



# **PROJETO DE RESTAURAÇÃO E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE E DOS RECURSOS HÍDRICOS NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO, NAS BACIAS DOS RIOS JUCU E SANTA MARIA DA VITÓRIA.**

**“Projeto Florestas para Vida”**

**Doação GEF: TF093210**

***Elaboração de Projeto Executivo para  
Enquadramento dos Corpos de Água em Classes e  
Plano de Bacia para os Rios Santa Maria da Vitória  
e Jucu***

## **RELATÓRIO DA ETAPA A**

**SOLICITAÇÃO DE PROPOSTAS - SP 001/2012/Projeto Florestas para Vida**

**Março de 2016**



---

## APRESENTAÇÃO

O presente documento apresenta o Relatório da Etapa A, o qual tem por finalidade apresentar os principais resultados obtidos na referida etapa no âmbito do Processo de Planejamento das Regiões Hidrográficas Santa Maria da Vitória e Jucu– Fases A, B e C, referente à **“Elaboração de Projeto Executivo para Enquadramento dos Corpos de Água em Classes e Plano de Bacia para os Rios Santa Maria da Vitória e Jucu”** e é baseado na Proposta Técnica apresentada na Licitação do Consórcio NIP S.A. – PROFILL, bem como no Termo de Referência que norteou o certame.



## SUMÁRIO

|                                                                                                              |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. Introdução .....</b>                                                                                   | <b>13</b> |
| <b>2. Aspectos Históricos .....</b>                                                                          | <b>14</b> |
| 2.1 Os primeiros séculos.....                                                                                | 14        |
| 2.2 A colonização imigrante e a agricultura.....                                                             | 15        |
| 2.3 Industrialização e metropolização .....                                                                  | 16        |
| 2.4 Aspectos demográficos municipais .....                                                                   | 17        |
| 2.5 Aspectos socioeconômicos dos municípios.....                                                             | 19        |
| <b>3. Identificação e consolidação das informações existentes .....</b>                                      | <b>23</b> |
| 3.1 Variáveis utilizadas no diagnóstico.....                                                                 | 23        |
| 3.2 Coleta e sistematização das informações existentes .....                                                 | 24        |
| 3.3 Estruturação de base de dados compatível com o Sistema de Informações de Recursos Hídricos da AGERH..... | 25        |
| 3.4 Definição das Unidades de Planejamento.....                                                              | 25        |
| 3.5 Programas, Ações, Projetos e Intervenções Previstas na Bacia .....                                       | 29        |
| <b>4. Obtenção de informações complementares.....</b>                                                        | <b>34</b> |
| 4.1 Qualidade das Águas Superficiais.....                                                                    | 34        |
| 4.2 Quantidade das Águas Superficiais.....                                                                   | 34        |
| 4.3 Levantamento de pontos ou trechos sujeitos a eventos críticos .....                                      | 36        |
| 4.3.1 Região Hidrográfica do rio Santa Maria da Vitória.....                                                 | 36        |
| 4.3.2 Região Hidrográfica do rio Jucu .....                                                                  | 38        |
| 4.4 Água e cultura.....                                                                                      | 42        |
| 4.4.1 Água e cultura no Espírito Santo.....                                                                  | 42        |
| <b>5. Consolidação do Diagnóstico.....</b>                                                                   | <b>47</b> |
| 5.1 Uso do Solo .....                                                                                        | 47        |
| 5.1.1 Região Hidrográfica do rio Santa Maria da Vitória.....                                                 | 47        |
| 5.1.2 Região Hidrográfica do Rio Jucu.....                                                                   | 51        |
| 5.2 Disponibilidades Hídricas .....                                                                          | 55        |
| 5.2.1 Qualidade das águas superficiais.....                                                                  | 55        |
| 5.2.2 Quantidade das águas superficiais .....                                                                | 64        |
| 5.2.3 Águas subterrâneas.....                                                                                | 78        |
| 5.3 Síntese das Demandas Hídricas .....                                                                      | 82        |
| 5.3.1 Usos consuntivos (captações superficiais).....                                                         | 82        |
| 5.3.2 Cargas orgânicas (lançamento de efluentes) .....                                                       | 88        |
| 5.3.3 Outros usos não-consuntivos .....                                                                      | 89        |
| <b>6. Processo de Validação do Diagnóstico .....</b>                                                         | <b>90</b> |
| 6.1 Reuniões de validação do Diagnóstico de Demandas.....                                                    | 90        |
| 6.2 Resultados .....                                                                                         | 91        |

|                                                                        |            |
|------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>7. Balanços Hídricos Quali-quantitativos .....</b>                  | <b>93</b>  |
| 7.1 Balanços hídricos atuais .....                                     | 93         |
| 7.1.1 Balanço hídrico quantitativo .....                               | 93         |
| 7.1.2 Balanço hídrico qualitativo .....                                | 109        |
| 7.2 Balanços hídricos futuros tendenciais .....                        | 166        |
| 7.2.1 Metodologia utilizada no prognóstico das demandas hídricas ..... | 166        |
| 7.2.2 Balanço hídrico quantitativo .....                               | 169        |
| 7.2.3 Balanço hídrico qualitativo .....                                | 174        |
| 7.3 Análise integrada dos balanços quali-quantitativos .....           | 195        |
| <b>8. Referências.....</b>                                             | <b>201</b> |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|                                                                                                                                                  |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 2.5.1 - Valor adicionado por setor econômico no ano de 2010 para os municípios que integram a Região Metropolitana do Espírito Santo..... | 20 |
| Figura 2.5.2 - Valor adicionado por setor econômico no ano de 2010 para os municípios que integram a Região Serrana do Espírito Santo.....       | 20 |
| Figura 4.4.1 - Festival do Caranguejo em Cariacica.....                                                                                          | 43 |
| Figura 4.4.2 - Festa do Café e Concurso de Qualidades de Café.....                                                                               | 43 |
| Figura 4.4.3 - Caminhada “Ecocultural” em Viana.....                                                                                             | 43 |
| Figura 4.4.4 - Cachoeira Véu de Noiva em Santa Leopoldina .....                                                                                  | 44 |
| Figura 4.4.5 – Cachoeira Rio do Meio em Santa Leopoldina.....                                                                                    | 44 |
| Figura 4.4.6 - Produção da panela de barro pelas paneleiras em Vitória.....                                                                      | 44 |
| Figura 5.1.1 – Distribuição das classes de uso e ocupação do solo na RHSMV. ....                                                                 | 48 |
| Figura 5.1.2 –Distribuição percentual das classes de uso e ocupação do solo por UPs da RHMSV .....                                               | 48 |
| Figura 5.1.3 – Distribuição das classes de uso e ocupação do solo na RHJ. ....                                                                   | 51 |
| Figura 5.1.4 –Distribuição percentual das classes de uso e ocupação do solo por UPs da RHJ.....                                                  | 51 |
| Figura 5.1.5 – Área florestal (vista parcial de encosta de morro). RHJ .....                                                                     | 54 |
| Figura 5.1.6 –Mata ciliar (área florestal) do Rio Santa Maria. RHSMV. ....                                                                       | 54 |
| Figura 5.1.7 –Silvicultura (RHSMV).....                                                                                                          | 54 |
| Figura 5.1.8 –Cultivo de café (RHSMV).....                                                                                                       | 54 |
| Figura 5.1.9 –Cultura agrícola, silvicultura e mata nativa (RHSMV). ....                                                                         | 54 |
| Figura 5.1.10 –Pastagem (RHJ). ....                                                                                                              | 54 |
| Figura 5.1.11 –Área urbanizada no Município de Marechal Floriano em APP do RHJ ....                                                              | 55 |
| Figura 5.1.12 –Área urbanizada no Município de Santa Leopoldina. (RHSMV).....                                                                    | 55 |
| Figura 5.1.13 –Afloramento rochoso (Pedra Azul). RHJ .....                                                                                       | 55 |
| Figura 5.1.14 –Afloramento rochoso em área urbanizada (RHSMV). ....                                                                              | 55 |
| Figura 5.1.15 – Restinga (vegetação arbustiva). RHJ .....                                                                                        | 55 |
| Figura 5.1.16 –Cordão arenoso. RHJ.....                                                                                                          | 55 |
| Figura 5.2.1 - Hidrogramas calculado e observado no rio Jucu (posto fluviométrico 57230000) nos anos de 2008 e 2010 (período de calibração)..... | 66 |

|                                                                                                                                                                                                                                                             |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 5.2.2 - Hidrogramas calculado e observado no rio Jucu (posto fluviométrico 57170000) nos anos de 2008 e 2010 (período de calibração).....                                                                                                            | 66  |
| Figura 5.2.3 - Hidrogramas calculado e observado no rio Santa Maria da Vitória (posto fluviométrico 57130000) nos anos de 2008 e 2010 (período de calibração).....                                                                                          | 67  |
| Figura 5.2.4 - Curva de permanência das vazões observadas (tracejado) e calculadas (linha contínua) no rio Santa Maria da Vitória, no posto fluviométrico 57130000, de 1970 a 2013.....                                                                     | 68  |
| Figura 5.2.5 - Curva de permanência das vazões observadas (tracejado) e calculadas (linha contínua) no rio Jucu Montante, no posto fluviométrico 57170000, de 1970 a 2013. ....                                                                             | 68  |
| Figura 5.2.6 - Curva de permanência das vazões observadas (tracejado) e calculadas (linha contínua) no rio Jucu Jusante, no posto fluviométrico 57230000, de 1970 a 2013. ....                                                                              | 69  |
| Figura 5.2.7 - Disponibilidade Hídrica ( $Q_{90}$ ) RHSMV. ....                                                                                                                                                                                             | 70  |
| Figura 5.2.8 - Disponibilidade Hídrica ( $Q_{95}$ ) RHSMV. ....                                                                                                                                                                                             | 71  |
| Figura 5.2.9 - Disponibilidade Hídrica ( $Q_{Média}$ ) RHSMV. ....                                                                                                                                                                                          | 72  |
| Figura 5.2.10 - Disponibilidade Hídrica ( $Q_{90}$ ) RH do rio Jucu. ....                                                                                                                                                                                   | 74  |
| Figura 5.2.11 - Disponibilidade Hídrica ( $Q_{95}$ ) RH do rio Jucu. ....                                                                                                                                                                                   | 75  |
| Figura 5.2.12 - Disponibilidade Hídrica ( $Q_{Média}$ ) RH do rio Jucu. ....                                                                                                                                                                                | 76  |
| Figura 5.2.13 - Comparação entre a vazão $Q_{90\%}$ calculada por modelagem hidrológica ( $Q_{90}$ sim) e regionalizada ( $Q_{90}$ reg). ....                                                                                                               | 77  |
| Figura 5.3.1 – Demanda de captação superficial dos setores usuários por UP da RHSMV. ....                                                                                                                                                                   | 83  |
| Figura 5.3.2 – Demanda dos setores usuários por UP da RH Jucu.....                                                                                                                                                                                          | 86  |
| Figura 5.3.1 - Fluxograma da validação do diagnóstico de Demandas Hídricas.....                                                                                                                                                                             | 90  |
| Figura 7.1.1 – Interface do SAD-IPH associado ao software MapWindow GIS.....                                                                                                                                                                                | 94  |
| Figura 7.1.2 - Exemplo de rede de drenagem ilustrando a estrutura topológica da bacia                                                                                                                                                                       | 95  |
| Figura 7.1.3 - Formas de inserção dos usuários de água da bacia: (a) inserção manual através da seleção do trecho, (b) inserção automática através de uma tabela de valores, e (c) inserção automática através do carregamento de um arquivo vetorial. .... | 95  |
| Figura 7.1.4 - Esquema ilustrando as variáveis envolvidas no modelo quantitativo do sistema.....                                                                                                                                                            | 96  |
| Figura 7.1.5 - Localização dos pontos de captação para abastecimento humano .....                                                                                                                                                                           | 97  |
| Figura 7.1.6 - Relação dos valores de demanda industrial por ponto, apresentados em ordem crescente. ....                                                                                                                                                   | 99  |
| Figura 7.1.7 - Localização dos pontos de captação para uso industrial nas RH's.....                                                                                                                                                                         | 100 |
| Figura 7.1.8 - Relação dos valores de demanda da criação animal por Unidade de Planejamento. ....                                                                                                                                                           | 102 |
| Figura 7.1.9 - Distribuição dos valores de demanda da criação animal acumulada por trecho e demanda total por UP's das RH's .....                                                                                                                           | 102 |
| Figura 7.1.10 - Relação dos valores de demanda da irrigação por Unidade de Planejamento. ....                                                                                                                                                               | 103 |
| Figura 7.1.11 - Distribuição dos valores de demanda da irrigação acumulada por trecho e demanda total por UP's das RH's .....                                                                                                                               | 103 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 7.1.12 – Barramento da CESAN próximo à foz do rio Jucu .....                                                                                                                                                                                                                                                                          | 108 |
| Figura 7.1.13 - Mapa de localização dos pontos de lançamento de esgoto urbano das Regiões Hidrográficas do rio Santa Maria e do rio Jucu .....                                                                                                                                                                                               | 111 |
| Figura 7.1.14 - Detalhamento da região litorânea das Regiões Hidrográficas, com a identificação dos pontos de lançamento dos setores censitários atribuídos a cada ponto e das ETE's existentes.....                                                                                                                                         | 112 |
| Figura 7.1.15 - Mapa de localização dos pontos de lançamento de efluentes de origem industrial.....                                                                                                                                                                                                                                          | 121 |
| Figura 7.1.16 - Mapa de uso do solo das regiões hidrográficas agrupado em classes de contribuição de carga difusa.....                                                                                                                                                                                                                       | 123 |
| Figura 7.1.17 - Distribuição dos valores da carga difusa em kg/ha.ano em cada Unidade de Planejamento – parâmetro: DBO.....                                                                                                                                                                                                                  | 123 |
| Figura 7.1.18 - Distribuição dos valores da carga difusa em 1E6 NMP/ha.ano em cada Unidade de Planejamento – parâmetro: coliformes termotolerantes.....                                                                                                                                                                                      | 124 |
| Figura 7.1.19 - Distribuição dos valores da carga difusa em kg/ha.ano em cada Unidade de Planejamento – parâmetro: fósforo total. ....                                                                                                                                                                                                       | 124 |
| Figura 7.1.20 - Distribuição dos valores da carga difusa em kg/ha.ano em cada Unidade de Planejamento – parâmetro: nitrogênio total. ....                                                                                                                                                                                                    | 124 |
| Figura 7.1.21 - Pontos de monitoramento da qualidade da água na bacia do rio Santa Maria. ....                                                                                                                                                                                                                                               | 125 |
| Figura 7.1.22 - Pontos de monitoramento da qualidade da água na bacia do rio Jucu. .                                                                                                                                                                                                                                                         | 127 |
| Figura 7.1.23 - Localização dos postos de monitoramento da qualidade da água selecionados para estudo de correlação com a vazão. ....                                                                                                                                                                                                        | 129 |
| Figura 7.1.24 - Relação do tempo de permanência de vazões com o valor de concentração amostrado para o parâmetro DBO. ....                                                                                                                                                                                                                   | 130 |
| Figura 7.1.25 - Relação do tempo de permanência de vazões com o valor de concentração amostrado para o parâmetro Oxigênio Dissolvido. ....                                                                                                                                                                                                   | 130 |
| Figura 7.1.26 - Relação do tempo de permanência de vazões com o valor de concentração amostrado para o parâmetro Nitrogênio Amoniacal. ....                                                                                                                                                                                                  | 130 |
| Figura 7.1.27 - Relação do tempo de permanência de vazões com o valor de concentração amostrado para o parâmetro Fósforo. ....                                                                                                                                                                                                               | 131 |
| Figura 7.1.28 - Relação do tempo de permanência de vazões com o valor de concentração amostrado para o parâmetro Coliformes (termotolerantes e totais). ....                                                                                                                                                                                 | 131 |
| Figura 7.1.29 - Esquema ilustrando as variáveis envolvidas no modelo quantitativo e qualitativo do sistema. ....                                                                                                                                                                                                                             | 134 |
| Figura 7.1.30 - Estimativa dos parâmetros do modelo de qualidade para cada segmento da rede de drenagem: (a) coef. de reaeração, (b) velocidade, (c) largura do rio e (d) profundidade .....                                                                                                                                                 | 137 |
| Figura 7.1.31 - Perfis de concentração ao longo do rio Santa Maria da Vitória, de montante para jusante, considerando os cenários de vazão Q90 (Simulação 1) e Q50 (Simulação 3), apresentando os seguintes parâmetros: (a) DBO, (b) Coliformes Termotolerantes, (c) Oxigênio Dissolvido, (d) Fósforo Total e (e) Nitrogênio Amoniacal. .... | 139 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 7.1.32 - Perfis de concentração ao longo do rio Possmouser, de montante para jusante, considerando os cenários de vazão Q90 (Simulação 1) e Q50 (Simulação 3), apresentando os seguintes parâmetros: (a) DBO, (b) Coliformes Termotolerantes, (c) Oxigênio Dissolvido, (d) Fósforo Total e (e) Nitrogênio Amoniacal. ....                            | 141 |
| Figura 7.1.33 - Perfis de concentração ao longo do rio São Sebastião de Cima, de montante para jusante, considerando os cenários de vazão Q90 (Simulação 1) e Q50 (Simulação 3), apresentando os seguintes parâmetros: (a) DBO, (b) Coliformes Termotolerantes, (c) Oxigênio Dissolvido, (d) Fósforo Total e (e) Nitrogênio Amoniacal. ....                 | 142 |
| Figura 7.1.34 - Perfis de concentração ao longo do rio Claro/Bonito, de montante para jusante, considerando os cenários de vazão Q90 (Simulação 1) e Q50 (Simulação 3), apresentando os seguintes parâmetros: (a) DBO, (b) Coliformes Termotolerantes, (c) Oxigênio Dissolvido, (d) Fósforo Total e (e) Nitrogênio Amoniacal. ....                          | 143 |
| Figura 7.1.35 - Perfis de concentração ao longo do rio Caramuru, de montante para jusante, considerando os cenários de vazão Q90 (Simulação 1) e Q50 (Simulação 3), apresentando os seguintes parâmetros: (a) DBO, (b) Coliformes Termotolerantes, (c) Oxigênio Dissolvido, (d) Fósforo Total e (e) Nitrogênio Amoniacal. ....                              | 144 |
| Figura 7.1.36 - Perfis de concentração ao longo do rio da Prata, de montante para jusante, considerando os cenários de vazão Q90 (Simulação 1) e Q50 (Simulação 3), apresentando os seguintes parâmetros: (a) DBO, (b) Coliformes Termotolerantes, (c) Oxigênio Dissolvido, (d) Fósforo Total e (e) Nitrogênio Amoniacal. ....                              | 145 |
| Figura 7.1.37 - Perfis de concentração ao longo do rio Mangaraí, de montante para jusante, considerando os cenários de vazão Q90 (Simulação 1) e Q50 (Simulação 3), apresentando os seguintes parâmetros: (a) DBO, (b) Coliformes Termotolerantes, (c) Oxigênio Dissolvido, (d) Fósforo Total e (e) Nitrogênio Amoniacal. ....                              | 146 |
| Figura 7.1.38 - Perfis de concentração ao longo do rio Duas Bocas, de montante para jusante, considerando os cenários de vazão Q90 (Simulação 1) e Q50 (Simulação 3), apresentando os seguintes parâmetros: (a) DBO, (b) Coliformes Termotolerantes, (c) Oxigênio Dissolvido, (d) Fósforo Total e (e) Nitrogênio Amoniacal. ....                            | 147 |
| Figura 7.1.39 - Perfis de concentração ao longo do rio Bubu, de montante para jusante, considerando os cenários de vazão Q90 (Simulação 1) e Q50 (Simulação 3), apresentando os seguintes parâmetros: (a) DBO, (b) Coliformes Termotolerantes, (c) Oxigênio Dissolvido, (d) Fósforo Total e (e) Nitrogênio Amoniacal. ....                                  | 148 |
| Figura 7.1.40 - Perfis de concentração ao longo do rio Jucu Braço Norte, de montante para jusante, considerando os cenários de vazão Q90 (Simulação 1) e Q50 (Simulação 3), apresentando os seguintes parâmetros: (a) DBO, (b) Coliformes Termotolerantes, (c) Oxigênio Dissolvido e (d) Fósforo Total e (e) nitrogênio amoniacal. ....                     | 149 |
| Figura 7.1.41 - Perfis de concentração ao longo do rio Jucu Braço Sul até a foz do rio Jucu, de montante para jusante, considerando os cenários de vazão Q90 (Simulação 1) e Q50 (Simulação 3), apresentando os seguintes parâmetros: (a) DBO, (b) Coliformes Termotolerantes, (c) Oxigênio Dissolvido e (d) Fósforo Total e (e) nitrogênio amoniacal. .... | 150 |



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 7.1.42 - Perfis de concentração ao longo do rio Formate e Marinho, de montante para jusante, considerando os cenários de vazão Q90 (Simulação 1) e Q50 (Simulação 3), apresentando os seguintes parâmetros: (a) DBO, (b) Coliformes Termotolerantes, (c) Oxigênio Dissolvido e (d) Fósforo Total e (e) nitrogênio amoniacal. .... | 151 |
| Figura 7.1.43 - Perfis de concentração ao longo do rio Ponte, de montante para jusante, considerando os cenários de vazão Q90 (Simulação 1) e Q50 (Simulação 3), apresentando os seguintes parâmetros: (a) DBO, (b) Coliformes Termotolerantes, (c) Oxigênio Dissolvido, (d) Fósforo Total e (e) Nitrogênio Amoniacal. ....              | 152 |
| Figura 7.1.44 - Perfis de concentração ao longo do rio Melgaço, de montante para jusante, considerando os cenários de vazão Q90 (Simulação 1) e Q50 (Simulação 3), apresentando os seguintes parâmetros: (a) DBO, (b) Coliformes Termotolerantes, (c) Oxigênio Dissolvido, (d) Fósforo Total e (e) Nitrogênio Amoniacal. ....            | 153 |
| Figura 7.1.45 - Perfis de concentração ao longo do rio Chapéu, de montante para jusante, considerando os cenários de vazão Q90 (Simulação 1) e Q50 (Simulação 3), apresentando os seguintes parâmetros: (a) DBO, (b) Coliformes Termotolerantes, (c) Oxigênio Dissolvido, (d) Fósforo Total e (e) Nitrogênio Amoniacal. ....             | 154 |
| Figura 7.1.46 - Perfis de concentração ao longo do rio Galo, de montante para jusante, considerando os cenários de vazão Q90 (Simulação 1) e Q50 (Simulação 3), apresentando os seguintes parâmetros: (a) DBO, (b) Coliformes Termotolerantes, (c) Oxigênio Dissolvido, (d) Fósforo Total e (e) Nitrogênio Amoniacal. ....               | 155 |
| Figura 7.1.47 - Perfis de concentração ao longo do rio Fundo, de montante para jusante, considerando os cenários de vazão Q90 (Simulação 1) e Q50 (Simulação 3), apresentando os seguintes parâmetros: (a) DBO, (b) Coliformes Termotolerantes, (c) Oxigênio Dissolvido, (d) Fósforo Total e (e) Nitrogênio Amoniacal. ....              | 156 |
| Figura 7.1.48 - Perfis de concentração ao longo do rio Jacarandá, de montante para jusante, considerando os cenários de vazão Q90 (Simulação 1) e Q50 (Simulação 3), apresentando os seguintes parâmetros: (a) DBO, (b) Coliformes Termotolerantes, (c) Oxigênio Dissolvido, (d) Fósforo Total e (e) Nitrogênio Amoniacal. ....          | 157 |
| Figura 7.1.49 - Perfis de concentração ao longo do rio Santo Agostinho, de montante para jusante, considerando os cenários de vazão Q90 (Simulação 1) e Q50 (Simulação 3), apresentando os seguintes parâmetros: (a) DBO, (b) Coliformes Termotolerantes, (c) Oxigênio Dissolvido, (d) Fósforo Total e (e) Nitrogênio Amoniacal. ....    | 158 |
| Figura 7.1.50 - Perfil de concentração ao longo do rio Aribiri, considerando o cenário de vazão Q90, apresentando os seguintes parâmetros: (a) DBO, (b) Coliformes Termotolerantes, (c) Oxigênio Dissolvido, (d) Fósforo Total e (e) Nitrogênio Amoniacal. ....                                                                          | 159 |
| Figura 7.3.1 - Bacia do rio Formate / Marinho .....                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 198 |

## ÍNDICE DE QUADROS

|                                                                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Quadro 2.4.1 - População proporcional à área da Região Hidrográfica do rio Santa Maria da Vitória, por município..... | 18 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

|                                                                                                                                                                      |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Quadro 2.4.2 - População proporcional à área da Região Hidrográfica do rio Jucu, por município.....                                                                  | 18  |
| Quadro 2.5.1- Valor adicionado por setor e município, em 2010. ....                                                                                                  | 19  |
| Quadro 2.5.2- PIB municipal per capita, em 2010. ....                                                                                                                | 21  |
| Quadro 2.5.3 - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal.....                                                                                                       | 22  |
| Quadro 3.4.1 – Unidades de Planejamento das Regiões Hidrográficas dos Rios Santa Maria da Vitória e Jucu.....                                                        | 26  |
| Quadro 3.5.1 – Projetos e Ações dispostos no conforme PPA/ES (2011-2014) .....                                                                                       | 29  |
| Quadro 3.5.2 – Programas e Ações previstos no Plano Plurianual para as Microrregiões inseridas nas Regiões Hidrográficas dos rios Santa Maria da Vitória e Jucu..... | 30  |
| Quadro 3.5.3 - Programas e Projetos previstos pela CESAN na RHJ e RHSMV.....                                                                                         | 31  |
| Quadro 3.5.4- Programas e projetos elencados pela administração municipal.....                                                                                       | 32  |
| Quadro 3.5.5 - Planos Plurianuais Municipais (2014-2017).....                                                                                                        | 32  |
| Quadro 3.5.6 – Total de investimentos privados anunciados/previstos para os municípios das RH's dos rios Santa Maria da Vitória e Jucu.....                          | 33  |
| Quadro 4.1.1 - Pontos de monitoramento de qualidade das águas utilizados no Plano...                                                                                 | 34  |
| Quadro 5.1.1 – Resumo das áreas antrópicas e não antrópicas (naturais) mapeadas para a Região Hidrográfica do rio Santa Maria da Vitória. ....                       | 48  |
| Quadro 5.1.2 – Resumo das áreas antrópicas e não antrópicas (naturais) mapeadas para a Bacia Hidrográfica do Rio Jucu. ....                                          | 52  |
| Quadro 5.2.1 - Classificação dos pontos monitorados pelo IEMA nas RHs SMV e Jucu.                                                                                    | 60  |
| Quadro 5.2.2 - Monitoramento metais nos Pontos 1, 2, 3 e 4 (RH Jucu) .....                                                                                           | 61  |
| Quadro 5.2.3 - Classificação dos pontos de captação monitorados pela CESAN nas RH's .....                                                                            | 61  |
| Quadro 5.2.4 – Classificação dos pontos monitorados por Profill&Nip nas RH's Jucu e SMV .....                                                                        | 63  |
| Quadro 5.2.5 - Estatísticas da calibração do modelo.....                                                                                                             | 67  |
| Quadro 5.2.6 - Vazões de Referência por UP – Região Hidrográfica do Rio Santa Maria da Vitória. ....                                                                 | 69  |
| Quadro 5.2.7 - Vazões de Referência por UP – Região Hidrográfica do rio Jucu. ....                                                                                   | 73  |
| Quadro 5.2.8 - Relação dos Domínios e Subunidades Hidrogeológicas e características do Aquífero .....                                                                | 78  |
| Quadro 5.3.1 - Demandas consuntivas de água superficial (m³ano) na RHSMV .....                                                                                       | 82  |
| Quadro 5.3.2 - Demandas consuntivas de água superficial (m³ano) na RHJ.....                                                                                          | 82  |
| Quadro 5.3.3 - Cargas Orgânicas (t DBO <sub>5</sub> /ano) lançadas na RHSMV. ....                                                                                    | 88  |
| Quadro 5.3.4 - Cargas Orgânicas (t DBO <sub>5</sub> /ano) lançadas na RHJ .....                                                                                      | 88  |
| Quadro 6.1.1 – Quantidade de Participantes nas reuniões de validação do Diagnóstico                                                                                  | 91  |
| Quadro 7.1.1 - Relação dos pontos de captações para o abastecimento humano da RHSMV e a relação com os locais de atendimento das captações .....                     | 98  |
| Quadro 7.1.2 - Relação dos pontos de captações para o abastecimento humano da RHJ e a relação com os locais de atendimento das captações.....                        | 98  |
| Quadro 7.1.3 - Relação dos pontos de captações para o abastecimento industrial por RH e por tipo de manancial .....                                                  | 100 |

|                                                                                                                                                                                              |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Quadro 7.1.4 - Balanço hídrico por Unidade de Planejamento da RH Santa Maria .....                                                                                                           | 108 |
| Quadro 7.1.5 - Balanço hídrico por Unidade de Planejamento da RH Jucu.....                                                                                                                   | 109 |
| Quadro 7.1.6 - Relação das Estações de Tratamento de Efluentes localizadas na RHSMV.....                                                                                                     | 113 |
| Quadro 7.1.7 - Relação das Estações de Tratamento de Efluentes localizadas na RHJ. ....                                                                                                      | 113 |
| Quadro 7.1.8 – Relação dos pontos de lançamento de efluentes urbanos na RHSMV e associação com as ETE's existentes mais próximas.....                                                        | 115 |
| Quadro 7.1.9 – Concentrações típicas de lançamento dos parâmetros a serem simulados e abatimentos de carga nos pontos de lançamento da RHSMV .....                                           | 116 |
| Quadro 7.1.10 – Relação dos pontos de lançamento de efluentes urbanos na RH do rio Jucu e associação com as ETE's existentes mais próximas .....                                             | 117 |
| Quadro 7.1.11 - Concentrações típicas de lançamento dos parâmetros a serem simulados e abatimentos de carga nos pontos de lançamento da RH Jucu .....                                        | 118 |
| Quadro 7.1.12 - Relação dos pontos de lançamento industrial identificados nas Regiões Hidrografias dos rios Jucu e Santa Maria da Vitória .....                                              | 120 |
| Quadro 7.1.13 - Cargas unitárias de poluentes (kg.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup> ) por tipo de uso do solo..                                                                            | 122 |
| Quadro 7.1.14 - Relação dos pontos de monitoramento localizados ao longo do curso principal do rio Santa Maria da Vitória , de montante para jusante. ....                                   | 126 |
| Quadro 7.1.15 - Relação dos pontos de monitoramento localizados ao longo dos principais afluentes do rio Santa Maria da Vitória, de montante para jusante.....                               | 126 |
| Quadro 7.1.16 - Relação dos pontos de monitoramento localizados ao longo do curso principal do rio Bubu, de montante para jusante.....                                                       | 126 |
| Quadro 7.1.17 - Relação dos pontos de monitoramento localizados ao longo do curso principal do rio Jucu Braço Norte, de montante para jusante.....                                           | 127 |
| Quadro 7.1.18 - Relação dos pontos de monitoramento localizados ao longo do curso principal do rio Jucu Braço Sul e do rio Jucu, de montante para jusante. ....                              | 127 |
| Quadro 7.1.19 - Relação dos pontos de monitoramento localizados ao longo do curso principal do rio Formate e Marinho, de montante para jusante. ....                                         | 128 |
| Quadro 7.1.20 - Relação dos pontos de monitoramento localizados ao longo dos principais afluentes do rio Jucu (Braço Norte, Braço Sul e total), além do posto localizado no rio Aribiri..... | 128 |
| Quadro 7.1.21 - Classificação dos modelos de qualidade da água. ....                                                                                                                         | 132 |
| Quadro 7.1.22 - Relação dos parâmetros físico-químicos aplicados no modelo de simulação.....                                                                                                 | 136 |
| Quadro 7.1.23 - Descrição das faixas de valores admissíveis por classe de enquadramento dos principais parâmetros de qualidade.....                                                          | 160 |
| Quadro 7.2.1 – Taxas Adotadas (% a.a) para o prognóstico dos usos de abastecimento humano e lançamento de efluentes domésticos.....                                                          | 167 |
| Quadro 7.2.2 – Taxas Adotadas (% a.a) para o prognóstico dos usos de criação animal .....                                                                                                    | 168 |
| Quadro 7.2.3 - Projeções de aumento da demanda para abastecimento humano da RHSMV .....                                                                                                      | 169 |



---

|                                                                                                                                                                           |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Quadro 7.2.4 - Projeções de aumento da demanda abastecimento humano da RH Jucu .....                                                                                      | 169 |
| Quadro 7.2.5 – Projeções de aumento da demanda para abastecimento industrial por UP .....                                                                                 | 170 |
| Quadro 7.2.6 - Projeções de aumento da demanda do setor de irrigação por UP .....                                                                                         | 170 |
| Quadro 7.2.7 - Projeções de aumento da demanda do setor de criação animal por UP .....                                                                                    | 170 |
| Quadro 7.2.8 - Projeções de aumento da carga poluidora de DBO do esgotamento sanitário por UP das Regiões Hidrográficas do rio Jucu e Santa Maria da Vitória .....        | 175 |
| Quadro 7.2.9 - Projeções de aumento da carga poluidora de DBO proveniente dos usos industriais por UP das Regiões Hidrográficas do rio Jucu e Santa Maria da Vitória..... | 175 |
| Quadro 7.2.10 – Projeções de aumento dos poluentes do esgotamento sanitário por ponto de lançamento considerado no modelo de qualidade das águas.....                     | 176 |
| Quadro 7.2.11 – Projeções de aumento dos poluentes industriais por ponto de lançamento considerado no modelo de qualidade das águas .....                                 | 177 |
| Quadro 7.3.1 - Relação das características dos trechos formadores do rio Formate/Marinho, incluindo as vazões de retiradas e as vazões indisponíveis para diluição.....   | 199 |

## ÍNDICE DE PRANCHAS

|                                                                                                                             |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Prancha 3.4.1– Unidades de Planejamento da Região Hidrográfica do Rio Santa Maria da Vitória.....                           | 27  |
| Prancha 3.4.2 – Unidades de Planejamento da Região Hidrográfica do Rio Jucu.....                                            | 28  |
| Prancha 4.3.1 – Áreas de alta vulnerabilidade de inundação na Região Hidrográfica do rio Santa Maria da Vitória.....        | 37  |
| Prancha 4.3.2 – Áreas de alta vulnerabilidade de inundação na Região Hidrográfica do rio Jucu .....                         | 40  |
| Prancha 5.1.1 – Uso do solo na Região Hidrográfica do Sta Maria da Vitória .....                                            | 50  |
| Prancha 5.1.2 – Uso do solo na Região Hidrográfica do Rio Jucu.....                                                         | 53  |
| Prancha 5.2.1 - Qualidade da água nos pontos de monitoramento da RHSMV.....                                                 | 57  |
| Prancha 5.2.2 - Qualidade da água nos pontos de monitoramento da RH Jucu.....                                               | 58  |
| Prancha 5.2.3 – Domínios, Sub-Unidades Hidrogeológicas da RHSMV .....                                                       | 80  |
| Prancha 5.2.4 – Domínios, Sub-Unidades Hidrogeológicas da RH Jucu .....                                                     | 81  |
| Prancha 5.3.1 – Pontos de captação de água superficial para Abastecimento Público na RHSMV .....                            | 84  |
| Prancha 5.3.2 – Pontos de captação de água superficial para Abastecimento Industrial na RHSMV .....                         | 85  |
| Prancha 5.3.3 – Pontos de captação de água superficial para Abastecimento Público na RH Jucu .....                          | 87  |
| Prancha 7.1.1 - Mapa do balanço hídrico nas Regiões Hídricas – Cenário de disponibilidade: Q90.....                         | 105 |
| Prancha 7.1.2 - Mapa do balanço hídrico nas Regiões Hídricas – Cenário de disponibilidade: Q95.....                         | 106 |
| Prancha 7.1.3 - Resultado do modelo de simulação para o cenário atual – Parâmetro: DBO .....                                | 161 |
| Prancha 7.1.4 - Resultado do modelo de simulação para o cenário atual – Parâmetro: coliformes termotolerantes .....         | 162 |
| Prancha 7.1.5 - Resultado do modelo de simulação para o cenário atual – Parâmetro: Oxigênio Dissolvido.....                 | 163 |
| Prancha 7.1.6 - Resultado do modelo de simulação para o cenário atual – Parâmetro: Fósforo total .....                      | 164 |
| Prancha 7.1.7 - Classificação geral da qualidade dos trechos em função do cenário atual de simulação .....                  | 165 |
| Prancha 7.2.1 - Mapa do balanço hídrico considerando o cenário de curto prazo (2018) – Cenário de disponibilidade: Q90..... | 171 |
| Prancha 7.2.2 - Mapa do balanço hídrico considerando o cenário de médio prazo (2026) – Cenário de disponibilidade: Q90..... | 172 |
| Prancha 7.2.3 - Mapa do balanço hídrico considerando o cenário de longo prazo (2034) – Cenário de disponibilidade: Q90..... | 173 |
| Prancha 7.2.4 - Resultado do modelo de simulação para o cenário 2018 – Parâmetro: Coliformes.....                           | 179 |

|                                                                                                   |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Prancha 7.2.5 - Resultado do modelo de simulação para o cenário 2026 – Parâmetro: Coliformes..... | 180 |
| Prancha 7.2.6 - Resultado do modelo de simulação para o cenário 2034 – Parâmetro: Coliformes..... | 181 |
| Prancha 7.2.7 - Resultado do modelo de simulação para o cenário 2018 – Parâmetro: DBO .....       | 182 |
| Prancha 7.2.8 - Resultado do modelo de simulação para o cenário 2026 – Parâmetro: DBO .....       | 183 |
| Prancha 7.2.9 - Resultado do modelo de simulação para o cenário 2034 – Parâmetro: DBO .....       | 184 |
| Prancha 7.2.10 - Resultado do modelo de simulação para o cenário 2018 – Parâmetro: Fósforo.....   | 185 |
| Prancha 7.2.11 - Resultado do modelo de simulação para o cenário 2026 – Parâmetro: Fósforo.....   | 186 |
| Prancha 7.2.12 - Resultado do modelo de simulação para o cenário 2034 – Parâmetro: Fósforo.....   | 187 |
| Prancha 7.2.13 - Resultado do modelo de simulação para o cenário 2018 – Parâmetro: OD .....       | 188 |
| Prancha 7.2.14 - Resultado do modelo de simulação para o cenário 2026 – Parâmetro: OD .....       | 189 |
| Prancha 7.2.15 - Resultado do modelo de simulação para o cenário 2034 – Parâmetro: OD .....       | 190 |
| Prancha 7.2.16 - Resultado do modelo de simulação para o cenário 2018 – Classe Geral .....        | 192 |
| Prancha 7.2.17 - Resultado do modelo de simulação para o cenário 2026 – Classe Geral .....        | 193 |
| Prancha 7.2.18 - Resultado do modelo de simulação para o cenário 2034 – Classe Geral .....        | 194 |

## 1. INTRODUÇÃO

O presente relatório (REA) apresenta os principais resultados da Fase A (Diagnóstico e dos Recursos Hídricos das Regiões Hidrográficas dos rios Jucu e Santa Maria da Vitória), integrante do Processo de Enquadramento dos Corpos de Água em Classes e Plano de Bacia para os Rios Santa Maria da Vitória e Jucu – Fases A, B e C.

No âmbito geral, o trabalho contratado abrange as seguintes cinco fases:

- Fase Inicial – Atividades Preliminares (AP)
- Fase A – Diagnóstico Prognóstico Recursos Hídricos
- Fase B – Cenários Futuros e Enquadramento
- Fase C – Programa de Ações
- Fase Final – Elaboração do Relatório Síntese (F)

A **Fase A**, objeto deste relatório é composta por quatro atividades a saber:

### **Atividade A.1. Identificação, avaliação e consolidação das informações existentes:**

- Tarefa A.1.0. Identificação e definição das variáveis a serem utilizadas no estudo
- Tarefa A.1.1. Coleta e Sistematização das Informações Existentes
- Tarefa A.1.2. Estruturação e disponibilização de uma base de dados compatível com o Sistema de Informações de Recursos Hídricos da AGERH.
- Tarefa A.1.3. Definição das Unidades de Planejamento
- Tarefa A.1.4. Levantamento de Programas, Ações e Projetos e Intervenções Previstas na Bacia

### **Atividade A.2. – Obtenção de informações complementares**

- Tarefa A.2.1. Qualidade das Águas Superficiais
- Tarefa A.2.2. Quantidade das Águas Superficiais
- Tarefa A.2.3. Levantamento de pontos ou trechos sujeitos a eventos críticos

### **Atividade A.3. – Consolidação do Diagnóstico**

- Tarefa A.3.1. Uso do Solo
- Tarefa A.3.2. Diagnóstico das Disponibilidades
- Tarefa A.3.3. Diagnóstico das Demandas
- Tarefa A.3.4. Balanços Hídricos Atuais

### **Atividade A.4. Balanços Hídricos Futuros Tendenciais**

O presente Relatório REA tem como objetivo ser uma síntese executiva dos principais resultados obtidos na Fase A (com maior ênfase nas Atividades A.3 e A.4) do Processo de Enquadramento dos Corpos de Água em Classes e Plano de Bacia para os Rios Santa Maria da Vitória e Jucu – Fases A, B e C. Por este motivo, é importante destacar que os mesmos resultados foram apresentados, em maior nível de detalhe, nos Relatórios Técnicos 1 e 2 (RT1 e RT2), conforme previsto no Termo de Referência.

## 2. ASPECTOS HISTÓRICOS

No presente item, apresenta-se uma síntese do capítulo 3 do Relatório Técnico RT1 (Aspectos Históricos), enfocando, em especial, o item 3.1 – Aspectos Históricos de Formação Regional. No capítulo 3 do RT1 foram caracterizados, em maior detalhe, os processos de formação social, institucional, legal e cultural da Regiões Hidrográficas (RH's) dos rios Jucu (RHJ) e Santa Maria da Vitória (RHSMV), no intuito de subsidiar a mobilização social para a elaboração do Plano.

Pela relevância destas RH's na configuração estadual, composta, na quase totalidade, pelos municípios de região metropolitana e alguns da região serrana, o enredo de formação dos mesmos se desenvolve como a própria constituição do estado do Espírito Santo. Deste modo, a apresentação transcorrerá de maneira geral sob a ótica da evolução do estado, evidenciando, quando válido, aspectos municipais. A Figura 2.1 apresenta a localização da RHJ (1.817,25 km<sup>2</sup>) e RHSMV (1.817,25 km<sup>2</sup>) no contexto estadual.

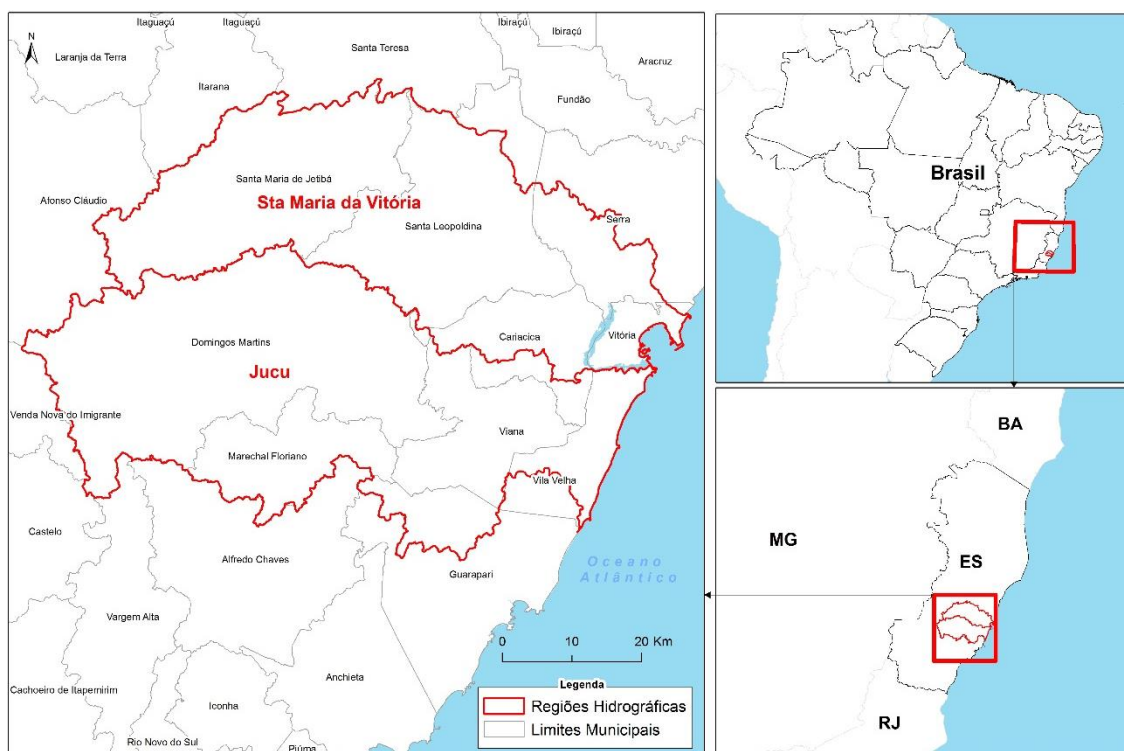


Figura 2.1 – Localização das Regiões Hidrográficas dos rios Jucu e Santa Maria da Vitória

### 2.1 Os primeiros séculos

Inicialmente, a região do atual estado do Espírito Santo era habitada por diversas tribos indígenas, pertencentes ao tronco Tupi. As tribos do interior eram chamadas de Botocudos. Em 23 de maio de 1535, o fidalgo português Vasco Fernandes Coutinho aportou em terras da capitania, que lhe destinara o rei D. João III. Como era um domíngio do Espírito Santo, chamou de vila do Espírito Santo a povoação que mandou construir, onde hoje se situa a Prainha, na cidade de Vila Velha.

Durante o século XVII, o desinteresse dos donatários hereditários da capitania resultou no abandono de investimentos na mesma, perpetuando a difícil situação de vida da população residente, ocorrendo, apenas, o desenvolvimento do comércio e da lavoura, mas em escala local.

A descoberta de ouro nas Minas Gerais no século XVIII trouxe para a capitania um efeito contrário, pois, devido aos cuidados do monopólio real e receio de invasão estrangeira às Minas Gerais a partir do Espírito Santo, tomaram-se medidas para fortificar melhor a capitania, enquanto, por ordem real, ficou proibido o prosseguimento das explorações, impedindo-se a abertura de entradas para as minas. A colonização, portanto, continuou sem maiores progressos, embora em 1741 fosse criada a comarca de Vitória, que abrangia São Salvador de Campos e São João da Barra. A expulsão dos jesuítas, em 1759, também contribuiu para o esvaziamento relativo da região.

