19,43	21,50	19,43	21,50
10176	11,05	11,05	309,17	1309,36	1448,39	1309,36	1448,39
10177	15,28	15,04	309,17	1810,79	2003,08	1782,26	1971,51
10178	0,23	0,23	309,17	26,68	29,51	26,68	29,51
10179	28,95	28,95	309,17	3430,28	3794,53	3430,28	3794,53
10180	24,89	24,89	309,17	2949,35	3262,53	2949,35	3262,53
10832	6,77	1,94	194,98	639,78	683,23	183,62	196,09
10833	9,59	9,59	194,98	907,06	968,67	907,06	968,67
10834	2,67	2,67	194,98	252,08	269,20	252,08	269,20
10835	6,42	6,15	194,98	607,17	648,41	581,15	620,62
10843	0,56	0,19	194,98	53,28	56,90	18,27	19,51
10845	1,14	0,36	194,98	108,15	115,49	34,17	36,49
10846	0,48	0,48	194,98	45,86	48,97	45,86	48,97
10847	13,96	1,59	194,98	1320,19	1409,85	150,79	161,03
15808	1,11	1,11	59,93	77,80	71,73	77,80	71,73
15809	16,28	15,87	59,93	1140,98	1051,98	1112,54	1025,76
15810	6,62	6,57	59,93	463,84	427,66	460,39	424,48
15811	0,91	0,91	59,93	64,00	59,01	64,00	59,01
15812	2,07	2,07	59,93	144,78	133,49	144,78	133,49
15813	6,40	6,40	59,93	448,67	413,68	448,67	413,68
15819	12,32	0,31	59,93	863,57	796,21	21,80	20,10
15820	1,94	0,13	59,93	135,82	125,22	9,09	8,38
19171	0,87	0,26	133,99	78,60	87,17	23,73	26,32
19172	0,30	0,27	133,99	26,69	29,60	24,33	26,98
19175	14,89	14,68	133,99	1340,43	1486,59	1321,56	1465,66
19176	10,51	4,94	133,99	946,06	1049,21	444,45	492,91
19177	12,94	0,14	133,99	1165,42	1292,49	12,90	14,31
19178	7,43	0,40	133,99	668,60	741,50	35,90	39,81
19179	4,76	4,76	133,99	428,27	474,96	428,27	474,96
19180	6,30	6,18	133,99	567,46	629,33	556,01	616,64
19181	4,84	4,82	133,99	435,36	482,83	434,03	481,36
19184	0,41	0,22	133,99	36,50	40,48	19,43	21,55
19185	0,46	0,44	133,99	41,67	46,21	39,78	44,11
19186	3,55	3,55	133,99	319,72	354,58	319,72	354,58
19187	7,11	2,15	133,99	640,16	709,96	193,83	214,97
19188	6,37	4,03	133,99	573,55	636,09	362,82	402,38
19189	15,09	0,42	133,99	1358,26	1506,36	38,05	42,20
19190	18,68	10,98	133,99	1681,61	1864,96	988,92	1096,75
19191	5,19	5,19	133,99	467,46	518,43	467,46	518,43

Continuação da Tabela 52 na próxima página.

Continuação da Tabela 52.

ID Setor	Área Total Setor	Área Prop Setor	Área Municipal	Pop Total Setor 2020	Pop Total Setor 2030	Pop Prop Setor 2020	Pop Prop Setor 2030
19595	4,18	0,98	111,18	421,60	426,76	98,37	99,58
19596	5,00	0,72	111,18	503,72	509,88	72,78	73,67
19616	7,77	0,03	111,18	783,10	792,67	2,75	2,79
19617	2,12	1,67	111,18	213,16	215,77	168,75	170,81
19618	1,48	0,07	111,18	149,39	151,21	7,12	7,20
19619	3,90	3,90	111,18	393,40	398,21	393,40	398,21
20671	25,45	1,46	224,84	2625,85	2389,53	150,68	137,12
20673	25,42	0,04	224,84	2623,15	2387,08	3,90	3,55
20682	0,20	0,20	224,84	20,49	18,64	20,49	18,64
20683	0,14	0,14	224,84	14,00	12,74	14,00	12,74
20684	0,69	0,69	224,84	71,02	64,63	71,02	64,63
20685	0,89	0,89	224,84	92,20	83,91	92,20	83,91
20686	23,88	6,54	224,84	2464,61	2242,81	674,98	614,23
20687	18,77	18,16	224,84	1937,37	1763,01	1873,42	1704,82
20688	1,39	0,08	224,84	143,50	130,59	8,24	7,50
20689	2,02	1,82	224,84	208,60	189,83	188,10	171,17
20690	7,25	7,18	224,84	747,71	680,42	740,79	674,12
20691	0,64	0,64	224,84	66,13	60,18	66,13	60,18
20692	0,96	0,96	224,84	99,57	90,61	99,57	90,61
20693	0,66	0,66	224,84	68,17	62,04	68,17	62,04
20694	0,24	0,24	224,84	24,95	22,71	24,95	22,71
20695	1,03	1,03	224,84	106,69	97,09	106,69	97,09
20696	9,10	9,10	224,84	939,44	854,89	939,44	854,89
20697	0,18	0,18	224,84	18,40	16,74	18,40	16,74
20698	8,80	8,33	224,84	907,56	825,88	859,28	781,95
20700	21,30	0,74	224,84	2197,78	1999,98	76,09	69,24
20702	9,22	8,64	224,84	951,04	865,45	891,32	811,11
20706	29,40	3,10	224,84	3033,35	2760,36	320,35	291,52

Fonte: IBGE, 2010; Nippon Koei Lac, 2017.

### 1.2.2 Reservatório Catucinzenta

Tabela 53 - Populações proporcionais por setor censitário para o reservatório Catucinzenta

ID Setor	Área Total Setor	Área Prop Setor	Área Municipal	Pop Total Setor 2020	Pop Total Setor 2030	Pop Prop Setor 2020	Pop Prop Setor 2030
9437	0,06	0,06	481,58	11,25	13,59	11,25	13,59
9438	6,89	6,89	481,58	1244,78	1504,13	1244,78	1504,13
9439	7,88	0,73	481,58	1424,25	1721,00	131,47	158,87
9441	31,88	0,96	481,58	5763,02	6963,73	173,91	210,15
9442	22,75	22,75	481,58	4112,70	4969,57	4112,70	4969,57
9443	12,17	8,84	481,58	2199,42	2657,67	1597,46	1930,29
9444	13,57	5,24	481,58	2453,12	2964,23	947,29	1144,65
9445	4,30	0,03	481,58	777,14	939,06	6,29	7,60
15867	0,85	0,85	160,21	536,48	957,96	536,48	957,96
15868	7,16	6,92	160,21	4530,34	8089,53	4379,66	7820,46
15869	5,86	3,58	160,21	3710,59	6625,76	2268,29	4050,34
15897	4,04	0,86	160,21	2558,71	4568,92	544,82	972,84
15898	2,11	2,11	160,21	1333,02	2380,29	1333,02	2380,29
15915	0,73	0,73	160,21	463,37	827,41	463,37	827,41
15916	4,94	0,89	160,21	3127,42	5584,43	565,26	1009,35
15917	0,65	0,01	160,21	412,51	736,60	3,22	5,76
15919	7,08	0,90	160,21	4481,24	8001,85	566,74	1011,98
15926	6,59	0,20	160,21	4173,71	7452,71	128,40	229,27
9437	0,06	0,06	481,58	11,25	13,59	11,25	13,59
9438	6,89	6,89	481,58	1244,78	1504,13	1244,78	1504,13
9439	7,88	0,73	481,58	1424,25	1721,00	131,47	158,87
9441	31,88	0,96	481,58	5763,02	6963,73	173,91	210,15
9442	22,75	22,75	481,58	4112,70	4969,57	4112,70	4969,57
9443	12,17	8,84	481,58	2199,42	2657,67	1597,46	1930,29
9444	13,57	5,24	481,58	2453,12	2964,23	947,29	1144,65
9445	4,30	0,03	481,58	777,14	939,06	6,29	7,60
15867	0,85	0,85	160,21	536,48	957,96	536,48	957,96
15868	7,16	6,92	160,21	4530,34	8089,53	4379,66	7820,46
15869	5,86	3,58	160,21	3710,59	6625,76	2268,29	4050,34
15897	4,04	0,86	160,21	2558,71	4568,92	544,82	972,84
15898	2,11	2,11	160,21	1333,02	2380,29	1333,02	2380,29
15915	0,73	0,73	160,21	463,37	827,41	463,37	827,41
15916	4,94	0,89	160,21	3127,42	5584,43	565,26	1009,35
15917	0,65	0,01	160,21	412,51	736,60	3,22	5,76
15919	7,08	0,90	160,21	4481,24	8001,85	566,74	1011,98
15926	6,59	0,20	160,21	4173,71	7452,71	128,40	229,27

Fonte: IBGE, 2010; Nippon Koei Lac, 2017.

### 1.2.3 Reservatório Gavião

Tabela 54 - Populações proporcionais por setor censitário para o reservatório Gavião

ID Setor	Área Total Setor	Área Prop Setor	Área Municipal	Pop Total Setor 2020	Pop Total Setor 2030	Pop Prop Setor 2020	Pop Prop Setor 2030
15716	33,80	1,32	268,27	529,01	637,04	529,01	637,04
16733	19,63	0,11	150,40	1028,93	1239,04	1028,93	1239,04
16759	12,20	5,49	150,40	29,79	35,88	29,79	35,88
16781	2,78	0,09	150,40	99,71	120,07	99,71	120,07
16782	3,54	0,13	150,40	1385,52	1668,44	1385,52	1668,44
16785	7,43	2,44	150,40	268,89	323,80	268,89	323,80
19511	0,46	0,46	131,79	87,34	105,18	87,34	105,18
19512	0,38	0,38	131,79	82,12	98,88	82,12	98,88
19513	0,25	0,25	131,79	15105,18	18189,68	7887,46	9498,10
19514	0,81	0,81	131,79	9201,00	11079,86	9017,24	10858,58
19515	1,57	1,57	131,79	17632,80	21233,45	14767,88	17783,50
19516	0,05	0,05	131,79	621,38	748,27	621,38	748,27
19517	0,15	0,15	131,79	27,15	32,69	27,15	32,69
19518	2,11	2,11	131,79	725,42	873,55	725,42	873,55
19519	0,41	0,41	131,79	243,51	293,24	243,51	293,24
19520	0,13	0,13	131,79	693,82	835,50	685,06	824,96
19521	0,13	0,13	131,79	252,45	304,01	252,45	304,01
19522	23,04	12,03	131,79	2321,72	2795,82	261,52	314,92
19523	14,03	13,75	131,79	683,33	822,86	66,97	80,64
19524	26,90	22,53	131,79	1429,79	1721,76	1429,79	1721,76
19525	0,95	0,95	131,79	110,84	133,47	110,84	133,47
19526	0,04	0,04	131,79	252,76	304,38	252,76	304,38
19527	1,11	1,11	131,79	123,27	148,44	123,27	148,44
19528	0,37	0,37	131,79	73,36	88,34	73,36	88,34
19529	1,06	1,04	131,79	1216,64	1465,08	285,84	344,21
19530	0,39	0,39	131,79	8063,16	9709,67	67,10	80,80
19531	3,54	0,40	131,79	17443,80	21005,85	14291,13	17209,40
19538	1,04	0,10	131,79	699,56	842,41	699,56	842,41
19542	2,18	2,18	131,79	396,32	477,26	396,32	477,26
19545	0,17	0,17	131,79	206,21	248,32	176,10	212,06
19546	0,39	0,39	131,79	892,36	1074,58	668,71	805,27
19547	0,19	0,19	131,79	529,01	637,04	529,01	637,04
19548	0,11	0,11	131,79	1028,93	1239,04	1028,93	1239,04
19549	1,86	0,44	131,79	29,79	35,88	29,79	35,88
19553	12,30	0,10	131,79	99,71	120,07	99,71	120,07
19554	26,61	21,80	131,79	1385,52	1668,44	1385,52	1668,44
19555	1,07	1,07	131,79	268,89	323,80	268,89	323,80
19556	0,60	0,60	131,79	87,34	105,18	87,34	105,18
19557	0,31	0,27	131,79	82,12	98,88	82,12	98,88
19558	1,36	1,02	131,79	15105,18	18189,68	7887,46	9498,10

Fonte: IBGE, 2010; Nippon Koei Lac, 2017.

#### 1.2.4 Reservatório Malcozinhado

Tabela 55 - Populações proporcionais por setor censitário para o reservatório Malcozinhado

ID Setor	Área Total Setor	Área Prop Setor	Área Municipal	Pop Total Setor 2020	Pop Total Setor 2030	Pop Prop Setor 2020	Pop Prop Setor 2030
9408	9,41	2,89	481,58	1702,02	2056,63	521,58	630,25
9410	7,88	3,77	481,58	1425,27	1722,22	681,42	823,39
11089	19,65	11,01	838,87	1703,24	1925,58	954,21	1078,78
11093	28,95	0,78	838,87	2509,82	2837,46	67,90	76,76
11094	45,70	23,35	838,87	3961,72	4478,89	2024,22	2288,46
11149	0,13	0,13	838,87	11,54	13,05	11,54	13,05
11150	0,51	0,51	838,87	44,54	50,35	44,54	50,35
11151	14,69	14,68	838,87	1273,26	1439,47	1272,26	1438,35
11152	4,79	4,79	838,87	414,86	469,02	414,86	469,02
11153	29,64	6,05	838,87	2569,87	2905,35	524,64	593,13
11154	13,72	13,72	838,87	1189,79	1345,11	1189,79	1345,11
11155	14,68	14,68	838,87	1272,44	1438,55	1272,44	1438,55
11156	9,19	9,19	838,87	796,76	900,77	796,76	900,77
11157	9,70	9,70	838,87	840,79	950,55	840,79	950,55
11158	17,36	17,36	838,87	1504,73	1701,16	1504,73	1701,16
11162	0,26	0,26	838,87	22,72	25,68	22,72	25,68
11163	0,13	0,13	838,87	11,23	12,70	11,23	12,70
11164	3,92	3,92	838,87	339,76	384,12	339,76	384,12
15859	0,10	0,10	160,21	62,91	112,33	62,91	112,33
15860	0,08	0,08	160,21	51,61	92,16	51,61	92,16
15861	0,09	0,09	160,21	57,45	102,58	57,45	102,58
15862	3,67	0,33	160,21	2326,14	4153,64	208,59	372,46
15863	3,54	0,00	160,21	2240,70	4001,07	1,77	3,17
15864	0,09	0,09	160,21	57,91	103,41	57,91	103,41
15865	0,17	0,17	160,21	108,95	194,55	108,95	194,55
15866	0,30	0,25	160,21	189,49	338,36	158,44	282,92
15868	7,16	0,23	160,21	4530,34	8089,53	144,04	257,21
15869	5,86	2,28	160,21	3710,59	6625,76	1445,75	2581,59
15870	0,23	0,23	160,21	147,21	262,86	147,21	262,86
15871	0,11	0,11	160,21	71,67	127,98	71,67	127,98
15872	0,11	0,11	160,21	71,48	127,64	71,48	127,64
15873	0,09	0,09	160,21	59,02	105,38	59,02	105,38
15874	0,06	0,06	160,21	40,33	72,01	40,33	72,01
15875	0,18	0,18	160,21	111,41	198,93	111,38	198,88
15876	0,12	0,12	160,21	78,11	139,47	78,11	139,47
15877	0,07	0,07	160,21	47,07	84,05	47,07	84,05
15878	0,15	0,10	160,21	97,32	173,78	65,46	116,88

Continuação da Tabela 55 na próxima página.