Apenas no início do século XIX, já com a decadência do ciclo do ouro, é que se diminuem as barreiras impositivas sobre a região. Inicia-se, neste momento, um projeto de desenvolvimento para o Espírito Santo e a primeira medida foi estreitar ligações com a capitania de Minas Gerais, através da abertura de estradas e navegação do rio Doce. Também estava no plano ampliar a ocupação da capitania, através da ampliação dos cultivos e pelo povoamento do território.

O período colonial encerrou-se com a consolidação da ocupação do território e com a ampliação da base demográfica, o que pode ser constatado no levantamento estatístico realizado em 1817, onde foi registrada a presença de 24.587 habitantes na capitania, distribuídos em seis vilas, oito povoados e oito freguesias.

## **2.2 A colonização imigrante e a agricultura**

Com a independência, o governo provincial enfrentou séria crise econômica nos primeiros anos da década de 1820, ocasionada pela diminuição da produção agrícola em razão da prolongada estiagem. Mesmo assim, iniciou a cultura cafeeira. Para tanto, incentivou-se a ocupação de terras por colonos europeus imigrantes os quais, em 1905, representavam a quarta parte dos habitantes do estado.

Rapidamente, as antigas áreas de pastoreio pontilharam-se de pequenos estabelecimentos agrícolas, que demonstraram grande força expansiva. As colônias de Santa Isabel e Santa Leopoldina, por exemplo, criaram desdobramentos, através de todo o planalto, entre os rios Jucu e Santa Maria da Vitória.

O principal produto de valor econômico nas propriedades rurais, desde o início, foi o café, que já contava com um sistema de comercialização, pois, há décadas, a economia do Espírito Santo era agroexportadora, baseada nessa comercialização. Com a quase inexistência de estradas e de outros meios de transporte economicamente viáveis para longas distâncias, foram utilizados os rios navegáveis da região, como o rio Santa Maria da Vitória e o rio Jucu.

Neste contexto, na região litorânea central ocorreu a construção de estradas de ferro, expansão do ensino, organização de planos urbanos, instalação de água, luz, esgoto, bondes elétricos e de uma fazenda-modelo em Cariacica. Com a irradiação ferroviária que o café suscitou em meados do século XIX, o Espírito Santo beneficiou-se da rede de leitos que ligavam as áreas produtoras. Apesar de situada fora da região de cultivo, a cidade de Vitória foi a que mais progrediu em decorrência da lavoura cafeeira,



sendo que, desde 1879, ocorreram os primeiros estudos destinados à construção do porto, que deveria escoar toda a produção da província.

Em 1850, a configuração territorial do Espírito Santo já assinalava a existência de dez municípios: Vitória, Serra, Nova Almeida, Linhares, São Mateus, Espírito Santo, Guarapari, Benevente (hoje Anchieta) e Itapemirim. Ainda no final do século XIX, coincidindo com a fixação da constituição estadual (1891 e 1892), o governador eleito recorreu a reformas e incentivos econômicos que deram novo impulso ao estado. A fim de assegurar uma receita mais sólida, levantou empréstimos externos, que favoreceram à lavoura cafeeira e permitiram maiores investimentos agrícolas. O Espírito Santo obteve, assim, uma arrecadação cinco vezes mais alta do que a antiga província que, dentre outros efeitos, proporcionou as obras de saneamento de Vitória.

### 2.3 Industrialização e metropolização

A iniciativa industrial capixaba, quando do início da crise da cafeicultura, em meados dos anos de 1950, era pouco expressiva e ainda muito dependente da atividade de beneficiamento do café. O parque industrial capixaba tinha reduzidas proporções e era muito pouco diversificado. Com a desvalorização dos preços do café, surge a necessidade de diversificar a fonte de renda.

Cabe ressaltar que, na década de 1950, o setor industrial passou a receber impactos positivos do início da implantação de importantes projetos industriais implantados sob orientação do governo federal. Contudo, os dois primeiros projetos instalados na região só vieram a gerar reflexos sobre o crescimento da produção industrial na década de 1960 (plantas da Companhia Ferro e Aço de Vitória (Cofavi) e da Itabura Agroindustrial (fábrica de cimento). Surgem, concomitantemente, iniciativas ligadas ao segmento madeireiro, alimentar, têxtil, dentre outras.

Os investimentos federais não se restringiram às indústrias. Ainda na década de 1960, foram construídas duas importantes usinas de geração de energia elétrica no rio Santa Maria da Vitória, referentes à PCH de Rio Bonito e à UHE de Suíça. A pavimentação das duas principais rodovias federais no estado, durante a década de 1960, as BR 101 e BR 262, permitiram a integração definitiva do Espírito Santo às demais regiões do país e, principalmente, essas obras facilitaram a ligação do interior do estado com a sua capital.

Nos anos 1970, a economia capixaba inicia um ciclo de diversificação pela via industrial e que foi marcado pela instalação e expansão, de forma concentrada na Região Metropolitana, de grandes unidades industriais focadas na produção de bens intermediários, como a implantação das usinas de pelotização da companhia Vale do rio Doce e da Companhia Siderúrgica de Tubarão.

Assim, ao longo das décadas de 1960 a 1980, o conglomerado urbano foi se expandindo e os problemas sociais se multiplicando. Essas mudanças econômicas e sociais trouxeram também impactos negativos para o meio ambiente. Os serviços de saneamento básico (drenagem, abastecimento de água e coleta/tratamento de esgotos) não acompanharam a urbanização, áreas de risco, com alta declividade, de proteção ambiental e os mangues foram ocupados com moradias em condições precárias. A poluição do ar, por partículas em suspensão, tornou-se um problema cotidiano de grandes dimensões e a coleta e disposição dos resíduos sólidos tornaram-se desafios de crescente magnitude.

Já no setor agropecuário do estado, mesmo que tardiamente, verificou-se um intenso processo de crescimento econômico e de modernização no campo, com a expansão da empresa rural e a disseminação do uso de novas técnicas de cultivo e de insumos industriais modernos. Ao lado disso, verificou-se também, o aumento da concentração da posse da terra e a disseminação de relações de assalariamento e a consequente perda de importância das tradicionais relações de produção familiar e de parceria.

Com relação às consequências dessas mudanças, pode-se dizer que, tanto pela implantação dos grandes projetos para o cultivo de monoculturas, como na erradicação dos cafezais, nas pequenas propriedades agrícolas, um grande contingente de trabalhadores rurais (proprietários, meeiros, arrendatários, camaradas, posseiros) precisou migrar à procura de trabalho. O maior contingente veio a se estabelecer na periferia das cidades da grande Vitória que, como dito acima, também passava por transformações socioeconômicas, que tinham como objetivo modernizar a economia do estado.

## 2.4 Aspectos demográficos municipais

A população total dos 10 municípios<sup>1</sup> integrantes das Regiões Hidrográficas dos rios Jucu e Santa Maria da Vitória, estimada para o ano de 2013, é de 1.850.793 habitantes, equivalendo a 50,7% da população projetada de todo o estado do Espírito Santo. Os dados de população municipal foram estimados, pelo Plano de Bacia, com base nas informações do IBGE.

Majoritariamente esta parcela da população se concentra nos seis municípios da Região Metropolitana da Grande Vitória que estão nas áreas das Regiões Hidrográficas dos rios Jucu e Santa Maria da Vitória (Cariacica, Guarapari, Serra, Viana, Vila Velha e Vitória), representando no total 48,0% da população estadual. Os demais municípios compõem parcela da região serrana do estado (Domingos Martins, Marechal Floriano, Santa Leopoldina e Santa Maria de Jetibá) e possuem um dinamismo socioeconômico distinto, com cerca de 12 mil habitantes em Santa Leopoldina e 35 mil habitantes em Santa Maria de Jetibá, contrapondo os cerca de 440 mil habitantes de Serra.

A estimativa da população que reside dentro da área das Regiões Hidrográficas foi efetuada considerando o percentual da área total e urbana de cada município que se insere nas mesmas. Estima-se que a população das Regiões Hidrográficas dos rios Santa Maria da Vitória e Jucu é de 1.346.790 habitantes e sua distribuição entre os municípios pode ser observada, respectivamente, no Quadro 2.4.1 e no Quadro 2.4.2.

---

<sup>1</sup>Registra-se a presença dos municípios de: Afonso Cláudio, Alfredo Chaves, Castelo, Itarana, Santa Teresa, Vargem Alta, Venda Nova do Imigrante. Porém os mesmos não farão parte da lista principal de municípios, porque têm porções territoriais muito pequenas inseridas nas Regiões Hidrográficas (corresponde a 6,80 km<sup>2</sup>, referente a 0,0017% da área total das RH's) do presente Plano e considerando também que o Mapa de Gestão de Recursos Hídricos do Estado do ES, no qual as Regiões Hidrográficas dos rios Jucu e Santa Maria da Vitória compõem, em conjunto, a UGRH Litoral Central não os inclui.

Quadro 2.4.1 - População proporcional à área da Região Hidrográfica do rio Santa Maria da Vitória, por município.

| Município*            | Área na RH (km²) | Área do Município na RH (%) | Área Urbana na RH (%) | Pop. Urbana na RH | Pop. Rural na RH | Pop. Total na RH |
|-----------------------|------------------|-----------------------------|-----------------------|-------------------|------------------|------------------|
| Afonso Cláudio        | 1,17             | 0,12%                       | 0%                    | 0                 | 19               | 19               |
| Cariacica             | 195,42           | 70,04%                      | 54%                   | 186.448           | 8.497            | 194.945          |
| Domingos Martins      | 2,57             | 0,21%                       | 0%                    | 0                 | 51               | 51               |
| Itarana               | 0,56             | 0,18%                       | 0%                    | 0                 | 12               | 12               |
| Santa Leopoldina      | 624,16           | 86,93%                      | 100%                  | 2.600             | 8.320            | 10.920           |
| Santa Maria de Jetibá | 731,45           | 99,47%                      | 100%                  | 12.422            | 23.439           | 35.861           |
| Santa Teresa          | 1,28             | 0,19%                       | 0%                    | 0                 | 19               | 19               |
| Serra                 | 177,32           | 32,39%                      | 18%                   | 79.346            | 1.080            | 80.425           |
| Viana                 | 0,43             | 0,14%                       | 0%                    | 0                 | 8                | 8                |
| Vila Velha            | 0,36             | 0,17%                       | 0%                    | 1.910             | 1                | 1.911            |
| Vitória               | 82,52            | 94,88%                      | 94%                   | 317.339           | 0                | 317.339          |
| <b>Total</b>          | <b>1.817,25</b>  | <b>-</b>                    | <b>-</b>              | <b>600.066</b>    | <b>41.446</b>    | <b>641.512</b>   |

\*Grifados em cinza municípios que não fazem parte da lista principal de municípios da RH.

Quadro 2.4.2 - População proporcional à área da Região Hidrográfica do rio Jucu, por município.

| Município*            | Área na RH (km²) | Área do Município na RH (%) | Área Urbana na RH (%) | Pop. Urbana na RH | Pop. Rural na RH | Pop. Total na RH |
|-----------------------|------------------|-----------------------------|-----------------------|-------------------|------------------|------------------|
| Afonso Cláudio        | 0,41             | 0,04%                       | 0%                    | 0                 | 6                | 6                |
| Alfredo Chaves        | 1,76             | 0,29%                       | 0%                    | 0                 | 22               | 22               |
| Cariacica             | 83,58            | 29,96%                      | 46%                   | 158.644           | 2.838            | 161.482          |
| Castelo               | 0,10             | 0,02%                       | 0%                    | 0                 | 2                | 2                |
| Domingos Martins      | 1.222,62         | 99,45%                      | 100%                  | 7.838             | 24.271           | 32.109           |
| Guarapari             | 125,81           | 21,22%                      | 0,03%                 | 36                | 1.132            | 1.168            |
| Marechal Floriano     | 284,31           | 99,62%                      | 95%                   | 7.428             | 7.148            | 14.575           |
| Santa Leopoldina      | 0,17             | 0,02%                       | 0%                    | 0                 | 2                | 2                |
| Santa Maria de Jetibá | 0,47             | 0,06%                       | 0%                    | 0                 | 15               | 15               |
| Vargem Alta           | 0,35             | 0,08%                       | 0%                    | 0                 | 11               | 11               |
| Venda Nova do Imigr.  | 1,19             | 0,64%                       | 0%                    | 0                 | 41               | 41               |
| Viana                 | 311,16           | 99,66%                      | 100%                  | 63.236            | 5.673            | 68.909           |
| Vila Velha            | 151,06           | 71,98%                      | 98%                   | 425.632           | 1.302            | 426.935          |
| Vitória               | 0,15             | 0,17%                       | 0%                    | 0                 | 0                | 0                |
| <b>Total</b>          | <b>2.183,13</b>  |                             |                       | <b>662.814</b>    | <b>42.463</b>    | <b>705.277</b>   |

\*Grifados em cinza municípios que não fazem parte da lista principal de municípios da RH.

Destaca-se que nos anexos do Relatório RT1 pode-se observar os percentuais de áreas urbanas e rurais em cada Unidade de Planejamento das RH's.

Outros aspectos populacionais dos municípios analisados, no âmbito do Relatório RT1, referem-se à população total municipal, estimada para o ano de 2013, à

densidade demográfica municipal, à distribuição desta população em domicílios urbanos ou rurais e o crescimento populacional, considerando os censos do IBGE de 1990, 2000 e 2010.

A seguir observam-se os aspectos socioeconômicos dos municípios integrantes das RH's analisadas.

## 2.5 Aspectos socioeconômicos dos municípios

As Regiões Hidrográficas dos rios Jucu e Santa Maria da Vitória apontam para a existência de dois cenários espaciais, onde se destacam as atividades urbano-industriais dos municípios pertencentes à Região Metropolitana de Vitória, e a atividade agropecuária das cidades que compõem parcela da região serrana do Estado.

Para compreender melhor a composição das cadeias produtivas municipais e estadual, segregaram-se os setores econômicos, para o PIB de 2010. Esta decomposição é apresentada no Quadro 2.5.1.

Quadro 2.5.1- Valor adicionado por setor e município, em 2010.

| Município             | Valor adicionado por setor (R\$ mil) - 2010 |                                     |                 |                 |           |
|-----------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------|
|                       | Agropecuár.                                 | Indústria,<br>Construção e<br>Siup* | Com. e Serv.    |                 | Total     |
|                       |                                             |                                     | Adm.<br>Pública | Demais<br>Ativ. |           |
| Cariacica             | 10.942                                      | 1.048.938                           | 809.196         | 2.212.463       | 4.081.539 |
| Domingos Martins      | 104.187                                     | 40.117                              | 87.021          | 86.521          | 317.846   |
| Guarapari             | 36.547                                      | 176.456                             | 276.200         | 488.296         | 977.499   |
| Marechal Floriano     | 51.677                                      | 25.282                              | 43.834          | 64.915          | 185.709   |
| Santa Leopoldina      | 51.066                                      | 7.770                               | 35.143          | 21.326          | 115.304   |
| Santa Maria de Jetibá | 302.603                                     | 33.736                              | 91.335          | 116.838         | 544.511   |
| Serra                 | 21.214                                      | 4.360.208                           | 1.160.516       | 4.772.732       | 10.314.66 |
| Viana                 | 19.867                                      | 255.798                             | 178.532         | 363.551         | 817.748   |
| Vila Velha            | 12.171                                      | 1.513.311                           | 1.030.583       | 3.254.487       | 5.810.552 |
| Vitória               | 8.020                                       | 5.736.375                           | 1.186.044       | 10.316.35       | 17.246.79 |
| Espírito Santo        | 3.661.583                                   | 16.128.195                          | 8.320.794       | 26.071.16       | 67.507.13 |

Fonte: IJSN (2013). \* SIUP: Serviços de Infraestrutura e Utilidade Pública.

Ao analisar separadamente as regiões, percebe-se que a contribuição ao PIB estadual é majoritariamente da região metropolitana, com 58,1% em 2010, por outro lado, atividades desenvolvidas nos quatro municípios considerados da região serrana corresponderam a 1,7% do PIB estadual, em 2010. No total, os municípios da região metropolitana contribuem com 81,2% do PIB industrial do estado e 82,1% no setor de serviços. Os municípios da região serrana da área de estudo participam da produção de 16,9% dos bens agropecuários do estado.

Com objetivo de ilustrar a distribuição dessa variável, no âmbito municipal, apresenta-se, a seguir, a Figura 2.5.1 e a Figura 2.5.2 com a distribuição do valor por

setor da economia nos PIB's municipais, sendo que para melhor visualização os municípios foram subdivididos em região metropolitana e serrana, respectivamente.

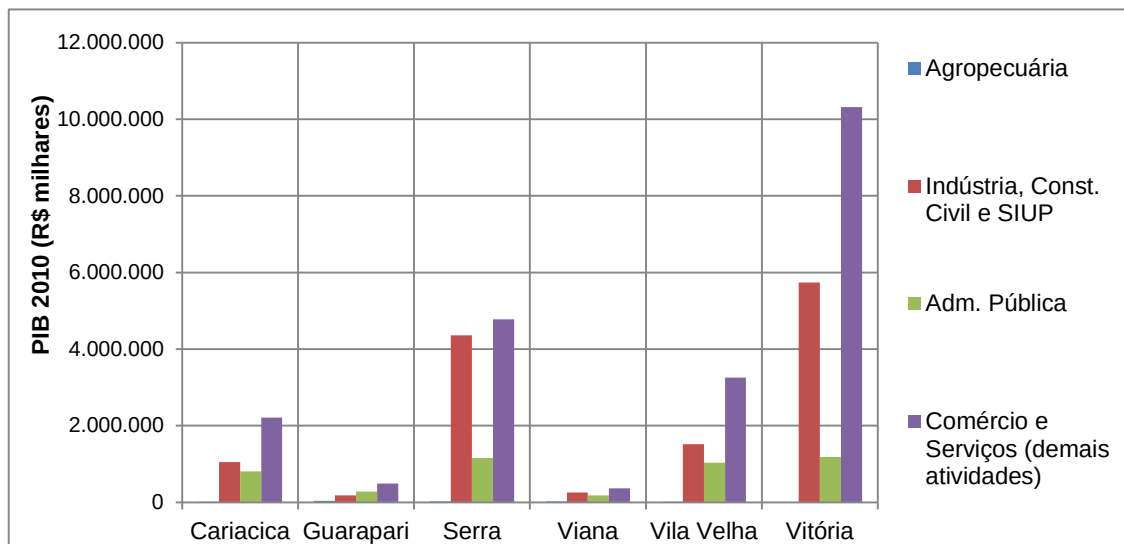


Figura 2.5.1 - Valor adicionado por setor econômico no ano de 2010 para os municípios que integram a Região Metropolitana do Espírito Santo.

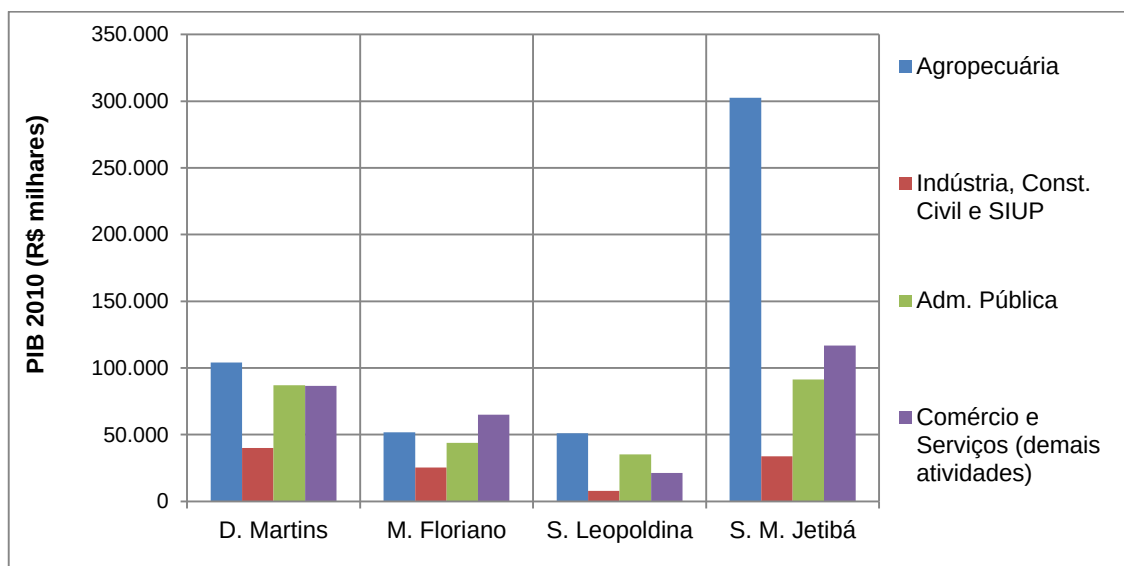


Figura 2.5.2 - Valor adicionado por setor econômico no ano de 2010 para os municípios que integram a Região Serrana do Espírito Santo.

Os municípios metropolitanos possuem predominância nas atividades do setor terciário, de comércio e serviços, compondo mais de 45,0% de cada um, mas a participação relativa do setor industrial (junto com construção e serviços de utilidade pública) também é bastante significativa nestes municípios. O destaque é do município de Serra que tem na indústria a produção de 42,3% de seu PIB.

A importância majoritária do setor primário (agropecuário) na produção de bens e serviços municipais foi de 32,8% em Domingos Martins, 44,3% em Santa Leopoldina e 55,6% em Santa Maria de Jetibá. Apenas Marechal Floriano, nesta região, é

que teve um equilíbrio entre os setores de comércio e serviços e o agropecuário, representando, respectivamente, 30,5% e 27,8% da composição do seu PIB municipal.

No entendimento da riqueza gerada pelos municípios, sob o montante populacional de cada um, foram analisadas as evoluções do PIB per capita dos municípios (Quadro 2.5.2).

Quadro 2.5.2- PIB municipal per capita, em 2010.

| Município             | PIB municipal per capita |               |               |
|-----------------------|--------------------------|---------------|---------------|
|                       | 2000                     | 2005          | 2010          |
| Cariacica             | 3.796                    | 6.598         | 14.055        |
| Domingos Martins      | 5.056                    | 6.703         | 10.589        |
| Guarapari             | 4.097                    | 5.717         | 10.072        |
| Marechal Floriano     | 5.841                    | 9.699         | 13.969        |
| Santa Leopoldina      | 4.375                    | 6.050         | 9.597         |
| Santa Maria de Jetibá | 4.462                    | 9.165         | 16.561        |
| Serra                 | 8.948                    | 18.750        | 31.034        |
| Viana                 | 5.384                    | 10.750        | 15.041        |
| Vila Velha            | 6.555                    | 9.113         | 16.840        |
| Vitória               | 22.737                   | 50.421        | 76.722        |
| <b>Espírito Santo</b> | <b>7.429</b>             | <b>13.855</b> | <b>23.379</b> |

Fonte: IJSN (2013).

O crescimento do PIB per capita do Espírito Santo ao longo dos 10 anos observados foi de 3,1 vezes o valor inicial, o que ocasionou, em 2010, ao PIB capixaba a 6ª posição entre os estados brasileiros. Seguindo este parâmetro, apenas quatro municípios tiveram um crescimento proporcionalmente maior do que o apresentado pelo estado, sendo eles Cariacica (3,7), Santa Maria de Jetibá (3,7), Serra (3,5) e Vitória (3,4), que em 2010, liderou a classificação das capitais brasileiras com o maior PIB per capita. Os menores crescimentos foram gerados por Domingos Martins (2,1), seguido por Santa Leopoldina (2,2) e Marechal Floriano (2,4).

Para análise preliminar das características sociais dos municípios componentes do estudo sobre as Regiões Hidrográficas dos rios Jucu e Santa Maria da Vitória, apresenta-se o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), no quadro abaixo.



Quadro 2.5.3 - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal.

| Município             | IDHM 2013 | Classificação | Componentes |           |          |
|-----------------------|-----------|---------------|-------------|-----------|----------|
|                       |           |               | Renda       | Longevid. | Educação |
| Cariacica             | 0,718     | Alto          | 0,699       | 0,844     | 0,628    |
| Domingos Martins      | 0,669     | Médio         | 0,680       | 0,833     | 0,528    |
| Guarapari             | 0,731     | Alto          | 0,746       | 0,837     | 0,626    |
| Marechal Floriano     | 0,710     | Alto          | 0,715       | 0,849     | 0,589    |
| Santa Leopoldina      | 0,626     | Médio         | 0,646       | 0,797     | 0,477    |
| Santa Maria de Jetibá | 0,671     | Médio         | 0,695       | 0,834     | 0,521    |
| Serra                 | 0,739     | Alto          | 0,72        | 0,844     | 0,664    |
| Viana                 | 0,686     | Médio         | 0,672       | 0,816     | 0,589    |
| Vila Velha            | 0,800     | Muito Alto    | 0,807       | 0,864     | 0,734    |
| Vitória               | 0,845     | Muito Alto    | 0,876       | 0,855     | 0,805    |

Fonte: IJSN (2013).

Dos 10 municípios que compõem as bacias, somente Vitória e Vila Velha são classificadas com o nível Muito Alto de desenvolvimento, o que os coloca como o quarto e o quadragésimo melhores municípios para se viver no ranking federal, respectivamente. Cariacica, Guarapari e Serra classificam-se como cidades de alta qualidade de vida para seus habitantes e Viana, única cidade que compõe a região metropolitana de análise, que se enquadra com aspectos médios de desenvolvimento.

Já nas cidades serranas, destaca-se Marechal Floriano que desponta dos demais municípios, possuindo nível alto de desenvolvimento. Em situação contrária está Santa Leopoldina que tem o menor IDHM entre os municípios analisados (0,626), classificando-se no ranking nacional na 3.561ª posição.

### 3. IDENTIFICAÇÃO E CONSOLIDAÇÃO DAS INFORMAÇÕES EXISTENTES

#### 3.1 Variáveis utilizadas no diagnóstico

Considerando que o diagnóstico e prognóstico dos recursos hídricos das RH's tem por objetivo subsidiar as Fases B e C, foram estudados apenas as variáveis qualitativas de interesse para a gestão dos recursos hídricos, de forma a estabelecer as relações de causa e efeito que determinam as condições de qualidade e quantidade da água nas Regiões Hidrográficas dos rios Santa Maria da Vitória e Jucu.

Importante ressaltar que para assegurar o processo técnico-político no qual consiste o presente Enquadramento e Plano de Bacia, a identificação e definição das variáveis que integram relatório em tela deu-se de forma participativa. Para tal, apresentou-se inicialmente uma lista propositiva de variáveis a serem consideradas na etapa de Diagnóstico, a qual recebeu contribuições e foi validada pela Comissão de Acompanhamento (CA-RGM) e pela Plenária de ambos os Comitês de Bacia.

##### *Lista de variáveis*

**Variáveis de Contexto:** são aquelas que servem de subsídio para localização geográfica ou para o entendimento de outra variável, principalmente as temáticas, e que, por isso, não serão analisadas ou descritas em itens de relatórios técnicos.

- Altimetria (cartografia oficial)
- Rede Hidrográfica
- Limites Municipais
- Rede Viária
- Unidades Administrativas Regionais

**Variáveis Básicas:** são aquelas que traduzem informações basilares ao diagnóstico da situação dos recursos hídricos da bacia, possibilitando, inclusive a inferência sobre variáveis temáticas que são consequências destas; estas variáveis estarão descritas, ou eventualmente analisadas, em itens dos relatórios de maneira integrada, não compondo item específico dos mesmos.

- Dados demográficos (populações municipais urbanas e rurais, densidades populacionais), e sua variação no tempo;
- Dados da produção agrícola (principais culturas, áreas cultivadas e produção agrícola). Uso de fertilizantes, pesticidas e herbicidas;
- PIBs e VABs setoriais municipais;
- Rebanhos municipais, por tipologia
- Dados relativos ao saneamento básico (abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem urbana);
- Cadastro de usuários de água;
- Relação de outorgas (captação e lançamento);
- Cadastro de usos insignificantes;
- Fontes de contaminação pontual e difusa;
- Informações hidrológicas (pluviometria, níveis do mar, termometria, fluviometria e evaporação);
- Aspectos costeiros;
- Informações relativas à qualidade das águas (incluindo biomonitoramento);
- Informações sobre doenças de veiculação hídrica.

**Variáveis Temáticas:** são os principais temas de análise no diagnóstico a ser elaborado, devendo ser analisadas, em maior ou menor detalhe, em função das informações existentes ou geradas, resultando em itens específicos dos relatórios técnicos.

- Unidades de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos (UPGRH's);
- Segmentação da rede hídrica;
- Relação dos meios de comunicação;
- Geologia;
- Hidrogeologia. Dados dos aquíferos: Natureza; Limites e geometria; Parâmetros hidráulicos e piezometria e Balanço hidráulico; relações rio- aquífero;
- Unidades de Conservação;
- Uso e Cobertura do Solo;
- Remanescentes de mata ciliar;
- Adequação do uso do solo;
- Identificação de áreas agricultadas (com ênfase para áreas irrigadas);
- Áreas vulneráveis a cheias e inundações;
- Áreas vulneráveis e de risco de contaminação dos aquíferos;
- Disponibilidades hídricas superficiais e subterrâneas;
- Reservatório de água;
- Potencial de erosão e sedimentação;
- Lançamentos de efluentes e resíduos sólidos;
- Demandas e consumos de água;
- Água e aspectos culturais

### 3.2 Coleta e sistematização das informações existentes

Conforme estabelecido pelo Termo de Referência, o presente Diagnóstico tem como característica a utilização de dados secundários. Deste modo, foram realizadas análises, avaliações e posterior consolidação dos estudos técnicos existentes, através de intensiva busca às bases de dados de órgãos oficiais, projetos de pesquisa, publicações científicas, entre outros, bem como a identificação das informações não disponíveis ou com informações tecnicamente insuficientes. Especial atenção foi dada a estas informações no sentido de buscar inferências e estimativas, como a aplicação de coeficientes, por exemplo, ou ainda através da obtenção de dados primários, como as campanhas de monitoramento da qualidade da água.

É importante destacar o desenvolvimento da Oficina de Validação do Diagnóstico, a partir da qual a comunidade das Regiões Hidrográficas (RH's) contribuiu com indicações de informações complementares, ajustes, correções e/ou citação de outras fontes bibliográficas. No item 5 do Relatório Técnico 2 (RT2) pode-se verificar o retorno da oficina junto à comunidade das RH's. Além da Oficina, outra fonte de informações da comunidade consistiu na aplicação do Roteiro de Informações Municipais junto aos representantes dos Comitês de Bacia e gestores dos municípios componentes das RH's. O referido questionário pode ser observado nos Anexos do Relatório RT1, e, seus resultados, nos Anexos do Relatório RT2.

Ao longo do presente Relatório, as fontes utilizadas são apresentadas sempre quando citadas, porém a descrição completa das fontes utilizadas pode ser verificada no Capítulo 6 - Referências Bibliográficas do Relatório RT2. Importante ressaltar que, tanto o retorno dos questionários, como o retorno da Oficina de Validação, permeiam significativa parte do Diagnóstico e podem ser relacionadas à descrição de todas as variáveis.

### **3.3 Estruturação de base de dados compatível com o Sistema de Informações de Recursos Hídricos da AGERH**

Um sistema de informação geográfica (SIG) consiste na interação entre dados de natureza espacial com processamentos computacionais. Cria-se, assim, um sistema integrador e interativo de informações geográficas georreferenciadas. A partir de um SIG pode-se fazer análises espaciais, bem como tendências de ocorrência de determinados fenômenos e a geração de modelos para os mesmos. Os usos vão desde puramente com fins cartográficos até análises sócio ambientais, sendo este o principal objetivo da utilização do SIG no presente Plano de Recursos Hídricos.

Esta atividade tem por objetivo estruturar um Banco de Dados de Informações Geográficas, no âmbito do Sistema da AGERH, a ser utilizado como ferramenta de trabalho não só durante a execução da Fase A, uma vez que o mesmo deverá ser complementado com os resultados das próximas Fases do Plano (Fases B e C). Desta forma, o Banco de Dados vem sendo devidamente carregado com os dados já coletados e utilizado na manipulação e sistematização de informações para facilitar e agilizar a realização dos estudos, principalmente o cruzamento de informações temáticas e suas especializações nas RH's.

O material não disponível na base digital compatível foi gerado, através das técnicas consagradas para aquisição de dados espaciais: digitalização, interpretação de imagens orbitais ou sub-orbitais e carga de tabelas. O SIG adotado dispõe de interface direta com os modelos e sistema de apoio a decisão utilizados neste trabalho.

Durante o desenvolvimento dos trabalhos, todos os dados espaciais gerados devem ser acrescentados ao Banco de Dados, constituindo-se ao final uma base cartográfica digital completa da RH's.

Deste modo, o Banco de Dados será entregue ao final do Plano, juntamente com manual de operação em SIG. Nesta ocasião, os dados espaciais contidos no Banco de Dados serão apresentados de forma estruturada e consistente, sendo que os arquivos vetoriais serão disponibilizados no formato shapefile e os arquivos raster (MNT, imagens de satélite, etc.) no formato Geotiff, com os respectivos metadados. A estrutura de pastas (diretório dos arquivos) conterá pastas específicas de acordo com as temáticas do Plano de Bacia e em cada pasta será armazenada a composição dos mapas (\*.mxd) e as respectivas simbologias (layer file).

### **3.4 Definição das Unidades de Planejamento**

A segmentação das Regiões Hidrográficas dos rios Jucu e Santa Maria da Vitória em Unidades de Planejamento (UP) consiste basicamente na divisão hidrográfica para fins de análise e apresentação dos resultados relativos ao Diagnóstico (Fase A). Além disto procurou-se, dentro do possível, já estabelecer, nessa divisão física, uma base para a segmentação da rede hidrográfica com vistas ao processo de Enquadramento (Fase B). Contudo, nesta oportunidade poderão ser definidos novos trechos na rede hidrográfica a partir da segmentação inicial resultante da definição das Unidades de Planejamento, sem prejuízos técnicos ao Plano.

Nesses termos, a definição das Unidades de Planejamento consistiu em considerar uma divisão em macro-escala, identificando três compartimentos para as Regiões Hidrográficas dos rios e Santa Maria da Vitória: trechos Alto, Médio e Baixo. Na sequência, foram considerados os afluentes relevantes de seus rios principais.

É importante salientar que a criação de Unidades de Planejamento deve abranger ainda uma noção de identidade, com vistas à mobilização social, considerando a dimensão espacial em questão. Sendo assim, destaca-se que foi elaborada pelo Consórcio uma proposta de segmentação técnica preliminar, a qual foi submetida à aprovação das plenárias dos dois CBH's em reunião ocorrida no dia 30/07/13. Na ocasião, foi sugerido pelo CBH Jucu que a unidade Interbacia rio Aribiri (ou Costeira) fosse agregada à unidade Formate/Marinho.

Como resultado desta reunião tem-se as oito (08) Unidades de Planejamento aprovadas pelos CBH's Jucu e Santa Maria da Vitória, as quais são apresentadas no quadro 3.4.1, na Prancha 3.4.1 e Prancha 3.4.2.

Quadro 3.4.1 – Unidades de Planejamento das Regiões Hidrográficas dos Rios Santa Maria da Vitória e Jucu.

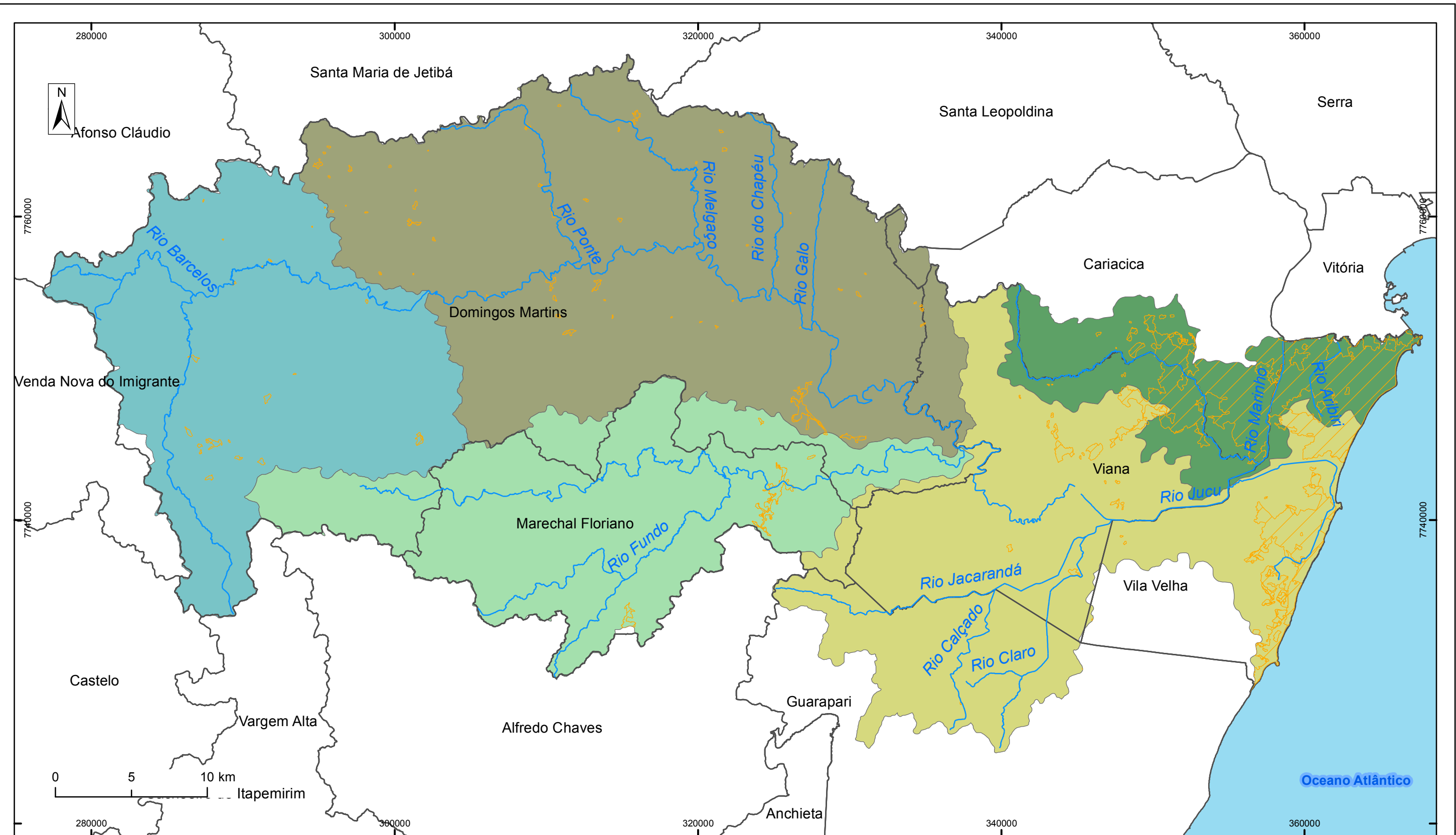
| Região Hidrográfica          | Unidade de Planejamento (UP) | Área (km <sup>2</sup> ) | Municípios                                                                                              | Uso do solo                                                                                                |
|------------------------------|------------------------------|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Santa Maria da Vitória (SMV) | Alto SMV                     | 361,05                  | Santa Maria do Jetibá                                                                                   | Predominantemente rural                                                                                    |
|                              | Médio SMV                    | 946,66                  | Santa Leopoldina <sup>(1)</sup><br>Santa Maria do Jetibá <sup>(1)</sup><br>Cariacica<br>Serra           | Predominantemente rural, com sedes urbanas de médio porte próximas do rio principal                        |
|                              | Baixo SMV                    | 509,54                  | Cariacica <sup>(1)</sup><br>Santa Leopoldina<br>Serra <sup>(1)</sup><br>Vitória <sup>(1)</sup>          | Predominantemente rural com forte urbanização na porção inferior, nas áreas que margeiam a zona estuarina. |
| Jucu                         | Alto Jucu                    | 425,02                  | Domingos Martins                                                                                        | Predominantemente rural                                                                                    |
|                              | Médio Jucu                   | 713,50                  | Cariacica<br>Domingos Martins <sup>(1)</sup><br>Viana                                                   | Predominantemente rural                                                                                    |
|                              | Rio Jucu Braço Sul           | 389,14                  | Domingos Martins<br>Marechal Floriano <sup>(1)</sup>                                                    | Predominantemente rural                                                                                    |
|                              | Baixo Jucu                   | 482,61                  | Domingos Martins<br>Guarapari<br>Marechal Floriano<br>Viana <sup>(1)</sup><br>Vila Velha <sup>(1)</sup> | Predominantemente rural, com áreas densamente urbanizadas junto à foz                                      |
|                              | Formate/Marinho e Costeira   | 172,87                  | Viana<br>Cariacica <sup>(1)</sup><br>Vila Velha <sup>(1)</sup>                                          | Apresenta um forte gradiente espacial: rural (montante) → urbana (jusante)                                 |

<sup>(1)</sup> Perímetro urbano na UP.









LEGENDA

- Rios Principais
- Áreas Urbanas
- Limites Municipais
- Unidades de Planejamento - RH Jucu**
  - Alto Jucu
  - Baixo Jucu
  - Formate/Marinho e Costeira
  - Médio Jucu
  - Rio Jucu Braço Sul

|                                                                                       |                                  |                                                                                                                                                                                |              |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
|                                                                                       |                                  |                                                                                                                                                                                |              |
| 01                                                                                    | EMIÇÃO INICIAL                   | 12/06/2014                                                                                                                                                                     |              |
| Revisão                                                                               | Discriminação                    | Data                                                                                                                                                                           |              |
|  |                                  | <b>PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS</b><br><b>BACIAS DO RIO JUCU E SANTA MARIA DA VITÓRIA</b><br>ESPIRITO SANTO/BR                                                                   |              |
|                                                                                       |                                  | <br> |              |
| Unidade:                                                                              | METRO                            | ASSUNTO                                                                                                                                                                        | Prancha      |
| Fiscalização:                                                                         | IEMA                             | <b>Unidades de Planejamento da Região Hidrográfica do Rio Jucu</b>                                                                                                             | <b>3.4.2</b> |
| Data:                                                                                 | Junho/2014                       |                                                                                                                                                                                | Escala:      |
| Arquivo:                                                                              | IEMA_RIOJUCU_PRH-CG80_UP_Jucu_A3 |                                                                                                                                                                                | 1:250.000    |

### 3.5 Programas, Ações, Projetos e Intervenções Previstas na Bacia

Este capítulo apresenta os principais programas, ações, projetos e intervenções previstos nas RH's relacionados diretamente ou indiretamente aos recursos hídricos.

O Plano Estratégico 2011-2014: Novos Caminhos do Governo do Estado do Espírito Santo tem, em alguns dos seus eixos estratégicos, projetos e ações relacionados aos recursos hídricos. No eixo “Produção do Conhecimento, Inovação e Desenvolvimento” um dos desafios é “Conservar e Recuperar os Recursos Naturais”, já no eixo “Desenvolvimento da Infraestrutura Urbana” um dos desafios é “Minimizar os Efeitos das Cheias e da Escassez de Água e Ampliar a Oferta para Usos Múltiplos”, enquanto que o outro desafio, é “Universalizar o Acesso aos Serviços de Saneamento Básico” (Quadro 3.5.1).

Quadro 3.5.1 – Projetos e Ações dispostos no conforme PPA/ES (2011-2014)

| Eixo                                                 | Estratégia                                                                                                              | Projetos/ações                                                                                                                                                                                                            | Entregas em 2011                                                                                                                                                                               | Entregas até 2014                                                                                                                         |
|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Produção do Conhecimento, Inovação e Desenvolvimento | Ampliar a capacidade de armazenamento de água para irrigação e outros usos no meio rural                                | Construção de barragens para reserva de água                                                                                                                                                                              | Nove barragens em construção                                                                                                                                                                   | 30 barragens construídas                                                                                                                  |
|                                                      | Recuperar a disponibilidade com qualidade dos recursos hídricos                                                         | Implantação do Sistema de Informação de Rec. Hídricos e Rede de Monitoramento                                                                                                                                             | Plano Estratégico de Gestão dos Recursos Hídricos elaborado                                                                                                                                    | Sistema de Informação de Recursos Hídricos e Rede de Monitoramento implantados                                                            |
| Desenvolvimento da Infraestrutura Urbana             | Promover ações integradas para regularização das vazões dos cursos d'água e melhorar oferta de água para usos múltiplos | Elaboração e implantação de projetos de drenagem urbana e de revitalização de rios e canais<br>Execução de obras de infraestrutura hídrica de usos múltiplos e ações de conservação e recuperação de bacias hidrográficas | Dois projetos de desassoreamento, regularização e urbanização dos rios Formate e Marinho<br>Um Projeto Estadual de Recuperação e Conservação dos Recursos Hídricos nas Microbacias consolidado | 28 projetos de infraestrutura hídrica elaborados e 36 obras de infraestrutura hídrica concluídas (barragens coletivas, canais e adutoras) |
|                                                      | Ampliar a cobertura de coleta e tratamento de esgoto pela Cesan                                                         | Apoio aos municípios na elaboração de projetos de infraestrutura hídrica de usos múltiplos                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                           |
|                                                      | Universalizar o Abastecimento de Água nas áreas de concessão da Cesan                                                   | Ampliação/Implantação de sistemas de coleta e tratamento de esgoto                                                                                                                                                        | Construção de 508 km de rede coletora, 50 elevatórias e 04 ETE's                                                                                                                               | 549 km de rede coletora de esgoto, 120 elevatórias e 14 estações de tratamento construídas                                                |
|                                                      | Ampliar a coleta, tratamento e destino final de Resíduos Sólidos Urbanos                                                | Ampliação de sistemas de abastecimento de água                                                                                                                                                                            | 88 km de redes, três reservatórios e 02 ETEs ampliadas/construídas                                                                                                                             | 393 km de redes, nove reservatórios e 11 estações de tratamento ampliadas/construídas                                                     |
|                                                      |                                                                                                                         | Construção e operação de Sistemas Regionais de Transporte e Destinação Final de Resíduos Sólidos                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                | Sistemas regionais de resíduos sólidos nas regiões Doce Oeste, Norte e Sul Serrana e aquisição de 60 caminhões compactadores              |
|                                                      | Ampliar a oferta de água tratada e de coleta, com tratamento de esgoto sanitário, em localidades de pequeno porte       | Apoio à projetos e/ou execução de obras em pequenas localidades<br>Elaboração e implantação de um Projeto Estadual de Saneamento Básico                                                                                   | 10 projetos elaborados e quatro obras executadas<br>Projeto Estadual de Saneamento Básico para pequenas localidades elaborado                                                                  | 30 projetos elaborados e 30 executados                                                                                                    |

Fonte: Plano Estratégico 2011-2014, Novos Caminhos, 2011, p. 61. Disponível em [http://www.planejamento.es.gov.br/Arquivos/PDF/plano\\_estrateg2011\\_2014.pdf](http://www.planejamento.es.gov.br/Arquivos/PDF/plano_estrateg2011_2014.pdf) em maio de 2014.