Continuação da Tabela 55.

ID Setor	Área Total Setor	Área Prop Setor	Área Municipal	Pop Total Setor 2020	Pop Total Setor 2030	Pop Prop Setor 2020	Pop Prop Setor 2030
15879	0,07	0,07	160,21	44,91	80,19	44,91	80,19
15880	0,28	0,26	160,21	178,33	318,43	163,65	292,22
15881	0,34	0,34	160,21	215,70	385,15	215,70	385,15
15882	0,19	0,19	160,21	121,86	217,61	121,86	217,61
15883	0,21	0,21	160,21	134,15	239,54	134,15	239,54
15884	0,13	0,13	160,21	82,24	146,85	82,24	146,85
15885	0,57	0,57	160,21	359,95	642,74	359,95	642,74
15886	0,08	0,08	160,21	51,44	91,86	49,50	88,38
15887	6,70	6,70	160,21	4242,29	7575,18	4242,29	7575,18
15892	0,13	0,13	160,21	82,79	147,83	82,79	147,83
15893	0,13	0,13	160,21	84,91	151,61	84,91	151,61
15894	0,40	0,40	160,21	254,32	454,12	254,32	454,12
15895	0,09	0,09	160,21	58,86	105,10	58,86	105,10
15896	0,14	0,14	160,21	89,51	159,84	87,32	155,91
15897	4,04	1,03	160,21	2558,71	4568,92	649,33	1159,47
15899	0,05	0,05	160,21	31,17	55,65	31,17	55,65
15900	1,35	1,35	160,21	856,57	1529,52	856,57	1529,52
15901	0,10	0,10	160,21	60,70	108,39	60,70	108,39
15902	0,14	0,14	160,21	89,92	160,57	89,92	160,57
15903	0,06	0,06	160,21	37,98	67,81	37,98	67,81
15904	0,06	0,06	160,21	39,31	70,20	39,31	70,20
15905	0,08	0,08	160,21	50,28	89,78	50,28	89,78
15906	0,08	0,08	160,21	49,93	89,16	49,93	89,16
15907	0,22	0,05	160,21	139,16	248,49	34,34	61,32
15908	1,18	0,11	160,21	749,90	1339,04	69,07	123,33
15909	0,08	0,08	160,21	49,10	87,67	49,10	87,67
15910	0,06	0,06	160,21	41,07	73,33	41,07	73,33
15911	0,07	0,07	160,21	43,56	77,79	43,56	77,79
15914	0,37	0,20	160,21	231,07	412,61	125,71	224,46
15917	0,65	0,65	160,21	412,51	736,60	409,03	730,38
15918	0,12	0,12	160,21	76,60	136,77	76,60	136,77
15919	7,08	6,20	160,21	4481,24	8001,85	3922,44	7004,03
15920	2,26	1,89	160,21	1430,75	2554,79	1196,37	2136,28
15921	1,94	1,94	160,21	1226,61	2190,28	1226,61	2190,28
15922	19,91	19,91	160,21	12600,14	22499,24	12600,14	22499,24
15923	20,73	20,73	160,21	13119,05	23425,82	13119,05	23425,82
15924	1,36	1,36	160,21	861,50	1538,33	861,50	1538,33
15925	7,35	7,35	160,21	4655,28	8312,63	4655,28	8312,63
15926	6,59	6,39	160,21	4173,71	7452,71	4044,44	7221,89
15927	11,00	10,25	160,21	6962,19	12431,92	6490,69	11590,00
15928	0,65	0,65	160,21	409,17	730,63	409,17	730,63

Continuação da Tabela 55 na próxima página.

Continuação da Tabela 55.

ID Setor	Área Total Setor	Área Prop Setor	Área Municipal	Pop Total Setor 2020	Pop Total Setor 2030	Pop Prop Setor 2020	Pop Prop Setor 2030
19475	6,09	0,44	253,34	1593,05	1837,64	114,50	132,08
19476	13,46	5,98	253,34	3518,78	4059,03	1563,86	1803,96
19477	20,15	8,84	253,34	5266,84	6075,47	2310,03	2664,69
20064	0,20	0,01	72,66	64,43	79,81	4,29	5,31
20065	6,69	1,13	72,66	2125,11	2632,55	360,31	446,34
20069	11,55	8,20	72,66	3667,44	4543,17	2606,04	3228,31

Fonte: IBGE, 2010; Nippon Koei Lac, 2017.

### 1.2.5 Reservatório Maranguapinho

Tabela 56 - Populações proporcionais por setor censitário para o reservatório Maranguapinho

ID Setor	Área Total Setor	Área Prop Setor	Área Municipal	Pop Total Setor 2020	Pop Total Setor 2030	Pop Prop Setor 2020	Pop Prop Setor 2030
11623	11,06	0,00	1228,78	3365,56	4003,43	0,05	0,06
11638	43,19	0,02	1228,78	13147,12	15638,89	4,81	5,72
18338	11,09	10,55	590,14	2252,58	2549,91	2142,76	2425,60
18339	0,08	0,08	590,14	16,71	18,91	16,71	18,91
18340	0,04	0,04	590,14	9,12	10,32	9,12	10,32
18341	0,01	0,01	590,14	2,64	2,98	2,64	2,98
18342	0,41	0,41	590,14	82,42	93,30	82,42	93,30
18343	0,11	0,11	590,14	21,43	24,26	21,43	24,26
18344	0,11	0,11	590,14	22,65	25,64	22,65	25,64
18345	0,11	0,11	590,14	22,46	25,42	22,46	25,42
18346	1,22	1,13	590,14	246,95	279,55	229,07	259,30
18347	0,05	0,05	590,14	9,78	11,07	9,78	11,07
18348	0,23	0,23	590,14	45,81	51,85	45,81	51,85
18349	0,03	0,03	590,14	5,31	6,01	5,31	6,01
18145	1,34	0,82	106,04	3057,84	3553,52	1875,98	2180,07
18148	2,04	0,29	106,04	4667,76	5424,40	666,37	774,39
18194	8,28	0,19	106,04	18965,27	22039,52	435,12	505,65
18228	2,93	0,01	106,04	6707,51	7794,79	15,64	18,17
18229	0,03	0,03	106,04	72,28	84,00	72,28	84,00
18230	0,15	0,15	106,04	344,36	400,18	344,36	400,18
18231	0,05	0,05	106,04	117,59	136,65	117,59	136,65
18232	0,22	0,22	106,04	511,88	594,85	511,88	594,85
18233	0,17	0,17	106,04	382,22	444,18	382,22	444,18
18234	0,76	0,72	106,04	1734,59	2015,77	1651,73	1919,48
18235	2,09	0,16	106,04	4788,60	5564,83	372,27	432,61
18236	1,17	0,03	106,04	2679,60	3113,96	71,75	83,38

Continuação da Tabela 56 na próxima página.

Continuação da Tabela 56.

ID Setor	Área Total Setor	Área Prop Setor	Área Municipal	Pop Total Setor 2020	Pop Total Setor 2030	Pop Prop Setor 2020	Pop Prop Setor 2030
18245	3,92	2,49	106,04	8966,74	10420,24	5712,41	6638,38
18293	0,12	0,12	590,14	23,61	26,72	23,61	26,72
18294	0,08	0,08	590,14	15,35	17,38	15,35	17,38
18295	0,09	0,09	590,14	17,73	20,07	17,73	20,07
18296	0,23	0,23	590,14	45,84	51,89	45,84	51,89
18297	0,41	0,41	590,14	82,56	93,45	82,56	93,45
18298	0,35	0,35	590,14	70,94	80,30	70,94	80,30
18299	0,76	0,76	590,14	154,03	174,36	154,03	174,36
18300	0,81	0,81	590,14	163,75	185,37	163,75	185,37
18301	0,65	0,65	590,14	131,51	148,87	131,51	148,87
18302	0,07	0,07	590,14	14,52	16,44	14,52	16,44
18303	0,09	0,09	590,14	17,44	19,75	17,44	19,75
18304	0,54	0,54	590,14	110,15	124,69	110,15	124,69
18305	0,10	0,10	590,14	20,19	22,86	20,19	22,86
18306	0,37	0,37	590,14	74,67	84,52	74,67	84,52
18307	0,47	0,47	590,14	95,70	108,33	95,70	108,33
18308	0,11	0,11	590,14	22,93	25,96	22,93	25,96
18309	0,09	0,09	590,14	18,72	21,19	18,72	21,19
18310	0,03	0,03	590,14	6,32	7,16	6,32	7,16
18311	0,19	0,19	590,14	39,14	44,30	39,14	44,30
18312	0,06	0,06	590,14	12,97	14,68	12,97	14,68
18313	0,27	0,27	590,14	54,80	62,03	54,80	62,03
18314	2,86	2,84	590,14	580,52	657,15	576,27	652,33
18315	4,75	4,54	590,14	965,07	1092,46	921,38	1043,00
18316	0,06	0,06	590,14	12,19	13,80	12,19	13,80
18317	0,02	0,02	590,14	4,65	5,27	4,65	5,27
18318	0,51	0,51	590,14	103,39	117,04	103,39	117,04
18319	0,19	0,19	590,14	38,05	43,07	38,05	43,07
18320	6,47	6,43	590,14	1313,90	1487,34	1304,93	1477,18
18321	0,39	0,39	590,14	79,11	89,55	79,11	89,55
18322	0,80	0,80	590,14	162,86	184,36	162,86	184,36
18323	0,49	0,49	590,14	100,53	113,80	100,53	113,80
18324	0,45	0,45	590,14	91,53	103,61	91,53	103,61
18325	0,35	0,35	590,14	71,10	80,48	71,10	80,48
18326	0,19	0,19	590,14	37,86	42,86	37,86	42,86
18327	0,48	0,48	590,14	98,43	111,42	98,43	111,42
18328	0,11	0,11	590,14	22,21	25,14	22,21	25,14
18329	0,24	0,24	590,14	49,41	55,93	49,41	55,93
18330	0,93	0,93	590,14	188,28	213,13	188,28	213,13
18331	0,15	0,15	590,14	29,54	33,44	29,54	33,44
18332	0,16	0,16	590,14	33,41	37,82	33,41	37,82

Continuação da Tabela 56 na próxima página.

Continuação da Tabela 56.

ID Setor	Área Total Setor	Área Prop Setor	Área Municipal	Pop Total Setor 2020	Pop Total Setor 2030	Pop Prop Setor 2020	Pop Prop Setor 2030
18333	0,02	0,02	590,14	4,45	5,03	4,45	5,03
18334	0,11	0,11	590,14	22,32	25,27	22,32	25,27
18335	0,25	0,25	590,14	50,39	57,04	50,39	57,04
18336	0,20	0,20	590,14	39,93	45,20	39,93	45,20
18337	6,42	6,42	590,14	1303,05	1475,05	1303,05	1475,05
18350	0,05	0,05	590,14	10,44	11,82	10,44	11,82
18351	0,03	0,03	590,14	6,77	7,67	6,77	7,67
18352	0,09	0,09	590,14	18,86	21,35	18,86	21,35
18353	0,03	0,03	590,14	7,10	8,04	7,10	8,04
18354	0,99	0,99	590,14	200,74	227,24	200,74	227,24
18355	0,28	0,28	590,14	57,66	65,27	57,66	65,27
18356	0,04	0,04	590,14	8,81	9,97	8,81	9,97
18357	0,03	0,03	590,14	6,82	7,72	6,82	7,72
18358	0,06	0,06	590,14	13,13	14,87	13,13	14,87
18359	0,81	0,00	590,14	164,08	185,74	0,36	0,41
18361	1,54	0,13	590,14	313,46	354,84	26,40	29,89
18362	1,93	0,57	590,14	391,23	442,87	116,70	132,10
18385	0,16	0,05	590,14	31,77	35,96	10,36	11,73
18386	15,88	9,91	590,14	3225,10	3650,81	2012,47	2278,12
18389	2,70	2,45	590,14	547,38	619,63	497,62	563,31
18390	2,26	0,53	590,14	458,21	518,70	107,59	121,79
18394	7,35	0,35	590,14	1493,04	1690,12	70,38	79,66
18408	16,95	0,26	590,14	3441,68	3895,98	53,27	60,31
18409	11,87	7,97	590,14	2411,46	2729,76	1618,26	1831,87
18411	10,20	9,71	590,14	2071,78	2345,25	1971,51	2231,74
18413	1,59	1,59	590,14	322,52	365,09	322,52	365,09
18414	0,52	0,52	590,14	105,79	119,76	105,79	119,76
18415	0,57	0,57	590,14	114,84	130,00	114,84	130,00
18416	0,52	0,52	590,14	106,44	120,49	106,44	120,49
18417	0,25	0,25	590,14	50,88	57,60	50,88	57,60
18418	18,79	16,08	590,14	3816,13	4319,85	3265,74	3696,81
18419	0,11	0,11	590,14	22,60	25,59	22,60	25,59
18420	0,03	0,03	590,14	6,77	7,66	6,77	7,66
18421	0,18	0,18	590,14	37,11	42,01	37,11	42,01
18422	9,13	4,95	590,14	1854,96	2099,81	1005,11	1137,78
19522	23,04	0,07	131,79	15105,18	18189,68	44,94	54,12

Fonte: IBGE, 2010; Nippon Koei Lac, 2017.