No Plano Plurianual 2012-2015 (PPA) do Estado do Espírito Santo estão previstos Programas e Ações para as Microrregiões onde estão inseridos os municípios

que compõem a Região Hidrográfica dos rios Santa Maria da Vitória e Jucu. No entanto, o “Programa Água em quantidade e com qualidade no Espírito Santo” ligado à Secretaria de Estado de Saneamento, Habitação e Desenvolvimento Urbano (SEDURB) é o único que tem verba prevista para 2014. Demais programas e ações que fazem parte do PPA como os do Instituto de Desenvolvimento Urbano e Habitação do Espírito Santo (IDURB), da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEAMA), do Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA) e da Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca (SEAG) não têm verba prevista para 2014 (Quadro 3.5.2).

Quadro 3.5.2 – Programas e Ações previstos no Plano Plurianual para as Microrregiões inseridas nas Regiões Hidrográficas dos rios Santa Maria da Vitória e Jucu

|                | PROGRAMA                                                                      | AÇÃO                                                                                                                                                  |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| SEDURB e IDURB | Água em Quantidade e com Qualidade no Espírito Santo                          | Elaboração e implantação de projetos de recuperação e revitalização de rios e canais                                                                  |
|                |                                                                               | Apoio e execução de obras de infraestrutura hídrica de usos múltiplos e desenvolvimento de ações de conservação e recuperação de bacias hidrográficas |
|                |                                                                               | Apoio e elaboração de projetos e/ou execução de obras de saneamento em localidades de pequeno porte                                                   |
|                |                                                                               | Implementação e/ou apoio às ações voltadas para mitigação dos efeitos das cheias e secas                                                              |
|                | Destinação Final de Resíduos Sólidos                                          | Construção e operação de sistemas regionais de transporte e destinação final de resíduos sólidos                                                      |
|                | Gestão da Política de Saneamento, Habitação, Desenv. Urb. e Recursos Hídricos | Execução de serviços de apoio técnico                                                                                                                 |
| SEAMA          | Gestão da Política Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos              | Coordenação e gestão sistêmica do meio ambiente e recursos hídricos                                                                                   |
| IEMA           | Educação Ambiental e Práticas Sustentáveis                                    | Fortalecimento da educação ambiental na gestão ambiental                                                                                              |
|                | Fortalecimento do Controle Ambiental                                          | Formação e fomento de multiplicadores das práticas sustentáveis e do monitoramento ambiental                                                          |
|                |                                                                               | Licenciamento ambiental                                                                                                                               |
|                | Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos                        | Gestão do sistema estadual de resíduos sólidos do ES                                                                                                  |
|                |                                                                               | Desenvolvimento do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos                                                                             |
|                |                                                                               | Implantação do sistema de informação de recursos hídricos e da rede de monitoramento hidrológica                                                      |
|                |                                                                               | Implementação de instrumentos de gestão de recursos hídricos                                                                                          |
| SEAG           | Adaptação às mudanças climáticas                                              | Monitoramento da quantidade e da qualidade dos rec. hídricos                                                                                          |
|                | Ampliação da cobertura vegetal                                                | Concessão de financiamento (BANDES) visando ações de conservação em áreas de interesse para recursos hídricos                                         |
|                |                                                                               | Atendimento à população rural em situações de emergência                                                                                              |
|                |                                                                               | Apoio à instalação de viveiros para produção de mudas e essências florestais                                                                          |
|                | Descentralização e Harmonização do Desenvolvimento                            | Adequação ambiental de propriedades rurais                                                                                                            |
|                |                                                                               | Proteção dos recursos naturais renováveis                                                                                                             |
|                |                                                                               | Fortalecimento da Pesca e Aquicultura                                                                                                                 |

Fonte: Plano Plurianual do Estado do ES 2012-2015. Governo do Estado do Espírito Santo, Relatório Sobre Execução Programática 2012. Março/2013. Disponível em maio de 2014: [http://www.planejamento.es.gov.br/Arquivos/PDF/ppa\\_20122015/relatorios/Relatorio%20de%20Execucao%20Fisica%20e%20Financeira%202012.pdf](http://www.planejamento.es.gov.br/Arquivos/PDF/ppa_20122015/relatorios/Relatorio%20de%20Execucao%20Fisica%20e%20Financeira%202012.pdf).

A Companhia Espírito Santense de Saneamento (CESAN) também tem Programas e Projetos em desenvolvimento que contemplam as Bacias Hidrográficas dos

Rios Santa Maria da Vitória e Jucu. Os mesmos são apresentados a seguir (Quadro 3.5.3).

Quadro 3.5.3 - Programas e Projetos previstos pela CESAN na RHJ e RHSMV

| PROGRAMA/PROJ. | OBJETIVOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CESAN          | Incrementar a produção de água bem como melhorar a sua qualidade;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|                | Contribuir com o governo estadual no aumento da cobertura florestal;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|                | Difundir boas práticas de conservação de solos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|                | Programa das Águas e Paisagens                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                | Melhorar a gestão sustentável dos recursos hídricos e ampliar o acesso ao saneamento básico, assim como proporcionar o uso racional dos solos.                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                | Projeto Mangaraí                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|                | Articular esforços e ações para reduzir os sedimentos presentes no rio Mangaraí, ampliando a quantidade e qualidade da água utilizada na Grande Vitória. Para isso serão feitas ações de reflorestamento, recomposição de estradas de terra e gestão das águas, junto aos produtores agrícolas da região.                                                                                            |
| CESAN          | Programa Se liga na Rede                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|                | Alcançar 80 mil ligações, em três anos, nas cidades de Cariacica, Guarapari, Serra, Vila Velha e Vitória, contemplando a Região do Baixo Santa Maria da Vitória.                                                                                                                                                                                                                                     |
|                | Programa de Monitoramento Ambiental de Obras de Saneamento                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|                | Mensurar os impactos positivos nos recursos hídricos das obras do Programa Águas Limpas em municípios da RMGV (Serra, Vitória, Vila Velha, Cariacica e Guarapari), da região Serrana (Santa Maria de Jetibá, Santa Leopoldina e Marechal Floriano) e região do Caparaó (Irupi, Iúna, Divino de São Lourenço e Dolores do Rio Preto)                                                                  |
| CESAN          | Programa de controle e redução de perdas de água na Grande Vitória                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                | Reduzir o índice de perdas a um nível considerado aceitável a partir da implantação das ações e diretrizes previstas no Plano Diretor de Controle e Redução de Perdas da CESAN.                                                                                                                                                                                                                      |
| CESAN          | Estações de Tratamento Esgotos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                | No município de Serra, observa-se que existe uma estação de tratamento de esgotos - ETE que ainda se encontra em construção (Serra Sede), e outra (Jardim Carapina) prevista mas que, atualmente, apenas coleta o esgoto e o lança no corpo hídrico sem nenhum tratamento. Há uma ETE em construção em Marechal Floriano (Sede) e uma ETE já construída mas não operando em Santa Leopoldina (Sede). |

Fonte: CESAN, 2014 Disponível em [http://www.cesan.com.br/?page\\_id=384em](http://www.cesan.com.br/?page_id=384em) maio de 2014.

O Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER) operacionaliza os seguintes programas, alguns em conjunto com a SEAG e com o Sistema SEAMA/IEMA, como por exemplo o Projeto Corredores Ecológicos:

- Programa Campo Sustentável;
- Programa Extensão Florestal;
- Projeto Corredores Ecológicos;
- Programa de Desenvolvimento Rural Sustentável;
- Ciência, tecnologia e inovação em agroecologia;
- Programa de expansão da Heveicultura Capixaba – Probores;
- Programa de Pesca e Aquicultura;
- Projeto Frutos da Mata Atlântica;
- Plantas Bioativas; Café de qualidade; Morango sustentável; Palmáceas, etc.
- Projeto Biomas Mata Atlântica – Ações pontuais.
- Estudo sobre a utilização de esgoto para adubação de solos (Incaper e Cesan), ainda não aplicado na bacia.

No âmbito do IEMA cabe destacar ainda outros dois programas: Reflorestar e Florestas para Vida (este último é financiador do presente estudo).

- Projeto Florestas para a Vida: Projeto de Restauração e Conservação da Biodiversidade e dos Recursos Hídricos no Estado do Espírito Santo, nas Bacias dos Rios Jucu e Santa Maria da Vitória, financiador do plano de bacia.
- Projeto Reflorestar: recuperar e preservar as áreas remanescentes de mata atlântica, criando oportunidade de renda para os produtores rurais.



Já no âmbito do Conselho de Desenvolvimento da Região Metropolitana de Vitória – COMDEVIT, foram desenvolvidos diversos projetos cujos seus resultados apresentam análises de cenários de desenvolvimento para a RMGV, como projetos que possuem documentos/projetos concluídos tem-se (alguns já estão em outras secretarias para execução):

- Desassoreamento e regularização de leitos e margens dos rios Jucu, Marinho e Formate.
- Plano Diretor de Resíduos Sólidos da Região Metropolitana.
- Estudo de uso e ocupação do solo e circulação urbana da RMGV.
- Plano Integrado de uso público das áreas naturais protegidas da RMGV.

Também se destaca a criação do Pólo Oeste da Aquicultura e Pesca (operacionalizado pela SEAG) e a perspectiva da utilização de catamarãs para o transporte de pessoas (projeto do Estado, em curso), ligando os municípios de Vitória, Vila Velha e Cariacica.

Em agosto de 2013 foram enviados questionários para as Prefeituras Municipais dos dez municípios que fazem parte das RH's. Os resultados dos municípios que responderam este item do questionário estão elencados no quadro abaixo. Ressalta-se, entretanto, que não foram explicitados os períodos definidos para a implantação dos mesmos.

Quadro 3.5.4- Programas e projetos elencados pela administração municipal

| Município         | Programa/projeto                                                                     |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Cariacica         | Cariacica Recicla                                                                    |
| Domingos Martins  | Programa de educação Ambiental PCH São Pedro                                         |
| Santa Leopoldina  | Bacia do Mangarai                                                                    |
| Marechal Floriano | Programa de gerenciamento integrado de resíduos sólidos Urbanos – Fase de negociação |
| Viana             | Projetos de Educação Ambiental                                                       |

Até abril de 2015 foram disponibilizados somente os Planos Plurianuais (2014-2017) de dois municípios (Domingos Martins e Serra) cujos programas relacionados direta ou indiretamente aos recursos hídricos são apresentados no quadro abaixo.

Quadro 3.5.5 - Planos Plurianuais Municipais (2014-2017)

| Município        | Programa/projeto                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Domingos Martins |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                  | Órgão: 120 - SECRETARIA MUNICIPAL DE OBRAS E SERVIÇOS URBANOS<br>PROGRAMA 0020 - LIMPEZA PÚBLICA<br>OBJETIVO: Coletar lixo domiciliar, proceder varrição dos logradouros e dar destinação final adequada ao lixo, de forma a preservar a qualidade do meio ambiente e a saúde da população.<br>TOTAL: R\$ 15.094.320,00 |
|                  | PROGRAMA: 0019 - INFRAESTRUTURA URBANA E RURAL<br>OBJETIVO: Desenvolver ações que visem melhorar a infraestrutura básica e o desenvolvimento ordenado do município.<br>TOTAL: R\$ 178.760,00                                                                                                                            |
|                  | Órgão: 150 - SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE                                                                                                                                                                                                                                                                      |

Quadro 3.5.5 - Planos Plurianuais Municipais (2014-2017)

| Município | Programa/projeto                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|           | PROGRAMA: 0033 - GESTÃO AMBIENTAL<br>OBJETIVO: Promover a melhoria na qualidade de vida e do meio ambiente por meio da definição de uma política de gestão ambiental.<br>TOTAL: R\$ 156.960,00                                                       |
| Serra     |                                                                                                                                                                                                                                                      |
|           | Órgão: COORDENADORIA DO GOVERNO<br>PROGRAMA: 0020 Saneamento Ambiental<br>OBJETIVO: Universalizar os sistemas de abastecimento de água, esgoto e drenagem.<br>TOTAL: R\$ 2.450.000,00                                                                |
|           | Órgão: SECRETARIA DE SERVIÇOS<br>PROGRAMA: 0110 Serra muito mais limpa<br>OBJETIVO: Garantir a continuidade das atividades de limpeza pública e executar as ações da política de gestão integrada de resíduos sólidos.<br>TOTAL: R\$ 279.564.908,48. |

Fonte: Prefeitura Municipal da Serra. Plano Plurianual (2014-2017). Disponível em <http://www.serra.es.gov.br/seplae/ppa/edicoes> em abril de 2015.

Prefeitura Municipal de Domingos Martins. Plano Plurianual (2014-2017). Disponível em <http://www.domingosmartins.es.gov.br/documentos-e-publicacoes/ldo-loa-e-ppa> em abril de 2015.

Os Planos Diretores Municipais são apresentados no item 4.1 – Caracterização do uso e ocupação atual do solo.

O total de projetos e investimentos privados previstos para os municípios localizados na área das Regiões Hidrográficas dos rios Santa Maria da Vitória e Jucu são apresentados no quadro 3.5.6. A relação completa destes investimentos foi apresentada no item 2.5 do Relatório RT2. Até o fechamento deste relatório não foram obtidas as cartas de viabilidade junto a CESAN, solicitadas para fins de caracterização dos investimentos privados previstos.

Quadro 3.5.6 – Total de investimentos privados anunciados/previstos para os municípios das RH's dos rios Santa Maria da Vitória e Jucu

| Fase*                                      | nº de projetos | Total US\$       | Total R\$       |
|--------------------------------------------|----------------|------------------|-----------------|
| Fase 1: Incerto (em prospecção)            | 12             | 2.170,00         | 1.085,00        |
| Fase 2: Provável (alguma possibilidade)    | 14             | 505,90           | 252,95          |
| Fase 3: Certo (confirmado)                 | 6              | 6.183,20         | 3.091,60        |
| Fase 4: Certo (confirmado conforme IDEIES) | 8              | 1.490,00         | 745,00          |
| <b>Total</b>                               | <b>40</b>      | <b>10.349,10</b> | <b>5.174,55</b> |



## 4. OBTENÇÃO DE INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

### 4.1 Qualidade das Águas Superficiais

A rede de monitoramento de qualidade das águas nas Regiões Hidrográficas dos rios Jucu e Santa Maria da Vitória possui 51 pontos de amostragem em operação, incluindo as redes de monitoramento mantidas pelo IEMA/AGERH (23 pontos) e pela CESAN (28 pontos, sendo 14 nos mananciais de captação e 14 à jusante do lançamento de efluentes).

Os dados obtidos para a elaboração deste estudo foram monitorados pelo IEMA (série de dados 2008-2012). No entanto, atualmente o monitoramento da qualidade das águas encontra-se sob responsabilidade da Agência Estadual de Recursos Hídricos (AGERH).

Sendo assim, as RH's possuem uma boa densidade de pontos de monitoramento da qualidade da água, porém deficiente em alguns pontos de interesse para os objetivos do Plano de Bacia. Estes pontos referem-se a trechos de cabeceira e nos afluentes dos rios principais. Por este motivo, foi estabelecida uma rede complementar, denominada "Consórcio".

Considerando todos os pontos utilizados no Plano de Bacia, observa-se que a densidade de pontos para a RHSMV é de 0,014 pontos/km<sup>2</sup> e para a RHJ é de 0,015 pontos/km<sup>2</sup>. A descrição dos pontos de monitoramento, frequência de coleta e parâmetros analisados é apresentada no item 5.2.1 Qualidade das águas superficiais.

Quadro 4.1.1 - Pontos de monitoramento de qualidade das águas utilizados no Plano

| Fonte                                            | Região Hidrográfica SMV <sup>1</sup> | Região Hidrográfica Jucu <sup>1</sup> |
|--------------------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| IEMA                                             | 9                                    | 14                                    |
| CESAN                                            | 6                                    | 8                                     |
| Consórcio                                        | 11                                   | 11                                    |
| Total                                            | 26                                   | 33                                    |
| Densidade (pontos/km <sup>2</sup> ) <sup>1</sup> | 0,014                                | 0,015                                 |

<sup>1</sup>Área da Região Hidrográfica SMV = 1.800 km<sup>2</sup>, Área da Região Hidrográfica Jucu = 2.200 km<sup>2</sup>.

Cabe destacar que para a caracterização da qualidade das águas nas RH's também foram utilizadas informações complementares de monitoramento de qualidade das águas obtidas junto ao Banco de Dados de Licenciamento Ambiental do IEMA.

### 4.2 Quantidade das Águas Superficiais

A disponibilidade hídrica foi realizada por modelagem hidrológica. Essa atividade envolve a adoção de um modelo chuva-vazão (IPH-MGB) para determinação das vazões em diferentes pontos da bacia hidrográfica, levando em conta as características de relevo, solos e cobertura do solo, sendo que a calibração é realizada com base nos postos fluviométricos disponíveis.

Como resultado, os estudos realizados possibilitaram definir as disponibilidades hídricas para diversas variáveis hidrológicas para cada unidade de planejamento. Além disso, através da modelagem hidrológica realizada por modelo determinístico foi possível estender as séries de vazões para períodos com falhas. Os resultados estão

---

apresentados no além da comparação dos resultados de disponibilidade hídrica obtidos por modelagem matemática e por regionalização hidrológica.

#### **4.3 Levantamento de pontos ou trechos sujeitos a eventos críticos**

Para este estudo foram aplicados questionários aos Membros dos Comitês das RH's, bem como aos representantes do Poder Público dos Municípios. Foi efetuado também, o mapeamento dos eventos críticos, a partir de dados de IEMA (2013), CPRM (2012), Defesa Civil-ES (2010) e Sistema Integrado de Informações sobre Desastres - S2ID (SNPDC, 2014). Salienta-se que os pontos e trechos onde ocorrem eventos como assoreamentos, interrupções de fluxo e cheias serão adicionados ao Banco de Dados de Informações Geográficas do Plano.

##### **4.3.1 Região Hidrográfica do rio Santa Maria da Vitória**

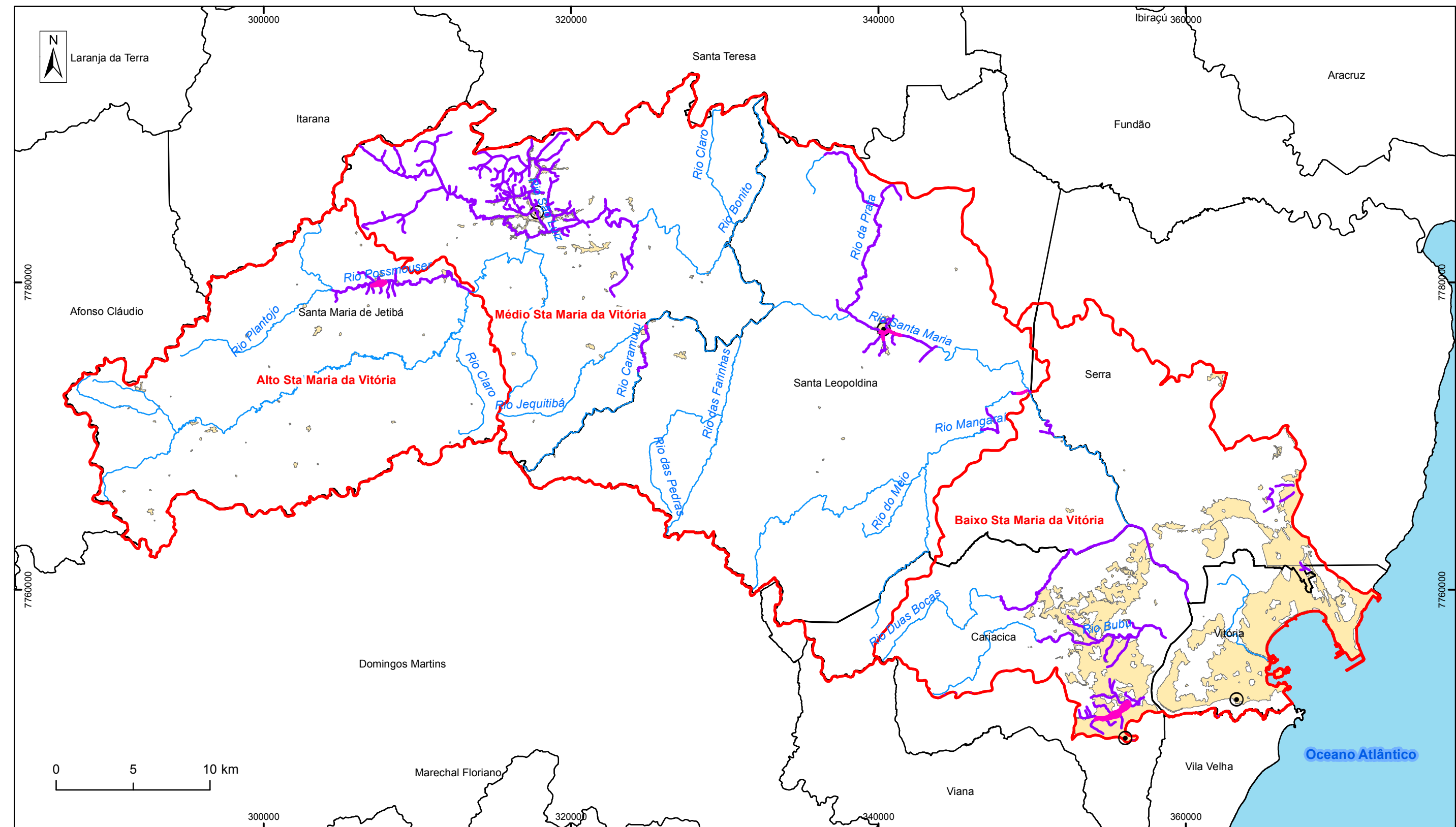
###### **4.3.1.1 Mapeamento de trechos de inundação**

A prancha 4.3.1 espacializa as áreas de alta vulnerabilidade de inundação gradual identificadas em IEMA (2013) e de inundação e enchentes de CPRM (2012). Observa-se que em Santa Maria do Jetibá, especialmente junto a região de sua sede, na área de drenagem da sub-bacia do rio São Luis, se concentram a maior densidade de trechos com alta vulnerabilidade à inundação (IEMA, 2013). Neste mesmo município destaca-se o rio Possmouser por apresentar alta vulnerabilidade às inundações graduais e enxurradas (CPRM, 2012).

Os rios Duas Bocas e Bubu possuem alta vulnerabilidade às inundações graduais na totalidade de seus trechos inseridos em Caricacica. Também neste município, destaca-se que o canal Itanguá transborda mesmo com um volume de chuva baixo o que, segundo CPRM (2012), pode ser atribuído ao elevado grau de assoreamento do mesmo.

De acordo com os questionários aplicados pelo Plano, quanto ao tema de inundações, foi observado que, em geral, os cursos de água de Cariacica e Vila Velha apresentam ocupação indevida de áreas alagadas pela urbanização desordenada.

As informações obtidas nos questionários corroboram com os dados da CPRM (2012) e IEMA (2013). Por exemplo, as áreas críticas de Cariacica junto a sua Sede e Santa Leopoldina na Barra do Mangaraí, foram classificadas por CPRM (2012) como de Alto Risco à inundações e enchentes.



LEGENDA

- ⊙ Sedes Municipais
- Hidrografia
- Rios Principais
- Áreas de Risco de Inundação - IEMA
- Áreas de Risco de Inundação - CPRM
- UPs - Santa Maria da Vitória
- Áreas Urbanas
- Limites Municipais

|                                                                                                                                                                |                                               |                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------|
|                                                                                                                                                                |                                               |                   |
| 01                                                                                                                                                             | EMIÇÃO INICIAL                                | 16/06/2014        |
| Revisão                                                                                                                                                        | Discriminação                                 | Data              |
| <div><div></div><div><p>PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS</p><p><b>BACIAS DO RIO JUCU E SANTA MARIA DA VITÓRIA</b></p><p>ESPIRITO SANTO/BR</p></div><div></div></div> |                                               |                   |
| Unidade:                                                                                                                                                       | METRO                                         | Prancha           |
| Fiscalização:                                                                                                                                                  | IEMA                                          | <b>4.3.1</b>      |
| Data:                                                                                                                                                          | Junho/2014                                    | Escala: 1:250.000 |
| Arquivo:                                                                                                                                                       | IEMA_RIOJUCU_PRR-CG80_Inundações_Sta Maria_A3 |                   |

#### 4.3.1.2 Mapeamento de áreas de estiagem

Com exceção do município de Serra (1 registro) não foram observados eventos com decretação de situação de emergência devido à Estiagem na Região Hidrográfica (Defesa Civil-ES, 2010). Nos questionários aplicados pelo Plano também não foram observados tais registros.

Como um ponto de potencial situação de estiagem e déficit hídrico, observa-se em CSMJ/HABTEC (1997) algumas porções superiores de córregos tributários de afluentes do rio Santa Maria da Vitória, no município de Santa Maria do Jetibá, devido a sua localização em região de cabeceira (o que caracteriza menores vazões) e destacada atividade oleícola próxima aos cursos de água e, portanto com maior facilidade para captação direta para irrigação.

#### 4.3.1.3 Assoreamento dos cursos d'água

O assoreamento foi mencionado nos questionários aplicados, junto aos usuários no rio Mangaraí, na Sede de Santa Leopoldina e de forma geral no rio Santa Maria da Vitória e nos principais afluentes. Verificou-se referência ao assoreamento de forma geral, devido às estradas municipais com falta de caixas secas, tanto no rio principal como nos seus afluentes. A maioria das áreas mapeadas por CPRM (2012) também têm o assoreamento como um de seus aspectos ambientais, com destaque para o canal Itanguá em Cariacica.

O assoreamento dos cursos de água nas áreas susceptíveis à erosão já foi mapeado na RHSMV a partir de dois estudos: CSMJ/HABTEC (1997) e Deságua (UFES, 2008). Em ambos os estudos a região da UP Médio SMV se apresenta com maior potencial natural (sem considerar o uso do solo) de erodibilidade e perda de solos, notadamente por sua maior declividade. Por outro lado, este efeito é minimizado pela ampla cobertura florestal de forma geral na RHSMV (UFES, 2008), a qual corresponde a 45% da área total (ISJN, 2010).

### 4.3.2 Região Hidrográfica do rio Jucu

#### 4.3.2.1 Mapeamento de trechos de inundação

A prancha 4.3.2 espacializa as áreas de alta vulnerabilidade de inundação identificadas em IEMA (2013) e de inundação e enchentes de CPRM (2012). Observa-se que na Unidade de Planejamento Formate-Marinho e Costeira concentra-se a maior densidade de trechos com alta vulnerabilidade à inundação. Dentre os cursos de água desta UP ressalta-se o rio Formate, uma vez que CPRM (2012) identifica dois trechos neste rio. O rio Fundo, o rio Jucu Braço Sul e região da foz do rio Jucu também se destacam, bem como as sedes urbanas municipais em geral.

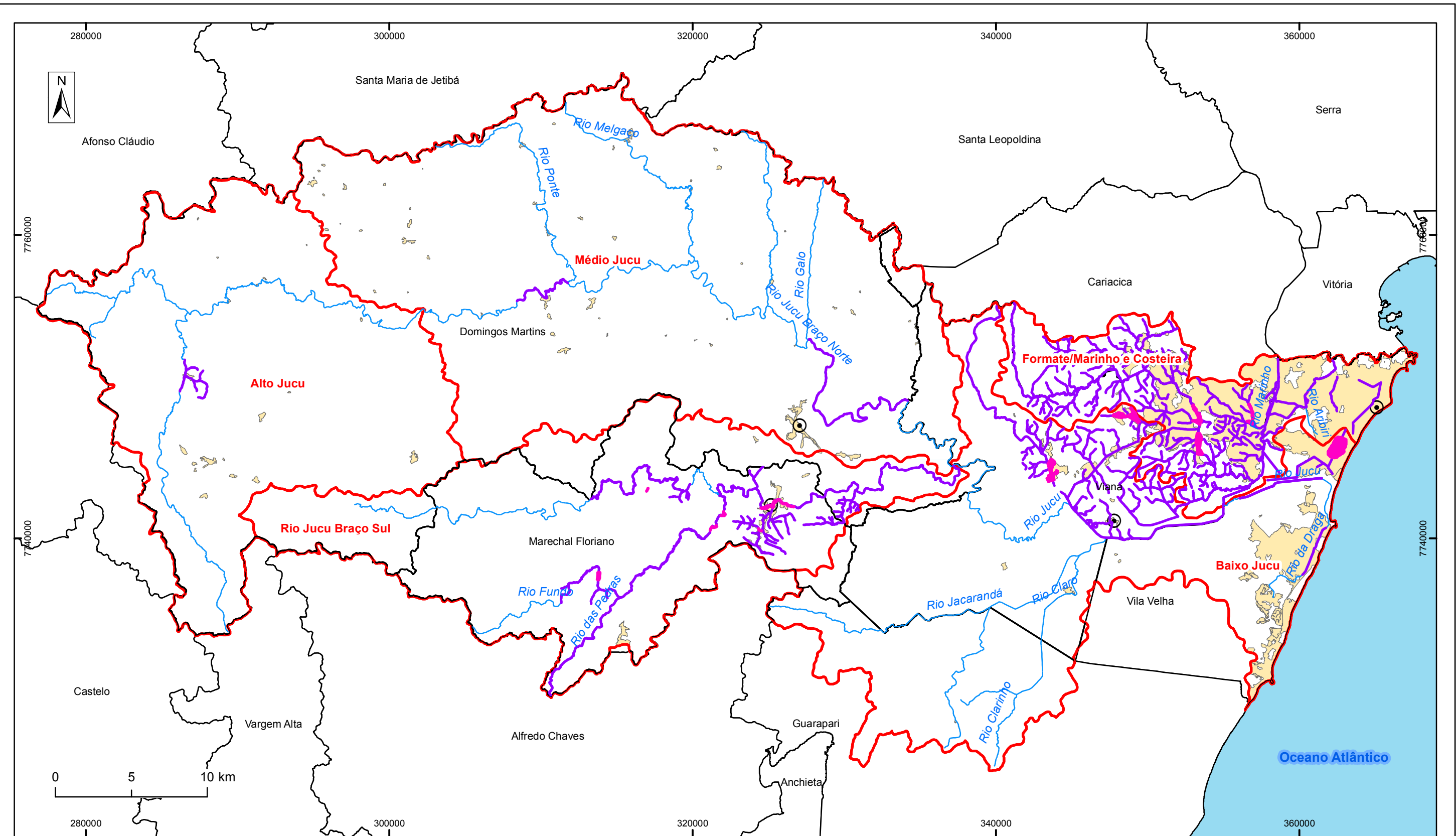
Cabe ressaltar, que a região das UP's Formate-Marinho e Baixo Jucu estão sob área de influência do oceano, o que pode aumentar o tempo de residência das cheias. Neste sentido a área mapeada em Vila Velha (CPRM, 2012) é especialmente crítica para a ocorrência de alagamentos. O relatório da CPRM estima 500 moradias atingidas por evento nesta área e a existência de fortes odores provenientes dos esgotos.

Já em Viana, observa-se a maior ocorrência de áreas de alagamentos/enxurradas principalmente em moradias dispostas junto à planície de inundação do rio Formate-Marinho, parte dos bairros Ipanema e Universal e córrego



Santo Agostinho. Em Cariacica foram observadas pequenas áreas, principalmente no bairro Caçaroca. O município de Marechal Floriano apresentou uma alta densidade de trechos de inundação, em que o mesmo é apresentado como uma área de alto risco e enchentes/inundação devido ao regime hidrológico do rio Jucu-Braço Sul e Córrego Batatal, em conjunto com a dinâmica natural e antrópica do uso dos solos.

Por sua vez, Domingos Martins não apresenta grandes proporções de áreas de inundação. Os trechos críticos desse município ocorrem no rio Jucu-Braço Norte. Tal situação pode ser atribuída à área urbana situar-se mais distante do curso d'água principal.



#### LEGENDA

- ⊙ Sedes Municipais
- Hidrografia
- Rios Principais
- Áreas de Risco de Inundação - IEMA
- Áreas de Risco de Inundação - CPRM
- UPs - Jucu
- Áreas Urbanas
- Limites Municipais

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                          |                                                                                      |              |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-----------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                          |                                                                                      |              |           |
| 01                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | EMIÇÃO INICIAL                           | 16/06/2014                                                                           |              |           |
| Revisão                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Discriminação                            | Data                                                                                 |              |           |
| <div><div><div><div><p>PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS</p><p><b>BACIAS DO RIO JUCU E SANTA MARIA DA VITÓRIA</b></p><p>ESPIRITO SANTO/BR</p></div><div></div></div></div></div> |                                          |                                                                                      |              |           |
| Unidade:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | METRO                                    | ASSUNTO                                                                              | Prancha      |           |
| Fiscalização:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | IEMA                                     | <b>Áreas de Alta Vulnerabilidade de Inundação na Região Hidrográfica do Rio Jucu</b> | <b>4.3.2</b> |           |
| Data:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Junho/2014                               |                                                                                      | Escala:      | 1:250.000 |
| Arquivo:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | IEMA_RIOJUCU_PRR-CG80_Inundações_Jucu_A3 |                                                                                      |              |           |

#### 4.3.2.2 Mapeamento de áreas de estiagem

Não foram observados eventos com decretação de situação de emergência devido à estiagem na Região Hidrográfica do rio Jucu (Defesa Civil-ES, 2010). Como um ponto de potencial situação de estiagem e déficit hídrico, CSMJ/HABTEC (1997) aponta a parte superior da região do rio Jucu Braço Norte, especialmente a montante da BR-262, nas localidades de São Paulo do Aracê e São Paulinho; isto se deve a sua localização em região de cabeceira (o que caracteriza menores vazões) e destacada atividade oleirícola próxima aos cursos de água e, portanto, com maior potencialidade para captação direta para irrigação.

#### 4.3.2.3 Assoreamento dos cursos d'água

Os questionários aplicados de acordo com o Plano resultaram nos seguintes apontamentos:

- Assoreamento de cursos hídricos em geral – rio Jucu e principais afluentes;
- Aumento do assoreamento devido a residências em área de APP na região de Domingos Martins;
- Assoreamento do rio Formate;
- Assoreamento do leito do rio Jucu na região de Marechal Floriano – práticas agrícolas e estradas vicinais sem controle de sedimentos.

Corroborando com os dados do questionário IEMA (2013) e CPRM (2012) também apontam que tanto o rio Formate quanto a rede hidrográfica situada próxima a sede de Marechal Floriano possuem alta densidade de trechos críticos.

Destaca-se que a partir de uma análise integrada das características naturais e antrópicas quanto ao uso do solo, a sub-bacia do rio Melgaço, afluente do rio Jucu pela margem esquerda, junto a UP Médio Jucu no município de Domingos Martins, foi relacionada como área crítica com propensão a erosão (CSMJ/HABTEC, 1997). Também o supracitado estudo destaca que o assoreamento pode ser percebido em Marechal Floriano, no rio Jucu Braço Sul, onde, segundo depoimento de moradores, o leito do rio vem subindo nos últimos anos.

#### 4.4 Água e cultura

*“A dimensão cultural da água deve ser considerada seriamente nas decisões políticas, o que requer um exame mais profundo para a obtenção de soluções sustentáveis e igualitárias na gestão dos recursos hídricos.” (Koichiro Matsuura, Diretor-geral da UNESCO)*

Nas sociedades tradicionais a água, incluindo rios e lagos, faz parte de um território e um modo de vida, base de identidades específicas ao passo que nas sociedades modernas a água, como bem de consumo, é desterritorializada, canalizada de outros lugares muitas vezes distantes, com os quais as populações urbanas têm pouco ou nenhum contato.

Com relação aos aspectos simbólicos, em muitas mitologias, das águas doces se originaram o mundo e as culturas humanas. Uma das características mais marcantes das antigas relações do homem com a água deve-se ao fato de que esta, em praticamente todas as culturas, era considerada um bem sagrado. Lugares de onde vertem as águas, como as fontes e as grutas, são considerados sagrados e não podem ser contaminados. Muitos deles foram transformados, desde a Antiguidade, em locais de culto e devoção. No Brasil, imagens milagrosas foram encontradas em rios, como Nossa Senhora de Aparecida e Nossa Senhora de Nazaré (MMA, 2006).

##### 4.4.1 Água e cultura no Espírito Santo

No Espírito Santo, a água sempre esteve presente no desenvolvimento do território. Desde o início da colonização, o rio foi usado como meio de transporte da produção agrícola. Os jesuítas descobriram que havia um desnível entre o rio Jucu e um pequeno riozinho, sob influência do mar. Decidiram então escavar e transportar as águas do rio Jucu para este pequeno rio, transformando-o então no rio Marinho (mar + riozinho), diminuindo o tempo de viagem, entre a capital e a fazenda de Araçatiba, em Viana, e o desperdício de mercadorias. O rio Marinho foi um dos principais agentes de desenvolvimento daquela região, transportando os produtos agrícolas, ferramentas, armas, munições e pessoas. Posteriormente, necessário com o aumento populacional e a necessidade de água, a engenharia dos jesuítas foi utilizada para construir o canal do Marinho, que abasteceu a região da Grande Vitória até o final da década de 1970 (CASAMATA, 2014).

Durante o processo de expansão do território do Espírito Santo, com a chegada dos colonizadores europeus a partir de 1846, os rios mais uma vez foram de muita importância para o acesso às terras até então desocupadas, e depois para o transporte das mercadorias produzidas pelas colônias até a capital Vitória. O rio Jucu e o rio Santa Maria da Vitória foram importantes agentes nesses processos.

São inúmeros os exemplos das atividades ocorridas atualmente no Espírito Santo que revelam a ligação histórica e cultural das águas com a sociedade. No “Calendário Oficial de Eventos do Espírito Santo – 2014” organizado pela Secretaria de Turismo do Espírito Santo é possível identificar alguns eventos, nas cidades pertencentes as RH’s dos rios Jucu e Santa Maria da Vitória, que expressam a relação dos recursos hídricos com as mais diversificadas formas de manifestações culturais.

Nas manifestações culturais com o uso indireto da água, identificamos alguns eventos: no município de Cariacica, no mês de setembro, ocorre o Festival do Caranguejo (Figura 4.4.1), que tem o objetivo de educar e preservar o meio ambiente através de exposições artísticas, gastronômicas e manifestações culturais; em Domingos Martins, no mês de novembro, ocorre o Pedra Azul Gourmet, um festival que tem como um dos objetivos valorizar os produtos do agroturismo local.



Figura 4.4.1 - Festival do Caranguejo em Cariacica

Fonte: Prefeitura Municipal de Cariacica.

No Município de Marechal Floriano, um dos maiores produtores de café no Espírito Santo, no mês de outubro, ocorre a Festa do Café e Concurso de Qualidades de Café (Figura 4.4.2), que tem como objetivo celebrar a força da cultura do café e a importância desse produto para o município; em Santa Maria de Jetibá, no mês de junho, ocorre a Festa do Morango, que tem como objetivo mostrar as variedades de produtos feitos com a fruta pelos empreendedores do agroturismo da região do município; no município de Viana, no mês de julho, ocorre a Caminhada “Ecocultural” (Figura 4.4.3), que reúne em média 3.000 andarilhos em 13km de percurso da Igreja Nossa Senhora da Conceição até Araçatiba com o objetivo de divulgar o patrimônio histórico do município, além de conscientizar os participantes da importância de preservação do meio ambiente.



Figura 4.4.2 - Festa do Café e Concurso de Qualidades de Café.

Fonte: Montanhas Capixabas.



Figura 4.4.3 - Caminhada “Ecocultural” em Viana.

Fonte: Prefeitura Municipal de Vianna.

O município de Santa Leopoldina possui, dentre os seus circuitos turísticos, o Circuito das Cachoeiras (Figura 4.4.4 e Figura 4.4.5), formado por sete cachoeiras localizadas na região, em que o turista pode ter o contato com a natureza local, além de conhecer a história e cultura do local. Além das Cachoeiras, algumas intervenções históricas associadas às águas são consideradas referências culturais locais, como a PCH Suíça, em Santa Leopoldina, considerada um dos pontos turísticos municipais.





Figura 4.4.4 - Cachoeira Veu de Noiva em Santa Leopoldina



Figura 4.4.5 – Cachoeira Rio do Meio em Santa Leopoldina

Fonte: Prefeitura Municipal de Santa Leopoldina.

No município de Vitória, a tradição da produção artesanal das panelas de barro (Figura 4.4.6) é uma das maiores expressões da cultura popular de Vitória e do Espírito Santo. A arte de confeccionar as panelas de barro foi herdada das culturas tupi-guarani e transmitida por várias gerações. A técnica na produção, assim como a estrutura social das artesãs, pouco mudou em mais de 400 anos, desde quando era produzida nas tribos indígenas (Prefeitura Municipal de Vitória, 2014).



Figura 4.4.6 - Produção da panela de barro pelas paneleiras em Vitória.

Fonte: Prefeitura Municipal de Vitória (2014)



Estudo etnográfico realizado por Oliveira, 2005<sup>2</sup>, mostra a relação da comunidade de Retiro, no município de Santa Leopoldina, com o rio Mangaraí e o rio Santa Maria da Vitória. Esta comunidade é formada por descendentes de quilombolas e, segundo o autor, o lugar foi “apropriado de forma comunal por descendentes de africanos”. O autor aponta no estudo a relação dos moradores de Retiro com o rio, já que a comunidade está localizada às margens do rio Mangaraí.

A importância do rio Mangaraí é ressaltada pelo autor quando diz que

*(...) “o rio, mais do que um local e um fluxo d’água, tem o significado de um ente vivo, que deve ser cuidado para garantir um alimento (o pescado) e uma bebida (água) que são fundamentais na dieta.*

*Do ponto de vista dos moradores, o rio Mangaraí que percorre o seu território é referência para quem se propõe a fazer uma descrição da organização de suas habitações no espaço. Dentro de Retiro, a estrada principal segue as margens esquerda e direita da corrente do rio.” (p.53)*

Ainda são poucos os trabalhos que abordam o aspecto cultural com a água.<sup>3</sup> Grande parte dos trabalhos produzidos nessas áreas está direcionado a temas como a sustentabilidade e a identidade local, a percepção dos problemas sociais gerados pela qualidade dos recursos hídricos, e até mesmo a história ambiental definida a partir das bacias hidrográficas e as noções de territórios.

A seguir, destaca-se algumas questões regionais relacionadas a caracterização dos hábitos e das práticas cotidianas da população na relação com o ambiente e a água. Recomenda-se que as mesmas sejam estudadas de forma mais detalhada junto ao futuro processo de revisão do presente Plano de Bacia.

- Como hábitos não sustentáveis da população pode-se citar o plantio vertical “morro acima”, o uso não racional das águas e a ocupação urbana das margens dos rios.
- Como práticas sustentáveis, pode-se citar o desenvolvimento da agricultura orgânica em Santa Maria de Jetibá e o número considerável de RPPNs criadas (e em fase de criação) na bacia do rio Santa Maria da Vitória.

---

<sup>2</sup> OLIVEIRA, O.M. O projeto político do território negro de Retiro e suas lutas pela titulação das terras. UFSC. Florianópolis, 2005. Disponível em <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/102588?show=full> em abril de 2015.

<sup>3</sup> Ver também:

OLIVEIRA, Osvaldo Martins. Comunidade Quilombolas no Estado do Espírito Santo: Conflitos Sociais, consciência étnica e Patrimônio Cultural. Revista RURIS, Volume 5, Numero 2, Set. 2011. Disponível em [www.ifch.unicamp.br/ojs/index.php/ruris/article/download/1469/986](http://www.ifch.unicamp.br/ojs/index.php/ruris/article/download/1469/986) em abril de 2015.

TRIGUEIRO, Aline e KNOX, Winifred. Problematisando o (neo) desenvolvimentismo brasileiro e seus impactos socioambientais: o caso da pesca artesanal no ES (2013). Disponível em [www.ecoeco.org.br/conteudo/.../GT7-2050-1506-20130516105632.pdf](http://www.ecoeco.org.br/conteudo/.../GT7-2050-1506-20130516105632.pdf) em abril de 2015.

SILVA, Sandro José da. Do fundo daqui - Luta política e identidade quilombola no Espírito Santo. Niterói 2012. Disponível em [www.uff.br/ppga/wp.../DO-FUNDO-DAQUI\\_Sandro-José-da-Silva.pdf](http://www.uff.br/ppga/wp.../DO-FUNDO-DAQUI_Sandro-José-da-Silva.pdf) em abril de 2015.

- 
- As informações sobre as Comunidades Tradicionais e sua relação com o meio ambiente e recursos hídricos locais podem ser abordadas com maior amplitude, considerando o fato que a Região Hidrográfica do rio Santa Maria da Vitória compreende a maior diversidade em termos de comunidades tradicionais do estado do ES (comunidade quilombola do Retiro, comunidades pomeranas, comunidade de pescadores tradicionais, entre outras). Neste quesito, informações podem ser obtidas junto às Secretarias Estaduais de Cultura e Educação e junto à Comissão para o Desenvolvimento Sustentável das Comunidades e Povos Tradicionais.
  - Considerar as informações apresentadas no Relatório Técnico 1- RT1 do presente Plano de Bacia.

## 5. CONSOLIDAÇÃO DO DIAGNÓSTICO

### 5.1 Uso do Solo

O mapeamento das fisionomias predominantes na paisagem com indicação das classes de uso do solo expõe o grau de pressão antrópica sobre os recursos hídricos ocorrentes nas UP's das RH's dos rios Jucu e Santa Maria da Vitória. A espacialização das áreas antropizadas e das formações vegetais nativas serviram como base para esta avaliação, uma vez que influenciam na disponibilidade e qualidade da água. O capítulo 4.1 do Relatório RT2 apresenta de forma mais detalhada a caracterização do uso dos solos das RH's.

O estabelecimento dos diferentes tipos de uso e cobertura do solo presentes nas RH's foi realizado com dados fornecidos pelo Geobases, Sistema Integrado de Bases Geoespaciais do Estado do Espírito Santo - Instituto Jones dos Santos Neves (2010). Foram agregadas informações atualizadas de manchas urbanas a partir de imagens de satélite de alta resolução, datadas do ano de 2013 (software Google Earth). Vistorias de campo complementares foram realizadas em abril de 2014. Os termos utilizados como classes de uso têm como referência o Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2013).

No período de 1976-2014 as manchas urbanas dos municípios das RH's dos rios Santa Maria de Vitória e Jucu cresceram cerca de 4,5x, resultado da concentração de populações nas cidades, e que atualmente o crescimento populacional se dá em taxas menores, indicando que este crescimento tende a não se repetir nos próximos anos.

A adequação do uso do solo nas RH's, apresentada no item 4.1.6 do Relatório RT2, foi avaliada por meio de um estudo comparativo entre a aptidão agrícola dos solos e o atual uso dos solos. Em torno de 74% da área da RHJ e 83% da RHSMV não apresentam usos mais intensos do que a aptidão agrícola dos solos.