### 1.3 Sub-bacia do Salgado

#### 1.3.1 Reservatório Junco

Tabela 57 - Populações proporcionais por setor censitário para o reservatório Junco

ID Setor	Área Total Setor	Área Prop Setor	Área Municipal	Pop Total Setor 2020	Pop Total Setor 2030	Pop Prop Setor 2020	Pop Prop Setor 2030
10950	52,64	0,03	622,22	2218,91	2283,47	1,18	1,21
10953	0,51	0,04	622,22	21,54	22,17	1,76	1,81
10987	0,10	0,01	622,22	4,26	4,39	0,40	0,42
10989	29,42	0,04	622,22	1240,07	1276,15	1,60	1,64
15668	0,13	0,13	100,42	6,05	5,89	5,76	5,61
15669	0,03	0,03	100,42	1,53	1,49	1,33	1,30
15670	5,87	1,42	100,42	267,27	260,38	64,52	62,86
15671	36,03	7,50	100,42	1641,12	1598,82	341,64	332,83
15672	12,26	4,87	100,42	558,66	544,26	221,72	216,00
15673	0,50	0,26	100,42	22,73	22,15	12,02	11,71
15675	21,03	2,77	100,42	958,00	933,30	126,08	122,83
15677	0,08	0,00	100,42	3,44	3,36	0,05	0,05
15678	0,20	0,20	100,42	9,04	8,80	9,04	8,80
15680	0,02	0,01	100,42	0,83	0,81	0,39	0,38
15682	0,06	0,00	100,42	2,88	2,80	0,18	0,18
15684	0,08	0,07	100,42	3,84	3,74	2,98	2,90
15685	0,09	0,09	100,42	4,32	4,21	4,32	4,21
22389	39,77	0,05	835,22	1958,81	2128,07	2,53	2,74

Fonte: IBGE, 2010; Nippon Koei Lac, 2017.

### 1.3.2 Reservatório Lima Campos

Tabela 58 - Populações proporcionais por setor censitário para o reservatório Lima Campos

ID Setor	Área Total Setor	Área Prop Setor	Área Municipal	Pop Total Setor 2020	Pop Total Setor 2030	Pop Prop Setor 2020	Pop Prop Setor 2030
11684	1,51	1,51	725,63	51,94	53,25	51,94	53,25
11685	42,40	16,64	725,63	1459,12	1495,95	572,74	587,20
11686	34,67	34,00	725,63	1193,22	1223,34	1170,26	1199,80
11687	18,27	18,27	725,63	628,74	644,61	628,74	644,61
11688	33,93	16,71	725,63	1167,58	1197,05	574,95	589,46
11692	0,18	0,18	725,63	6,20	6,36	6,20	6,36
11693	43,59	17,06	725,63	1500,26	1538,13	587,10	601,92
11694	54,55	1,12	725,63	1877,28	1924,67	38,67	39,65
11700	50,92	1,93	725,63	1752,61	1796,85	66,29	67,96
16082	69,72	6,38	1870,49	2872,11	3197,66	262,76	292,54
16131	38,35	0,23	1870,49	1579,81	1758,88	9,34	10,40
16132	50,46	22,14	1870,49	2078,85	2314,48	912,06	1015,44
16133	59,65	59,54	1870,49	2457,27	2735,79	2453,01	2731,05
16134	40,78	40,78	1870,49	1679,92	1870,34	1679,92	1870,34
16135	15,40	14,04	1870,49	634,64	706,58	578,49	644,06
16136	2,05	2,05	1870,49	84,42	93,99	84,42	93,99
16137	57,56	37,38	1870,49	2371,44	2640,23	1540,01	1714,56
16140	0,53	0,53	1870,49	21,69	24,15	21,69	24,15
16322	24,49	0,12	1028,44	2618,86	2976,30	12,53	14,24
16325	43,59	0,69	1028,44	4660,60	5296,71	73,79	83,86
16326	25,69	0,03	1028,44	2747,09	3122,03	3,51	3,99
16330	52,79	0,30	1028,44	5644,64	6415,06	32,09	36,47
16341	50,28	0,25	1028,44	5375,34	6109,01	26,61	30,24
19405	96,04	0,22	576,00	3992,13	4217,58	9,15	9,66
19414	0,14	0,14	576,00	5,64	5,96	5,64	5,96
19415	0,28	0,28	576,00	11,53	12,18	11,53	12,18
19416	32,13	16,28	576,00	1335,54	1410,96	676,68	714,90
19417	0,20	0,20	576,00	8,25	8,71	8,25	8,71
19418	0,34	0,34	576,00	13,98	14,77	13,98	14,77
19419	0,60	0,60	576,00	25,09	26,51	25,09	26,51
19420	16,56	16,56	576,00	688,28	727,14	688,28	727,14
19421	16,09	15,09	576,00	668,60	706,36	627,27	662,69
19422	6,82	6,81	576,00	283,40	299,41	282,89	298,87
19424	45,01	13,10	576,00	1870,66	1976,31	544,41	575,16

Fonte: IBGE, 2010; Nippon Koei Lac, 2017.

### 1.3.3 Reservatório Manoel Balbino

Tabela 59 - Populações proporcionais por setor censitário para o reservatório Manoel Balbino

ID Setor	Área Total Setor	Área Prop Setor	Área Municipal	Pop Total Setor 2020	Pop Total Setor 2030	Pop Prop Setor 2020	Pop Prop Setor 2030
10946	0,20	0,02	622,22	8,50	8,75	0,93	0,96
10947	0,13	0,12	622,22	5,63	5,80	4,86	5,00
10948	0,35	0,22	622,22	14,72	15,15	9,19	9,46
10949	27,97	2,82	622,22	1179,00	1213,30	118,73	122,18
10956	46,38	1,99	622,22	1955,21	2012,09	83,90	86,34
10957	19,20	9,92	622,22	809,14	832,68	418,28	430,45
10958	8,32	8,30	622,22	350,50	360,70	350,05	360,24
10973	0,25	0,25	622,22	10,60	10,91	10,60	10,91
10974	0,05	0,00	622,22	2,29	2,35	0,20	0,21
10975	0,59	0,00	622,22	25,07	25,80	0,04	0,04
10976	0,99	0,72	622,22	41,94	43,16	30,19	31,07
10980	0,13	0,11	622,22	5,41	5,57	4,71	4,85
10981	0,06	0,06	622,22	2,40	2,47	2,40	2,47
10982	0,20	0,20	622,22	8,61	8,86	8,61	8,86
10986	0,36	0,04	622,22	15,04	15,48	1,69	1,74
11001	18,28	0,44	622,22	770,75	793,18	18,57	19,11
11002	16,50	15,40	622,22	695,65	715,89	649,24	668,13
11003	8,07	0,06	622,22	340,18	350,08	2,37	2,44
12147	21,32	0,64	1008,74	2891,18	3302,74	87,40	99,84

Fonte: IBGE, 2010; Nippon Koei Lac, 2017.

### 1.3.4 Reservatório Tatajuba

Tabela 60 - Populações proporcionais por setor censitário para o reservatório Tatajuba

ID Setor	Área Total Setor	Área Prop Setor	Área Municipal	Pop Total Setor 2020	Pop Total Setor 2030	Pop Prop Setor 2020	Pop Prop Setor 2030
16133	59,65	21,48	1870,49	2457,27	2735,79	884,77	985,05
16325	43,59	0,61	1028,44	4660,60	5296,71	65,17	74,06

Fonte: IBGE, 2010; Nippon Koei Lac, 2017.

### 1.3.5 Reservatório Ubaldinho

Tabela 61 - Populações proporcionais por setor censitário para o reservatório Ubaldinho

ID Setor	Área Total Setor	Área Prop Setor	Área Municipal	Pop Total Setor 2020	Pop Total Setor 2030	Pop Prop Setor 2020	Pop Prop Setor 2030
11029	41,95	0,59	1058,40	762,56	784,69	10,80	11,11
11030	82,19	0,10	1058,40	1494,23	1537,59	1,85	1,90
11031	162,29	0,94	1058,40	2950,31	3035,92	17,07	17,57
11682	35,39	1,03	725,63	1217,90	1248,64	35,53	36,42
11690	32,91	0,14	725,63	1132,53	1161,12	4,74	4,86
11698	4,06	0,11	725,63	139,68	143,20	3,96	4,06
11700	50,92	0,04	725,63	1752,61	1796,85	1,54	1,57
11701	14,91	0,08	725,63	513,05	526,00	2,88	2,95
22336	37,17	0,06	835,22	1830,85	1989,06	3,05	3,31
22337	24,23	0,03	835,22	1193,28	1296,39	1,64	1,78
22399	1,05	1,05	835,22	51,89	56,38	51,89	56,38
22400	47,48	43,70	835,22	2338,70	2540,79	2152,56	2338,57
22401	68,49	46,03	835,22	3373,20	3664,68	2267,35	2463,28
22402	43,04	33,72	835,22	2120,01	2303,21	1660,90	1804,42
22403	27,62	23,67	835,22	1360,62	1478,19	1165,95	1266,70
22404	17,88	17,88	835,22	880,49	956,58	880,49	956,58
22405	0,54	0,52	835,22	26,38	28,65	25,68	27,90

Fonte: IBGE, 2010; Nippon Koei Lac, 2017.

## 2. DEMANDAS PARA ABASTECIMENTO HUMANO POR RESEVATÓRIOS

### 2.1 Bacia do Acaraú

#### 2.1.1 Reservatório Acaraú Mirim

Tabela 62 - Demandas por abastecimento humano para o reservatório Acaraú Mirim referente ao ano de 2020

Municípios	Proporção dentro da bacia	Pop Prop 2020	Taxa per capita 2020 (l/hab/dia)	Taxa de abastecimento	Perdas	Demanda 2020 (m³/s)
Massapê	0,724	27116	150	1	1,25	0,0588
Meruoca	0,528	7000	150	1	1,25	0,0152
Santana do Acaraú	0,001	19	150	1	1,25	0,0000
Senador Sá	0,005	42	150	1	1,25	0,0001
<b>Total 2020</b>						<b>0,0742</b>

Fonte: Semarh, 2002; Nippon Koei Lac, 2017.

Tabela 63 - Demandas por abastecimento humano para o reservatório Acaraú Mirim referente ao ano de 2030

Municípios	Proporção dentro da bacia	Pop Prop 2030	Taxa per capita 2030 (l/hab/dia)	Taxa de abastecimento	Perdas	Demanda 2030 (m³/s)
Massapê	0,724	30559	150	1	1,25	0,0663
Meruoca	0,528	7383	150	1	1,25	0,0160
Santana do Acaraú	0,001	21	150	1	1,25	0,0000
Senador Sá	0,005	49	150	1	1,25	0,0001
<b>Total 2030</b>						0,0825

Fonte: Semarh, 2002; Nippon Koei Lac, 2017.

### 2.1.2 Reservatório Araras

Tabela 64 - Demandas por abastecimento humano para o reservatório Araras, referente ao ano de 2020

Municípios	Proporção dentro da bacia	Pop Prop 2020	Taxa per capita 2020 (l/hab/dia)	Taxa de abastecimento	Perdas	Demanda 2020 (m³/s)
Catunda	0,007	70	150	1	1,25	0,0002
Hidrolândia	0,714	13654	150	1	1,25	0,0296
Ipu	0,901	35434	150	1	1,25	0,0769
Ipueiras	0,307	12728	150	1	1,25	0,0276
Monsenhor Tabosa	0,088	1540	150	1	1,25	0,0033
Nova Russas	0,906	26129	150	1	1,25	0,0567
Pires Ferreira	1,000	10235	150	1	1,25	0,0222
Reriutaba	0,015	264	150	1	1,25	0,0006
Santa Quitéria	0,005	215	150	1	1,25	0,0005
Tamboril	0,354	9857	150	1	1,25	0,0214
Varjota	0,406	8052	150	1	1,25	0,0175
<b>Total 2020</b>						0,2565

Fonte: Semarh, 2002; Nippon Koei Lac, 2017.

Tabela 65 - Demandas por abastecimento humano para o reservatório Araras, referente ao ano de 2030

Municípios	Proporção dentro da bacia	Pop Prop 2030	Taxa per capita 2030 (l/hab/dia)	Taxa de abastecimento	Perdas	Demanda 2030 (m³/s)
Catunda	0,007	75	150	1	1,25	0,0002
Hidrolândia	0,714	13934	150	1	1,25	0,0302
Ipu	0,901	35047	150	1	1,25	0,0761
Ipueiras	0,307	13489	150	1	1,25	0,0293
Monsenhor Tabosa	0,088	1600	150	1	1,25	0,0035
Nova Russas	0,906	24010	150	1	1,25	0,0521
Pires Ferreira	1,000	10675	150	1	1,25	0,0232
Reriutaba	0,015	241	150	1	1,25	0,0005
Santa Quitéria	0,005	211	150	1	1,25	0,0005
Tamboril	0,354	10244	150	1	1,25	0,0222
Varjota	0,406	8391	150	1	1,25	0,0182
<b>Total 2030</b>						0,2559

Fonte: Semarh, 2002; Nippon Koei Lac, 2017.

### 2.1.3 Reservatório Jenipapo

Tabela 66 - Demandas por abastecimento humano para o reservatório Jenipapo, referente ao ano de 2020

Municípios	Proporção dentro da bacia	Pop Prop 2020	Taxa per capita 2020 (l/hab/dia)	Taxa de abastecimento	Perdas	Demanda 2020 (m³/s)
Alcantaras	0,0024	24	150	1	1,25	0,0001
Meruoca	0,1402	1858	120	1	1,25	0,0040
<b>Total 2020</b>						0,0041

Fonte: Semarh, 2002; Nippon Koei Lac, 2017.

Tabela 67 - Demandas por abastecimento humano para o reservatório Jenipapo, referente ao ano de 2030

Municípios	Proporção dentro da bacia	Pop Prop 2030	Taxa per capita 2030 (l/hab/dia)	Taxa de abastecimento	Perdas	Demanda 2030 (m³/s)
Alcantaras	0,0024	25	150	1	1,25	0,0001
Meruoca	0,1402	1959	120	1	1,25	0,0043
<b>Total 2030</b>						0,0043

Fonte: Semarh, 2002; Nippon Koei Lac, 2017.

### 2.1.4 Reservatório São Vicente

Tabela 68 - Demandas por abastecimento humano para o reservatório São Vicente, referente ao ano de 2020

Municípios	Proporção dentro da bacia	Pop Prop 2020	Taxa per capita 2020 (l/hab/dia)	Taxa de abastecimento	Perdas	Demanda 2020 (m³/s)
Massapê	0,008	288	150	1	1,25	0,0006
Morrinhos	0,006	137	150	1	1,25	0,0003
Santana do Acaraú	0,070	2113	150	1	1,25	0,0046
<b>Total 2020</b>						0,0055

Fonte: Semarh, 2002; Nippon Koei Lac, 2017.

Tabela 69 - Demandas por abastecimento humano para o reservatório São Vicente, referente ao ano de 2030

Municípios	Proporção dentro da bacia	Pop Prop 2030	Taxa per capita 2030 (l/hab/dia)	Taxa de abastecimento	Perdas	Demanda 2030 (m³/s)
Massapê	0,008	288	150	1	1,25	0,0007
Morrinhos	0,006	137	150	1	1,25	0,0003
Santana do Acaraú	0,070	2113	150	1	1,25	0,0049
<b>Total 2030</b>						0,0059

Fonte: Semarh, 2002; Nippon Koei Lac, 2017.