#### 5.1.1 Região Hidrográfica do rio Santa Maria da Vitória

Foram mapeadas 11 categorias de uso do solo para a RHMSV (Figura 5.1.1 e Prancha 5.1.1): 1) área florestal; 2) cultura agrícola; 3) pastagem; 4) silvicultura; 5) área alagada; 6) manguezal; 7) área urbanizada; 8) restinga e faixa de praia; 9) mineração; 10) afloramento rochoso; 11) corpo d'água. A figura 5.1.2 apresenta a distribuição das classes na Região Hidrográfica por Unidades de Planejamento.

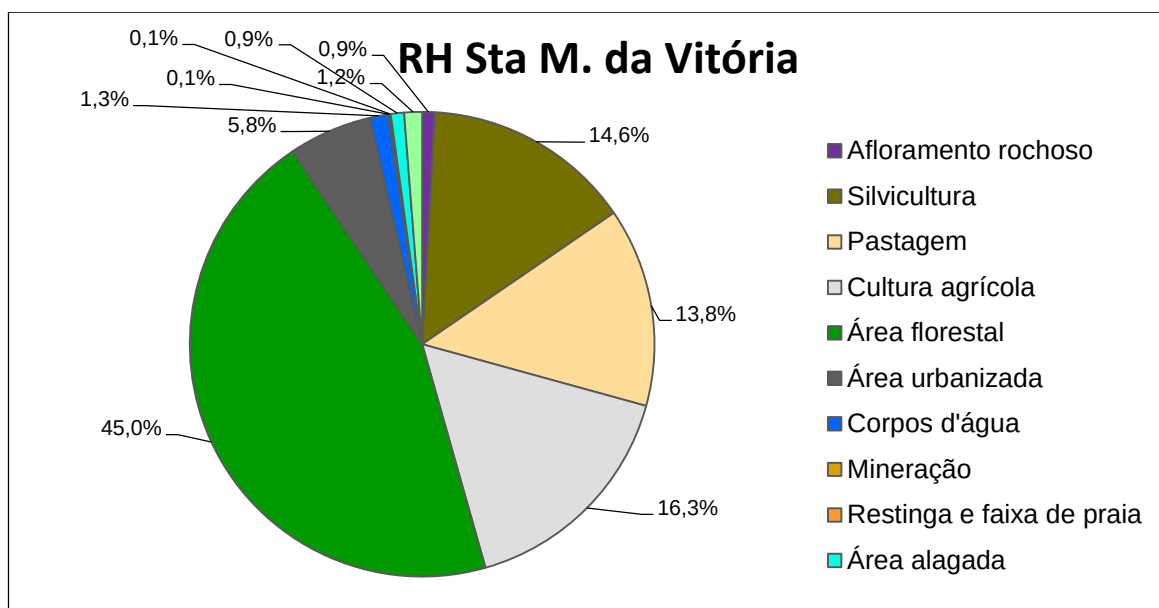


Figura 5.1.1 – Distribuição das classes de uso e ocupação do solo na RHSMV.

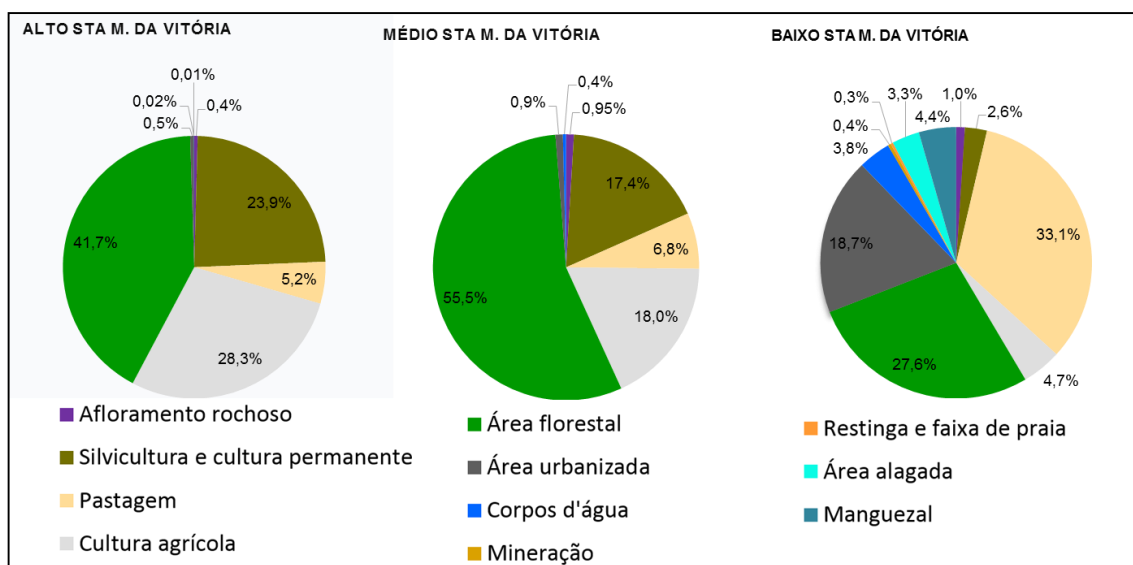


Figura 5.1.2 – Distribuição percentual das classes de uso e ocupação do solo por UPs da RHMSV

O quadro 5.1.1 apresenta de forma sintética as classes de uso do solo subdivididas em áreas antrópicas e áreas naturais.

Quadro 5.1.1 – Resumo das áreas antrópicas e não antrópicas (naturais) mapeadas para a Região Hidrográfica do rio Santa Maria da Vitória.

| Classes de Uso do solo                                                                                                       | Área (km <sup>2</sup> ) | Área (%) |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|----------|
| <b>Áreas antrópicas agrícolas:</b> Cultura agrícola/ Silvicultura/ Pastagem                                                  | 812,762                 | 45       |
| <b>Áreas antrópicas não agrícolas:</b> Área urbanizada/ Mineração                                                            | 107,152                 | 6        |
| <b>Áreas Naturais:</b> Área florestal/ Restinga e faixa de praia/ Manguezal/ Corpo d'água/ Área alagada/ Afloramento rochoso | 896,822                 | 49       |
| <b>Total</b>                                                                                                                 | 1816,736                | 100      |

---

*Conclusões:*

- “Área Florestal” é a classe mais representativa nas UP’s Alto e Médio Sta. M. da Vitória.
- Na UP Baixo Sta Maria da Vitória predomina a classe “Pastagem”;
- “Cultura agrícola” e “Silvicultura e cultura permanente” (café) correspondem às classes em segundo e terceiro lugar na ocupação da área total da Bacia e respectivas UP’s (exceção para *Baixo Sta Maria da Vitória*).
- “Área urbanizada” é significativa apenas na UP *Baixo Sta Maria da Vitória* (inferior a 1% nas demais UP’s).

Cabe destacar que as principais características das diferentes classes de uso do solo, com ênfase na oferta e demanda de água, são apresentadas nos capítulos seguintes deste relatório.





### 5.1.2 Região Hidrográfica do Rio Jucu

Foram mapeadas 11 categorias de uso do solo para a RHJ (Figura 5.1.3 e Prancha 5.1.2), quais sejam: 1) área florestal; 2) cultura agrícola; 3) pastagem; 4) silvicultura; 5) área alagada; 6) manguezal; 7) área urbanizada; 8) restinga e faixa de praia; 9) mineração; 10) afloramento rochoso; 11) corpo d'água.. A figura 5.1.4 apresenta a distribuição das classes supracitadas na região hidrográfica por Unidades de Planejamento.

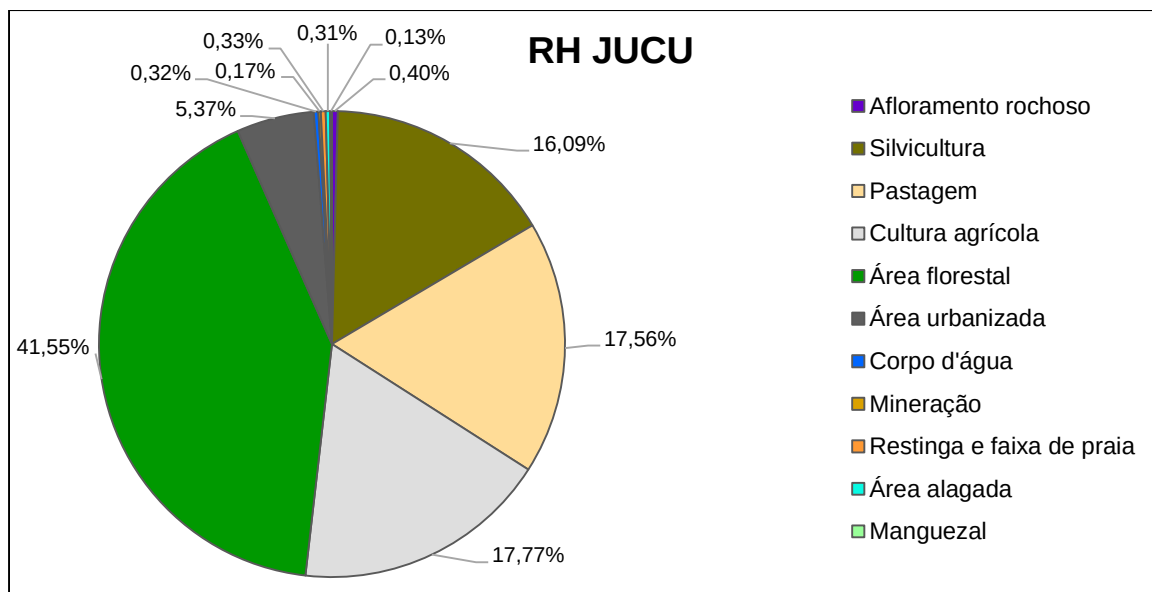


Figura 5.1.3 – Distribuição das classes de uso e ocupação do solo na RHJ.

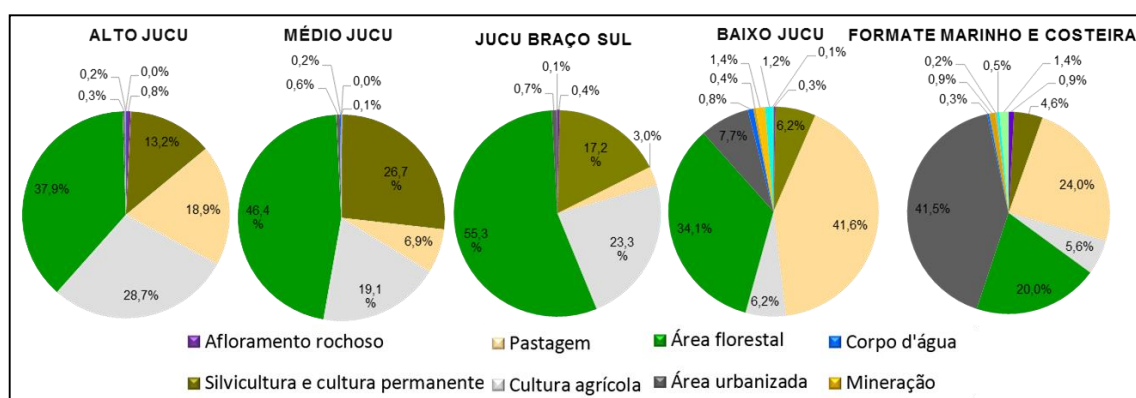


Figura 5.1.4 – Distribuição percentual das classes de uso e ocupação do solo por UPs da RHJ

O Quadro 5.1.2 apresenta de forma sintética as classes de uso do solo subdivididas em áreas antrópicas e áreas naturais.

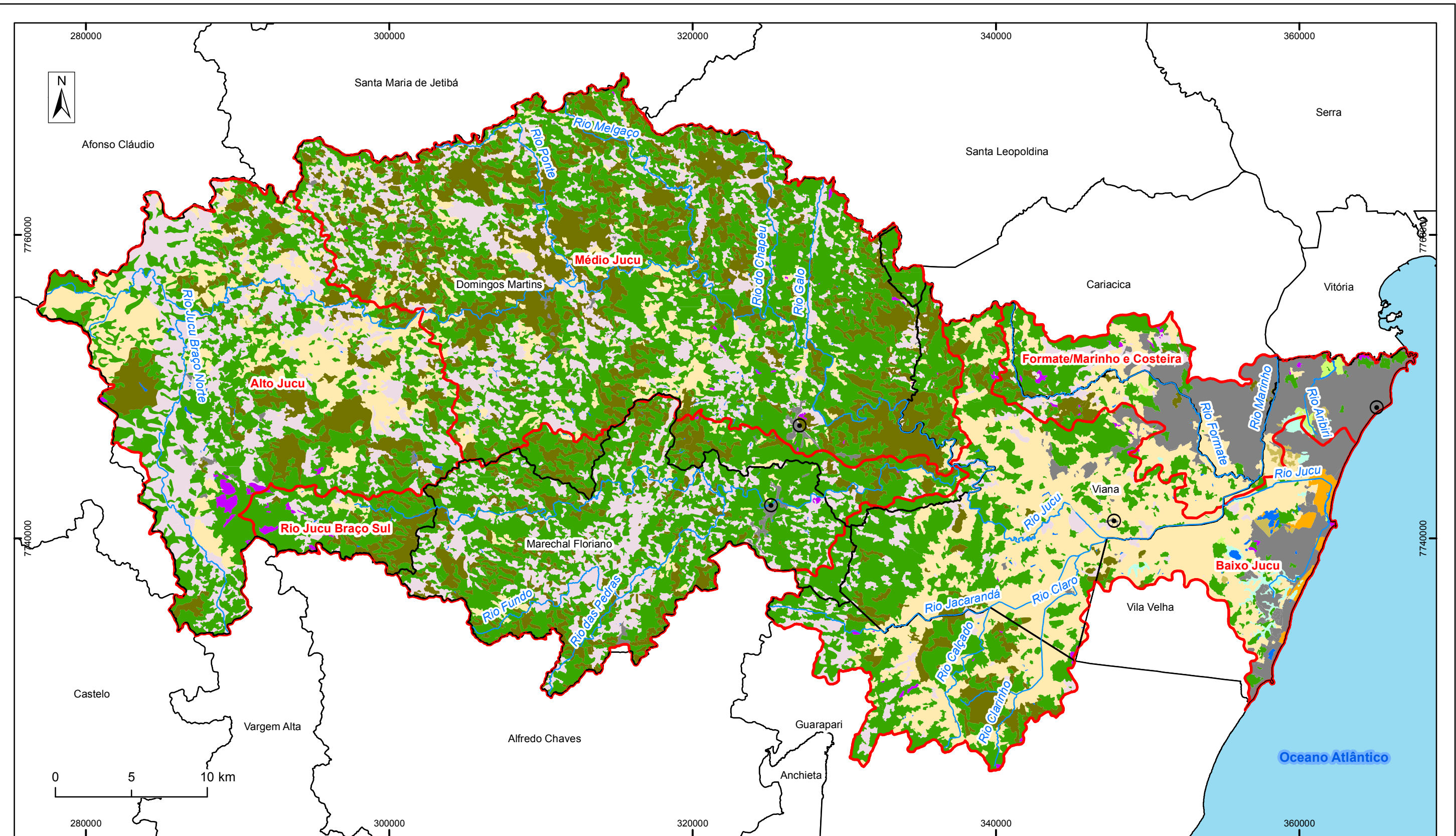
Quadro 5.1.2 – Resumo das áreas antrópicas e não antrópicas (naturais) mapeadas para a Bacia Hidrográfica do Rio Jucu.

| Classes de Uso do solo                                                                                                       | Área (km <sup>2</sup> ) | Área (%)   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|------------|
| <b>Áreas antrópicas agrícolas:</b> Cultura agrícola/ Silvicultura/ Pastagem                                                  | 1122,60                 | 51         |
| <b>Áreas antrópicas não agrícolas:</b> Área urbanizada/ Mineração                                                            | 120,81                  | 6          |
| <b>Áreas Naturais:</b> Área florestal/ Restinga e faixa de praia/ Manguezal/ Corpo d'água/ Área alagada/ Afloramento rochoso | 939,72                  | 43         |
| <b>Total</b>                                                                                                                 | <b>2183,13</b>          | <b>100</b> |

*Conclusões:*

- A classe de uso do solo em segundo lugar quanto a representatividade na bacia (17,8%) é “Cultura Agrícola” (destaque nas UP's *Alto Jucu* e *Jucu Braço Sul*).
- “Pastagem” (17,6% da bacia) ocupa a terceira posição, com maior destaque para o *Baixo Jucu*.
- “Área urbanizada” é significativa na UP *Formate Marinho e Costeira* (maior parte desta UP).
- “Restinga e Faixa de Praia”, “Área alagada” e “Manguezal” são encontrados apenas em nas UP's: *Formate Marinho e Costeira* e *Baixo Jucu*.





#### LEGENDA

- |                      |                               |                           |
|----------------------|-------------------------------|---------------------------|
| ⊙ Sedes Municipais   | <b>Uso e Ocupação do Solo</b> | Mineração                 |
| — Rios Principais    | Afloramento Rochoso           | Pastagem                  |
| ▭ UPs - Jucu         | Área Alagada                  | Restinga e Faixa de Praia |
| ▭ Limites Municipais | Cultura Agrícola              | Silvicultura              |
|                      | Área Florestal                | Área Urbanizada           |
|                      | Manguezal                     | Corpo D'água              |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                           |                                                       |              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------|--------------|
| 01                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                           | EMIÇÃO INICIAL                                        | 16/06/2014   |
| Revisão                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                           | Discriminação                                         | Data         |
| <div><div><div><div><div><div><span></span></div><div><b>iema</b></div><div><small>Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos</small></div></div></div><div><div><div><span></span></div><div><b>Rio Jucu</b></div><div><small>COMISSÃO DE BACIA</small></div></div><div><div><div><span></span></div><div><b>CBH</b></div><div><small>COMISSÃO DE BACIA</small></div></div><div><div><div><span></span></div><div><b>SANTA MARIA DA VITÓRIA</b></div><div><small>PARTEIRAS</small></div></div></div></div><div><div><div><div><div><span></span></div><div><b>PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS</b></div><div><b>BACIAS DO RIO JUCU E SANTA MARIA DA VITÓRIA</b></div><div><b>ESPIRITO SANTO/BR</b></div></div></div><div><div><div><span></span></div><div><b>PROFILL</b></div><div><small>Engenharia, Estudos e Projetos</small></div></div><div><div><div><span></span></div><div><b>NIP, S.A.</b></div><div><small>NIP do Brasil</small></div></div><div><div><div><span></span></div><div><b>Estudos e Projetos</b></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div> |                                           |                                                       |              |
| Unidade:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | METRO                                     | ASSUNTO                                               | Prancha      |
| Fiscalização:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | IEMA                                      | <b>Uso do Solo na Região Hidrográfica do Rio Jucu</b> | <b>5.1.2</b> |
| Data:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Junho/2014                                |                                                       | Escala:      |
| Arquivo:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | IEMA_RIOJUCU_PRR-CG80_Uso do Solo_Jucu_A3 |                                                       | 1:250.000    |



Cabe destacar que as principais características das diferentes classes de uso do solo, com ênfase na oferta e demanda de água, são apresentadas nos capítulos seguintes deste Relatório. Nas figuras a seguir são apresentados alguns exemplos das classes mapeadas nas RH's.

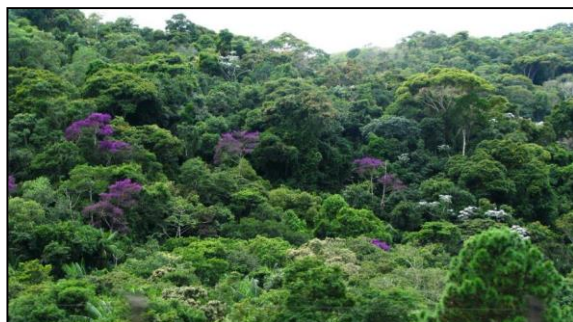


Figura 5.1.5 – Área florestal (vista parcial de encosta de morro). RHJ



Figura 5.1.6 – Mata ciliar (área florestal) do Rio Santa Maria. RHSMV.



Figura 5.1.7 –Silvicultura (RHSMV).



Figura 5.1.8 –Cultivo de café (RHSMV).



Figura 5.1.9 –Cultura agrícola, silvicultura e mata nativa (RHSMV).



Figura 5.1.10 –Pastagem (RHJ).





Figura 5.1.11 –Área urbanizada no Município de Marechal Floriano em APP do RHJ



Figura 5.1.12 –Área urbanizada no Município de Santa Leopoldina. (RHSMV).

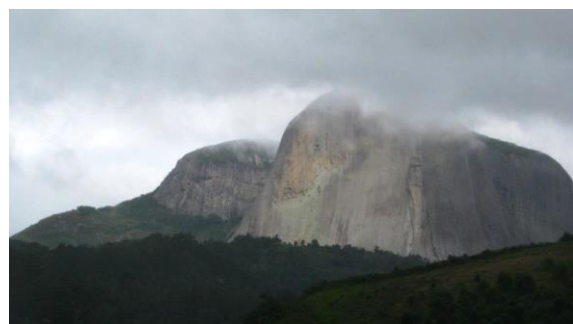


Figura 5.1.13 –Afloramento rochoso (Pedra Azul). RHJ



Figura 5.1.14 –Afloramento rochoso em área urbanizada (RHSMV).



Figura 5.1.15 – Restinga (vegetação arbustiva). RHJ



Figura 5.1.16 –Cordão arenoso. RHJ

## 5.2 Disponibilidades Hídricas

### 5.2.1 Qualidade das águas superficiais

A avaliação da qualidade da água superficial dos mananciais hídricos constitui uma etapa importante na gestão das Regiões Hidrográficas tendo em vista que oferece, juntamente com o levantamento dos usos atuais das águas e as disponibilidades quantitativas de água, subsídios importantes no processo decisório de Enquadramento dos Recursos Hídricos a ser desenvolvido em etapa posterior deste Plano de Bacia.

Para caracterização da qualidade da água foram consultadas as seguintes fontes, que totalizaram 58 pontos de monitoramento, sendo 26 na RHSMV e 32 na RH Jucu (Prancha 5.2.1 e na Prancha 5.2.2).:

- Dados de qualidade da água do monitoramento realizado pelo IEMA (09 pontos na RHSMV e 14 na RH Jucu), incluído alguns monitoramentos do Banco de Dados de Licenciamento Ambiental (não espacializados nas referidas pranchas).
- Dados de monitoramento da água nos pontos de captação da CESAN (05 pontos na RHSMV e 08 na RH Jucu);
- Dados de duas campanhas de monitoramento realizada pelo Consórcio NIP&Profill dentro do Plano de Bacia (11 pontos na RHSMV e 11 na RH Jucu).

Os resultados das análises foram comparados aos padrões de qualidade da Resolução CONAMA Nº 357/05 que estabelece a classificação das águas doces, salobras e salinas do território nacional e estão apresentados nos sub-itens a seguir.

Para cada parâmetro (de cada ponto), todas as análises foram classificadas conforme limites estabelecidos na CONAMA Nº 357/05. O parâmetro recebeu então a classificação na qual no mínimo 85% das análises atende os limites da classe, ou seja, refere-se ao percentil 85 do conjunto amostral de cada parâmetro. Para o caso do monitoramento realizado pelo Plano de Bacia que contempla apenas duas amostras utilizou-se o valor em que a qualidade da água se mostrou mais reduzida para classificação.

Além disso, foi realizada uma análise da sazonalidade da qualidade das águas.

Uma análise mais detalhada dos parâmetros analisados por cada rede de monitoramento e dos parâmetros classificados, incluindo uma análise da sazonalidade da qualidade das águas, pode ser observada no item 4.2.1 do Relatório RT2. Os resultados brutos do monitoramento de qualidade das águas das três redes de monitoramento podem ser observados nos Anexos do Relatório RT2.







#### 5.2.1.1 Dados IEMA

Conforme análise dos dados de monitoramento do IEMA, no rio Santa Maria da Vitória, coliformes termotolerantes é o parâmetro que mais compromete a qualidade da água, seguido de DBO e turbidez. No entanto, dois parâmetros importantes:  $N(NH_4)$  e OD apresentam concentrações características de águas com boa qualidade (classe 1) no rio Santa Maria da Vitória. No ponto SMV1C003, 78% das análises realizadas (conjunto de parâmetros) atendem os limites da classe 3. Ainda assim, todas as análises dos parâmetros  $N(NH_4)$  e OD ficaram abaixo dos limites de Classe 1.

No rio Bubu (pontos BUB1C001; BUB2C005 e BUB1C010), DBO, Fósforo, OD e coliformes termotolerantes depauperam a qualidade da água com concentrações compatíveis com águas de classe 4, enquanto que  $N(NH_4)$  e turbidez apresentaram concentrações de Classe 1. Já no rio Itanguá (ITG1C002), a situação de qualidade da água é crítica pois turbidez foi o único parâmetro a não apresentar concentração de classe 4.

Cabe ressaltar que nos pontos BUB2C005, BUB1C010 e ITG1C002, algumas das análises do parâmetro OD apresentaram concentrações abaixo das concentrações estabelecidas para classe 4 ( $OD \geq 2 \text{ mg O}_2/\text{L}$ ). O Quadro 5.2.1 apresenta a classificação dos pontos por parâmetro nos pontos monitorados pelo IEMA nas duas Regiões Hidrográficas.

Na RHJ a análise dos dados de monitoramento do IEMA mostrou que, no rio Jucu os parâmetros de qualidade mais comprometidos são fósforo e coliformes termotolerantes. Apesar de esses dois parâmetros apresentarem classe de qualidade 4, os parâmetros  $N(NH_4)$  e OD apresentam melhor qualidade (classe 1).

No ponto JUC2C008, 76% das análises realizadas (conjunto de parâmetros) atendem os limites da Classe 3, todavia as concentrações de  $N(NH_4)$  e OD ficaram abaixo dos limites de classe 1. No ponto ARI1C001, algumas das análises do parâmetro OD apresentaram concentrações abaixo das concentrações estabelecidas para classe 4 ( $OD \geq 2 \text{ mg O}_2/\text{L}$ ).

No rio Ariribi, todos os parâmetros apresentaram Classe 4. No rio Formate, OD, fósforo e coliformes termotolerantes comprometem a qualidade da água em todos os pontos monitorados. O rio Marinho está com sua qualidade bastante comprometida, sendo que DBO, OD, fósforo e coliformes termotolerantes apresentaram concentrações de classe 4.



Quadro 5.2.1 - Classificação dos pontos monitorados pelo IEMA nas RHs SMV e Jucu

| RH      | Ponto        | N(NH <sub>4</sub> ) | DBO | Fósforo | Turbidez | OD | Coliformes Termotolerantes |
|---------|--------------|---------------------|-----|---------|----------|----|----------------------------|
| RH SMV  | SMV1C001     |                     |     |         |          |    |                            |
|         | SMV1C003     |                     |     |         |          |    |                            |
|         | SMV1C007     |                     |     |         |          |    |                            |
|         | SMV1D015     |                     |     |         |          |    |                            |
|         | SMV1C020     |                     |     |         |          |    |                            |
|         | BUB1C001     |                     |     |         |          |    |                            |
|         | BUB2C005     |                     |     |         |          |    |                            |
|         | BUB1C010 (1) |                     |     |         |          |    |                            |
|         | ITG1C002 (1) |                     |     |         |          |    |                            |
| RH      | Ponto        | N(NH <sub>4</sub> ) | DBO | Fósforo | Turbidez | OD | Coliformes Termotolerantes |
| RH Jucu | JUC2C001     |                     |     |         |          |    |                            |
|         | JUC2E010     |                     |     |         |          |    |                            |
|         | JUC2C005     |                     |     |         |          |    |                            |
|         | JUC2C008     |                     |     |         |          |    |                            |
|         | JUC1C009     |                     |     |         |          |    |                            |
|         | JUC1E025     |                     |     |         |          |    |                            |
|         | ARI1C001 (1) |                     |     |         |          |    |                            |
|         | MAR1C020     |                     |     |         |          |    |                            |
|         | MAR1C010 (1) |                     |     |         |          |    |                            |
|         | FOR1C001     |                     |     |         |          |    |                            |
|         | FOR1C008     |                     |     |         |          |    |                            |
|         | FOR1C010     |                     |     |         |          |    |                            |
|         | FOR1C012     |                     |     |         |          |    |                            |
|         | FOR1C015     |                     |     |         |          |    |                            |

Obs: (1) Água Salobra

Legenda:

|  |          |  |          |  |          |  |                                 |  |                                             |
|--|----------|--|----------|--|----------|--|---------------------------------|--|---------------------------------------------|
|  | Classe 1 |  | Classe 2 |  | Classe 3 |  | Classe 4 ou maior que 3 salobra |  | Não aplicável para águas salobras e salinas |
|--|----------|--|----------|--|----------|--|---------------------------------|--|---------------------------------------------|

A concentração de metais foi analisada na RHJ a partir do Banco de Dados de Licenciamento Ambiental disponibilizado pelo IEMA de oito campanhas de monitoramento realizadas entre novembro de 2010 e dezembro de 2012, onde foram coletadas amostras em quatro pontos do rio Marinho. Esta análise mostrou que alumínio, ferro, manganês e zinco apresentaram concentrações de classe 3 e 4 (Quadro 5.2.2).

Quadro 5.2.2 - Monitoramento metais nos Pontos 1, 2, 3 e 4 (RH Jucu)

| Classe  |   | Alumín. dissolv. | Cádmio total | Chumb. total | Cobre dissolv. | Cromo total | Ferro dissolv. | Manganês total | Mercurio total | Níquel total | Zinco total |
|---------|---|------------------|--------------|--------------|----------------|-------------|----------------|----------------|----------------|--------------|-------------|
| Ponto 1 | 1 | 50%              | 100%         | 100%         | 100%           | 100%        |                | 50%            | 100%           | 100%         | 100%        |
|         | 2 |                  |              |              |                |             |                |                |                |              |             |
|         | 3 |                  |              |              |                |             | 100%           | 50%            |                |              |             |
|         | 4 | 50%              |              |              |                |             |                |                |                |              |             |
| Ponto 2 | 1 | 50%              | 100%         | 100%         | 100%           | 100%        | 22%            | 50%            | 100%           | 100%         |             |
|         | 2 |                  |              |              |                |             |                |                |                |              |             |
|         | 3 |                  |              |              |                |             |                | 50%            |                |              |             |
|         | 4 | 50%              |              |              |                |             | 88%            |                |                |              |             |
| Ponto 3 | 1 | 37%              | 100%         | 100%         | 100%           | 100%        | 22%            | 100%           | 100%           | 100%         | 100%        |
|         | 2 |                  |              |              |                |             |                |                |                |              |             |
|         | 3 |                  |              |              |                |             |                |                |                |              |             |
|         | 4 | 63%              |              |              |                |             | 88%            |                |                |              |             |
| Ponto 4 | 1 | 37%              | 100%         | 100%         | 100%           | 100%        |                | 50%            | 100%           | 100%         | 75%         |
|         | 2 |                  |              |              |                |             |                |                |                |              |             |
|         | 3 | 13%              |              |              |                |             |                | 50%            |                |              | 25%         |
|         | 4 | 50%              |              |              |                |             | 100%           |                |                |              |             |

Fonte: CGA/IEMA (Banco de Dados do Licenciamento Ambiental)

Também com base nos monitoramentos realizados no âmbito do Licenciamento Ambiental do IEMA na PCH Rio Bonito (UP Médio SMV), destaca-se, em especial, a presença de fenóis (campanha de dezembro/2008) em concentração características de classe 4. Fenóis são encontrados em agrotóxicos, sendo que possivelmente a campanha de dez/2008 coincidiu com época de aplicação de algum agrotóxico que posteriormente alcançou as águas da Barragem Rio Bonito. Na campanha de junho/2009, o teor de fenol detectado junto ao mesmo ponto era característico de classe 1.

#### 5.2.1.2 Dados CESAN

Na RHSMV 85% ou mais das análises realizadas pela CESAN atendem aos limites da classe 1 em todos os pontos classificados. No entanto, o fósforo apresenta concentrações de Classe 3 (Quadro 5.2.3).

Quadro 5.2.3 - Classificação dos pontos de captação monitorados pela CESAN nas RH's

| RH     | Ponto    | Sistema/Manancial                  | N(NH <sub>4</sub> ) | DBO | Fósforo | OD | Turb. |
|--------|----------|------------------------------------|---------------------|-----|---------|----|-------|
| RHSMV  | CESAN_10 | Santa Leopoldina/Rio da Prata      |                     |     |         |    |       |
|        | CESAN_11 | Alto Rio Possmouser/Córrego Abeldt |                     |     |         |    |       |
|        | CESAN_12 | Garrafão/Rio SMV                   |                     |     |         |    |       |
|        | CESAN_13 | SMJ/ Rio São Sebastião de Cima     |                     |     |         |    |       |
|        | CESAN_14 | Santa Maria/Rio SMV                |                     |     |         |    | -     |
|        | CESAN_1  | Duas Bocas/Rio Duas Bocas          |                     |     |         |    | -     |
| RH     | Ponto    | Sistema/Manancial                  | N(NH <sub>4</sub> ) | DBO | Fósforo | OD | Turb. |
| RHJucu | CESAN_2  | Aracê/Rio Jucu Braço Norte         |                     |     |         |    |       |
|        | CESAN_3  | Ponto Alto/Córrego Areinha         |                     |     |         |    |       |
|        | CESAN_4  | Mar. Floriano/Rio Jucu Braço Sul   |                     |     |         |    |       |
|        | CESAN_5  | Araçatiba/Rio Jacarandá            |                     |     |         |    |       |
|        | CESAN_6  | Viana/Rib. Sto Agostinho           |                     |     |         |    | -     |
|        | CESAN_7  | Viana/Rio Formate                  |                     |     |         |    |       |
|        | CESAN_8  | Jucu/Rio Jucu                      |                     |     |         |    | -     |
|        | CESAN_9  | Caçaroca/Rio Jucu                  |                     |     |         |    | -     |

Legenda

Classe 1
  Classe 2
  Classe 3
  Classe 4

Na RHJ, no ponto CESAN\_1, 88% das análises atendem aos limites da classe 2. No entanto, o parâmetro OD apresentou concentrações características de classe 4 (Quadro 5.2.3).

Nos pontos CESAN\_2, CESAN\_3, CESAN\_6, CESAN\_7 e CESAN\_8 a maioria das análises atenderam aos limites da classe 1 (92%, 88%, 88%, 90% e 90% respectivamente), com exceção do fósforo e OD que apresentaram concentrações de Classe 3. Já os pontos CESAN\_4, CESAN\_5 e CESAN\_9 apresentaram concentrações de fósforo compatíveis com classe 4.

Foram observados os dados de monitoramentos de parâmetros relacionados à agrotóxicos efetuados pela CESAN em todos os seus pontos de captação de água bruta (descritos anteriormente no quadro Quadro 5.2.3), em que não foram observadas concentrações abaixo do limite estabelecido pela Res. CONAMA 357/2005.

Na RHJ, a CESAN realiza o monitoramento de metais em todos os pontos de captação, sendo que apenas os índices de ferro dissolvido encontram-se em classe 4 na maioria dos monitoramentos realizados. Na RHSMV, o monitoramento de metais é realizado no ponto CESAN 12, o qual refere-se a última captação no rio SMV. Os resultados indicam que os índices de ferro dissolvido encontram-se acima dos limites da classe 3 na maioria dos monitoramentos realizados.

Os outros metais verificados (Cádmio, Cromo, Chumbo e demais relacionados no item 4.2.1 do Relatório RT2) se mantiveram abaixo do limite da classe 1 nas duas RH's.

#### 5.2.1.3 Dados Profill&Nip

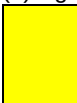
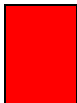
Nos pontos da RHSMV monitorados pelo Consórcio Profill&Nip, o maior limitante ao uso da água foram as concentrações de fósforo. Os demais parâmetros apresentaram características de classe 1 e 2 em quase todos os pontos monitorados (Quadro 5.2.4). Dentre os metais analisados na RHSMV a maioria apresentou concentrações inferiores aos limites da classe 1. As exceções ocorreram em BS\_DUASBOC que apresentou concentrações classe 3 de cádmio em uma campanha e de Ferro nas duas campanhas.

Já na RHJ, todos os pontos monitorados apresentaram concentrações inferiores à classe 1 (Quadro 5.2.4). A análise de metais mostrou que no ponto MAR1C010, o Ferro apresentou características de classe 4 nas duas campanhas, sendo que na segunda o cobre também ficou em classe 4. Nos pontos FOZ-JUCU ARI1C001 e FOR1C015, o parâmetro ferro apresentou concentrações características de classe 3 nas duas campanhas, já a concentração dos demais parâmetros foi característica de classe 1.

Nos pontos ASMV\_PLAN-POSS e ASMV1 (RHSMV), AJ1 e JBS\_PEDR-FUN (RHJ) foram analisados parâmetros característicos de agrotóxicos, sendo que todos os parâmetros monitorados apresentaram concentrações inferiores aos limites da classe 1.

Quadro 5.2.4 – Classificação dos pontos monitorados por Profill&Nip nas RH's Jucu e SMV

| RH                               | Ponto                    | Parâmetro | N(NH <sub>4</sub> ) | DBO | Fósforo | Turbidez | OD |
|----------------------------------|--------------------------|-----------|---------------------|-----|---------|----------|----|
| RH do rio Santa Maria da Vitória | ASMV_PLAN-POSS – Superf. |           |                     |     |         |          |    |
|                                  | ASMV1 – Superf.          |           |                     |     |         |          |    |
|                                  | BS_BVTA – Superf.        |           |                     |     |         |          |    |
|                                  | BS_BVTA - Meio           |           |                     |     |         |          |    |
|                                  | BS_BVTA - Fundo          |           |                     |     |         |          |    |
|                                  | BS_DUASBOC – Superf.     |           |                     |     |         |          |    |
|                                  | BS_PASS - Superf. (2)    |           |                     |     |         |          |    |
|                                  | BS_PORTO - Fundo (1)     |           |                     |     |         |          |    |
|                                  | BS_PORTO - Meio (1)      |           |                     |     |         |          |    |
|                                  | BS_PORTO – Superf.(1)    |           |                     |     |         |          |    |
|                                  | MS_BONITO – Superf.      |           |                     |     |         |          |    |
|                                  | MS_CARAM-FAR – Superf.   |           |                     |     |         |          |    |
|                                  | MS_MANG-MEIO – Superf.   |           |                     |     |         |          |    |
|                                  | MS_PRATA – Superf.       |           |                     |     |         |          |    |
| RH do rio Jucu                   | AJ1 – Superf.            |           |                     |     |         |          |    |
|                                  | BJ_CLA-JAC – Superf.     |           |                     |     |         |          |    |
|                                  | FOZ_JUC– Superf. (2)     |           |                     |     |         |          |    |
|                                  | JBS_PDR-FUN – Superf.    |           |                     |     |         |          |    |
|                                  | MJ_CHP – Superf.         |           |                     |     |         |          |    |
|                                  | MJ_GAL – Superf.         |           |                     |     |         |          |    |
|                                  | MJ_MELG – Superf.        |           |                     |     |         |          |    |
|                                  | MJ_PONTE – Superf.       |           |                     |     |         |          |    |

Legenda
   
 (1) Água Salina e (2) Água Salobra
   
 Classe 1
   
 Classe 2
   
 Classe 3
   
 Classe 4 ou maior que 3 salobra
   
 Não aplicável para águas salobras e salinas conforme CONAMA 357/2005

#### 5.2.1.4 Análise da sazonalidade das classes de qualidade nas Regiões Hidrográficas

A análise do hidrograma da estação fluviométrica 57230000 (SNIRH/ANA), situada no rio Jucu, demonstrou que o período de vazões altas encontra-se de novembro a abril (período úmido) e o período de vazões baixas situa-se de maio a outubro (período seco). Assim, a sazonalidade das concentrações foi avaliada com base nesses períodos (úmido e seco), considerando-se a média e o desvio padrão para cada período e os limites das Classes da Resolução CONAMA 357/2005, a partir de análise de gráficos do tipo boxplot, que podem ser observados no capítulo 4.2.1.5 do Relatório RT2.

Verificou-se a inexistência de um padrão de alterações sazonais de classe de qualidade das águas. Apesar da ocorrência de mudanças de tendência dos valores de concentração em função do período sazonal em muitas observações, tais valores se mantiveram na mesma classe de qualidade na maioria dos casos.

Destaca-se que as mudanças de tendência sazonais de concentração observadas também não seguem um padrão geral nos pontos monitorados, sendo necessário estudos específicos em escala de sub-bacia para sua avaliação, levando em conta as fontes de lançamento e condições de diluição de cada parâmetro, a localização dos pontos de amostragem quanto ao uso e ocupação do solo (zona urbana/zona rural), influência da maré, tamanho da área de drenagem, entre outros fatores.

Assim, os estudos sazonais realizados no presente Plano de Bacia podem servir de ponto partida para estudos e ações mais específicas de acordo com a sub-bacia de interesse, especialmente para fins de redução de concentração dos parâmetros para atingir o enquadramento.

#### **5.2.1.5 Qualidade das Águas da Baía de Vitória**

A fim de caracterizar a qualidade das águas do Estuário da Baía de Vitória foram consultados trabalhos acadêmicos sobre a região de interesse e o monitoramento da Companhia Docas do Espírito Santo CODESA. O capítulo 4.2.1.6 do Relatório RT2 apresenta a análise detalhada deste tema.

As análises dos pontos de água dos estudos consultados apresentaram valores de OD bastante diversos, variando de acordo com cada campanha e ponto da Classe 1 até acima da Classe 3. Para o Nitrogênio Amoniacal foi observado uma maioria de amostras com concentrações se enquadram na Classe 3, e, somente um ponto em Classe 2.

O Fósforo de forma geral se manteve na maioria das análises em Classe 1. Dos 4 pontos, todos em algum momento apresentaram uma piora na qualidade da água, com valores de Classe 2 e Classe 3. É importante salientar que a CODESA analisa o parâmetro Fosfato Total, não compatível com o CONAMA 357 de 2005.

Com relação aos Coliformes Termotolerantes observa-se valores que variam da Classe 1 até acima de Classe 3. Quanto aos monitoramentos da CODESA, os Coliformes Termotolerantes apresentaram-se como o parâmetro mais comprometido em termos de Classe da Res. CONAMA 357/205, seguido do Oxigênio Dissolvido e Nitrogênio. A região do estuário que recebe os rios Aribiri e Marinho apresenta-se com pior padrão de qualidade da água.

#### **5.2.2 Quantidade das águas superficiais**

Este item trata da modelagem hidrológica das Regiões Hidrográficas dos rios Jucu e Santa Maria da Vitória. A modelagem tem por objetivo obter as disponibilidades hídricas nas Unidades de Planejamento (UP's). Apesar das RH's possuírem informações hidrológicas nos rios principais, esses dados são escassos para extrapolar ou regionalizar a vazão para toda a RH, principalmente ao não considerar fatores importantes para o balanço hídrico como, por exemplo, uso e cobertura do solo, tipo e profundidade do solo, e características fisiográficas do relevo.

Sendo assim, a modelagem hidrológica distribuída realizada para as RH's em estudo representa uma importante atividade para o planejamento das RH's, pois espacializa as informações de vazão para toda a RH levando em conta a heterogeneidade da precipitação e demais variáveis que condicionam o ciclo hidrológico. Além da disponibilidade hídrica das UP's, de acordo com discretização adotada, o presente item obteve as disponibilidades hídricas em centenas de microbacias. Essas informações subsidiarão as atividades de modelagem da qualidade da água e balanços hídricos por trecho tanto para o cenário atual quanto para as projeções futuras (Capítulos 7.1 e 7.2 deste Relatório Técnico REA).

No modelo MGB-IPH, a modelagem foi realizada de forma integrada para as RH's dos rios Santa Maria da Vitória e Jucu.



#### 5.2.2.1 O Modelo hidrológico MGB-IPH

O modelo hidrológico MGB-IPH é um modelo matemático que representa o processo de transformação de chuva em vazão com forte embasamento físico e de forma distribuída na bacia hidrográfica. Na versão atual o modelo MGB-IPH subdivide a bacia hidrográfica em unidades menores denominadas mini-bacias, a partir das informações de um modelo digital de elevação, analisado utilizando ferramentas típicas de SIG. Em cada mini-bacia pode existir uma ou mais Unidades de Resposta Hidrológica, que é uma forma de classificação da paisagem do ponto de vista hidrológico.

O MGB-IPH é um modelo baseado em processos e simula o ciclo hidrológico através de relações físicas e conceituais. Dados de tipo e uso do solo, topografia e cobertura são utilizados como guias para selecionar os valores dos parâmetros. Devido à magnitude da escala na qual o modelo é aplicado, dados disponíveis globalmente são empregados tanto quanto possível. Algumas destas fontes são as seguintes:

- Mapas do tipo de solos: são obtidos de fontes como o projeto RADAM-Brasil.
- Modelos numéricos do terreno (MNTs): são disponibilizados pela the *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM).
- Cobertura vegetal e uso do solo: A partir de imagens de satélite.
- Dados Climáticos: Obtidos de várias agências como a *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA), a *Meteorological Aerodrome Report* (METAR), o Instituto nacional de Meteorologia (INMET) e a Agência Nacional de Águas do Brasil (ANA).

A descrição completa da metodologia utilizada na modelagem hidrológica pode ser consultada no item 4.2.2 do Relatório Técnico 2 (RT2).

#### 5.2.2.2 Resultados da Calibração

A qualidade da calibração do modelo é avaliada comparando as vazões calculadas com as vazões observadas nos postos fluviométricos. Esta comparação pode ser realizada de forma visual, utilizando gráficos com os hidrogramas observados e calculados em diversos locais, ou usando avaliações estatísticas mais objetivas

No caso das RH's dos rios Jucu e Santa Maria da Vitória, a calibração foi avaliada utilizando métodos visuais e análises estatísticas. Os métodos visuais foram aplicados tanto na comparação de hidrogramas como na comparação de curvas de permanência. Já as estatísticas avaliadas foram o coeficiente de eficiência de Nash-Sutcliffe (muito comum na avaliação de modelos hidrológicos); o coeficiente de eficiência de Nash-Sutcliffe dos logaritmos das vazões; o erro de volume; e o erro na estimativa da Q90.

Para ilustrar o desempenho do modelo hidrológico em representar as vazões observadas no período de calibração a Figura 5.2.1 apresenta os hidrogramas observado e calculado nos anos de 2008 a 2010, no posto fluviométrico do rio Jucu (Jusante). Observa-se que o hidrograma calculado pelo modelo se ajusta bem ao hidrograma observado, tanto nos períodos de vazões mais altas como nos períodos de vazões mais baixas. Resultados semelhantes foram obtidos em todos os postos fluviométricos disponíveis (Figura 5.2.2 e Figura 5.2.3).

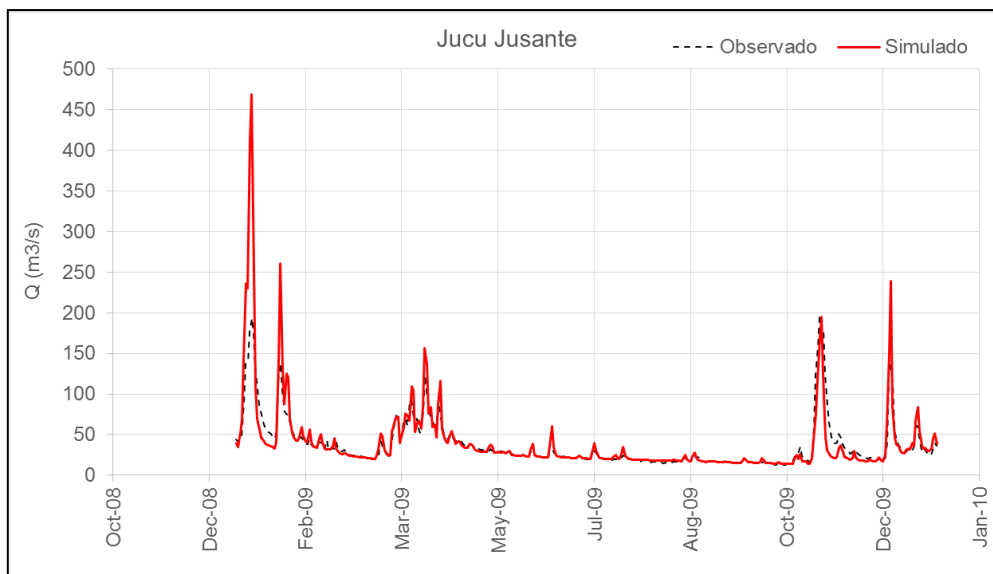


Figura 5.2.1 - Hidrogramas calculado e observado no rio Jucu (posto fluviométrico 57230000) nos anos de 2008 e 2010 (período de calibração).

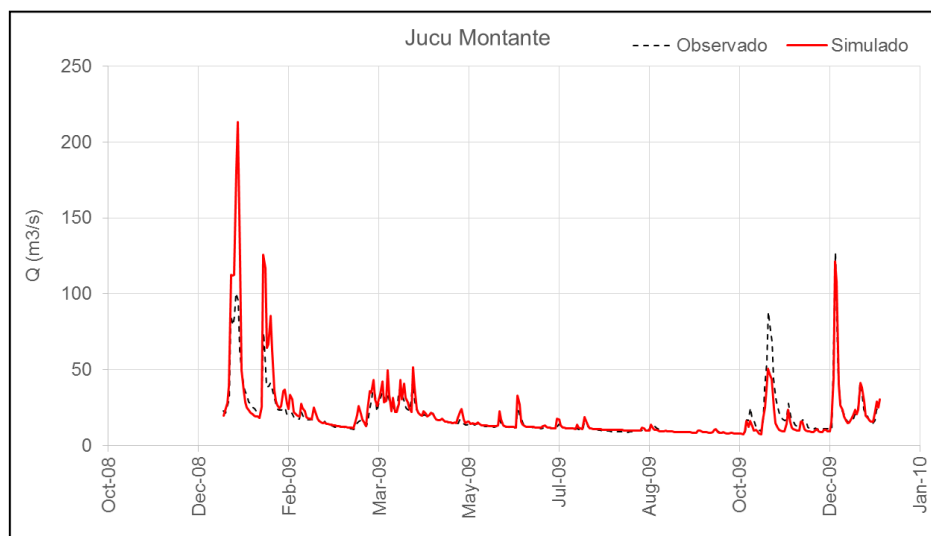


Figura 5.2.2 - Hidrogramas calculado e observado no rio Jucu (posto fluviométrico 57170000) nos anos de 2008 e 2010 (período de calibração).

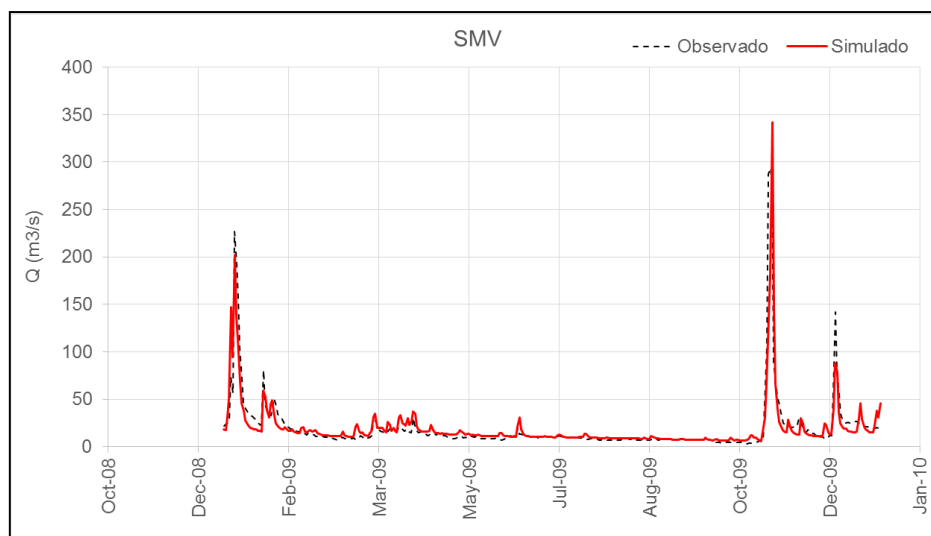


Figura 5.2.3 - Hidrogramas calculado e observado no rio Santa Maria da Vitória (posto fluviométrico 57130000) nos anos de 2008 e 2010 (período de calibração).

A análise estatística também apresenta bons resultados, mostrando que o modelo MGB-IPH foi capaz de reproduzir o comportamento hidrológico da bacia (Quadro 5.2.5). Na maioria dos casos os coeficientes de Nash-Sutcliffe têm valores próximos ou superior a 0,7 (especialmente no caso dos logaritmos das vazões). Os erros de volume foram próximos a 10%, o que é um valor relativamente baixo considerando a própria incerteza nas medições de vazão. No entanto, os resultados mais importantes são apresentados na última coluna do Quadro 5.2.5, que mostra a diferença percentual entre a vazão  $Q_{90}$  calculada e a  $Q_{90}$  observada nos diversos postos fluviométricos. Estes erros são menores do que 15%, mostrando que os resultados do modelo MGB-IPH foram aceitáveis na faixa de vazões baixas, que normalmente são utilizadas como vazões de referência para a avaliação da disponibilidade hídrica. Um erro maior foi obtido no posto 13, local de maior disponibilidade hídrica, enquanto que nos locais com escassez hídrica os erros foram menores.

Quadro 5.2.5 - Estatísticas da calibração do modelo.

| Posto<br>Fluviométrico | e    | elog | $\Delta V$ (%) | $Q_{90}$ observada<br>(m <sup>3</sup> /s) | $Q_{90}$ calculada<br>(m <sup>3</sup> /s) | $\Delta Q_{90}$<br>(%) |
|------------------------|------|------|----------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------|
| 17                     | 0,66 | 0,77 | -12,2          | 6,6                                       | 5,7                                       | 13,0                   |
| 23                     | 0,70 | 0,84 | -8,96          | 11,5                                      | 11,1                                      | 3,5                    |
| 13                     | 0,69 | 0,67 | -6,61          | 4,1                                       | 5,6                                       | 36%                    |

A avaliação visual da calibração foi realizada ainda a partir da comparação das curvas de permanência geradas com os dados observados e com os dados de vazão calculados. As figuras a seguir apresentam os resultados da calibração do modelo em termos da representação da curva de permanência das vazões.

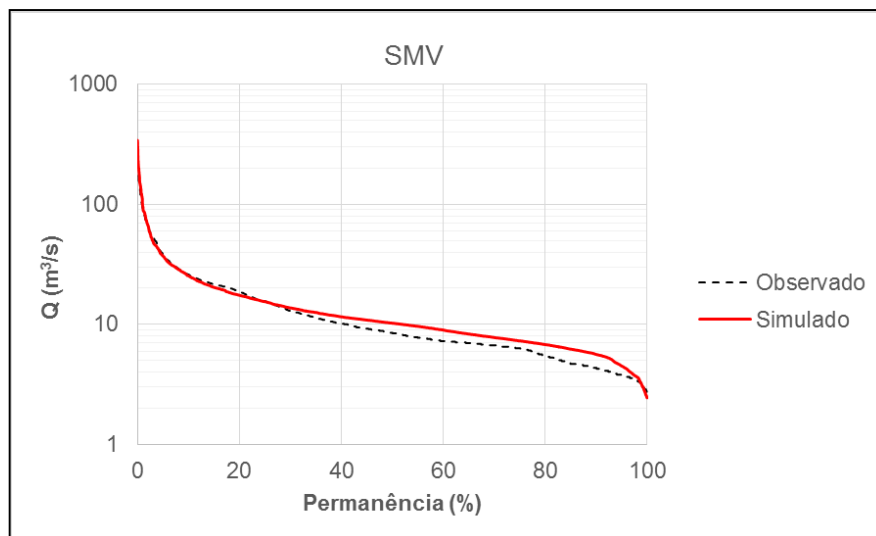


Figura 5.2.4 - Curva de permanência das vazões observadas (tracejado) e calculadas (linha contínua) no rio Santa Maria da Vitória, no posto fluviométrico 57130000, de 1970 a 2013.

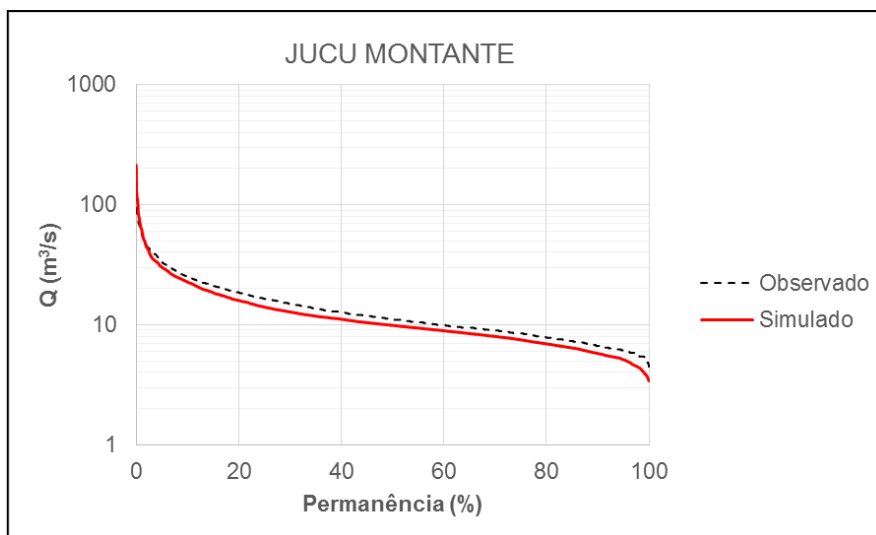


Figura 5.2.5 - Curva de permanência das vazões observadas (tracejado) e calculadas (linha contínua) no rio Jucu Montante, no posto fluviométrico 57170000, de 1970 a 2013.

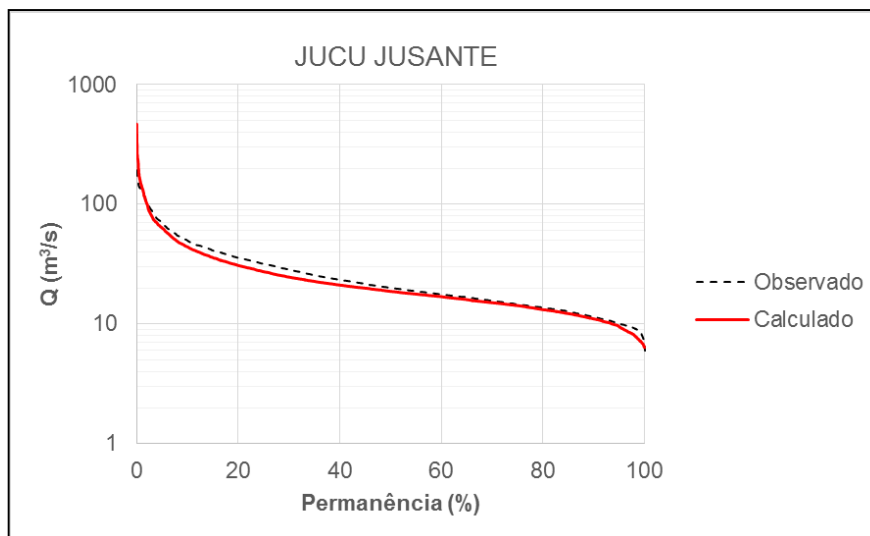


Figura 5.2.6 - Curva de permanência das vazões observadas (tracejado) e calculadas (linha contínua) no rio Jucu Jusante, no posto fluviométrico 57230000, de 1970 a 2013.

### 5.2.2.3 Disponibilidade Hídrica por Unidade de Planejamento

Como resultado da modelagem hidrológica, são apresentadas as disponibilidades hídricas para cada Unidade de Planejamento das RH's dos rios Jucu e Santa Maria da Vitória. Além disso, é apresentada uma comparação com os resultados obtidos por regionalização hidrológica realizada pelo IEMA-ES (Nota Técnica SUORE/GRH/IEMA 007/2013).

#### 5.2.2.3.1. Região Hidrográfica do Rio Santa Maria da Vitória

O Quadro 5.2.6 apresenta os valores de disponibilidade hídrica para as vazões com permanência de 90%, 95% e a vazão média calculadas através do modelo IPH-MGB. No mesmo quadro é apresentada a disponibilidade hídrica obtida por regionalização para a  $Q_{90}$ . A partir da Figura 5.2.7 à Figura 5.2.9 são apresentados os mapas temáticos de disponibilidade hídrica em cada unidade de planejamento da RHSMV.

Quadro 5.2.6 - Vazões de Referência por UP – Região Hidrográfica do Rio Santa Maria da Vitória.

| UP        | Modelo Hidrológico |                 |                    | Regionalização <sup>[1]</sup> |              | Dif. (%) |
|-----------|--------------------|-----------------|--------------------|-------------------------------|--------------|----------|
|           | $Q_{90}$ (m³/s)    | $Q_{95}$ (m³/s) | $Q_{média}$ (m³/s) | Região                        | $Q_{90}$ Reg |          |
| Alto SMV  | 1,6                | 1,4             | 3,7                | B2                            | 1,5          | -3,2     |
| Médio SMV | 6,7                | 5,7             | 19,3               | B2                            | 5,0          | -24,7    |
| Baixo SMV | 9,3                | 7,4             | 26,9               | B6                            | 7,9          | -14,7    |

[1] Considera a Nota Técnica SUORE/GRH/IEMA/007/2013

As vazões sazonais  $Q_{90}$  para os principais afluentes da Região Hidrográfica podem ser observadas no capítulo 4.2.2 do Relatório RT2.



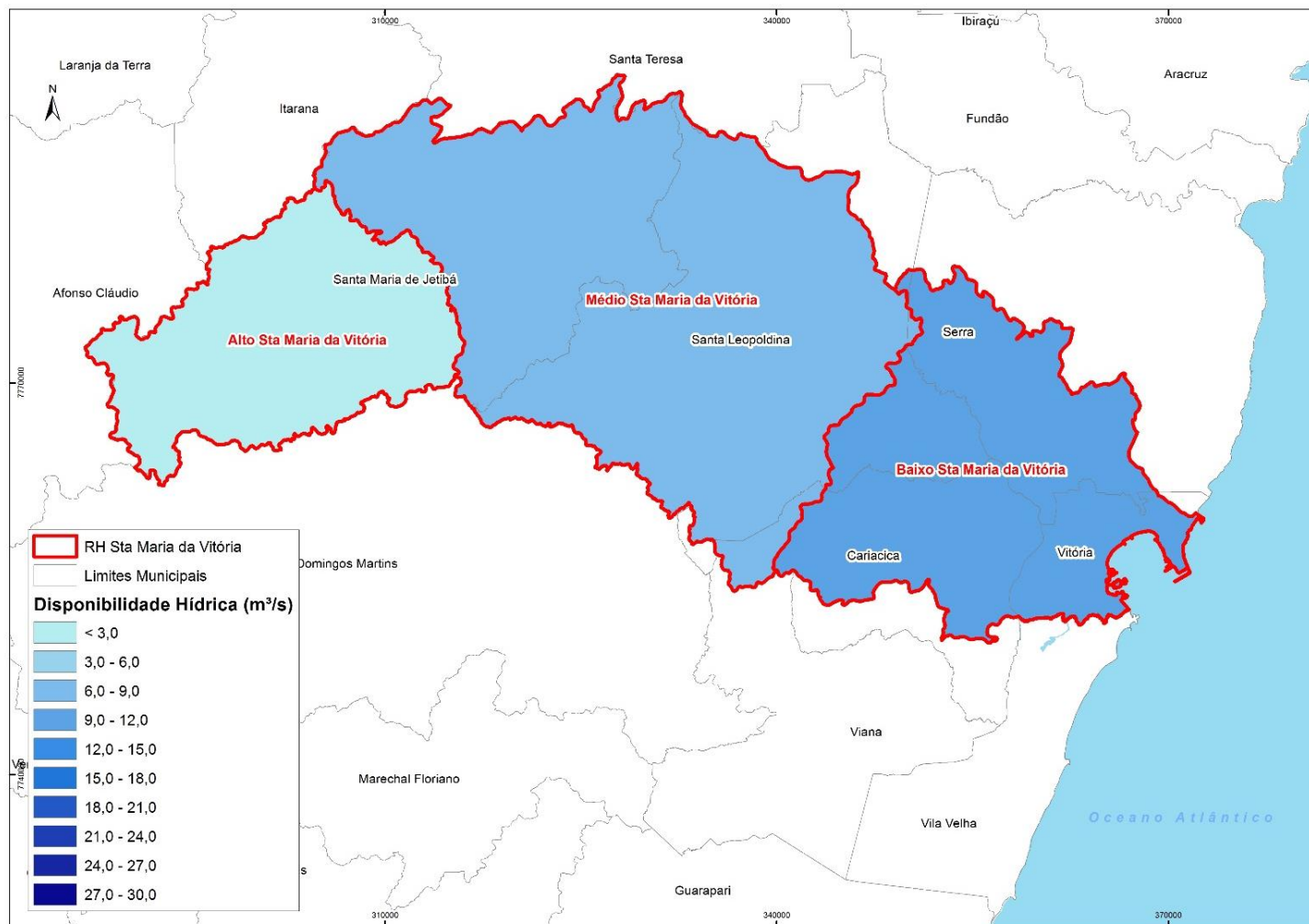


Figura 5.2.7 - Disponibilidade Hídrica ( $Q_{90}$ ) RHSMV.

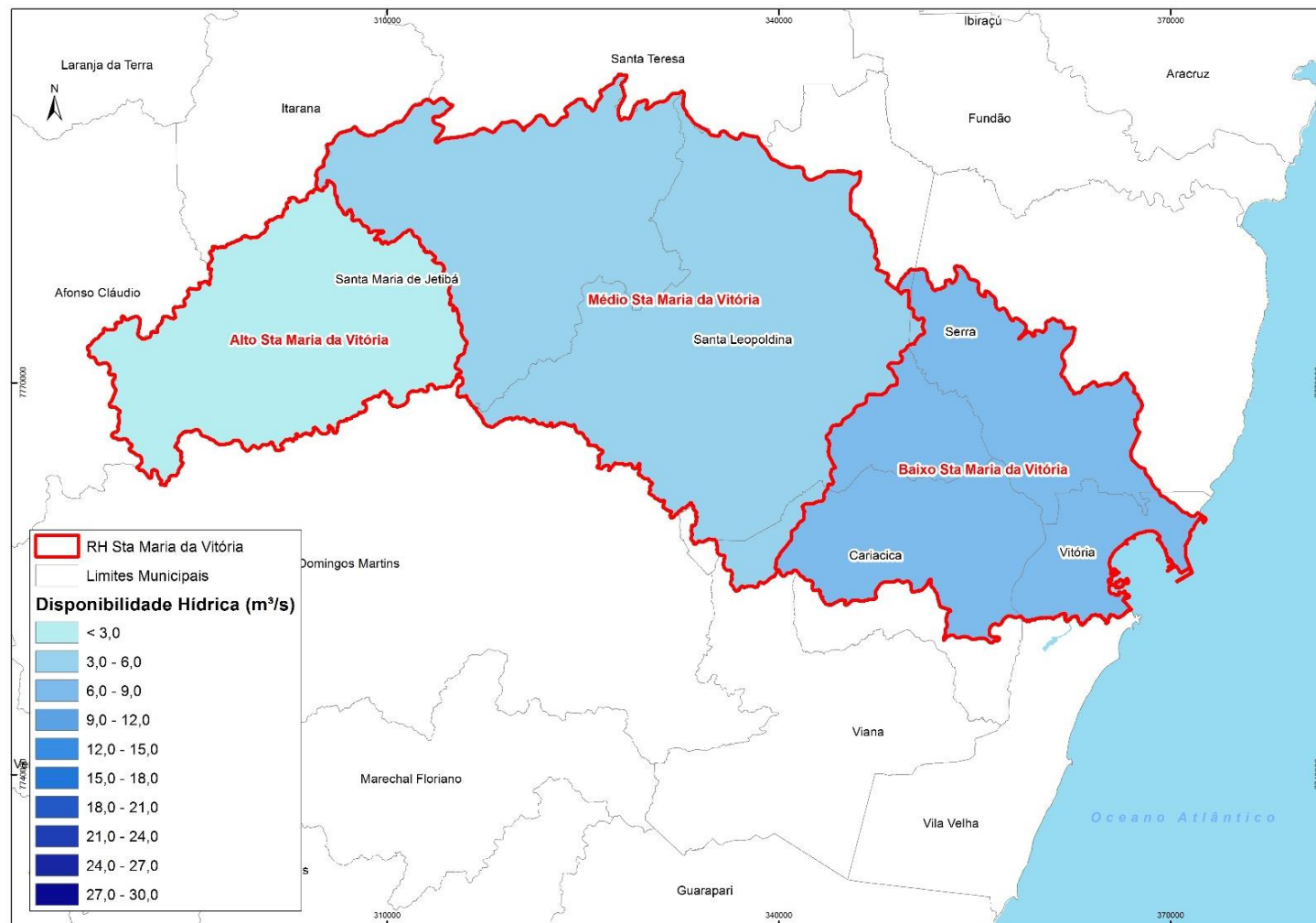


Figura 5.2.8 - Disponibilidade Hídrica ( $Q_{95}$ ) RHSMV.

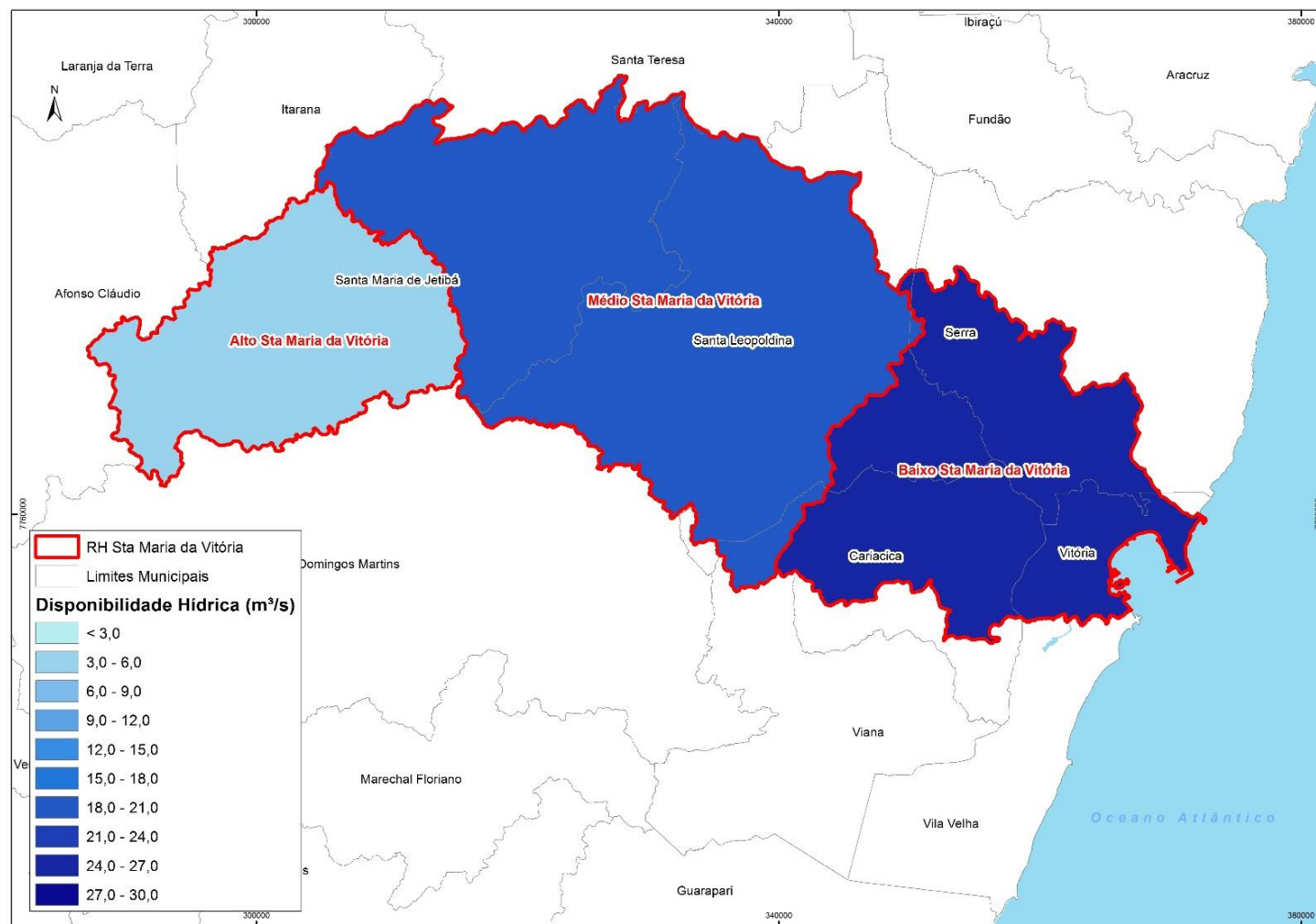


Figura 5.2.9 - Disponibilidade Hídrica ( $Q_{Média}$ ) RHSMV.

#### 5.2.2.3.1. Região Hidrográfica do Rio Jucu

O Quadro 5.2.7 apresenta os valores de disponibilidade hídrica para as vazões com permanência de 90%, 95% e a vazão média calculadas através do modelo IPH-MGB. No mesmo quadro é apresentada a disponibilidade hídrica obtida por regionalização para a  $Q_{90}$ . A Figura 5.2.10 à Figura 5.2.12 apresentam os mapas temáticos de disponibilidade hídrica em cada unidade de planejamento da RH do rio Jucu.

Quadro 5.2.7 - Vazões de Referência por UP – Região Hidrográfica do rio Jucu.

| UP                     | Modelo Hidrológico           |                              |                                 | Regionalização <sup>[1]</sup> |                              |          |
|------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|------------------------------|----------|
|                        | $Q_{90}$ (m <sup>3</sup> /s) | $Q_{95}$ (m <sup>3</sup> /s) | $Q_{média}$ (m <sup>3</sup> /s) | Região                        | $Q_{90}$ (m <sup>3</sup> /s) | Dif. (%) |
| Alto Jucu              | 2,2                          | 1,8                          | 5,1                             | B9                            | 3,3                          | 50,6     |
| Médio Jucu             | 6,1                          | 5,3                          | 13,0                            | B9                            | 7,6                          | 24,2     |
| Rio Jucu Braço Sul     | 2,9                          | 2,6                          | 6,3                             | B9                            | 3,8                          | 29,5     |
| Baixo Jucu             | 9,3                          | 7,6                          | 23,0                            | B9                            | 11,7                         | 26,3     |
| For-Marinho e Costeira | 0,8                          | 0,6                          | 2,1                             | B9                            | 1,2                          | 47,8     |

[1] Considera a Nota Técnica SUORE/GRH/IEMA/007/2013

As vazões sazonais  $Q_{90}$  para os principais afluentes da Região Hidrográfica podem ser observadas no capítulo 4.2.2 do Relatório RT2.

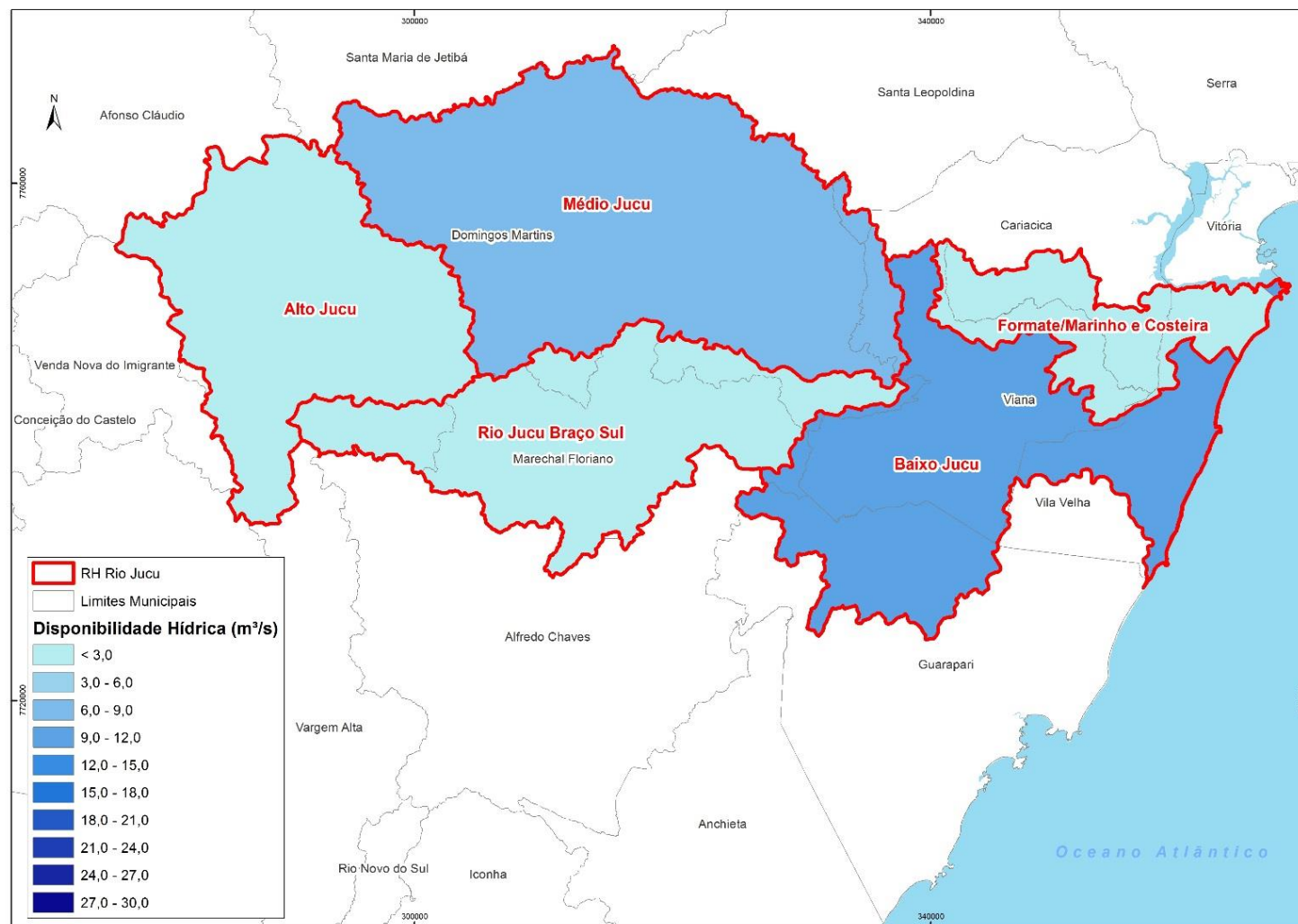


Figura 5.2.10 - Disponibilidade Hídrica ( $Q_{90}$ ) RH do rio Jucu.



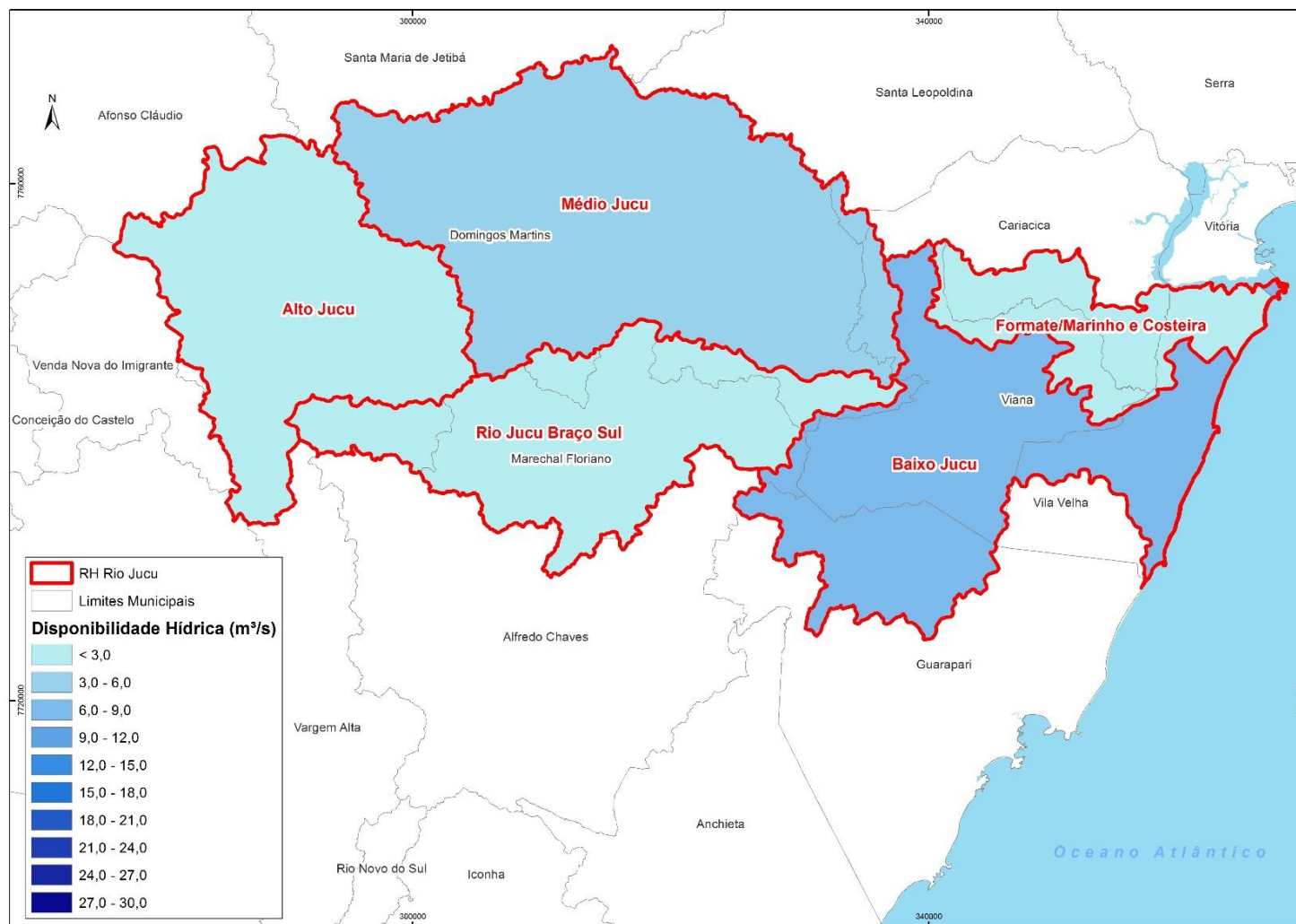


Figura 5.2.11 - Disponibilidade Hídrica (Q<sub>95</sub>) RH do rio Jucu.

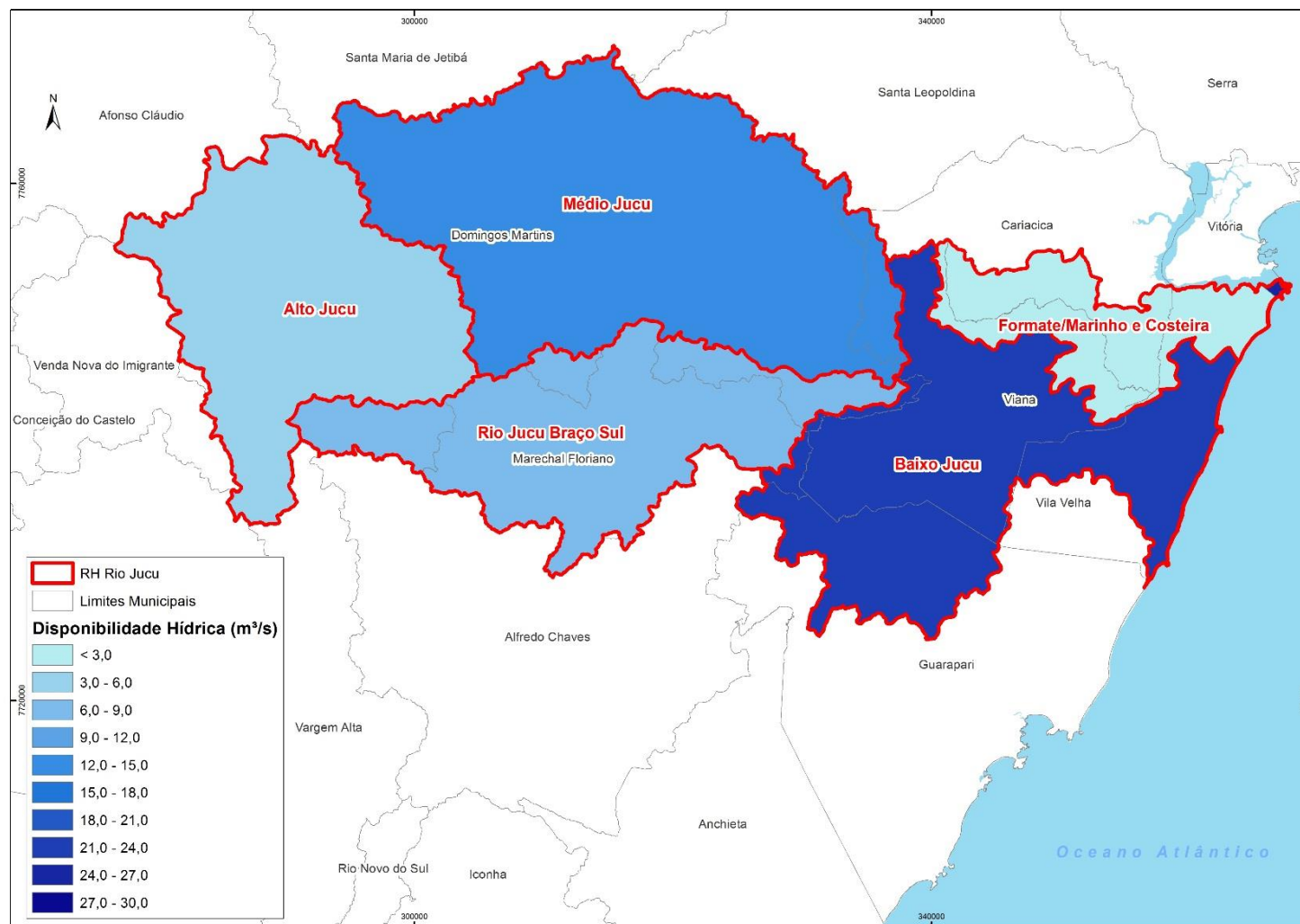


Figura 5.2.12 - Disponibilidade Hídrica ( $Q_{média}$ ) RH do rio Jucu.

A Figura abaixo mostra uma comparação entre a Q90% obtida por modelagem hidrológica e por regionalização em cada Unidade de Planejamento das duas RH's. Os resultados indicam que o modelo, de uma maneira geral, subestimou as vazões em bacias menores em relação a regionalização.

A regionalização se baseia, em geral, em postos fluviométricos com grandes áreas de contribuição. Dessa forma, as vazões de bacias pequenas podem ser superestimadas, bem como a incerteza dos resultados tende a ser maior.

Por outro lado, para UP's com áreas maiores os resultados obtidos por modelagem hidrológica e por regionalização tiveram um comportamento similar.

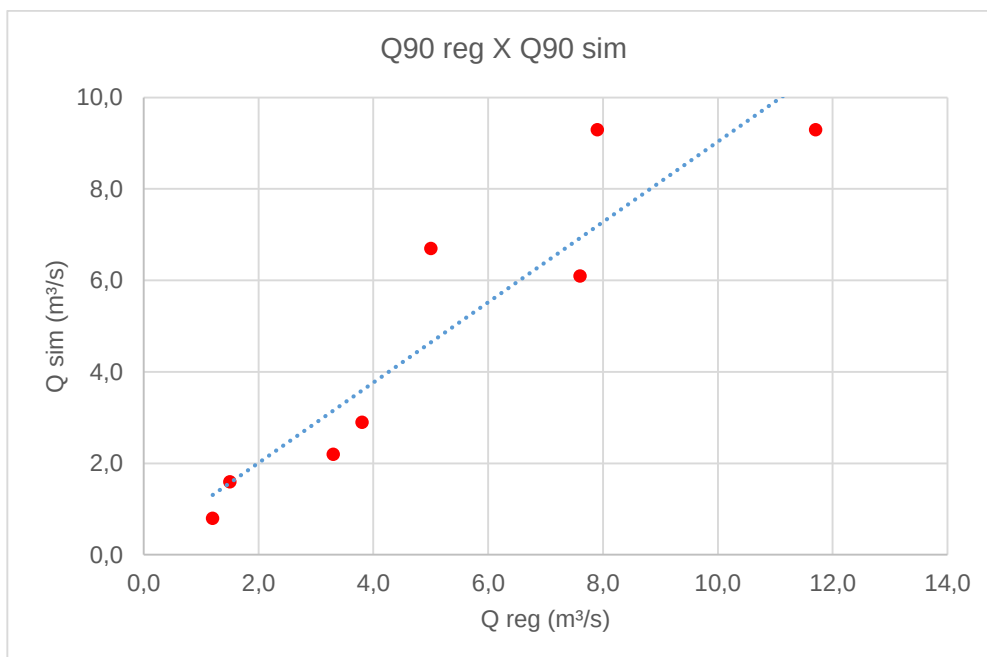


Figura 5.2.13 - Comparação entre a vazão Q<sub>90</sub>% calculada por modelagem hidrológica (Q90 sim) e regionalizada (Q90 reg).

Nota-se que as estimativas nas UP's da RHSMV, em geral, apresentam valores maiores quando da utilização do IPH-MGB, excetuando-se a UP Alto SMV. Ao comparar o IPH-MGB com a NT007/2013, nas UP's da RHJ, constata-se que as estimativas são maiores neste último modelo, variando entre 24,2% e 50,6%.

Assim, os valores estimados pelo modelo IPH-MGB nas UP's da RHSMV, em geral, são maiores do que os obtidos pela NT007/2013. Por sua vez, na RHJ em todas as UP's os valores do IPH-MGB são menores do que os da NT007/2013.

Não é possível afirmar que há entre os modelos IPH-MGB e NT007/2013, um mais preciso do que o outro. Ressalta-se que o comportamento das diferenças entre o IPH-MGB e os modelos adotados no Estado segue uma mesma tendência, nas duas Regiões Hidrográficas.

### 5.2.3 Águas subterrâneas

As Regiões Hidrográficas dos rios Jucu e Santa Maria da Vitória estão inseridas na Região Hidrográfica dominante Atlântico Sudeste que ocupa a maior área do Estado do Espírito Santo (ANA, 2005). Esta, engloba o Sistema Aquífero Barreiras Tipo (P=Poroso), nas condições (L= Livre ou freático e C= Confinado) e apresentam as seguintes características:

- Espessura média: 60m
- Precipitação: 1.938mm/ano
- Disponibilidade Hídrica (DH) 217,0 (DH) (m<sup>3</sup>/s)<sup>2</sup>
- Vazão de Retirada Potencial (VRP) 147,2 (m<sup>3</sup>/s)<sup>2</sup>
- VRP/DH (68%)

Nas RH's do rio Jucu (Prancha 5.2.4) e rio Santa Maria da Vitoria (Prancha 5.2.3) foram identificados três Domínios e 14 Sub-Unidades Hidrogeológicas englobando as seguintes unidades geológicas:

- Domínio 1- Formações Cenozóicas (Aquífero poroso) com os seguintes subdomínios: Barreiras (1Fcb), Depósitos flúvio-lagunares (1 Fcdl); Mapa Geológico IEMA (2013) Quaternário Holocênico + Terciário (Grupo Barreiras)
- Domínio 4- Metassedimentos/Metavulcânicas (Aquífero fissural) Paraíba do Sul, unidade terrígena com intercalações carbonáticas (4M/M); Mapa Geológico IEMA (2013) Pré-Cambriano.
- Domínio 6- Cristalino (Aquífero fissural): Bela Joana, Enderbito Santa Tereza, Granitos tipo Alfredo Chaves, Suite Muniz Freire, Granitóide Colatina, Granitóides tipo I, pós-orogênico do orógeno Araçuaí, Maciço Garrafão, Maciço de Ereçê, Norito São Gabriel de Baunilha, Suite Máfica do orógeno Araçuaí, Tonalitos tipo Jequitibá e Tonalitos de Alto Guandu. Informações do Mapa Geológico IEMA/GEObase (2013) Pré-Cambriano, Terciário, Quaternário Holocênico.

Quadro 5.2.8 - Relação dos Domínios e Subunidades Hidrogeológicas e características do Aquífero

| Domínio Hidrogeológico                    | Sub-Unidade Hidrogeológica                                                | Produtividade Aquífero (l/h)*             | Característica do Aquífero               |
|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------|
| Domínio 1- Formações Cenozóicas           | Formação Barreiras                                                        | Média-Fraca (até 5.000 l/h)               | Aquífero Sedimentar Poroso intergranular |
|                                           | Depósitos flúvio-lagunares                                                |                                           |                                          |
| Domínio 4- Metassedimentos/Metavulcânicas | Paraíba do Sul                                                            | Média-Fraca a Muito Fraca (até 4.000 l/h) | Aquífero Cristalino Fissural             |
| Domínio 6- Cristalino                     | Bela Joana                                                                |                                           |                                          |
|                                           | Enderbito Santa Tereza                                                    |                                           |                                          |
|                                           | Granitos tipo Alfredo Chaves                                              |                                           |                                          |
|                                           | Suite Muniz Freire                                                        |                                           |                                          |
|                                           | Granitóide Colatina, Granitóides tipo I, pós-orogênico do orógeno Araçuaí |                                           |                                          |
|                                           | Maciço Garrafão                                                           |                                           |                                          |
|                                           | Maciço de Ereçê                                                           |                                           |                                          |
|                                           | Norito São Gabriel de Baunilha                                            |                                           |                                          |
|                                           | Suite Máfica do orógeno Araçuaí                                           |                                           |                                          |
|                                           | Tonalitos tipo Jequitibá                                                  |                                           |                                          |
|                                           | Tonalitos de Alto Guandu.                                                 |                                           |                                          |

[1] Inferências realizadas com as informações disponíveis no presente relatório. Podem ocorrer grandes divergências de produtividade do aquífero entre as áreas.