### 2.1.5 Reservatório Taquara

Tabela 70 - Demandas por abastecimento humano para o reservatório Taquara, referente ao ano de 2020

Municípios	Proporção dentro da bacia	Pop Prop 2020	Taxa per capita 2020 (l/hab/dia)	Taxa de abastecimento	Perdas	Demanda 2020 (m³/s)
Cariré	0,139	2545	150	1	1,25	0,0055
Graça	0,936	14470	150	1	1,25	0,0314
Guaraciaba do Norte	0,003	121	150	1	1,25	0,0003
Ibiapina	0,019	519	150	1	1,25	0,0011
Mucambo	0,615	9316	150	1	1,25	0,0202
Pacujá	0,998	6953	150	1	1,25	0,0151
Sao Benedito	0,006	312	150	1	1,25	0,0007
<b>Total 2020</b>						0,0743

Fonte: Semarh, 2002; Nippon Koei Lac, 2017.

Tabela 71 - Demandas por abastecimento humano para o reservatório Taquara, referente ao ano de 2030

Municípios	Proporção dentro da bacia	Pop Prop 2030	Taxa per capita 2030 (l/hab/dia)	Taxa de abastecimento	Perdas	Demanda 2030 (m³/s)
Cariré	0,139	2547	150	1	1,25	0,0055
Graça	0,936	14826	150	1	1,25	0,0322
Guaraciaba do Norte	0,003	135	150	1	1,25	0,0003
Ibiapina	0,019	586	150	1	1,25	0,0013
Mucambo	0,615	9933	150	1	1,25	0,0216
Pacujá	0,998	7839	150	1	1,25	0,0170
Sao Benedito	0,006	344	150	1	1,25	0,0007
<b>Total 2030</b>						0,0786

Fonte: Semarh, 2002; Nippon Koei Lac, 2017.

## 2.2 Bacias Metropolitanas

### 2.2.1 Reservatório Aracoiaba

Tabela 72 - Demandas por abastecimento humano para o reservatório Aracoiaba, referente ao ano de 2020

Municípios	Proporção dentro da bacia	Pop Prop 2020	Taxa per capita 2020 (l/hab/dia)	Taxa de abastecimento	Perdas	Demanda 2020 (m³/s)
Aracoiaba	0,180	4125	150	1	1,25	0,0090
Aratuba	0,037	854	120	1	1,25	0,0008
Barreira	0,008	181	120	1	1,25	0,0003
Baturité	0,681	15617	150	1	1,25	0,0542
Capistrano	0,103	2368	120	1	1,25	0,0033
Guaramiranga	0,562	12876	150	1	1,25	0,0041
Mulungu	0,471	10809	150	1	1,25	0,0123
Pacoti	0,066	1510	120	1	1,25	0,0013
Redenção	0,314	7192	150	1	1,25	0,0158
<b>Total 2020</b>						0,1010

Fonte: Semarh, 2002; Nippon Koei Lac, 2017.

Tabela 73 - Demandas por abastecimento humano para o reservatório Aracoiaba, referente ao ano de 2030

Municípios	Proporção dentro da bacia	Pop Prop 2030	Taxa per capita 2030 (l/hab/dia)	Taxa de abastecimento	Perdas	Demanda 2030 (m³/s)
Aracoiaba	0,180	3843	120	1	1,25	0,0067
Aratuba	0,037	796	120	1	1,25	0,0008
Barreira	0,008	169	120	1	1,25	0,0004
Baturité	0,681	14547	150	1	1,25	0,0599
Capistrano	0,103	2206	120	1	1,25	0,0035
Guaramiranga	0,562	11995	150	1	1,25	0,0038
Mulungu	0,471	10069	150	1	1,25	0,0137
Pacoti	0,066	1407	120	1	1,25	0,0013
Redenção	0,314	6700	150	1	1,25	0,0144
<b>Total 2030</b>						0,1043

Fonte: Semarh, 2002; Nippon Koei Lac, 2017.

## 2.2.2 Reservatório Catucinzenta

Tabela 74 - Demandas por abastecimento humano para o reservatório Catucinzenta, referente ao ano de 2020

Municípios	Proporção dentro da bacia	Pop Prop 2020	Taxa per capita 2020 (l/hab/dia)	Taxa de abastecimento	Perdas	Demanda 2020 (m³/s)
Aquiraz	0,094	8212	150	1	1,25	0,0178
Horizonte	0,107	10805	150	1	1,25	0,0234
<b>Total 2020</b>						0,0413

Fonte: Semarh, 2002; Nippon Koei Lac, 2017.

Tabela 75 - Demandas por abastecimento humano para o reservatório Catucinzenta, referente ao ano de 2030

Municípios	Proporção dentro da bacia	Pop Prop 2030	Taxa per capita 2030 (l/hab/dia)	Taxa de abastecimento	Perdas	Demanda 2030 (m³/s)
Aquiraz	0,094	9922	150	1	1,25	0,0215
Horizonte	0,107	19294	150	1	1,25	0,0419
<b>Total 2030</b>						0,0634

Fonte: Semarh, 2002; Nippon Koei Lac, 2017.

### 2.2.3 Reservatório Gavião

Tabela 76 - Demandas por abastecimento humano para o reservatório Gavião, referente ao ano de 2020

Municípios	Proporção dentro da bacia	Pop Prop 2020	Taxa per capita 2020 (l/hab/dia)	Taxa de abastecimento	Perdas	Demanda 2020 (m³/s)
Pacatuba	0,663	57264	150	1	1,25	0,1243
Guaiúba	0,005	140	120	1	1,25	0,0002
Itaitinga	0,054	2388	120	1	1,25	0,0041
<b>Total 2020</b>						0,1287

Fonte: Semarh, 2002; Nippon Koei Lac, 2017.

Tabela 77 - Demandas por abastecimento humano para o reservatório Gavião, referente ao ano de 2030

Municípios	Proporção dentro da bacia	Pop Prop 2030	Taxa per capita 2030 (l/hab/dia)	Taxa de abastecimento	Perdas	Demanda 2030 (m³/s)
Pacatuba	0,663	68957	150	1	1,25	0,1496
Guaiúba	0,005	165	150	1	1,25	0,0003
Itaitinga	0,054	2927	150	1	1,25	0,0051
<b>Total 2030</b>						0,1550

Fonte: Semarh, 2002; Nippon Koei Lac, 2017.

### 2.2.4 Reservatório Malcozinhado

Tabela 78 - Demandas por abastecimento humano para o reservatório Malcozinhado, referente ao ano de 2020

Municípios	Proporção dentro da bacia	Pop Prop 2020	Taxa per capita 2020 (l/hab/dia)	Taxa de abastecimento	Perdas	Demanda 2020 (m³/s)
Aquiraz	0,006	521	150	1	1,25	0,0011
Cascavel	0,156	11345	150	1	1,25	0,0246
Horizonte	0,595	60299	150	1	1,25	0,1309
Pacajus	0,060	3968	150	1	1,25	0,0086
Pindoretama	0,124	2873	150	1	1,25	0,0062
<b>Total 2020</b>						0,1715

Fonte: Semarh, 2002; Nippon Koei Lac, 2017.