Em termos gerais pode-se separar a área de estudo em dois tipos de aquíferos:

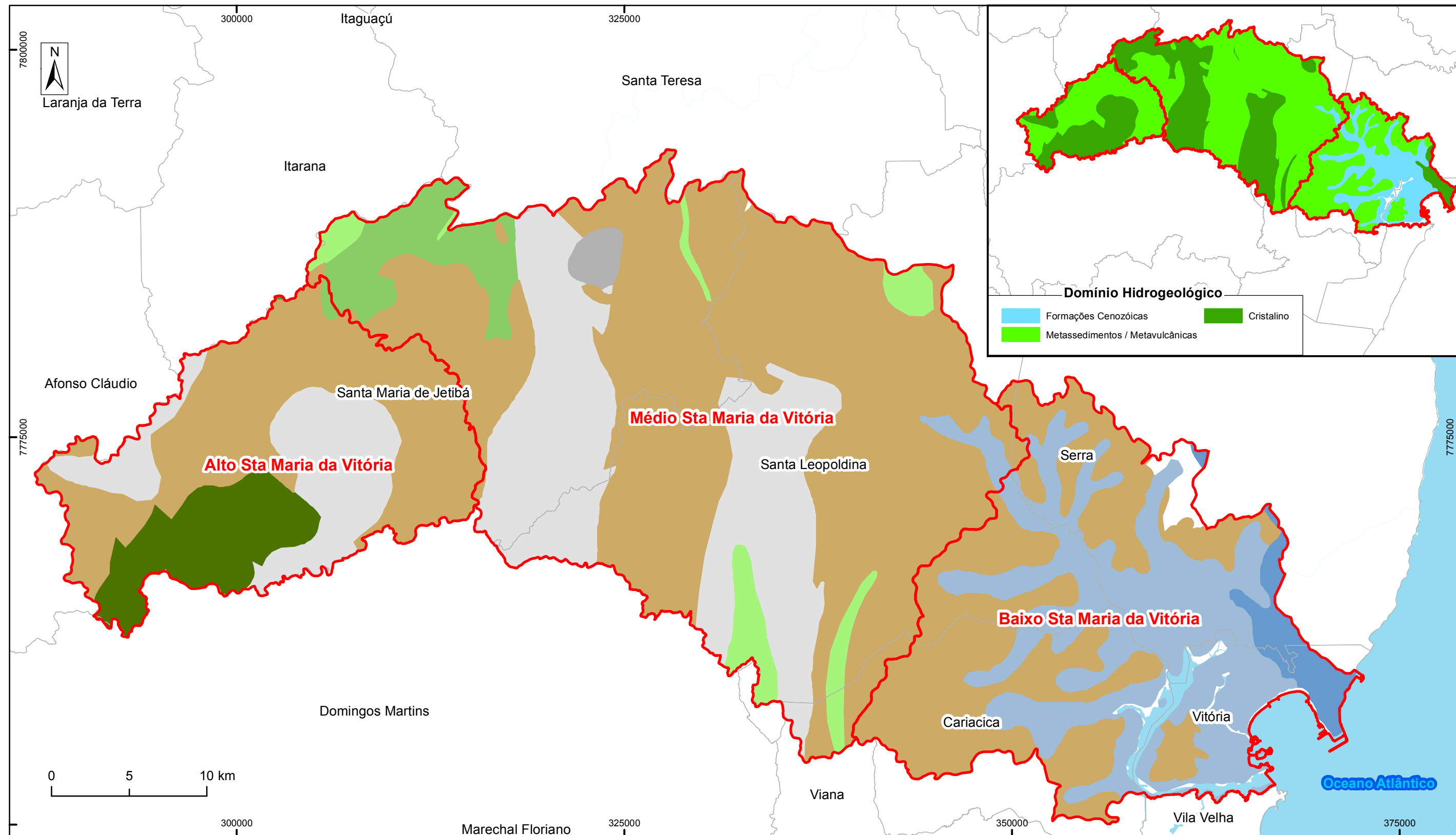
- **Freáticos:** captando formações sedimentares porosas e/ou mantos de intemperismo de rochas ígneas, metamórficas, espessura até cerca de 80m, para usos diversos como abastecimento humano, dessedentação de animais, irrigação, outros. Esses aquíferos porosos podem apresentar águas com alterações na sua qualidade físico-química e bacteriológica, apresentando vazões pequenas, usos em áreas urbanas e/ou rurais, acrescidos de minas.
- **Confinados:** profundos captando formações sedimentares Domínio 1- Formações Cenozóicas, sendo que o Grupo Barreiras apresenta aquíferos contínuos, geralmente de extensão regional limitada, livres e/ou confinados. Constituídos por sedimentos clásticos não consolidados e consolidados. A Permeabilidade geralmente é média a baixa. A qualidade química das águas geralmente é boa/ potável. A importância hidrogeológica relativa é média. Enquanto os aquíferos fissurais dos Domínios 4 e 6, os quais apresentam vazões inferiores a 25 m<sup>3</sup>/h, fato que lhes conferem uma produtividade média a fraca e ainda, fraca a muito fraca. O Domínio Cristalino 1 é aquele mais importante na indústria alimentar (refrigerantes e mineral). Todos os três domínios podem apresentar águas com pH fora de padrões de consumo humano, necessitando correções conforme previsto na Portaria Nº2.924/2011.

Destaca-se que as Regiões Hidrográficas dos rios Jucu e Rio Santa Maria da Vitória ainda apresentam grandes lacunas de informações sobre captações através de poços tubulares ou poços freáticos rasos.

As condições de recarga de aquífero e as áreas vulneráveis e de risco de contaminação de aquíferos foram analisadas com base no estudo de ZEE-ES (2013):

- As melhores condições de recarga são observadas na totalidade do município de Marechal Floriano e na região do divisor de águas das RH's Jucu e SMV, no município de Santa Leopoldina. Os municípios de Vitória, Serra (em sua porção localizada na RHSMV) e a parte leste de Cariacica apresentam baixa condição de recarga, uma vez que menos de 12% da precipitação anual é convertida em escoamento de base.
- As maiores vulnerabilidades e risco de contaminação de aquíferos estão associadas à região litorânea, abrangendo quase a totalidade dos municípios de Vitória e Vila Velha, bem como a parte leste de Cariacica e de Viana. Isto se deve às condições de aquíferos superficiais nestas áreas, os quais ocorrem muito próximos à superfície. Já na parte média das RH's, as maiores vulnerabilidades à contaminação de aquíferos relacionam-se às falhas geológicas e predominam nas UP' Médio SMV e Médio Jucu. De forma geral, a maior parte da RH, com ênfase na parte Alta, situa-se em área de baixa vulnerabilidade, uma vez que os possíveis aquíferos confinados neste sistema se encontram muito profundos.





UPs - Sta Maria da Vitória

Limites Municipais

**Sub Unidades Hidrogeológicas**

Depósitos flúvio-lagunares

Barreiras

Paraíba do Sul, unidade terrígena com intercalações carbonáticas

Bela Joana

Enderbitto Santa Tereza

Granitos tipo Alfredo Chaves, Suíte Muniz Freire

**LEGENDA**

Granitóide Colatina

Granitóides tipo I, pós-orogênico do orógeno Araçuaí

Maciço Garrafão

Maciço de Areçê

Norito São Gabriel da Baunilha

Suíte Máfica do orógeno Araçuaí

Tonalitos de Alto Guandu

Tonalitos tipo Jequitibá

|         |  |                |            |
|---------|--|----------------|------------|
| 01      |  | EMIÇÃO INICIAL | 12/06/2014 |
| Revisão |  | Discriminação  | Data       |

iema

Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos

Rio Jucu

COMISSÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

CBH

COMISSÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

SANTA MARIA DA VITÓRIA

PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS

**BACIAS DO RIO JUCU E SANTA MARIA DA VITÓRIA**

ESPIRITO SANTO/BR

PROFILL

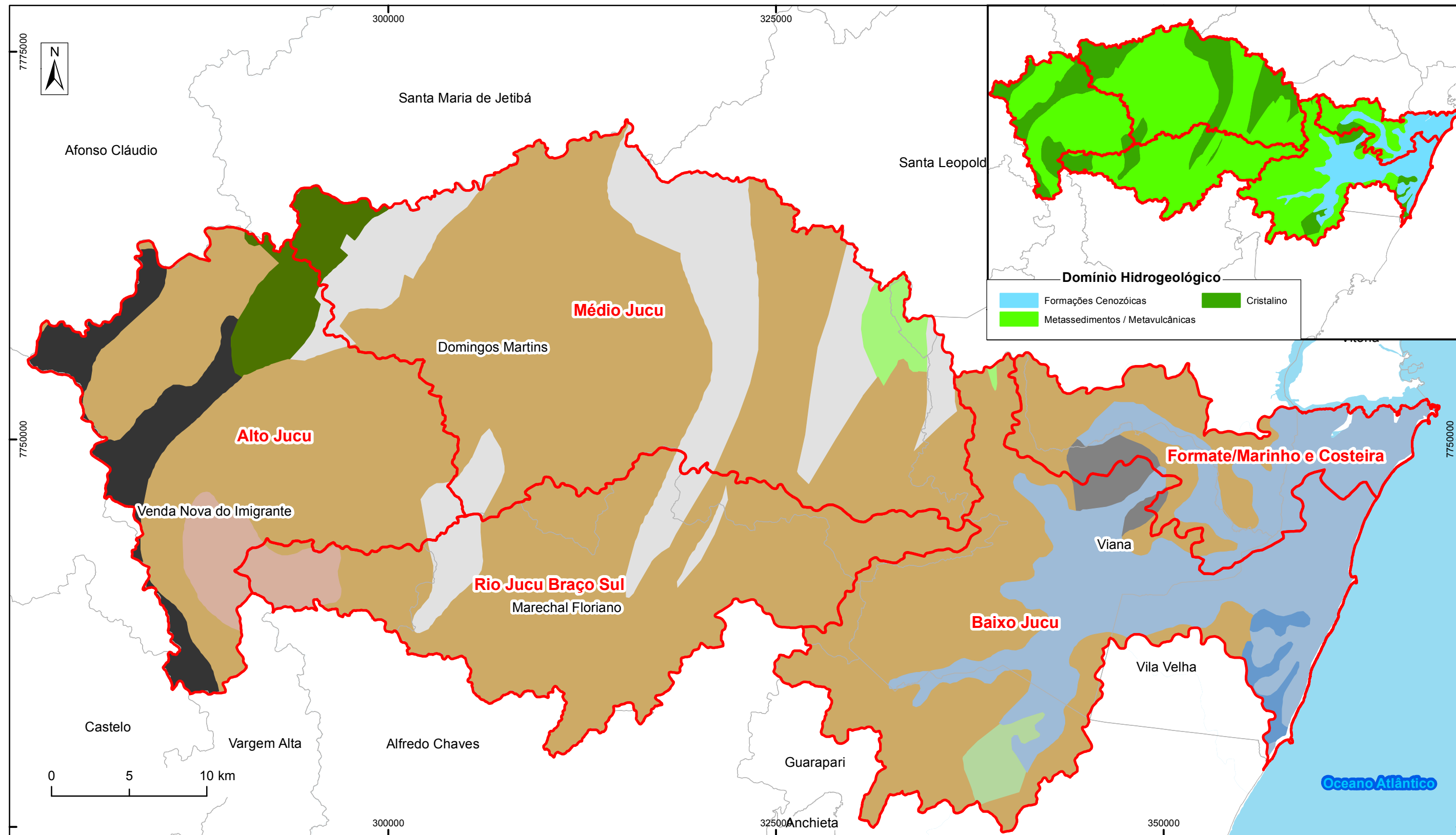
Ingeniería, Estudios y Proyectos

NIP, S.A.

NIP do Brasil

Estudios e Projetos

|               |                                                  |                             |              |
|---------------|--------------------------------------------------|-----------------------------|--------------|
| Unidade:      | METRO                                            | ASSUNTO                     | Prancha      |
| Fiscalização: | IEMA                                             | <b>Hidrogeologia</b>        | <b>5.2.3</b> |
| Data:         | Junho/2014                                       | <b>Sta Maria da Vitória</b> | Escala:      |
| Arquivo:      | IEMA_RIOJUCU_PRR-CGB0_Hidrogeologia_Sta Maria_A3 |                             | 1:250.000    |



#### LEGENDA

- UPs - Jucu
- Limites Municipais
- Sub- Unidades Hidrogeológicas**
- Depósitos flúvio-lagunares
- Barreiras
- Paraíba do Sul, unidade terrígena com intercalações carbonáticas
- Bela Joana
- Enderbrito Santa Tereza
- Granitos tipo Alfredo Chaves, Suíte Muniz Freire
- Granitóide Colatina
- Granitóides tipo I, pós-orogênico do orógeno Araçuaí
- Maciço Garrafão
- Maciço de Areçê
- Norito São Gabriel da Baunilha
- Suíte Máfica do orógeno Araçuaí
- Tonalitos de Alto Guandu
- Tonalitos tipo Jequitibá

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                             |                       |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------|------------|
| 01                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                             | EMIÇÃO INICIAL        | 12/06/2014 |
| Revisão                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                             | Discriminação         | Data       |
| <div><div><div><div><div><div><span></span></div><div>iema</div><div><small>Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos</small></div></div></div><div><div><div><span></span></div><div>Rio Jucu</div><div><small>GOVERNO DO ESPÍRITO SANTO</small></div></div><div><div><span></span></div><div><small>CBH</small></div><div><small>COMISSÃO Bacia Hidrográfica</small></div></div><div><div><span></span></div><div><small>SANTA MARIA DA VITÓRIA</small></div><div><small>PARAÍBA DO SUL</small></div></div></div></div><div><div><div><div><div><span></span></div><div>PROFILL</div><div><small>Engenharia, Estudos e Projetos</small></div></div><div><div><span></span></div><div><small>NIP, S.A.</small></div><div><small>NIP do Brasil</small></div></div><div><div><span></span></div><div><small>Estudos e Projetos</small></div></div></div></div></div><div><div>PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS</div><div>BACIAS DO RIO JUCU E SANTA MARIA DA VITÓRIA</div><div>ESPIRITO SANTO/BR</div></div></div></div> |                                             |                       |            |
| Unidade:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | METRO                                       | ASSUNTO               | Prancha    |
| Fiscalização:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | IEMA                                        | Hidrogeologia<br>Jucu | 5.2.4      |
| Data:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Junho/2014                                  |                       | Escala:    |
| Arquivo:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | IEMA_RIOJUCU_PRR-CGRB_Hidrogeologia_Jucu_A3 |                       | 1:250.000  |

### 5.3 Síntese das Demandas Hídricas

Neste item apresenta-se uma síntese dos resultados de demandas hídricas Regiões Hidrográficas dos rios Jucu e Santa Maria da Vitória. Esta síntese tem o objetivo de destacar os principais resultados obtidos no diagnóstico com ênfase nas demandas hídricas, uma vez que estes dados subsidiaram o cálculo dos Balanços Hídricos Atuais (Capítulo 7.1) e Futuros Tendenciais (Capítulo 7.2), apresentados a seguir. Importante ressaltar ainda que o diagnóstico dos usos consuntivos e não-consuntivos foi apresentado, em maior nível de detalhe, no Capítulo 4.3 do Relatório Técnico 2.

#### 5.3.1 Usos consuntivos (captações superficiais)

Na RHMSV a demanda hídrica de captação superficial representa um total de 109.211.318 m³/ano ou 3,47 m³/s (Quadro 5.3.1). Enquanto que na RHJ a demanda hídrica totaliza ou 136.142.892 m³/ano ou 4,31 m³/s (Quadro 5.3.2).

Quadro 5.3.1 - Demandas consuntivas de água superficial (m³/ano) na RHSMV

| UP/Setor        | Criação Animal   | Abast. Público    | Indústria <sup>[1]</sup>         | Irrigação        | Total UP           | % na RH |
|-----------------|------------------|-------------------|----------------------------------|------------------|--------------------|---------|
| Alto SMV        | 838.628<br>42%   | 222.000<br>11%    | 0<br>0%                          | 958.490<br>47%   | <b>2.019.118</b>   | 1,85%   |
| Médio SMV       | 1.210.509<br>21% | 955.274<br>16%    | 143.445<br>2%                    | 3.661.315<br>61% | <b>5.970.543</b>   | 5,47%   |
| Baixo SMV       | 264.867<br>0,3%  | 50.618.200<br>50% | 49.741.835 <sup>[1]</sup><br>49% | 596.775<br>1%    | <b>101.221.657</b> | 92,68%  |
| <b>Total RH</b> | <b>2.314.004</b> | <b>51.795.474</b> | <b>49.885.280</b>                | <b>5.216.580</b> | <b>109.211.318</b> | 100%    |
| % na RH         | 2%               | 47%               | 46%                              | 5%               | 100%               | -       |

[1] O equivalente a 22.756.377 m³/ano das demandas de água computadas para o setor industrial são captados pela CESAN para abastecimento da indústria.

Quadro 5.3.2 - Demandas consuntivas de água superficial (m³/ano) na RHJ

| Setor/UP           | Criação Animal   | Abast. Público     | Indústria <sup>[1]</sup> | Irrigação        | Aquicult.        | Total UP           | % na RH       |
|--------------------|------------------|--------------------|--------------------------|------------------|------------------|--------------------|---------------|
| Alto Jucu          | 408.836<br>45%   | 135.415<br>15%     | 0<br>0%                  | 296.061<br>33%   | 65.664<br>7%     | <b>905.976</b>     | <b>0,67%</b>  |
| Médio Jucu         | 720.472<br>36%   | 81.760<br>4%       | 186.150<br>9%            | 404.026<br>20%   | 608.472<br>30%   | <b>2.000.880</b>   | <b>1,47%</b>  |
| Jucu Braço Sul     | 544.270<br>11%   | 1.356.544<br>26%   | 47.815<br>1%             | 2.813.884<br>55% | 383.486<br>7%    | <b>5.145.999</b>   | <b>3,78%</b>  |
| Baixo Jucu         | 1.010.352<br>1%  | 116.323.310<br>94% | 6.090.390<br>5%          | 564.324<br>0%    | 0<br>0%          | <b>123.988.376</b> | <b>91,07%</b> |
| For-Mar e Costeira | 284.315<br>7%    | 788.400<br>19%     | 2.843.715<br>69%         | 172.616<br>4%    | 12.614<br>0%     | <b>4.101.660</b>   | <b>3,01%</b>  |
| <b>Total</b>       | <b>2.968.245</b> | <b>118.685.429</b> | <b>9.168.070</b>         | <b>4.250.911</b> | <b>1.070.237</b> | <b>136.142.892</b> | <b>100%</b>   |
| % na RH            | <b>2%</b>        | <b>87%</b>         | <b>7%</b>                | <b>3%</b>        | <b>1%</b>        | <b>100%</b>        | -             |

[1] 1.788.091 m³/ano das demandas de água computadas neste quadro para o setor industrial na UP Baixo Jucu são captados pela CESAN para abastecimento de indústria.

Na RHSMV o Abastecimento Público, seguido da Indústria apresentam as maiores captações na RH, pois somam 93% das demandas totais, sendo que estes usos predominam na UP Baixo SMV. Quando se analisa por UP a situação se inverte, especialmente para a UP Alto SMV, onde 89% corresponde a soma entre Irrigação (47%) e Dessedentação Animal (42%), ao passo que na UP Médio SMV a Irrigação corresponde a 61% da demanda por água superficial (Figura 5.3.1).

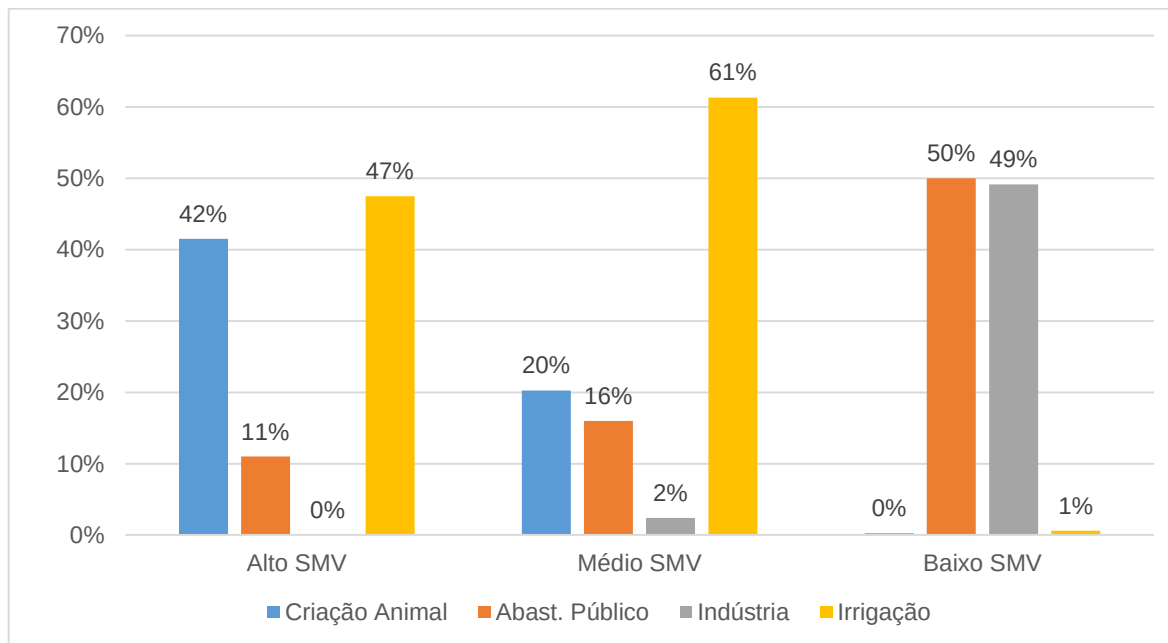
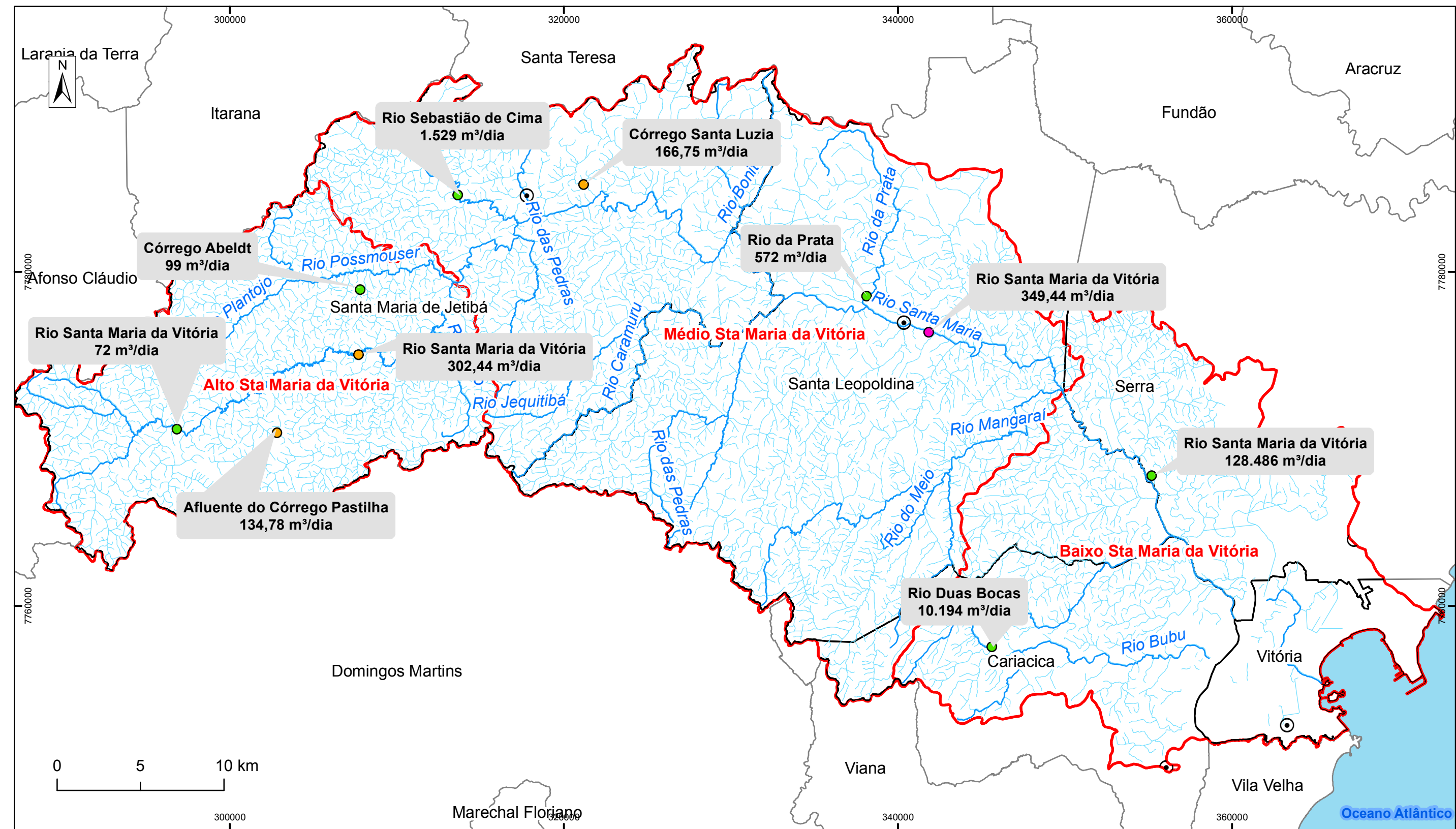


Figura 5.3.1 – Demanda de captação superficial dos setores usuários por UP da RHSMV.

Assim, nota-se uma heterogeneidade entre as 3 UP's referente a: concentração de usos industriais e de abastecimento humano na UP Baixo SMV; Irrigação na UP Médio e SMV e uma preponderância conjunta da pecuária e irrigação na UP Alto SMV. Situação que reflete as diferentes condições das atividades econômicas nestas UP's. Na UP Baixo SMV a forte urbanização, bem como a presença de indústrias forçam a demanda hídrica nestes dois setores, enquanto que nas UP's Médio SMV e Alto SMV a agropecuária é a atividade antrópica com maior demanda por água. As demandas hídricas do Baixo SMV representam 92,68% da demanda consuntiva total da RH do Rio Santa Maria da Vitória.

Considerando a relevância do abastecimento público e industrial na demanda total da RHSMV, a Prancha 5.3.1 apresenta as faixas de demanda de água superficial para abastecimento público, por Unidades de Planejamento, enquanto que a Prancha 5.3.2 apresenta a espacialização das demandas para abastecimento industrial na RHSMV.





LEGENDA

Pontos de Captação Superficial

- CESAN
- Prefeitura Santa Leopoldina
- Prefeitura Santa Maria do Jetibá

- Rios Principais
- Hidrografia
- ▭ RH Santa Maria da Vitória
- ▭ Limites Municipais
- ⊙ Sedes Municipais

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                    |                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                    |                   |
| 01                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | EMIÇÃO INICIAL                                                     | 15/12/2014        |
| Revisão                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Discriminação                                                      | Data              |
| <div><div><br/><small>Instituto Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos</small></div><div><br/><small>COMITÊ DE RECURSOS HÍDRICOS</small></div><div><br/><small>COMISSÃO BACIAS DO RIO JUCU E SANTA MARIA DA VITÓRIA</small></div></div> <div>PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS</div> <div>BACIAS DO RIO JUCU E SANTA MARIA DA VITÓRIA</div> <div>ESPIRITO SANTO/BR</div> <div><br/>PROFILL</div> <div><br/>Ingeniería, Estudios y Proyectos</div> <div><br/>NIP do Brasil<br/>Estudos e Projetos</div> |                                                                    |                   |
| Unidade: METRO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | ASSUNTO                                                            | Prancha           |
| Fiscalização: IEMA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>Pontos de Captação de Água</b><br><b>Santa Maria da Vitória</b> | <b>5.3.1</b>      |
| Data: Dezembro/2014                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                    | Escala: 1:230.000 |
| Arquivo: IEMA_RIOJUCU_PRR-CG80_Captação_Sta Maria_A3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                    |                   |





Na RHJ, o abastecimento público consiste no maior usuário (91% da demanda total), com uma demanda total de 118.685.736 m<sup>3</sup>/ano. A UP Baixo Jucu destaca-se neste uso pois capta 116.323.310 m<sup>3</sup>/ano através de captações superficiais (94% da captação total da RHJ), enquanto outros 1.147.742,5 m<sup>3</sup>/ano são captados de fontes subterrâneas nesta UP.

A indústria se destaca na UP Formate Marinho e Costeira com 2.843.715 m<sup>3</sup>/ano, ou 69% da demanda total da UP. Na UP Jucu Braço Sul o uso que mais se destaca é a Irrigação que demanda de 2.813.884 m<sup>3</sup>/ano (55%). Nas UP's Alto Jucu e Médio Jucu, a criação animal e aquicultura apresentam respectivamente as maiores demandas, ainda assim, estes usos totalizam 1.803.444 m<sup>3</sup>/ano nas duas UP's, ou apenas 1,32% das demandas totais da RH Jucu (Figura 5.3.2).

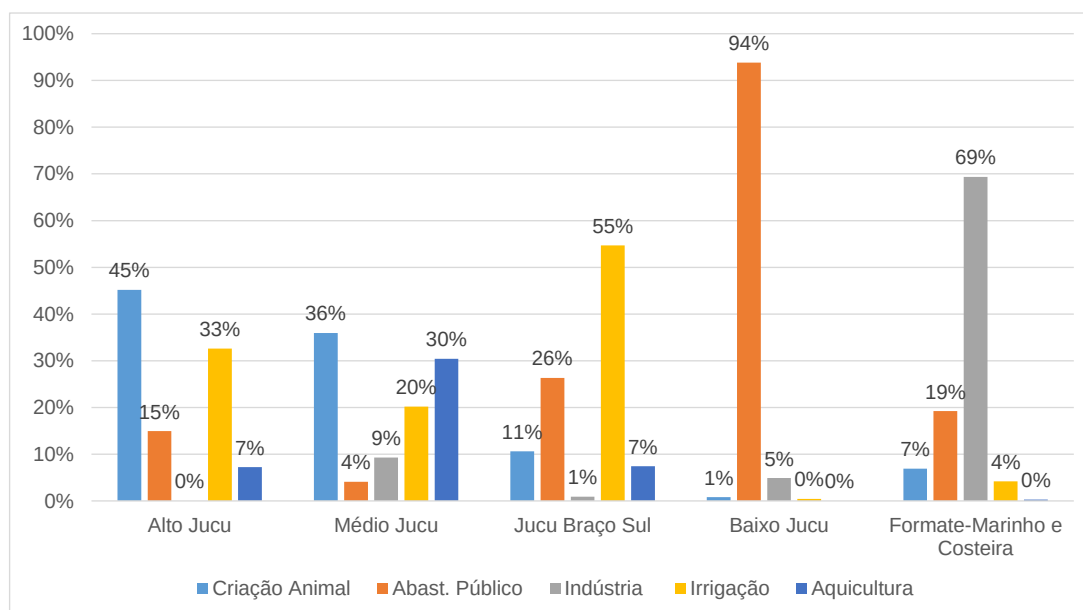
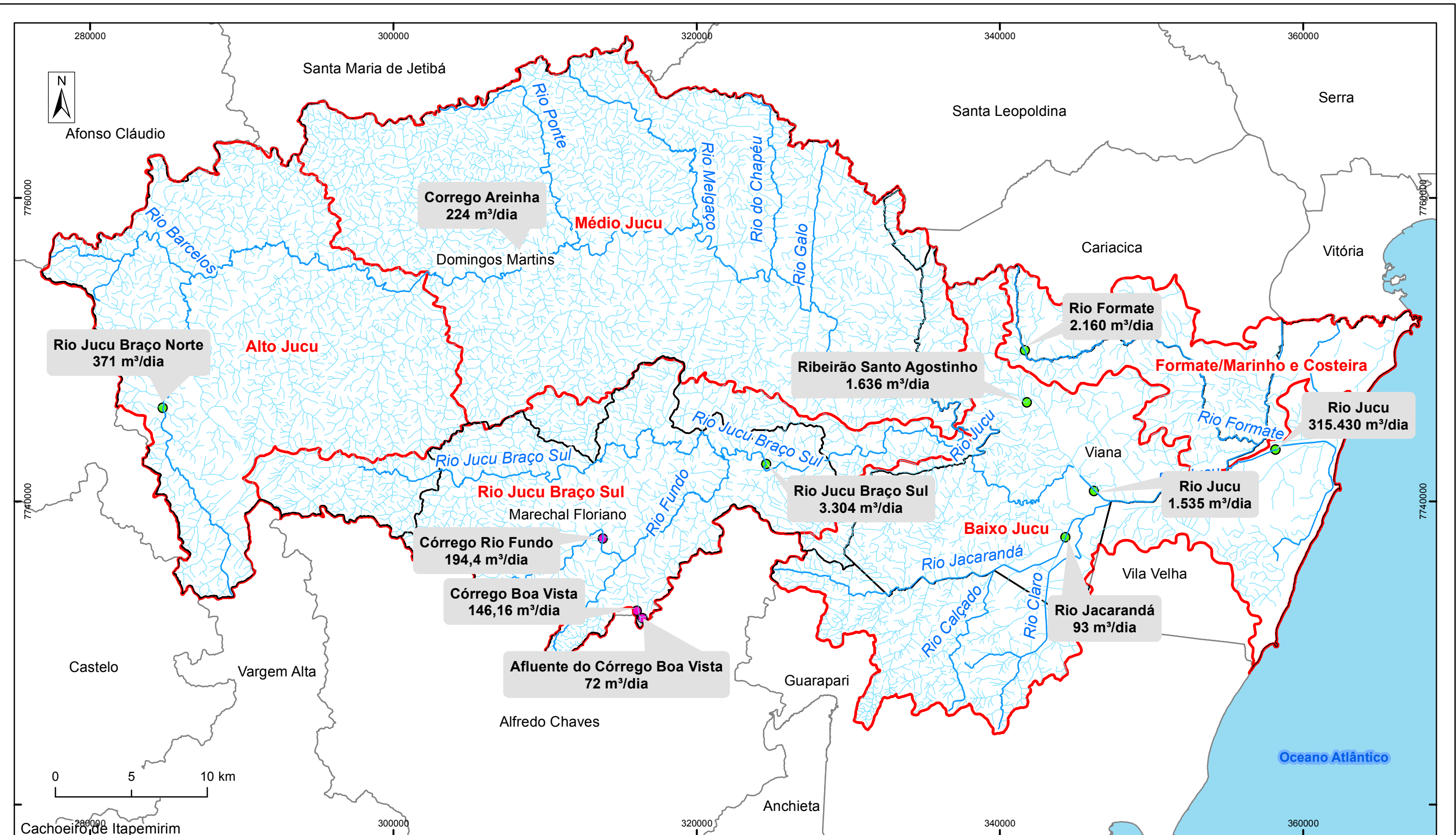


Figura 5.3.2 – Demanda dos setores usuários por UP da RH Jucu

A situação encontrada na distribuição das demandas hídricas na RHJ também tem a característica de preponderância de utilização no setor primário (criação animal e irrigação) nas partes altas da RH. Já nas porções mais baixas da RH a maior densidade populacional faz com que o abastecimento público apresente-se como o maior usuário de água. A Prancha 5.3.3 apresenta as faixas de demanda de água superficial para abastecimento público por Unidades de Planejamento.

O protagonismo do abastecimento público nas demandas hídricas da RHJ e da RHSMV já era esperado e explica-se fundamentalmente pela presença da Região Metropolitana de Vitória, por esta abrigar elevada densidade populacional, economia de serviços, bem como o setor industrial.



**Pontos de Captação Superficial**

- CESAN
- Prefeitura Marechal Floriano
- Rios Principais
- Hidrografia
- Limite RH Jucu
- Limites Municipais

**LEGENDA**

|               |                                        |                                                                                                              |              |
|---------------|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
|               |                                        |                                                                                                              |              |
| 01            | EMIÇÃO INICIAL                         | 12/06/2014                                                                                                   |              |
| Revisão       | Discriminação                          | Data                                                                                                         |              |
|               |                                        | <b>PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS</b><br><b>BACIAS DO RIO JUCU E SANTA MARIA DA VITÓRIA</b><br>ESPIRITO SANTO/BR |              |
|               |                                        |                                                                                                              |              |
| Unidade:      | METRO                                  | ASSUNTO                                                                                                      | Prancha      |
| Fiscalização: | IEMA                                   | <b>Pontos de Captação de Água Superficial para Abastecimento Público na Região Hidrográfica do Rio Jucu</b>  | <b>5.3.3</b> |
| Data:         | Junho/2014                             |                                                                                                              | Escala:      |
| Arquivo:      | IEMA_RIOJUCU_PRH-CG80_Captação_Jucu_A3 |                                                                                                              | 1:250.000    |



### 5.3.2 Cargas orgânicas (lançamento de efluentes)

A RHSMV recebe um total de 7.066 Toneladas de DBO<sub>5</sub>/ano de cargas orgânicas que atingem diretamente os recursos hídricos superficiais de forma pontual e 10.650 t DBO<sub>5</sub>/ano de cargas orgânicas potencialmente lançadas por fontes difusas (Quadro 5.3.3). Já a RH Jucu recebe um aporte de efluentes que soma 8.066 e 8.710 t DBO<sub>5</sub>/ano respectivamente de origem pontual e difusa conforme os quadros abaixo.

Quadro 5.3.3 - Cargas Orgânicas (t DBO<sub>5</sub>/ano) lançadas na RHSMV.

| UP/Setor        |          | Criação Animal* | Esgot. Sanitário** | Indústria** | Cargas Pontuais |         | Cargas Difusas |         |
|-----------------|----------|-----------------|--------------------|-------------|-----------------|---------|----------------|---------|
|                 |          |                 |                    |             | Total na UP     | % na RH | Total na UP    | % na RH |
| Alto SMV        |          | 4.686           | 127,29             | 0           | 127,29          | 1,8%    | 4.822          | 44,0%   |
|                 |          | 100%            | 100%               | 0%          |                 |         |                |         |
| Médio SMV       |          | 5.574           | 383,39             | 11,48       | 394,87          | 5,6%    | 7.275          | 52,3%   |
|                 |          | 100%            | 97%                | 3%          |                 |         |                |         |
| Baixo SMV       |          | 390             | 6.437,91           | 105,98      | 6.543,89        | 92,6%   | 1.851          | 3,7%    |
|                 |          | 100%            | 98%                | 2%          |                 |         |                |         |
| Cargas Pontuais | Total RH | -               | 6.949,59           | 117,46      | 7.066,05        |         | -              | -       |
|                 | % na RH  | -               | 98,8%              | 1,2%        | 100%            |         | -              | -       |
| Cargas Difusas  | Total RH | 10.650          | -                  | -           | -               |         | 10.650         |         |
|                 | % na RH  | 100%            | -                  | -           | -               |         | 100%           |         |

\*Fonte Potencial Difusa; \*\*Fonte Pontual

Quadro 5.3.4 - Cargas Orgânicas (t DBO<sub>5</sub>/ano) lançadas na RHJ

| UP/Setor                   |          | Criação Animal* | Esgot. Sanitário** | Indústria** | Aquicult. ** | Cargas Pontuais |         | Cargas Difusas |         |
|----------------------------|----------|-----------------|--------------------|-------------|--------------|-----------------|---------|----------------|---------|
|                            |          |                 |                    |             |              | Total UP        | % na RH | Total UP       | % na RH |
| Alto Jucu                  |          | 1.669           | 96,19              | 0,00        | 0,4          | 96,59           | 1,2%    | 1.699          | 19,2%   |
|                            |          | 100%            | 99,6%              | 0,0%        | 0,4%         |                 |         |                |         |
| Médio Jucu                 |          | 2.744           | 224,62             | 14,24       | 5            | 243,86          | 3,0%    | 2.744          | 31,5%   |
|                            |          | 100%            | 92,1%              | 5,8%        | 2,1%         |                 |         |                |         |
| Jucu Braço Sul             |          | 2.900           | 222,84             | 138,52      | 6            | 367,36          | 4,6%    | 2.900          | 33,3%   |
|                            |          | 100%            | 60,7%              | 37,7%       | 1,6%         |                 |         |                |         |
| Baixo Jucu                 |          | 1.099           | 2.614              | 33          | 0            | 2.647           | 33%     | 1.099          | 12,6%   |
|                            |          | 100%            | 98,8%              | 1,2%        | 0,0%         |                 |         |                |         |
| Formate-Marinho e Costeira |          | 298             | 4.606              | 54,13       | 0,2          | 4.711           | 58%     | 298            | 3,4%    |
|                            |          | 100%            | 97,8%              | 2,2%        | 0,0%         |                 |         |                |         |
| Cargas Pontuais            | Total RH | -               | 7.764              | 238         | 12           | 8.066           |         | -              |         |
|                            | % na RH  | -               | 96,3%              | 3,6%        | 0,1%         | 100%            |         | -              |         |
| Cargas Difusas             | Total RH | 8.710           | -                  | -           | -            | -               |         | 8.710          |         |
|                            | % na RH  | 100%            | -                  | -           | -            | -               |         | 100%           |         |

\*Fonte Potencial Difusa; \*\*Fonte Pontual

Na RHSMV a baixa participação da indústria no lançamento de efluentes pode ser atribuída ao fato de que as maiores indústrias não lançam grande parte de seus efluentes diretamente nos recursos hídricos da RHSMV mas sim no conjunto de lagoas de retenção na localidade de Tubarão, município de Vitória. Também destaca-se que foram considerados apenas os lançamentos do banco de dados de outorga do IEMA e do CNARH – Cadastro Nacional de Usuários da Água, sendo que as indústrias também são atendidas pelo setor de esgotamento sanitário.

Cabe ressaltar que na fase de obtenção de dados para este estudo o banco de dados de outorgas era operacionalizado pelo IEMA, contudo atualmente (março de 2016) as outorgas no Estado do ES estão sob responsabilidade da AGERH.

Na RHJ, da mesma forma que para as demandas hídricas, as cargas concentram-se principalmente nos trechos baixos da RH, visto que as UP's Formate-Marinho e Costeira e Baixo Jucu recebem, juntas, 91% da carga pontual de DBO total gerada, em uma área que totaliza 30% do total da RH (22% referente a UP Baixo Jucu e 8% referente a UP Formate-Marinho). Destaca-se também que a carga proveniente da indústria pode estar subdimensionada tanto na RHJ quanto na RHSMV, haja vista a escassez de informações que permitem separar a contribuição de cargas deste setor.

### **5.3.3 Outros usos não-consuntivos**

Conforme já apresentado no Capítulo 1 - Introdução, o presente Relatório tem como objetivo ser uma síntese executiva dos principais resultados obtidos na Fase A (com maior ênfase nas Atividades A.3 e A.4) do Processo de Enquadramento dos Corpos de Água em Classes e Plano de Bacia para os Rios Santa Maria da Vitória e Jucu – Fases A, B e C.

Esta síntese tem o objetivo de destacar os principais resultados obtidos no diagnóstico com ênfase nas demandas hídricas, uma vez que estes dados subsidiaram o cálculo dos Balanços Hídricos Atuais (Capítulo 7.1) e Futuros Tendenciais (Capítulo 7.2), apresentados a seguir. Por este motivo não será apresentado neste relatório o diagnóstico dos outros usos não-consuntivos, tais como: geração de energia, transporte hidroviário, pesca e turismo e lazer, entre outros. Importante ressaltar ainda que o diagnóstico dos usos consuntivos e não-consuntivos foi apresentado, em maior nível de detalhe, no Capítulo 4.3 do Relatório Técnico 2.



## 6. PROCESSO DE VALIDAÇÃO DO DIAGNÓSTICO

O Diagnóstico Consolidado de Demandas Hídricas das Regiões Hidrográficas dos rios Jucu e Santa Maria da Vitória, apresentado no item 5 do presente Relatório Técnico e no item 4.3 do Relatório RT2, foi objeto de um processo de validação social. A chamada “*Validação do Diagnóstico de Demandas Hídricas*” tem por objetivo a verificação de dados e informações, bem como o recolhimento de sugestões, informações complementares para refinamentos e melhoria. A lista de presença, materiais da dinâmica de grupo e apresentações power point utilizadas podem ser observadas nos Anexos do Relatório RT2.

Foi desta forma que os setores usuários da água (saneamento, agricultura, indústria, turismo e lazer, navegação, geração de energia, entre outros) bem como a sociedade em geral das RH's foram chamados a contribuir. O processo protagonizado pelos Comitês pode ser sumarizado no fluxograma apresentado na figura abaixo.

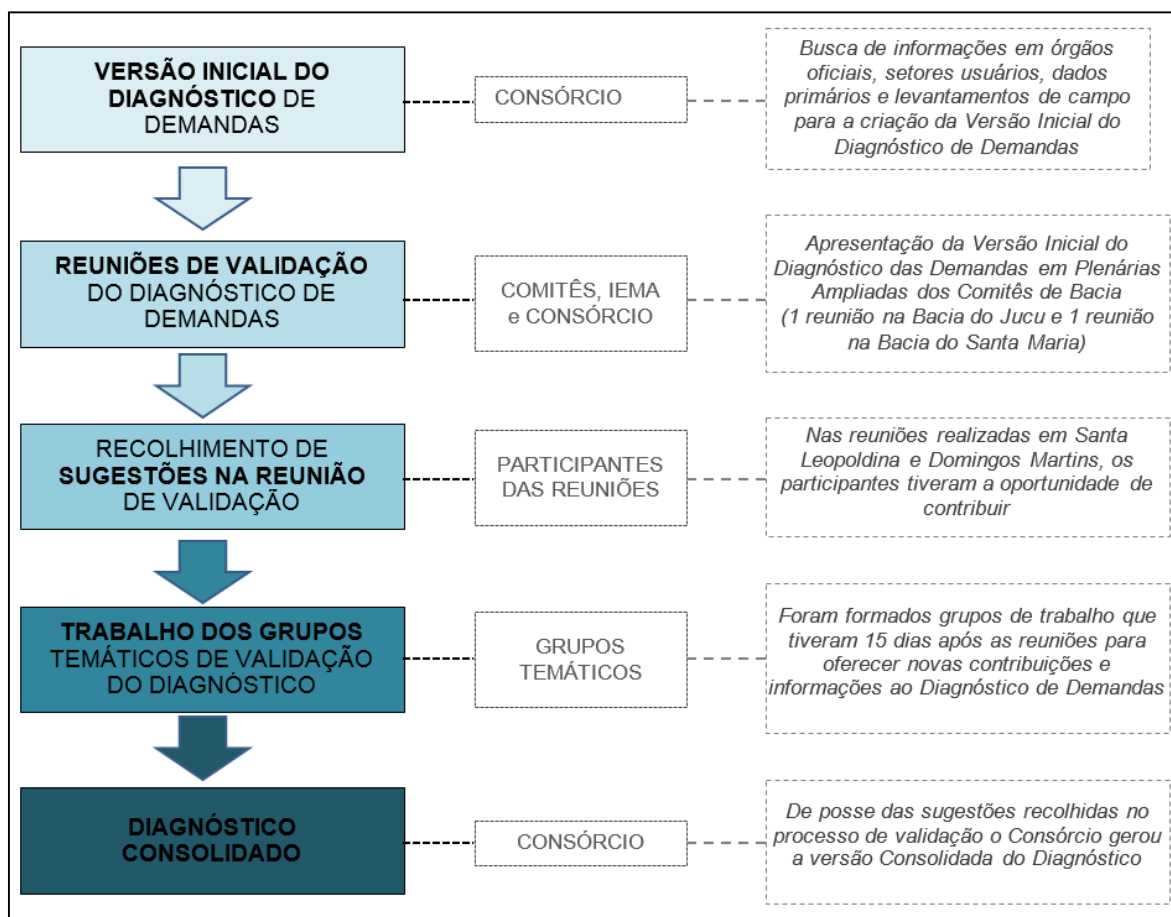


Figura 5.3.1 - Fluxograma da validação do diagnóstico de Demandas Hídricas

### 6.1 Reuniões de validação do Diagnóstico de Demandas

Foram realizadas duas reuniões de validação do Diagnóstico de Demandas Hídricas, uma em cada Região Hidrográfica, sendo que, de acordo com o Plano de Informação e Mobilização, tiveram o contexto de Plenárias Ampliadas dos respectivos Comitês. O processo realizado, do ponto de vista de participação mostrou-se muito

abrangente e representativo, sendo que a participação nas reuniões foi muito expressiva, conforme quadro a seguir.

Quadro 6.1.1 – Quantidade de Participantes nas reuniões de validação do Diagnóstico

| RH    | Município        | Data       | Nº Participantes |
|-------|------------------|------------|------------------|
| RHSMV | Santa Leopoldina | 20/05/2014 | 70               |
| RHJ   | Domingos Martins | 21/05/2014 | 74               |

## • TRABALHO DOS GRUPOS

Os grupos de trabalho foram formados, antes da apresentação técnica, a partir dos setores que fazem parte dos Comitês, e convidados presentes, proporcionando uma integração de áreas de conhecimento. Os grupos formados em cada encontro, foram os seguintes:

1. SANEAMENTO: Abastecimento, Esgotamento Sanitário e Resíduos
2. INDÚSTRIA, ENERGIA E MINERAÇÃO: Indústria, Energia e Mineração
3. PRODUÇÃO RURAL: Agricultura e Pecuária
4. OUTROS REPRESENTANTES: Aquicultura, Pesca, Turismo e Navegação

Depois de formados os grupos, inicialmente, foi designado um relator para cada grupo de validação. Este relator preencheu um protocolo de entrega, no qual foi identificado (nome, instituição, telefone e email). Coube ao relator também registrar o nome, instituição, telefone e email de todos os integrantes do grupo. O quadro de validação preenchido foi entregue, pelo relator, conforme combinado na oficina de validação do diagnóstico.

De modo a orientar os trabalhos, a Consultora destacou no diagnóstico assuntos que eram de especial importância. Estes assuntos foram identificados com o símbolo  e foram chamados de “destaques”.

Cada Grupo de Validação ficou responsável então, em especial, pela contribuição de um conjunto de destaques, conforme apontado no quadro abaixo e que pode ser observado em maior detalhe nos Anexos do Relatório RT2. Os destaques têm o objetivo de facilitar e organizar as contribuições, mas contribuições livres dos grupos de validação também puderam ser realizadas.

| GRUPO                          | CONJUNTO DE DESTAQUES A SEREM RESPONDIDOS |   |    |    |    |    |    |
|--------------------------------|-------------------------------------------|---|----|----|----|----|----|
| SANEAMENTO                     | 1                                         | 2 | 3  | 4  | 5  | 6  | -  |
| PRODUÇÃO RURAL                 | 1                                         | 2 | 7  | 8  | 9  | 10 | -  |
| INDÚSTRIA, ENERGIA E MINERAÇÃO | 1                                         | 2 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| OUTROS REPRESENTANTES          | 1                                         | 2 | 16 | 17 | 18 | 19 | -  |

## 6.2 Resultados

A participação dos grupos de validação pode ser considerada muito positiva. De modo mais significativo pode-se destacar alguns aspectos apontados no momento das reuniões e depois registrado nos quadros de contribuição: (i) deveriam ser utilizados de maneira mais extensiva os dados fornecidos pela CESAN, pois os mesmos não foram utilizados na classificação da qualidade da água conforme a Resolução 357/2005 do CONAMA; (ii) o abastecimento da indústria, realizado pelo Abastecimento Público deveria ser destacado para explicar a grande participação deste setor no cenário total de demandas; (iii) a lista de programas e planos de desenvolvimento deveria ser ampliada e;

(iv) a carga poluidora de origem industrial deveria ser mais bem detalhada pois também parecia subdimensionada.

Além destes pontos de destaque, no total foram recebidas mais de 80 contribuições, sendo que a cada uma delas foi dado encaminhamento, a exemplo de: (i) incorporada ao diagnóstico, (ii) justificado quando não fazia parte do contexto ou do escopo do projeto, (iii) justificada a manutenção da informação inicial, entre outras. Todas as contribuições podem ser consultadas na íntegra no Relatório Técnico 2.

Feito desta forma, o Diagnóstico Consolidado foi considerado validado e pronto para parecer da instância formal de fiscalização (contratante IEMA).

## 7. BALANÇOS HÍDRICOS QUALI-QUANTITATIVOS

Neste capítulo apresenta-se a metodologia e a descrição do balanço entre as disponibilidades e demandas hídricas atuais e futuras na Região Hidrográfica do rio Santa Maria da Vitória e do rio Jucu, além da modelagem da qualidade da água, considerando as taxas atuais e futuras de lançamentos de carga poluidora. As duas etapas foram realizadas utilizando o sistema de apoio à decisão SAD-IPH (KAYSER, 2011), de forma integrada ao software livre de SIG denominado MapWindow.

### 7.1 Balanços hídricos atuais

#### 7.1.1 *Balanço hídrico quantitativo*

##### 7.1.1.1 *Descrição do modelo de balanço hídrico*

O Grupo de Pesquisas de Hidrologia de Grande Escala (HGE) do Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (IPH-UFRGS) vem desenvolvendo alguns produtos que visam a integração de sistemas de apoio à decisão voltados à gestão de recursos hídricos com modelos hidrológicos e SIG, cuja base é o Modelo Hidrológico de Grandes Bacias (MGB), também desenvolvido no mesmo núcleo de pesquisas.

A versão mais atual do sistema de apoio à decisão desenvolvido no HGE está descrita em Kayser (2011), no qual se propõe o desenvolvimento de um sistema integrado ao software MapWindow®, um Sistema de Informação Geográfica programável de código aberto, e livre distribuição na internet. Esta integração é realizada através de um plug-in, que corresponde a um programa de computador usado para adicionar funções a outros programas maiores, provendo alguma funcionalidade especial ou muito específica. A Figura 7.1.1 apresenta o aspecto geral do sistema desenvolvido.

O modelo já foi aplicado com bastante sucesso nas Bacias dos rios Ibicuí e Ijuí, no Rio Grande do Sul, em duas bacias afluentes do rio São Francisco, em Minas Gerais, e também da Bacia do rio Macaé, no Estado do Rio de Janeiro, notando-se a grande facilidade de implementação em qualquer bacia hidrográfica. Na página do grupo de pesquisas encontra-se disponível para download a versão atual do SAD-IPH, além do manual de instruções e artigos publicados, no qual pode ser acessado através do seguinte link: <http://www.ufrgs.br/hge/modelos-e-outros-produtos/sad-iph/>.

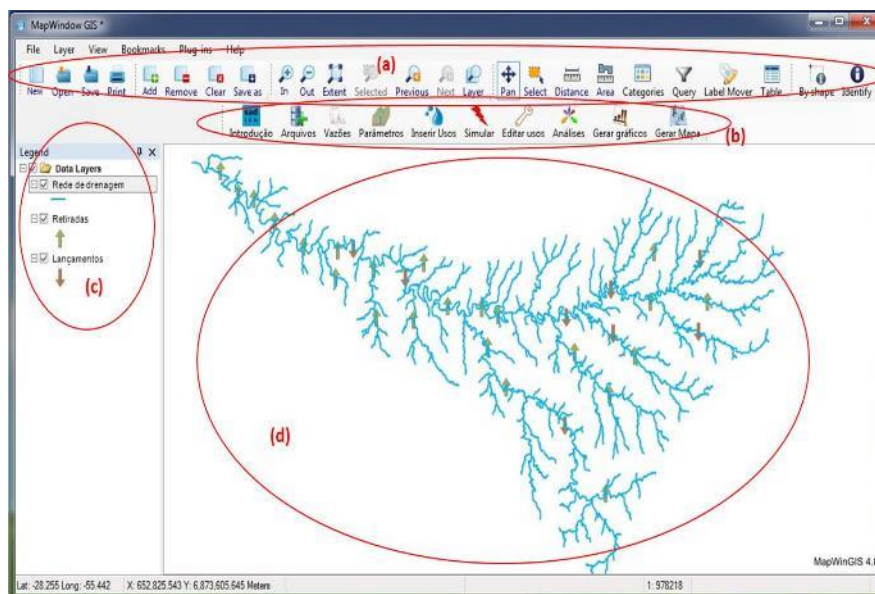


Figura 7.1.1 – Interface do SAD-IPH associado ao software MapWindow GIS.

Em (a), são indicadas as funções típicas de um SIG, tais como a inserção de um arquivo, ferramentas de zoom, identificação de elementos, etc. Estas ferramentas já vêm incluídas na versão do SIG sem o plug-in. Em (b), indica-se o plug-in referente ao SAD-IPH, constituído pela barra de ferramentas ilustrada. Em (c) são listados os arquivos inseridos no projeto, no caso de uma aplicação do SAD, estão presentes o arquivo da rede de drenagem representando a bacia, e os arquivos de usuários da mesma.

- **Dados de entrada do modelo**

Este item descreve a criação do banco de dados geoespacial de uma bacia hidrográfica. O produto final da etapa de pré-processamento é um arquivo shapefile denominado rede de drenagem, que representa a drenagem de uma bacia graficamente segmentada em vários trechos. Para a geração da rede de drenagem, lança-se mão da utilização de ferramentas de geoprocessamento e dos chamados Modelos Digitais de Elevação (MDE), ou Modelo Numérico do Terreno (MNT). Os MDE's correspondem a uma representação de dados topográficos na forma de uma imagem no formato raster, ou matricial, onde cada pixel dessa imagem tem como atributo o valor de elevação do terreno representado.

Para obtenção do arquivo da rede de drenagem, existem duas formas de processamento do MDE: utilizando a estrutura de dados e o conjunto de ferramentas denominado ArchHydro, desenvolvidas em parceria pela Universidade do Texas e pela empresa ESRI, que operam internamente ao programa ArcGIS® (Maidment, 2002), ou então utilizando o plug-in TauDEM, desenvolvido pela Universidade do Estado de Utah e operado juntamente com o SIG MapWindow®. Em ambos os processos, é executada uma série de operações a partir do MDE, entre elas a definição das direções de fluxo, definição das áreas de contribuição, definição dos cursos de água e geração dos arquivos de rede de drenagem e das mini-bacias resultantes da etapa de discretização.

Os principais atributos de topologia da rede de drenagem são o código de cada trecho de rio e o código do trecho de jusante, obtidos na etapa de pré-processamento. Estas codificações são importantes pois elas identificam o trecho simulado e indicam o próximo segmento, a fim de se prosseguir com a simulação. Além deste código, cada



trecho de rio recebe do sistema de apoio à decisão um número que identifica a ordem do curso de água. Os códigos são atribuídos de montante para jusante, de forma que os códigos mais altos correspondem aos trechos de rio localizados mais à jusante.

A Figura 7.1.2 ilustra um esquema de uma rede de drenagem associada à sua tabela de atributos, focando os códigos que estabelecem a topologia da bacia. A estrutura topológica se estabelece de tal forma que à exceção dos trechos de cabeceira, todos os demais recebem a confluência de dois trechos, e encaminha o fluxo para um único trecho de jusante. Observa-se que todos os trechos de cabeceira são numerados primeiramente, seguindo para os trechos de ordem mais elevada.

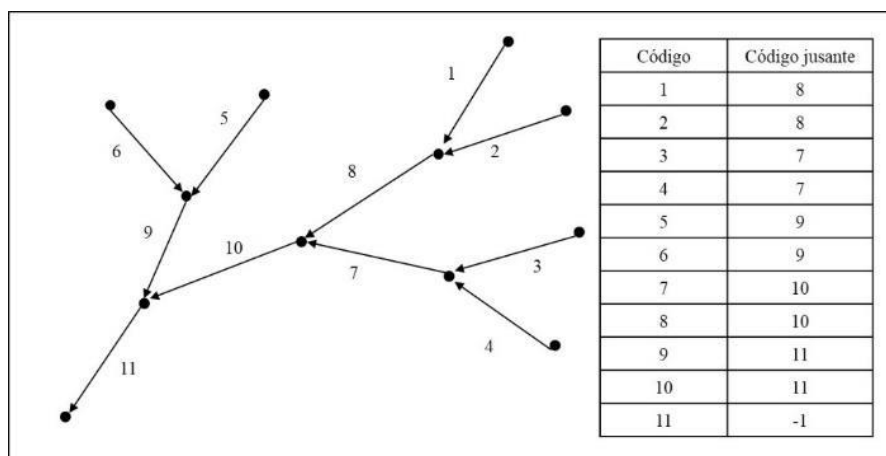


Figura 7.1.2 - Exemplo de rede de drenagem ilustrando a estrutura topológica da bacia

Os dados referentes aos usuários de água da bacia são armazenados em um banco de dados geoespacial, da mesma forma como ocorre no arquivo da rede de drenagem. Valendo-se das propriedades do SIG, os dados dos usuários podem ser inseridos no sistema por três formas distintas, conforme ilustrado na Figura 7.1.3 abaixo.

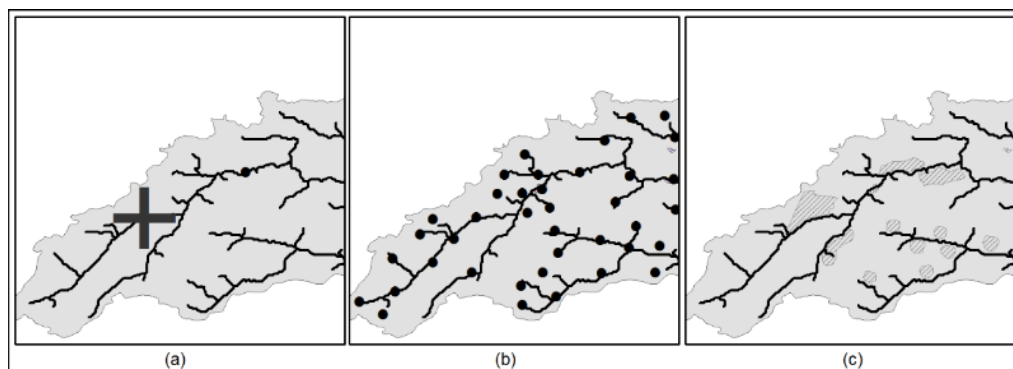


Figura 7.1.3 - Formas de inserção dos usuários de água da bacia: (a) inserção manual através da seleção do trecho, (b) inserção automática através de uma tabela de valores, e (c) inserção automática através do carregamento de um arquivo vetorial.

A inserção manual se dá pela seleção do trecho da rede de drenagem onde está localizado o usuário através do cursor do *mouse*. Após o clique o modelo apresentará uma janela onde serão solicitadas as informações de demanda ou lançamento do usuário. A inserção automática através de uma tabela se dá pelo carregamento de uma tabela Excel onde estão contidas as coordenadas e os dados de demanda ou lançamento de cada usuário. Por fim, também é possível fazer a inserção dos usos através do carregamento de um arquivo vetorial do tipo polígonos, especificamente para o caso do

uso para a agricultura onde se atribui um valor de demanda específica em função da área utilizada.

- **Descrição do módulo de balanço hídrico**

Os modelos quantitativo e qualitativo são operados de maneira semelhante, valendo-se das propriedades dos códigos disponíveis no arquivo da rede de drenagem. Além dos códigos comentados anteriormente, existe ainda um código, gerado pelo SAD, que ordena os trechos de forma crescente, de montante para jusante.

Não se trata do código de ordem de Strahler, ou o de Horton, mais conhecidos em hidrologia, mas sim um número que identifica se o trecho de rio é de cabeceira ou se existem outros trechos de rios a montante. A simulação de ambos os modelos ocorre seguindo a ordem estabelecida por este código.

A Figura 7.1.4 exemplifica o processo de cálculo do modelo quantitativo. Sendo  $\sum Q_{dem,i}$  o somatório das demandas dos usuários localizados a montante do trecho simulado e  $\sum Q_{dem,f}$  relativo ao somatório das demandas localizadas a jusante do trecho simulado. A  $\sum Q_{dem,i}$  obtenção de  $\sum Q_{dem,f}$  dar-se-á simplesmente pela soma do termo anterior com a demanda dos usuários localizados no trecho, se houver.  $\sum Q_{dem,i}$

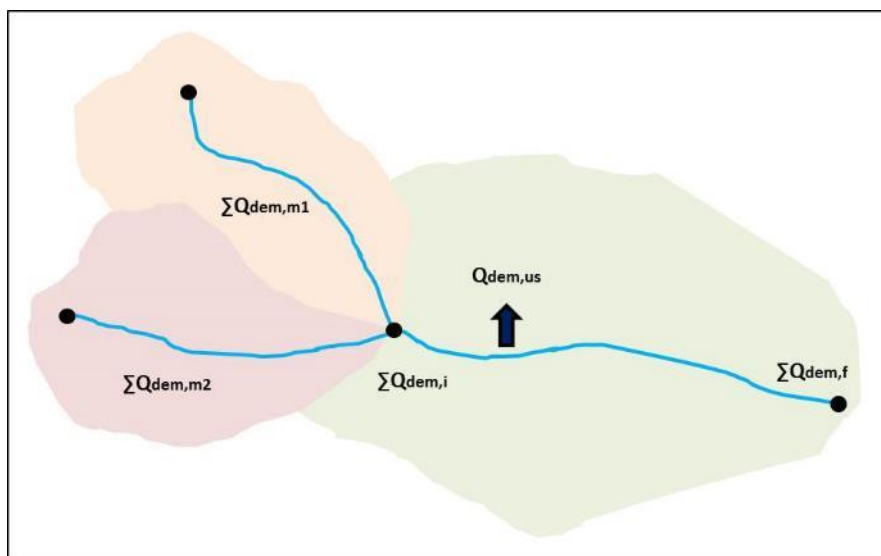


Figura 7.1.4 - Esquema ilustrando as variáveis envolvidas no modelo quantitativo do sistema.

A visualização dos resultados da aplicação do SAD, diretamente no próprio SIG, é uma grande vantagem, com a possibilidade de gerar mapas simples e de fáceis compreensões. Acredita-se que este tipo de visualização de resultados possa ser utilizado de forma eficaz, mesmo quando exposto a um público leigo.

#### 7.1.1.2 Descrição dos dados de demandas a serem inseridos no balanço

As informações relativas às demandas hídricas da bacia foram descritas anteriormente no Relatório Técnicos RT2 (Diagnóstico do Plano). Neste item estes dados serão reapresentados, indicando a forma como estes foram espacializados no modelo de balanço hídrico.

Os dados referentes às captações para o abastecimento humano foram inseridos pontualmente, de acordo com a localização do ponto de captação. Tais

captações se referem ao abastecimento público excluindo-se as vazões captadas nestes pontos para usos industriais. A Figura 7.1.5 apresenta um mapa com a distribuição dos pontos, e o Quadro 7.1.1 e Quadro 7.1.2 apresentam a descrição dos mesmos, sendo indicado o local da captação, os locais de atendimento e uma estimativa da população atendida em cada ponto. Os segmentos principais apresentados na Figura 7.1.5 indicam as demandas provenientes do abastecimento, acumuladas de montante para jusante.

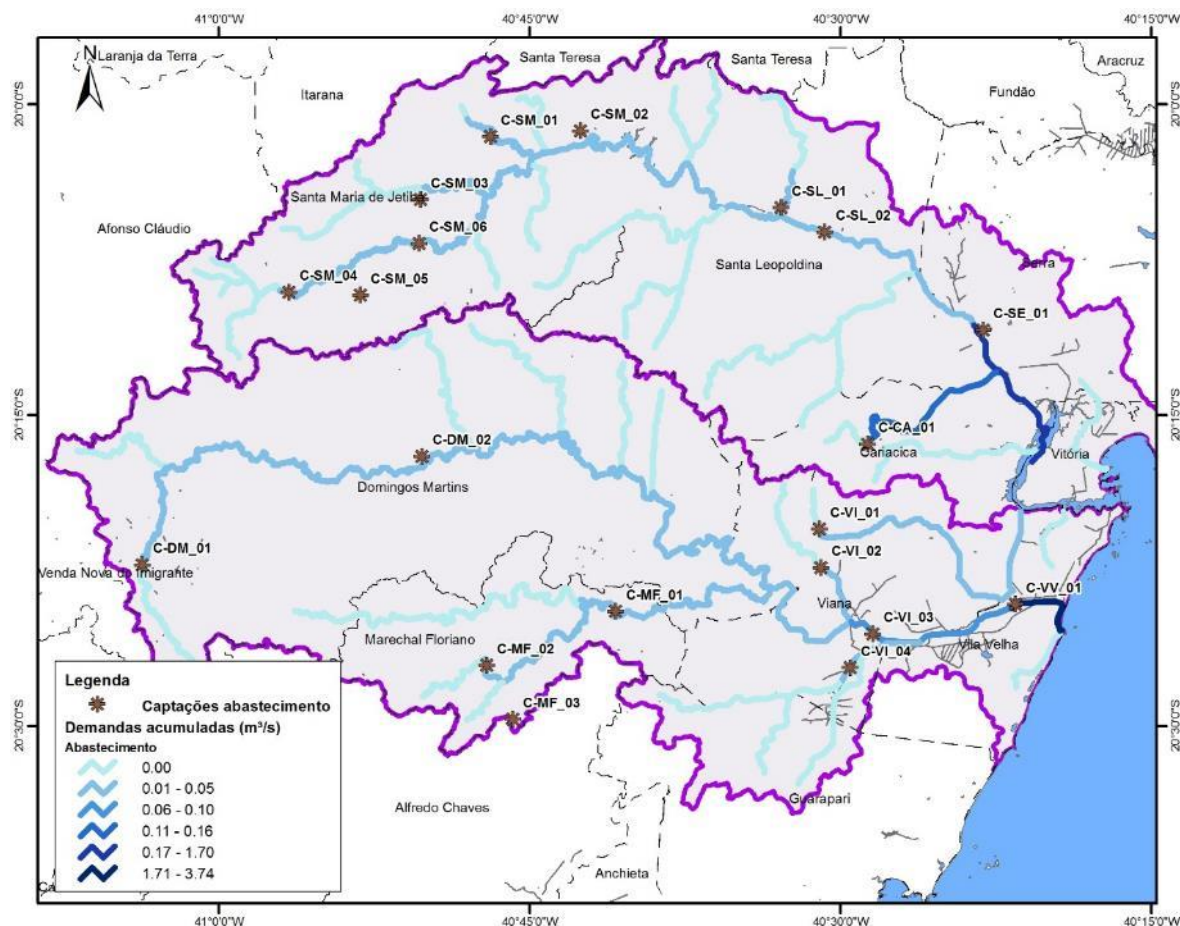


Figura 7.1.5 - Localização dos pontos de captação para abastecimento humano

Quadro 7.1.1 - Relação dos pontos de captações para o abastecimento humano da RHSMV e a relação com os locais de atendimento das captações

| Muni.               | Legenda | Manancial                  | Captação                    | Vazão (m³/s) | Pop. (Captação)                                          |
|---------------------|---------|----------------------------|-----------------------------|--------------|----------------------------------------------------------|
| Cariacica           | C-CA_01 | Rio Duas Bocas             | Cesan                       | 0,118        | 26.312                                                   |
| Santa Leopoldina    | C-SL_01 | Rio da Prata               | Cesan                       | 0,007        | 2.632                                                    |
|                     | C-SL_02 | Rio Sta. Maria da Vitória  | Pref. Santa Leopoldina      | 0,004        | 2.240                                                    |
| Sta Maria de Jetibá | C-SM_01 | Rio São Sebastião de Cima  | Cesan                       | 0,018        | 13.200                                                   |
|                     | C-SM_02 | Córrego Santa Luzia        | Pref. Santa Maria do Jetibá | 0,002        | 833                                                      |
|                     | C-SM_03 | Córrego Abeldt             | Cesan                       | 0,001        | 926                                                      |
|                     | C-SM_04 | Rio Sta. Maria da Vitória  | Cesan                       | 0,001        | 751                                                      |
|                     | C-SM_05 | Córrego Pastilha           | Pref. Sta Maria do Jetibá   | 0,002        | 675                                                      |
|                     | C-SM_06 | Rio Santa Maria da Vitória | Pref. Sta Maria do Jetibá   | 0,004        | 1.493                                                    |
| Serra               | C-SE_01 | Rio Santa Maria da Vitória | Cesan                       | 1,487        | 436.125 (Serra)+<br>127.425 (Vitória)+39.469 (Cariacica) |

Quadro 7.1.2 - Relação dos pontos de captações para o abastecimento humano da RHJ e a relação com os locais de atendimento das captações

| Município da captação | Legenda | Manancial            | Captação                | Vazão (m³/s) | Pop. (Captação) |
|-----------------------|---------|----------------------|-------------------------|--------------|-----------------|
| Domingos Martins      | C-DM_01 | Rio Jucu Braço Norte | Cesan                   | 0,004        | 982             |
|                       | C-DM_02 | Córrego Areinha      | Cesan                   | 0,003        | 737             |
| Marechal Floriano     | C-MF_01 | Rio Jucu Braço Sul   | Cesan                   | 0,038        | 14.084          |
|                       | C-MF_02 | Córrego Rio Fundo    | Pref. Marechal Floriano | 0,002        | 630             |
|                       | C-MF_03 | Córrego Boa Vista    | Pref. Marechal Floriano | 0,003        | 1.240           |
| Viana                 | C-VI_01 | Rio Formate          | Cesan                   | 0,025        | 24.971          |
|                       | C-VI_02 | Rib. Santo Agostinho | Cesan                   | 0,019        | 18.913          |
|                       | C-VI_03 | Rio Jucu             | Cesan                   | 0,018        | 17.746          |
|                       | C-VI_04 | Rio Jacarandá        | Cesan                   | 0,001        | 1.075           |
| Vila Velha            | C-VV_01 | Rio Jucu             | Cesan                   | 3,651        | 895.388         |

As Estações de Tratamento de Água (ETA) constantes no banco de dados de saneamento do IEMA são apresentadas em maior detalhe no âmbito do Relatório RT2 (item 4.3.1) e foram consideradas para fins de verificação da necessidade de alocar pontos de captação para núcleos populacionais mais significativos não contemplados pelos pontos constantes no Banco de Dados de CESAN e do CNARH - onde foram

obtidas as captações de responsabilidade dos municípios. Porém tal situação não foi observada.

Cabe destacar que foram identificadas transposições de vazões para captação de água para fins de abastecimento nas duas Regiões Hidrográficas. Considerando uma vazão per capita de 200 l/hab/dia e a população de 80.425 habitantes de Serra que residem na área da RHSMV (conforme diagnóstico do Plano de Bacia), estima-se que exista uma transposição de 0,8234 m<sup>3</sup>/s do ponto C-SE\_01 na RHSMV para o abastecimento da população de Serra fora da Bacia. Por sua vez, na RHJ estima-se com o mesmo coeficiente per capita que 0,4860 m<sup>3</sup>/s sejam objeto de transposição para a RHSMV devido a captação no ponto C-VV\_01 efetuada para atender 209.989 habitantes de Vitória. A população atendida foi informada pela CESAN nos questionários aplicados pelo presente Plano de Bacia (dispostos nos Anexos do Relatório RT2).

Para determinar a demanda hídrica industrial utilizou-se como fonte de dados o Banco de Outorgas do IEMA (AGERH), o Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos (CNARH) e o Banco de dados da CESAN com dados das principais captações para abastecimento industrial nas Regiões Hidrográficas (RH's) de estudo. O item 4.3.6 do Relatório Técnico RT2 apresenta o diagnóstico detalhado das demandas hídricas industriais.

A Figura 7.1.6 apresenta uma distribuição dos valores de cada demanda industrial, considerando captações superficiais e subterrâneas, onde observa-se que grande parte dos pontos possui um valor demandado em torno de 0,001 m<sup>3</sup>/s, sendo que o ponto com maior demanda, referente a um valor de 0,71 m<sup>3</sup>/s, está localizado na UP do Baixo Santa Maria. As captações de manancial subterrâneo são muito baixas e não comprometeriam o balanço hídrico, portanto não se justificaria uma diferenciação entre o tipo de manancial.

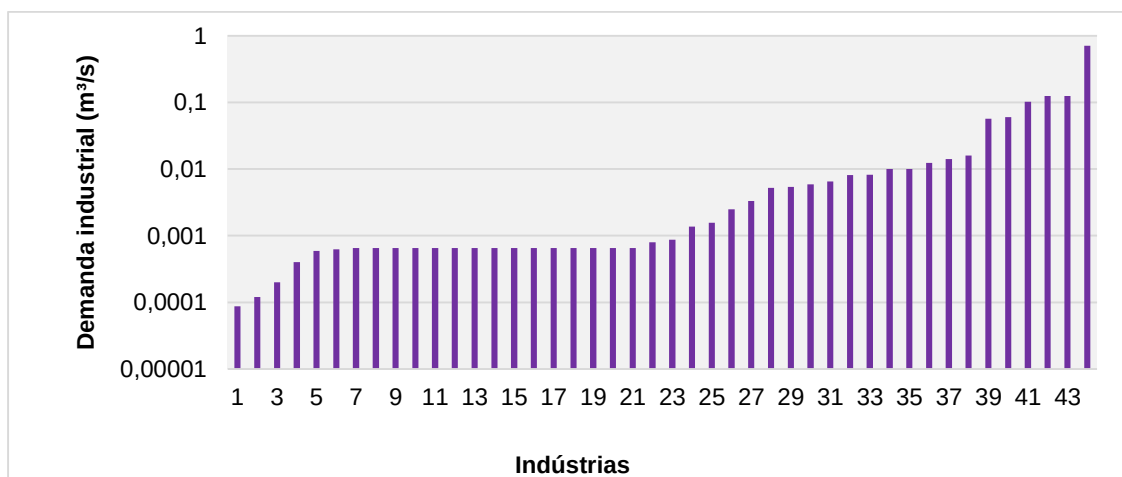


Figura 7.1.6 - Relação dos valores de demanda industrial por ponto, apresentados em ordem crescente.



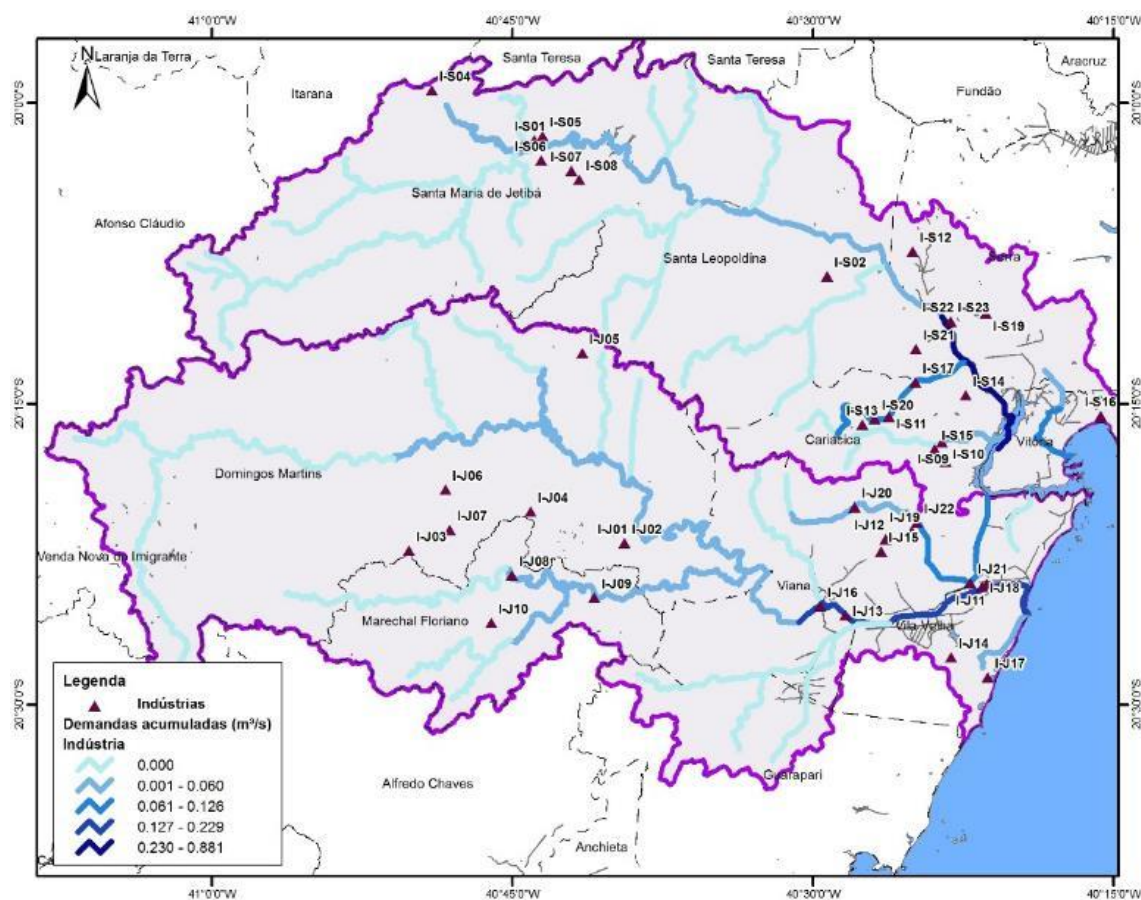


Figura 7.1.7 - Localização dos pontos de captação para uso industrial nas RH's

Por fim, o Quadro 7.1.3 apresenta a discriminação de todos os pontos de captação industrial considerados no modelo de balanço hídrico, cuja legenda dos pontos referem-se ao mapa da figura anterior. Neste quadro estão contidas as coordenadas dos pontos, o valor captado e se o manancial é superficial ou subterrâneo.

Quadro 7.1.3 - Relação dos pontos de captações para o abastecimento industrial por RH e por tipo de manancial

| Legenda | RH   | Latitude (m) | Longitude (m) | Vazão (m³/dia) | Tipo de manancial |
|---------|------|--------------|---------------|----------------|-------------------|
| I-J01   | Jucu | 7747162      | 327087        | 135,0          | Subterrâneo       |
| I-J02   | Jucu | 7747165      | 327081        | 702,0          | Subterrâneo       |
| I-J03   | Jucu | 7746308      | 308395        | 285,1          | Superficial       |
| I-J04   | Jucu | 7749983      | 318907        | 56,2           | Superficial       |
| I-J05   | Jucu | 7764623      | 323232        | 56,2           | Superficial       |
| I-J06   | Jucu | 7751937      | 311481        | 56,2           | Superficial       |
| I-J07   | Jucu | 7748255      | 311901        | 56,2           | Superficial       |
| I-J08   | Jucu | 7744145      | 317336        | 509,8          | Subterrâneo       |
| I-J09   | Jucu | 7742116      | 324511        | 74,9           | Superficial       |
| I-J10   | Jucu | 7739734      | 315587        | 56,2           | Superficial       |
| I-J11   | Jucu | 7743729      | 358573        | 216,0          | Subterrâneo       |
| I-J12   | Jucu | 7747771      | 349762        | 10,4           | Subterrâneo       |
| I-J13   | Jucu | 7740727      | 346345        | 1063,8         | Subterrâneo       |
| I-J14   | Jucu | 7736936      | 355528        | 69,1           | Subterrâneo       |
| I-J15   | Jucu | 7746627      | 349369        | 118,8          | Superficial       |

Quadro 7.1.3 - Relação dos pontos de captações para o abastecimento industrial por RH e por tipo de manancial

| Legenda | RH   | Latitude (m) | Longitude (m) | Vazão (m³/dia) | Tipo de manancial |
|---------|------|--------------|---------------|----------------|-------------------|
| I-J16   | Jucu | 7741533      | 344155        | 10800,0        | Superficial       |
| I-J17   | Jucu | 7735109      | 358731        | 864,0          | Superficial       |
| I-J18   | Jucu | 7743448      | 358195        | 4902,7         | Superficial       |
| I-J19   | Jucu | 7748483      | 352024        | 51,2           | Subterrâneo       |
| I-J20   | Jucu | 7750706      | 347026        | 5184,0         | Superficial       |
| I-J21   | Jucu | 7743800      | 357134        | 1382,4         | Superficial       |
| I-J22   | Jucu | 7749292      | 352460        | 1225,0         | Superficial       |
| I-S01   | SMV  | 7784167      | 318887        | 7,5            | Subterrâneo       |
| I-S02   | SMV  | 7771906      | 344476        | 56,2           | Superficial       |
| I-S03   | SMV  | 7783633      | 317827        | 56,2           | Superficial       |
| I-S04   | SMV  | 7788640      | 309918        | 56,2           | Superficial       |
| I-S05   | SMV  | 7784535      | 319596        | 56,2           | Superficial       |
| I-S06   | SMV  | 7782325      | 319472        | 56,2           | Superficial       |
| I-S07   | SMV  | 7781391      | 322118        | 56,2           | Superficial       |
| I-S08   | SMV  | 7780600      | 322806        | 56,2           | Superficial       |
| I-S09   | SMV  | 7756699      | 354558        | 561,6          | Subterrâneo       |
| I-S10   | SMV  | 7754943      | 354907        | 464,4          | Subterrâneo       |
| I-S11   | SMV  | 7759009      | 349958        | 54,0           | Subterrâneo       |
| I-S12   | SMV  | 7774253      | 351889        | 34,6           | Superficial       |
| I-S13   | SMV  | 7758299      | 347646        | 17,3           | Superficial       |
| I-S14   | SMV  | 7761040      | 356606        | 450,4          | Superficial       |
| I-S15   | SMV  | 7756063      | 353926        | 864,0          | Superficial       |
| I-S16   | SMV  | 7759242      | 368343        | 8899,2         | Superficial       |
| I-S17   | SMV  | 7762185      | 352231        | 10800,0        | Superficial       |
| I-S19   | SMV  | 7768610      | 358300        | 56,2           | Superficial       |
| I-S20   | SMV  | 7758811      | 348721        | 56,2           | Superficial       |
| I-S21   | SMV  | 7765259      | 352246        | 56,2           | Superficial       |
| I-S22   | SMV  | 7767835      | 355255        | 61632,5        | Superficial       |
| I-S23   | SMV  | 7767835      | 355255        | 709,0          | Superficial       |

As demandas relativas aos setores de criação animal e irrigação foram inseridas no modelo de forma distribuída, uma vez que os dados foram calculados em termos de cada Unidade de Planejamento. No âmbito do Relatório Técnico RT2, o item 4.3.5 apresenta o diagnóstico detalhado das demandas hídricas da pecuária e da irrigação.

A Figura 7.1.8 apresenta os valores finais de demandas da criação animal por UP, e em seguida, a Figura 7.1.9 apresenta a distribuição destes valores no sistema de balanço hídrico, no qual os mesmos foram inseridos de acordo com as manchas de pecuária do mapa de uso do solo, e relacionadas a cada mini-bacia referente aos segmentos contidos na discretização. A caracterização do uso do solo das RH's foi realizada com base em ISJN (2010) e encontra-se detalhada no Relatório Técnico RT2 (item 4.1).

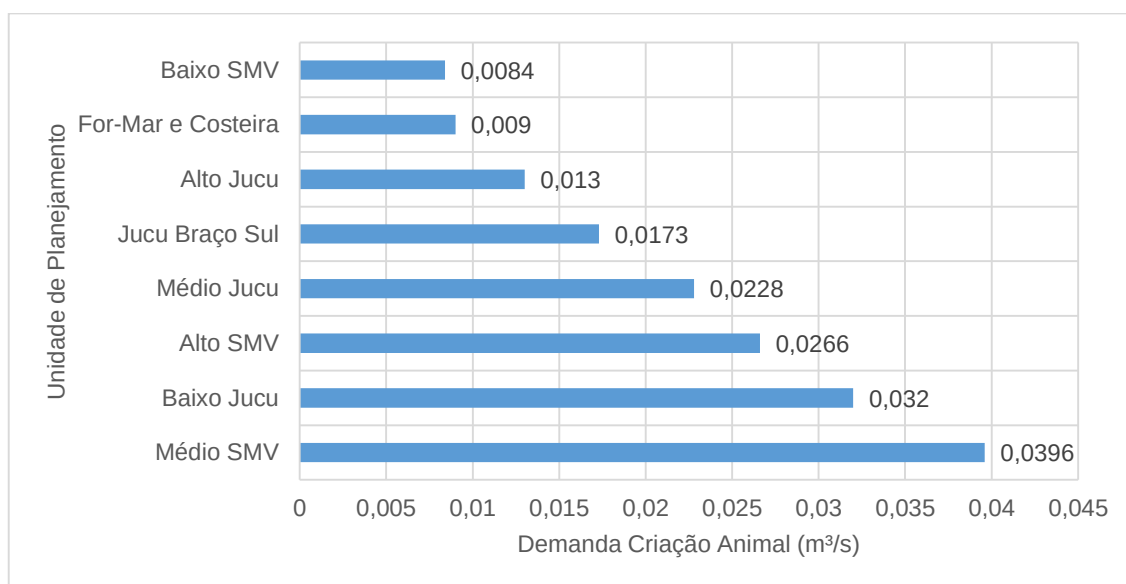


Figura 7.1.8 - Relação dos valores de demanda da criação animal por Unidade de Planejamento.

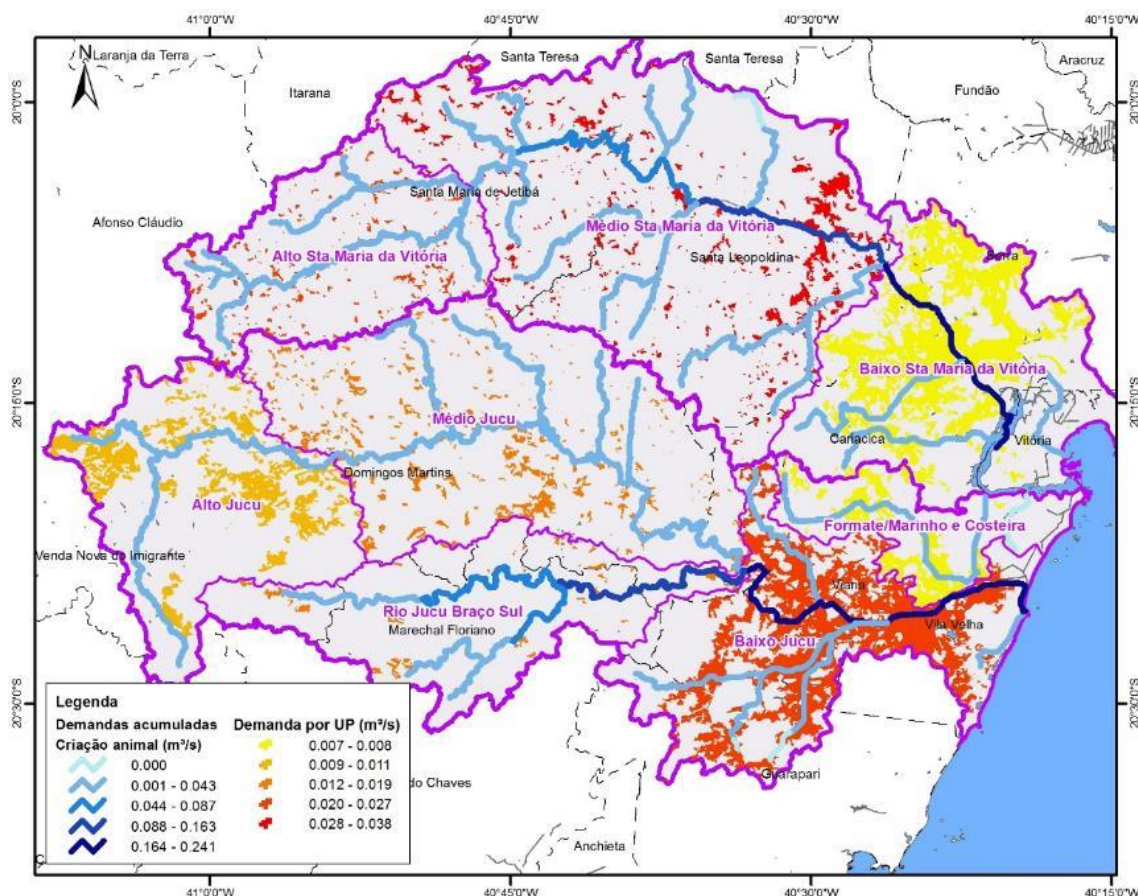


Figura 7.1.9 - Distribuição dos valores de demanda da criação animal acumulada por trecho e demanda total por UP's das RH's

A mesma metodologia foi aplicada para o setor de irrigação, onde as demandas foram estabelecidas em termos de Unidades de Planejamento. Os valores das demandas deste setor foram alocadas no mapa de uso do solo nas regiões cuja feição é classificada como “cultura” (item 4.1 do Relatório RT2). A Figura 7.1.10 apresenta os valores de



demanda em cada UP e a Figura 7.1.11 apresenta a distribuição destes valores no sistema de balanço hídrico, conforme uso do solo, além da acumulação dos valores demandados ao longo da rede de drenagem (por segmento de trecho do rio).