Tabela 79 - Demandas por abastecimento humano para o reservatório Malcozinhado, referente ao ano de 2030

Municípios	Proporção dentro da bacia	Pop Prop 2030	Taxa per capita 2030 (l/hab/dia)	Taxa de abastecimento	Perdas	Demanda 2030 (m³/s)
Aquiraz	0,006	629	150	1	1,25	0,0014
Cascavel	0,156	12826	150	1	1,25	0,0278
Horizonte	0,595	107671	150	1	1,25	0,2337
Pacajus	0,060	4577	150	1	1,25	0,0099
Pindoretama	0,124	3559	150	1	1,25	0,0077
<b>Total 2030</b>						0,2805

Fonte: Semarh, 2002; Nippon Koei Lac, 2017.

### 2.2.5 Reservatório Maranguapinho

Tabela 80 - Demandas por abastecimento humano para o reservatório Maranguapinho, referente ao ano de 2020

Municípios	Proporção dentro da bacia	Pop Prop 2020	Taxa per capita 2020 (l/hab/dia)	Taxa de abastecimento	Perdas	Demanda 2020 (m³/s)
Maranguape	0,175	20975	150	1	1,25	0,0455
Maracanaú	0,050	12160	150	1	1,25	0,0264
<b>Total 2020</b>						0,0719

Fonte: Semarh, 2002; Nippon Koei Lac, 2017.

Tabela 81 - Demandas por abastecimento humano para o reservatório Maranguapinho, referente ao ano de 2030

Municípios	Proporção dentro da bacia	Pop Prop 2030	Taxa per capita 2030 (l/hab/dia)	Taxa de abastecimento	Perdas	Demanda 2030 (m³/s)
Maranguape	0,175	23744	150	1	1,25	0,0515
Maracanaú	0,050	14131	150	1	1,25	0,0307
<b>Total 2030</b>						0,0822

Fonte: Semarh, 2002; Nippon Koei Lac, 2017.

## 2.3 Sub-bacia do Salgado

### 2.3.1 Reservatório Junco

Tabela 82 - Demandas por abastecimento humano para o reservatório Junco, referente ao ano de 2020

Municípios	Proporção dentro da bacia	Pop Prop 2020	Taxa per capita 2020 (l/hab/dia)	Taxa de abastecimento	Perdas	Demanda 2020 (m³/s)
Granjeiro	0,1732	792	150	1	1,25	0,0017
<b>Total 2020</b>						0,0017

Fonte: Semarh, 2002; Nippon Koei Lac, 2017.

Tabela 83 - Demandas por abastecimento humano para o reservatório Junco, referente ao ano de 2030

Municípios	Proporção dentro da bacia	Pop Prop 2030	Taxa per capita 2030 (l/hab/dia)	Taxa de abastecimento	Perdas	Demanda 2030 (m³/s)
Granjeiro	0,1732	772	150	1	1,25	0,0017
<b>Total 2030</b>						0,0017

Fonte: Semarh, 2002; Nippon Koei Lac, 2017.

### 2.3.2 Reservatório Lima Campos

Tabela 84 - Demandas por abastecimento humano para o reservatório Lima Campos, referente ao ano de 2020

Municípios	Proporção dentro da bacia	Pop Prop 2020	Taxa per capita 2020 (l/hab/dia)	Taxa de abastecimento	Perdas	Demanda 2020 (m³/s)
Cedro	0,148	3696	150	1	1,25	0,0080
Icó	0,098	7514	150	1	1,25	0,0163
Orós	0,121	2892	150	1	1,25	0,0063
<b>Total 2020</b>						0,0306

Fonte: Semarh, 2002; Nippon Koei Lac, 2017.

Tabela 85 - Demandas por abastecimento humano para o reservatório Lima Campos, referente ao ano de 2030

Municípios	Proporção dentro da bacia	Pop Prop 2030	Taxa per capita 2030 (l/hab/dia)	Taxa de abastecimento	Perdas	Demanda 2030 (m³/s)
Cedro	0,148	3789	150	1	1,25	0,0082
Icó	0,098	8366	150	1	1,25	0,0182
Orós	0,121	3055	150	1	1,25	0,0066
<b>Total 2030</b>						0,0330

Fonte: Semarh, 2002; Nippon Koei Lac, 2017.

### 2.3.3 Reservatório Manoel Balbino

Tabela 86 - Demandas por abastecimento humano para o reservatório Manoel Balbino, referente ao ano de 2020

Municípios	Proporção dentro da bacia	Pop Prop 2020	Taxa per capita 2020 (l/hab/dia)	Taxa de abastecimento	Perdas	Demanda 2020 (m³/s)
Caririaçu	0,065	1711	150	1	1,25	0,0037
<b>Total 2020</b>						0,0037

Fonte: Semarh, 2002; Nippon Koei Lac, 2017.

Tabela 87 - Demandas por abastecimento humano para o reservatório Manoel Balbino, referente ao ano de 2030

Municípios	Proporção dentro da bacia	Pop Prop 2030	Taxa per capita 2030 (l/hab/dia)	Taxa de abastecimento	Perdas	Demanda 2030 (m³/s)
Caririaçu	0,065	1761	150	1	1,25	0,0038
<b>Total 2030</b>						0,0038

Fonte: Semarh, 2002; Nippon Koei Lac, 2017.

### 2.3.4 Reservatório Tatajuba

Tabela 88 - Demandas por abastecimento humano para o reservatório Tatajuba, referente ao ano de 2020

Municípios	Proporção dentro da bacia	Pop Prop 2020	Taxa per capita 2020 (l/hab/dia)	Taxa de abastecimento	Perdas	Demanda 2020 (m³/s)
Icó	0,0115	884	150	1	1,25	0,0019
Iguatu	0,0006	65	150	1	1,25	0,0001
<b>Total 2020</b>						0,0021

Fonte: Semarh, 2002; Nippon Koei Lac, 2017.

Tabela 89 - Demandas por abastecimento humano para o reservatório Tatajuba, referente ao ano de 2030

Municípios	Proporção dentro da bacia	Pop Prop 2030	Taxa per capita 2030 (l/hab/dia)	Taxa de abastecimento	Perdas	Demanda 2030 (m³/s)
Icó	0,0115	984	150	1	1,25	0,0021
Iguatu	0,0006	74	150	1	1,25	0,0002
<b>Total 2030</b>						0,0023

Fonte: Semarh, 2002; Nippon Koei Lac, 2017.

### 2.3.5 Reservatório Ubaldinho

Tabela 90 - Demandas por abastecimento humano para o reservatório Ubaldinho, referente ao ano de 2020

Municípios	Proporção dentro da bacia	Pop Prop 2020	Taxa per capita 2020 (l/hab/dia)	Taxa de abastecimento	Perdas	Demanda 2020 (m <sup>3</sup> /s)
Cariús	0,0015	30	150	1	1,25	0,0001
Cedro	0,0019	49	150	1	1,25	0,0001
Várzea Alegre	0,1994	8205	150	1	1,25	0,0178
<b>Total 2020</b>						0,0180

Fonte: Semarh, 2002; Nippon Koei Lac, 2017.

Tabela 91 - Demandas por abastecimento humano para o reservatório Ubaldinho, referente ao ano de 2030

Municípios	Proporção dentro da bacia	Pop Prop 2030	Taxa per capita 2030 (l/hab/dia)	Taxa de abastecimento	Perdas	Demanda 2030 (m <sup>3</sup> /s)
Cariús	0,0015	30	150	1	1,25	0,0001
Cedro	0,0019	50	150	1	1,25	0,0001
Várzea Alegre	0,1994	8914	150	1	1,25	0,0193
<b>Total 2030</b>						0,0195

Fonte: Semarh, 2002; Nippon Koei Lac, 2017.