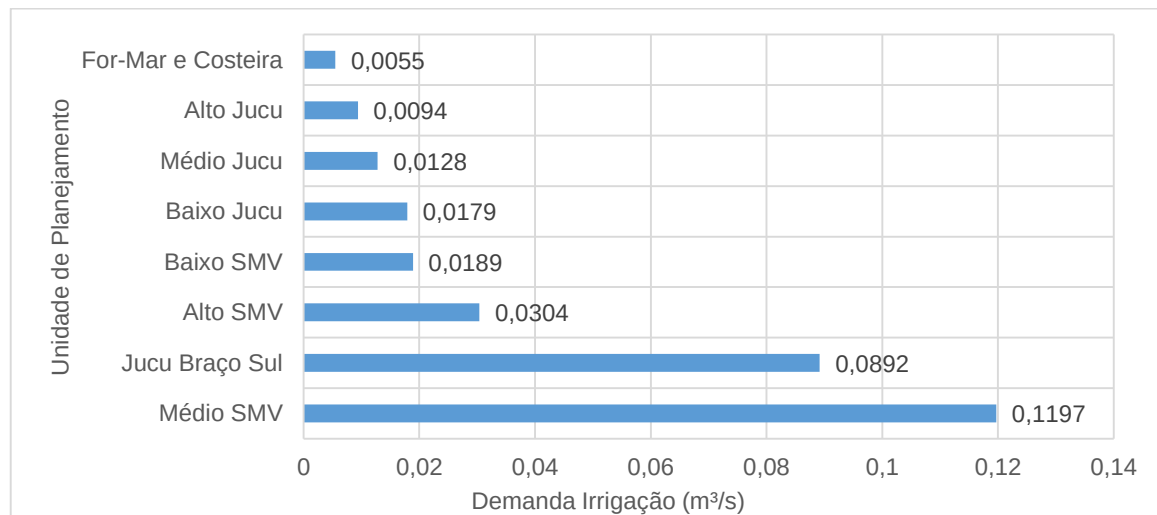


Figura 7.1.10 - Relação dos valores de demanda da irrigação por Unidade de Planejamento.

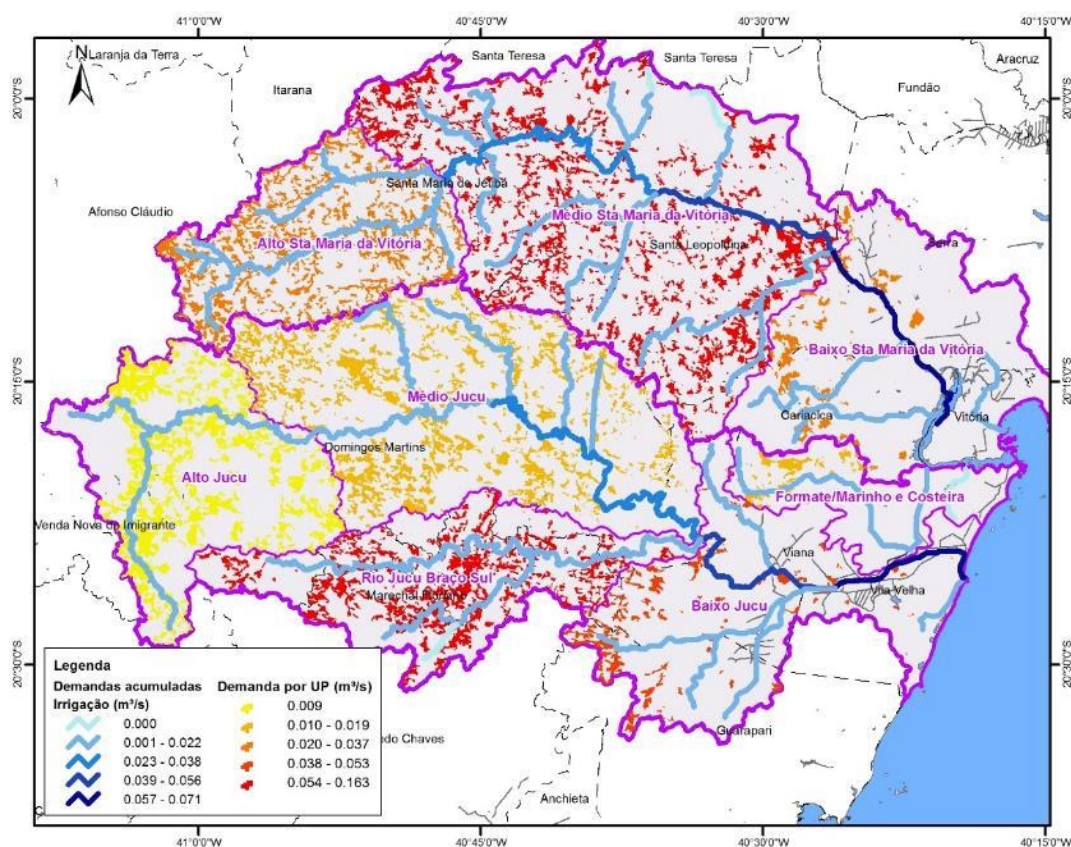


Figura 7.1.11 - Distribuição dos valores de demanda da irrigação acumulada por trecho e demanda total por UP's das RH's

### 7.1.1.3 Apresentação do balanço hídrico para o cenário atual

Após a entrada de todos os dados de demanda no modelo de suporte à decisão, estes valores são propagados e acumulados de montante para jusante, e por fim o resultado disso é confrontado com as estimativas de disponibilidade hídrica em cada segmento definido na discretização. Ao todo, as duas regiões hidrográficas foram segmentadas em 698 trechos e suas respectivas mini-bacias, gerando trechos com uma extensão média de 2,5 km e mini-bacias com uma área média de 5,60 km<sup>2</sup>, garantindo uma excelente espacialização das informações no sistema de apoio à decisão.

A Prancha 7.1.1 e Prancha 7.1.2 apresentam os mapas de balanço hídrico por trecho de rio considerando os cenários de disponibilidade hídrica referente à  $Q_{90}$  e à  $Q_{95}$ , respectivamente. A metodologia de obtenção da disponibilidade hídrica pode ser verificada no item 4.2 deste Relatório Técnico.







A Prancha 7.1.1 e a Prancha 7.1.2 apresentadas anteriormente representam o grau de comprometimento quantitativo de cada trecho de rio em relação às vazões de referência adotadas (Q90 e Q95). As demandas existentes na bacia são propagadas e acumuladas à jusante, sendo comparadas com os valores de disponibilidade obtidos a partir do modelo hidrológico. O grau de comprometimento é dado então pela razão entre a demanda acumulada e a disponibilidade, sendo o resultado representado pela distribuição das cores nos trechos.

De acordo com as pranchas, podemos verificar que os trechos mais comprometidos se situam no rio Duas Bocas (RHSMV) e no rio Formate (RHJ). Nestes trechos, observa-se no cenário que considera a Q90 um comprometimento de 50% a 75% (cor laranja), e, no cenário de simulação que considera a Q95, um comprometimento pode chegar até 100% da disponibilidade (cor vermelha).

Em relação ao rio Duas Bocas este resultado deve ser analisado com cautela, uma vez que existe neste trecho uma barragem com capacidade de regularização, fator não considerado na simulação. O comprometimento é causado principalmente pela captação para o abastecimento do município de Cariacica, a qual ocorre junto à Barragem do Duas Bocas (operada pela CESAN).

Na porção alta do rio Formate, o comprometimento é causado pela captação direta para abastecimento que visa o atendimento de aproximadamente 40% da população do município de Viana, porém não há nenhuma estrutura que regularize a vazão neste trecho, recomendando-se a realização de estudos mais aprofundados na região em relação à oferta e à demanda de água.

A porção baixa do rio Jucu, próxima à foz, também apresenta níveis superiores de comprometimento (entre 50 e 75%). Entretanto, o resultado deste trecho é influenciado pela principal captação da CESAN para o abastecimento público no rio Jucu. A disponibilidade a jusante da captação também é influenciada pelo nível do oceano. Cabe destacar a existência de um barramento efetuado pela CESAN no rio Jucu a jusante do ponto de captação para evitar a intrusão salina (Figura 7.1.12). Esta mesma estrutura foi implantada junto ao último ponto de captação da CESAN no rio Santa Maria da Vitória a cerca de 3,50 km a montante da confluência com o rio Duas Bocas, com o mesmo objetivo.

Os demais trechos das Regiões Hidrográficas em tela experimentam uma condição bastante confortável em relação à oferta de água, mesmo considerando a Q95 como vazão de referência.





Figura 7.1.12 – Barramento da CESAN próximo à foz do rio Jucu

Obs: A CESAN implantou esta mesma tipologia de barramento junto ao rio Santa Maria da Vitória com o mesmo objetivo: evitar a intrusão de água salina junto à bomba de captação de água bruta.

Fonte: <http://www.panoramio.com/photo/57900653?source=wapi&referrer=kh.google.com>.

Os quadros abaixo apresentam os valores acumulados de demandas e disponibilidades nos exutórios de cada Unidade de Planejamento da RH Santa Maria da Vitória (Quadro 7.1.4) e Jucu (Quadro 7.1.5), respectivamente. Os valores foram obtidos diretamente dos trechos de exutório de cada unidade. Sendo que nas UP's Baixo SMV, Baixo Jucu e Formate-Marinho também foi considerada a disponibilidade dos demais cursos de água que drenam para o estuário, conforme a rede de drenagem simulada.

Quadro 7.1.4 - Balanço hídrico por Unidade de Planejamento da RH Santa Maria

| Unidade de Planejamento | Demanda total (m <sup>3</sup> /s) <sup>[1]</sup> | Disponib. Q <sub>90</sub> (m <sup>3</sup> /s) | Disponib. Q <sub>95</sub> (m <sup>3</sup> /s) | Balanço Hídrico (Q <sub>90</sub> ) | Balanço Hídrico (Q <sub>95</sub> ) |
|-------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| Alto SMV                | 0,064                                            | 1,116                                         | 0,976                                         | 5,73%                              | 6,56%                              |
| Médio SMV               | 0,253                                            | 5,800                                         | 4,934                                         | 4,37%                              | 5,13%                              |
| Baixo SMV               | 3,527 <sup>[2]</sup>                             | 9,300                                         | 7,400                                         | 37,92%                             | 47,66%                             |

[1] Demandas acumuladas de jusante para montante

[2] Foi computada a demanda de 0,608 m<sup>3</sup>/s referente a captação outorgada junto as lagoas do complexo tubarão. Esta captação não foi considerada no balanço por trecho de rio devido à incerteza locacional da influência da mesma na disponibilidade hídrica da RHSMV.

Quadro 7.1.5 - Balanço hídrico por Unidade de Planejamento da RH Jucu

| Unidade de Planejamento     | Demanda total (m³/s) [1] | Disponib. Q <sub>90</sub> (m³/s) | Disponib. Q <sub>95</sub> (m³/s) | Balanço Hídrico (Q <sub>90</sub> ) | Balanço Hídrico (Q <sub>95</sub> ) |
|-----------------------------|--------------------------|----------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| Alto Jucu                   | 0,029                    | 2,204                            | 1,804                            | 1,32%                              | 1,61%                              |
| Médio Jucu                  | 0,092                    | 6,124                            | 5,321                            | 1,50%                              | 1,73%                              |
| Rio Jucu Braço Sul          | 0,163                    | 2,851                            | 2,556                            | 5,72%                              | 6,38%                              |
| Baixo Jucu                  | 4,187                    | 9,079                            | 7,419                            | 46,12%                             | 56,44%                             |
| Formate/ Marinho e Costeira | 0,130                    | 0,65                             | 0,487                            | 20,00%                             | 26,69%                             |

[1] Demandas acumuladas

Em suma, observa-se que a situação das Regiões Hidrográficas em tela é de um conforto hídrico, principalmente nas porções altas e médias. Nas porções baixas também há uma relativa folga em relação ao que poderia ser outorgado, porém as projeções de demandas futuras (item 7.2 deste Relatório Técnico) podem alterar estes cenários.

### 7.1.2 Balanço hídrico qualitativo

Neste item será apresentado o balanço hídrico relativo às condições de qualidade da água das Regiões Hidrográficas dos rios Jucu e Santa Maria da Vitória. O balanço hídrico é realizado através de um modelo de simulação que procura representar o comportamento dos principais parâmetros de qualidade, de acordo com os pontos de monitoramento existentes e as estimativas de cargas poluidoras que chegam aos cursos de água. Este item está organizado da seguinte forma:

- **Sub-item 7.1.2.1 - Estimativa das cargas de poluentes geradas na bacia:** apresentação dos dados das fontes poluidoras utilizadas, cujos valores foram apresentados anteriormente no Relatório RT2, sendo dado ênfase neste momento à alocação espacial destas cargas;
- **Sub-item 7.1.2.2 - Descrição dos pontos de monitoramento:** Apresentação dos dados de monitoramento utilizados na calibração do modelo;
- **Sub-item 7.1.2.3 - Simulação da qualidade da água:** descrição do modelo de qualidade utilizado, explicitando sua metodologia, simplificações e limitações.
- **Sub-itens 7.1.2.4 e 7.1.2.5** - apresentação, respectivamente para a RHSMV e RHJ, dos resultados obtidos através de perfis de concentração ao longo de todos os trechos com monitoramento;
- **Sub-item 7.1.2.6** - apresentação de mapas que expressam a qualidade de cada trecho em função das classes de enquadramento, conforme a Resolução CONAMA nº 357/2005.

#### 7.1.2.1 Estimativa das cargas de poluentes geradas na bacia

As cargas poluentes são consideradas de acordo com a fonte (pontual ou difusa). A seguir apresenta-se as estimativas de cargas poluidoras consideradas no modelo de qualidade das águas.



- **Fontes pontuais: esgoto doméstico do meio urbano**

As fontes pontuais são representadas por aqueles tipos de lançamento em que os poluentes atingem os corpos hídricos de forma concentrada no espaço. O exemplo mais clássico é o lançamento de esgoto doméstico proveniente das concentrações urbanas. Ainda que os lançamentos não ocorram totalmente de forma concentrada, considera-se que ocorre um único despejo contínuo resultante da vazão de retorno de cada imóvel. Aplicam-se coeficientes de redução de carga para que se possa aproximar da realidade, em que esta carga se depura naturalmente ao longo do transporte até o corpo hídrico simulado.

A partir dos dados levantados no relatório de Diagnóstico (item 4.3.2 *Sistema de Esgotamento Sanitário* do Relatório Técnico RT2) estabeleceu-se uma espacialização dos valores de população urbana, de modo a identificar as maiores concentrações de carga gerada que possam estar interferindo na qualidade da água das Regiões Hidrográficas. A Figura 7.1.13 apresenta um mapa com a distribuição dos pontos de lançamento urbano das duas RH's. A descrição de cada ponto é apresentada no Quadro 7.1.6 e no Quadro 7.1.7 dispostos a seguir. Cabe destacar que foram verificadas as ETE's constantes no Banco de Dados de Saneamento do IEMA. Porém não foi possível utilizá-las em sua totalidade tendo em vista a insuficiência de informação sobre a operação, população atendida e vazão tratada, sendo alocados pontos de lançamento de acordo com os núcleos populacionais mais significativos e sua influência na calibração junto aos dados medidos. A relação das ETE's do Banco de Dados do IEMA é apresentada no Relatório RT2 junto ao item 4.3.3.

A maior parte da população está concentrada nas porções baixas das Regiões Hidrográficas, referente aos municípios de Cariacica, Serra, Viana, Vila Velha e Vitória. Nesta região, procurou-se estabelecer a distribuição dos pontos conforme a disposição dos corpos receptores e das manchas urbanas. A Figura 7.1.14 apresenta um detalhamento desta região, onde é possível identificar as manchas populacionais que foram delineadas para cada ponto de lançamento, a partir do cruzamento destas com o mapa de setores populacionais do IBGE. A partir deste agrupamento de manchas urbanas a dinâmica de lançamento de efluentes foi simplificada, especialmente nos municípios de Vila Velha e Vitória, uma vez que teoricamente existe um número maior de pontos de lançamento.

Nesta figura também é possível identificar as ETE's existentes na região, cuja descrição dos pontos é apresentada nos quadros a seguir. Nestes quadros são apresentados o nome de cada estação, a população tratada, o tipo de tratamento e a estimativa de redução de carga em função do tipo de tratamento.

Na porção interior das regiões hidrográficas, relativas aos municípios de Domingos Martins, Marechal Floriano, Santa Leopoldina e Santa Maria de Jetibá, a distribuição da população é caracterizada por uma concentração maior nas sedes municipais, além de uma relativa concentração em algumas sedes distritais, caracterizadas muitas vezes por apresentarem uma baixa densidade populacional, porém devido estarem localizadas em regiões de cabeceira, onde a disponibilidade hídrica é menor, a carga gerada por estes distritos podem estar interferindo na qualidade da água das regiões hidrográficas.





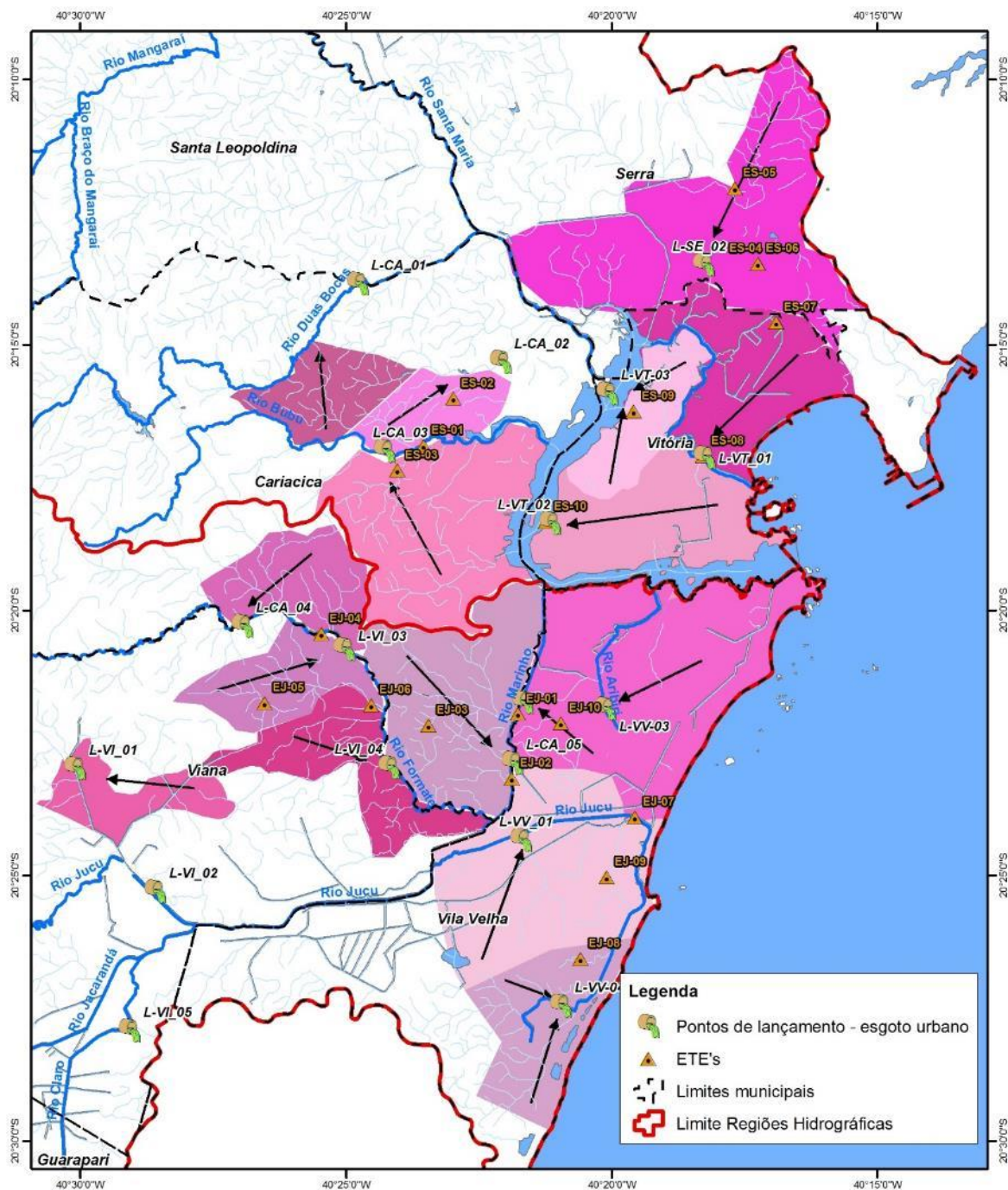


Figura 7.1.14 - Detalhamento da região litorânea das Regiões Hidrográficas, com a identificação dos pontos de lançamento dos setores censitários atribuídos a cada ponto e das ETE's existentes.

Quadro 7.1.6 - Relação das Estações de Tratamento de Efluentes localizadas na RHSMV.

| Muni.                 | Nome ETE              | Cód.  | Pop. Atendida | Tipo de tratamento                  | Eficiência (%) |      |      |       |
|-----------------------|-----------------------|-------|---------------|-------------------------------------|----------------|------|------|-------|
|                       |                       |       |               |                                     | DBO            | Nit. | Fós. | Coli. |
| Cariacica             | Flexal                | ES-01 | 3.693         | Lagoa anaeróbia + lagoa facultativa | 80             | 50   | 35   | 90    |
|                       | Nova rosa da Penha    | ES-02 | 5.453         | Lagoa anaeróbia + lagoa facultativa | 80             | 50   | 35   | 90    |
|                       | Campo Verde           | ES-03 | 108           | UASB                                | 60             | 50   | 35   | 90    |
| Serra                 | André Carloni         | ES-04 | 6.946         | Lagoa aerada + lagoa facultativa    | 80             | 50   | 35   | 90    |
|                       | Furnas                | ES-05 | 72.150        | Lagoa anaeróbia + lagoa facultativa | 80             | 50   | 35   | 90    |
|                       | Jardim Carapina       | ES-06 | 6.405         | UASB + lagoas de polimento          | 80             | 50   | 35   | 90    |
| Vitória               | Camburi               | ES-07 | 126.063       | Lagoas aeradas + lagoa facultativa  | 80             | 50   | 35   | 90    |
|                       | Mulembá               | ES-08 | 75.262        | Lodos ativados (aeração escalonada) | 95             | 50   | 35   | 90    |
|                       | Nova Palestina        | ES-09 | 4.077         | Fossa-filtro                        | 80             | 50   | 35   | 90    |
|                       | Santa teresa          | ES-10 | 1.552         | Lodos ativados (aeração prolongada) | 95             | 50   | 35   | 90    |
| Santa Maria de Jetibá | Santa Maria de Jetibá | ES-11 | 5.469         | Lodos Ativados (Aeração prolongada) | 80             | 50   | 35   | 90    |

Quadro 7.1.7 - Relação das Estações de Tratamento de Efluentes localizadas na RHJ.

| Muni.            | Nome ETE                                         | Cód.  | Pop. Atendida | Tipo de tratamento                               | Eficiência (%) |      |      |       |
|------------------|--------------------------------------------------|-------|---------------|--------------------------------------------------|----------------|------|------|-------|
|                  |                                                  |       |               |                                                  | DBO            | Nit. | Fós. | Coli. |
| Cariacica        | Bandeirantes                                     | EJ-01 | 69.184        | Lodo ativado                                     | 90             | 80   | 35   | 90    |
|                  | Jardim botânico                                  | EJ-02 | 3.737         | UASB                                             | 60             | 50   | 35   | 90    |
|                  | Padre Gabriel                                    | EJ-03 | 2.800         | UASB                                             | 60             | 50   | 35   | 90    |
| Viana            | Marcílio de Noronha                              | EJ-04 | 12.930        | Lodos ativados                                   | 90             | 80   | 35   | 90    |
|                  | Parque do Flamengo                               | EJ-05 | 514           | UASB                                             | 60             | 50   | 35   | 90    |
|                  | Vila Bethânia                                    | EJ-06 | 12.930        | Lagoas aeradas + lagoa facultativa               | 80             | 50   | 35   | 90    |
| Vila Velha       | Araçás                                           | EJ-07 | 132.271       | Lodo ativado                                     | 90             | 80   | 35   | 90    |
|                  | Ulisses Guimarães                                | EJ-08 | 3.417         | UASB + BFAS                                      | 85             | 50   | 35   | 90    |
|                  | Jacaranema                                       | EJ-09 | 826           | Fossa-filtro                                     | 80             | 50   | 35   | 90    |
|                  | Vale Encantado                                   | EJ-10 | 1.059         | UASB + lagoa facultativa                         | 80             | 50   | 35   | 90    |
| Domingos Martins | Sede e Santa Isabel                              | EJ-11 | 3.833         | Lodos Ativados (Aeração prolongada)/ UASB + BFAS | 80             | 50   | 35   | 90    |
|                  | Vila de Pedra Azul (Aracê) e Vivendas Pedra Azul | EJ-12 | 862           | UASB + BFAS + UV                                 | 85             | 50   | 35   | 90    |

Para estimativa das cargas geradas em cada ponto de lançamento de esgoto urbano, considerando as Estações de Tratamento de Esgoto existentes, procedeu-se

primeiramente à estimativa da população referente a cada ponto, baseado na distribuição dos setores censitários disponibilizados pelo IBGE. Identificou-se todos os setores classificados como “urbano”, atribuiu-se o nome da localidade a este setor e a população referente ao valor informado no setor censitário. Posteriormente, verificou-se que algumas localidades das Regiões Hidrográficas não estavam identificadas como sendo área urbana de acordo com o IBGE, mas que deveriam ser incluídas na modelagem devido à sua relevância e a possibilidade de estarem interferindo na qualidade. É o caso de distritos como Alto de Santa Maria, Rio da Penha, Jetibá e São Sebastião, no município de Santa Maria de Jetibá, e Biricas, Paraju, Rio Ponte e São Miguel, em Domingos Martins. Para estes casos, atribuiu-se a população do referente setor rural, ou então estimou-se a partir da simulação qualitativa, no caso da presença de um ponto de monitoramento à jusante da localidade.

A partir da definição dos pontos de lançamento, identificou-se as Estações de Tratamento de Efluentes mais próximas de cada ponto, caso existissem, e associou-se as ETE's aos pontos. Como a população atendida em cada ETE é conhecida, abateu-se este valor da população total, considerando em cada ponto um único lançamento, resultado da mistura entre o esgoto tratado com as devidas reduções de carga em função do tipo de tratamento, e o esgoto in natura, considerando também as reduções de carga em função do tipo de lançamento. O item 4.3.3. do Diagnóstico de Demandas Hídricas (constante no Relatório Técnico RT2) apresenta uma estimativa das cargas geradas em cada Unidade de Planejamento, cuja metodologia foi utilizar os dados do IBGE referente a situação de cada domicílio com relação ao tipo de ligação do esgoto doméstico (rede geral de esgoto ou pluvial; fossa séptica; fossa rudimentar; vala e rio, lago ou mar), considerando um abatimento das cargas brutas, conforme o tipo de ligação. Primeiramente, tentou-se estabelecer uma média de abatimento de acordo com a porcentagem da população em cada tipo de ligação, uma vez que cada tipo possui um determinado percentual de abatimento de acordo com a literatura. Em seguida, utilizou-se este fator como parâmetro de calibração do modelo de simulação, variando-se em torno dos valores estimados primeiramente, uma vez que isto possibilitou um melhor ajuste em relação aos pontos de monitoramento.

O Quadro 7.1.8 apresenta a descrição de cada ponto de lançamento de esgoto urbano inserido na RHSMV, contendo dados como a população, nome da localidade, o corpo receptor, a associação com ETE's e a vazão total lançada. Já o Quadro 7.1.9 apresenta as estimativas de concentração dos parâmetros simulados no modelo de qualidade, contendo a concentração típica adotada, as reduções provenientes do tipo de lançamento e do tratamento pelas estações e o abatimento final, com base na média ponderada entre os dois tipos de lançamento. O Quadro 7.1.10 e Quadro 7.1.11 apresentam a mesma sequência de informação, relativas à RHJ.

As concentrações típicas foram obtidas considerando o tipo de tratamento informado nos Questionários aplicados pelo presente Plano de Bacia (constantes nos Anexos do Relatório Técnico RT2) e com base em Von Sperling (1996). As populações atendidas pelas ETE's também foram obtidas junto aos referidos Questionários.



Quadro 7.1.8 – Relação dos pontos de lançamento de efluentes urbanos na RHSMV e associação com as ETE's existentes mais próximas

| Município             | Pop. total | Ponto (leg.) | Long <sup>[1]</sup> | Lat <sup>[1]</sup> | Pop. ponto | Distrito / Bairros       | Corpo receptor                        | ETE's                | Pop. atendida (ETE) | Pop. não tratada | Vazão total (m³/d) |
|-----------------------|------------|--------------|---------------------|--------------------|------------|--------------------------|---------------------------------------|----------------------|---------------------|------------------|--------------------|
| Cariacica             | 155.742    | L-CA_01      | 352388              | 7762358            | 3.166      | Sede                     | Rio Duas Bocas                        | -                    | 0                   | 17.906           | 506,6              |
|                       |            | L-CA_02      | 357101              | 7759677            | 35.384     | Sede                     | Rio Sta Maria da Vitória              | ES-02                | 5.453               | 15.192           | 5661,4             |
|                       |            | L-CA_03      | 353325              | 7756544            | 117.191    | Sede                     | Rio Bubu                              | ES-01 / ES-03        | 3.801               | 113.390          | 18750,6            |
| Santa Leopoldina      | 2.586      | L-SL_01      | 341087              | 7776707            | 2.586      | Sede                     | Rio Santa Maria da Vitória            | -                    | 0                   | 2.586            | 413,8              |
| Santa Maria de Jetibá | 11.795     | L-SM_01      | 318555              | 7783256            | 4.475      | Sede                     | Rio São Luiz                          | -                    | 0                   | 4475             | 716,0              |
|                       |            | L-SM_02      | 324576              | 7784651            | 5.469      | Sede                     | Rio Santa Maria da Vitória            | ES-11                | 5469                | 0                | 875,0              |
|                       |            | L-SM_03      | 323328              | 7781596            | 373        | São Sebastião do Recreio | Rio Santa Maria da Vitória (afluente) | -                    | 0                   | 373              | 59,7               |
|                       |            | L-SM_04      | 308668              | 7779775            | 519        | São Sebastião de Baixo   | Rio Santa Maria da Vitória (afluente) | -                    | 0                   | 519              | 83,0               |
|                       |            | L-SM_05      | 296468              | 7770742            | 670        | Alto Possmouse           | Rio Possmouse                         | -                    | 0                   | 670              | 107,2              |
|                       |            | L-SM_06      | 293462              | 7771513            | 707        | Alto de Santa Maria      | Rio Santa Maria da Vitória            | -                    | 0                   | 707              | 113,1              |
|                       |            | L-SM_07      | 325540              | 7777602            | 428        | Rio da Penha             | Rio da Penha                          | -                    | 0                   | 428              | 68,4               |
|                       |            | L-SM_08      | 325540              | 7777602            | 240        | Jetibá                   | Rio Jequitibá                         | -                    | 0                   | 240              | 38,4               |
|                       |            | L-SM_09      | 313212              | 7785288            | 100        | São Sebastião            | Rio São Sebastião de Cima             | -                    | 0                   | 100              | 16,0               |
| Serra                 | 85.664     | L-SE_01      | 359973              | 7771838            | 4.759      | Sede                     | Rio da Passagem (afluente)            | ES-04/ ES-05 / ES-06 | 85.501              | 28               | 4,4                |
|                       |            | L-SE_02      | 363726              | 7763104            | 80.797     | Carapina                 | Rio da Passagem (afluente)            |                      |                     | 28               | 13684,6            |
| Vitória               | 325.291    | L-VT_01      | 363012              | 7757582            | 146.395    | Sede                     | Rio da Passagem                       | ES-07                | 126.063             | 20.332           | 23423,3            |
|                       |            | L-VT_02      | 359716              | 7756427            | 146.395    | Sede                     | Estuário                              | ES-09                | 4.077               | 28.423           | 5200,0             |
|                       |            | L-VT-03      | 360595              | 7758607            | 32.500     | Sede                     | Rio Sta Maria da Vitória              | ES-8/ ES-10          | 76.814              | 69.581           | 23423,3            |

[1] Coordenadas em formato UTM e projeção WGS84 (Fuso 24 S)

Quadro 7.1.9 – Concentrações típicas de lançamento dos parâmetros a serem simulados e abatimentos de carga nos pontos de lançamento da RHSMV

| Município             | Ponto (leg.) | DBO           |            |          |            | Nit. Amoniacal |            |          |            | Fósforo       |            |          |            | Coliformes termotolerantes |            |          |            |
|-----------------------|--------------|---------------|------------|----------|------------|----------------|------------|----------|------------|---------------|------------|----------|------------|----------------------------|------------|----------|------------|
|                       |              | Conc. típica* | Red. Lanc. | Red. ETE | Red. Total | Conc. típica*  | Red. Lanc. | Red. ETE | Red. Total | Conc. típica* | Red. Lanc. | Red. ETE | Red. Total | Conc. típica**             | Red. Lanc. | Red. ETE | Red. Total |
| Cariacica             | L-CA_01      | 350           | 35%        | 80%      | 35%        | 30             | 0%         | 50%      | 0%         | 10            | 0%         | 35%      | 0%         | 1.10 <sup>7</sup>          | 0%         | 99%      | 0%         |
|                       | L-CA_02      | 350           | 35%        | 80%      | 47%        | 30             | 0%         | 50%      | 13%        | 10            | 0%         | 35%      | 9%         | 1.10 <sup>7</sup>          | 0%         | 99%      | 26%        |
|                       | L-CA_03      | 350           | 20%        | 70%      | 36%        | 30             | 0%         | 50%      | 2%         | 10            | 0%         | 35%      | 1%         | 1.10 <sup>7</sup>          | 0%         | 99%      | 3%         |
| Santa Leopoldina      | L-SL_01      | 350           | 20%        | 0%       | 20%        | 30             | 0%         | 0%       | 0%         | 10            | 0%         | 0%       | 0%         | 1.10 <sup>7</sup>          | 0%         | 0%       | 0%         |
| Santa Maria de Jetibá | L-SM_01      | 350           | 20%        | 0%       | 20%        | 30             | 0%         | 0%       | 0%         | 10            | 0%         | 0%       | 0%         | 1.10 <sup>7</sup>          | 0%         | 0%       | 0%         |
|                       | L-SM_02      | 350           | 20%        | 80%      | 80%        | 30             | 0%         | 50%      | 50%        | 10            | 0%         | 35%      | 35%        | 1.10 <sup>7</sup>          | 0%         | 99%      | 99%        |
|                       | L-SM_03      | 350           | 20%        | 0%       | 20%        | 30             | 0%         | 0%       | 0%         | 10            | 0%         | 0%       | 0%         | 1.10 <sup>7</sup>          | 0%         | 0%       | 0%         |
|                       | L-SM_04      | 350           | 20%        | 0%       | 20%        | 30             | 0%         | 0%       | 0%         | 10            | 0%         | 0%       | 0%         | 1.10 <sup>7</sup>          | 0%         | 0%       | 0%         |
|                       | L-SM_05      | 350           | 20%        | 0%       | 20%        | 30             | 0%         | 0%       | 0%         | 10            | 0%         | 0%       | 0%         | 1.10 <sup>7</sup>          | 0%         | 0%       | 0%         |
|                       | L-SM_06      | 350           | 20%        | 0%       | 20%        | 30             | 0%         | 0%       | 0%         | 10            | 0%         | 0%       | 0%         | 1.10 <sup>7</sup>          | 0%         | 0%       | 0%         |
|                       | L-SM_07      | 350           | 20%        | 0%       | 20%        | 30             | 0%         | 0%       | 0%         | 10            | 0%         | 0%       | 0%         | 1.10 <sup>7</sup>          | 0%         | 0%       | 0%         |
|                       | L-SM_08      | 350           | 20%        | 0%       | 20%        | 30             | 0%         | 0%       | 0%         | 10            | 0%         | 0%       | 0%         | 1.10 <sup>7</sup>          | 0%         | 0%       | 0%         |
|                       | L-SM_09      | 350           | 20%        | 0%       | 20%        | 30             | 0%         | 0%       | 0%         | 10            | 0%         | 0%       | 0%         | 1.10 <sup>7</sup>          | 0%         | 0%       | 0%         |
| Serra                 | L-SE_01      | 350           | 35%        | 0%       | 35%        | 30             | 0%         | 0%       | 0%         | 10            | 0%         | 0%       | 0%         | 1.10 <sup>7</sup>          | 0%         | 0%       | 0%         |
|                       | L-SE_02      | 350           | 35%        | 85%      | 80%        | 30             | 0%         | 50%      | 50%        | 10            | 0%         | 35%      | 35%        | 1.10 <sup>7</sup>          | 0%         | 0%       | 99%        |
| Vitória               | L-VT_01      | 350           | 35%        | 95%      | 87%        | 30             | 0%         | 50%      | 43%        | 10            | 0%         | 35%      | 30%        | 1.10 <sup>7</sup>          | 0%         | 99%      | 85%        |
|                       | L-VT_02      | 350           | 35%        | 80%      | 67%        | 30             | 0%         | 50%      | 6%         | 10            | 0%         | 35%      | 4%         | 1.10 <sup>7</sup>          | 0%         | 99%      | 12%        |
|                       | L-VT-03      | 350           | 35%        | 95%      | 41%        | 30             | 0%         | 50%      | 26%        | 10            | 0%         | 35%      | 18%        | 1.10 <sup>7</sup>          | 0%         | 99%      | 52%        |

\* valores em mg/L

\*\* valores em NMP/100 MI

Quadro 7.1.10 – Relação dos pontos de lançamento de efluentes urbanos na RH do rio Jucu e associação com as ETE's existentes mais próximas

| Município         | População total | Ponto (leg.) | Long [1] | Lat <sup>[1]</sup> | Pop. Ponto | Distrito / Bairros | Corpo receptor              | ETE                   | População atendida (ETE) | Pop. não atendida | Vazão total (m³/d) |
|-------------------|-----------------|--------------|----------|--------------------|------------|--------------------|-----------------------------|-----------------------|--------------------------|-------------------|--------------------|
| Cariacica         | 180.912         | L-CA_04      | 348716   | 7750419            | 20.423     | Itaquari           | Rio Formate                 | -                     | 0                        | 20.423            | 3.267,7            |
|                   |                 | L-CA_05      | 357597   | 7745729            | 160.488    | Itaquari           | Rio Marinho                 | EJ-01 / EJ-02 / EJ-03 | 75.721                   | 84.767            | 25.678,1           |
| Domingos Martins  | 7.714           | L-DM_01      | 329017   | 7747468            | 5.962      | Sede / Isabel      | Rio Jucu Braço Norte (afl.) | EJ-11                 | 3.833                    | 2.129             | 953,9              |
|                   |                 | L-DM_02      | 334495   | 7749966            | 194        | Biricas            | Rio Jucu Braço Norte (afl.) | -                     | 0                        | 194               | 31,0               |
|                   |                 | L-DM_03      | 312161   | 7753024            | 369        | Paraju             | Rio Jucu Braço Norte (afl.) | -                     | 0                        | 369               | 59,0               |
|                   |                 | L-DM_04      | 314036   | 7756556            | 380        | Perobas            | Rio Jucu Braço Norte        | -                     | 0                        | 380               | 60,8               |
|                   |                 | L-DM_05      | 310505   | 7756283            | 627        | Ponto Alto         | Rio Jucu Braço Norte        | -                     | 0                        | 627               | 100,3              |
|                   |                 | L-DM_06      | 287485   | 7746182            | 909        | Arace              | Rio Jucu Braço Norte (afl.) | EJ-12                 | 862                      | 47                | 145,4              |
|                   |                 | L-DM_07      | 315954   | 7765446            | 114        | Melgaço            | Rio Melgaço                 | -                     | 0                        | 114               | 18,2               |
|                   |                 | L-DM_08      | 310199   | 7761742            | 100        | Rio Ponte          | Rio Ponte                   | -                     | 0                        | 100               | 16,0               |
|                   |                 | L-DM_09      | 325276   | 7759014            | 100        | São Miguel         | Rio São Miguel              | -                     | 0                        | 100               | 16,0               |
|                   |                 | L-DM_10      | 327596   | 7755240            | 100        | Cascata do Galo    | Rio Galo                    | -                     | 0                        | 100               | 16,0               |
| Marechal Floriano | 7.164           | L-MF_01      | 325937   | 7742276            | 6.694      | Marechal Floriano  | Rio Jucu Braço Sul          | -                     | 0                        | 6.694             | 1.071,0            |
|                   |                 | L-MF_02      | 315554   | 7736248            | 1.318      | Araguaia           | Rio das Pedras              | -                     | 0                        | 1.318             | 210,9              |
| Viana             | 58.973          | L-VI_01      | 343292   | 7745429            | 6.567      | Sede               | Rio Jucu (afl.)             | -                     | 0                        | 6.567             | 1.050,8            |
|                   |                 | L-VI_02      | 345954   | 7741162            | 1.344      | Jucu               | Rio Jucu                    | -                     | 0                        | 1.344             | 215,0              |
|                   |                 | L-VI_03      | 352058   | 7749643            | 30.518     | Sede               | Rio Formate                 | EJ-04 / EJ-05         | 13.444                   | 17.074            | 4.882,9            |
|                   |                 | L-VI_04      | 353565   | 7745540            | 20.050     | Sede               | Rio Formate                 | EJ-06                 | 12.930                   | 7.120             | 3.208,1            |
|                   |                 | L-VI_05      | 345155   | 7736322            | 493        | Araçatiba          | Rio Jacarandá (afl.)        | -                     | 0                        | 493               | 78,9               |
| Vila Velha        | 408.013         | L-VV_01      | 357902   | 7743060            | 126.004    | Sede               | Rio Jucu                    | EJ-07 / EJ-09 / EJ-10 | 134.156                  | 81.285            | 34.470,6           |
|                   |                 | L-VV_02      | 357925   | 7747848            | 126.004    | Sede               | Rio Marinho                 |                       |                          | 81.285            | 34.470,6           |
|                   |                 | L-VV_03      | 360627   | 7747643            | 126.004    | Sede               | Rio Aribiri                 |                       |                          | 81.285            | 34.470,6           |
|                   |                 | L-VV_04      | 359245   | 7737307            | 30.000     | Sede               | Rio da Draga                | EJ-08                 | 3.417                    | 26.583            | 4.800,0            |

[1] Coordenadas em formato UTM e projeção WGS84 (Fuso 24 S)

Quadro 7.1.11 - Concentrações típicas de lançamento dos parâmetros a serem simulados e abatimentos de carga nos pontos de lançamento da RH Jucu

| Município         | Ponto (leg.) | DBO           |            |          |            | Nitrogênio amoniacal |            |          |            | Fósforo       |            |          |            | Coliformes        |            |          |            |
|-------------------|--------------|---------------|------------|----------|------------|----------------------|------------|----------|------------|---------------|------------|----------|------------|-------------------|------------|----------|------------|
|                   |              | Conc. típica* | Red. lanc. | Red. ETE | Red. Total | Conc. típica*        | Red. lanc. | Red. ETE | Red. Total | Conc. típica* | Red. Lanc. | Red. ETE | Red. Total | Conc. típica**    | Red. Lanc. | Red. ETE | Red. Total |
| Cariacica         | L-CA_04      | 350           | 35%        | 80%      | 35%        | 30                   | 0%         | 50%      | 0%         | 10            | 0%         | 35%      | 0%         | 1.10 <sup>7</sup> | 0%         | 99%      | 0%         |
|                   | L-CA_05      | 350           | 35%        | 70%      | 46%        | 30                   | 0%         | 50%      | 24%        | 10            | 0%         | 35%      | 17%        | 1.10 <sup>7</sup> | 0%         | 99%      | 47%        |
| Domingos Martins  | L-DM_01      | 350           | 20%        | 80%      | 59%        | 30                   | 0%         | 50%      | 40%        | 10            | 0%         | 35%      | 30%        | 1.10 <sup>7</sup> | 0%         | 0%       | 71%        |
|                   | L-DM_02      | 350           | 20%        | 0%       | 20%        | 30                   | 0%         | 0%       | 0%         | 10            | 0%         | 0%       | 0%         | 1.10 <sup>7</sup> | 0%         | 0%       | 0%         |
|                   | L-DM_03      | 350           | 20%        | 0%       | 20%        | 30                   | 0%         | 0%       | 0%         | 10            | 0%         | 0%       | 0%         | 1.10 <sup>7</sup> | 0%         | 0%       | 0%         |
|                   | L-DM_04      | 350           | 20%        | 0%       | 20%        | 30                   | 0%         | 0%       | 0%         | 10            | 0%         | 0%       | 0%         | 1.10 <sup>7</sup> | 0%         | 0%       | 0%         |
|                   | L-DM_05      | 350           | 20%        | 0%       | 20%        | 30                   | 0%         | 0%       | 0%         | 10            | 0%         | 0%       | 0%         | 1.10 <sup>7</sup> | 0%         | 0%       | 0%         |
|                   | L-DM_06      | 350           | 20%        | 85%      | 75%        | 30                   | 0%         | 50%      | 6%         | 10            | 0%         | 35%      | 4%         | 1.10 <sup>7</sup> | 0%         | 99%      | 11%        |
|                   | L-DM_07      | 350           | 20%        | 0%       | 20%        | 30                   | 0%         | 0%       | 0%         | 10            | 0%         | 0%       | 0%         | 1.10 <sup>7</sup> | 0%         | 0%       | 0%         |
|                   | L-DM_08      | 350           | 20%        | 0%       | 20%        | 30                   | 0%         | 0%       | 0%         | 10            | 0%         | 0%       | 0%         | 1.10 <sup>7</sup> | 0%         | 0%       | 0%         |
|                   | L-DM_09      | 350           | 20%        | 0%       | 20%        | 30                   | 0%         | 0%       | 0%         | 10            | 0%         | 0%       | 0%         | 1.10 <sup>7</sup> | 0%         | 0%       | 0%         |
|                   | L-DM_10      | 350           | 20%        | 0%       | 20%        | 30                   | 0%         | 0%       | 0%         | 10            | 0%         | 0%       | 0%         | 1.10 <sup>7</sup> | 0%         | 0%       | 0%         |
| Marechal Floriano | L-MF_01      | 350           | 20%        | 0%       | 20%        | 30                   | 0%         | 0%       | 0%         | 10            | 0%         | 0%       | 0%         | 1.10 <sup>7</sup> | 0%         | 0%       | 0%         |
|                   | L-MF_02      | 350           | 20%        | 0%       | 20%        | 30                   | 0%         | 0%       | 0%         | 10            | 0%         | 0%       | 0%         | 1.10 <sup>7</sup> | 0%         | 0%       | 0%         |
| Viana             | L-VI_01      | 350           | 35%        | 0%       | 35%        | 30                   | 0%         | 0%       | 0%         | 10            | 0%         | 0%       | 0%         | 1.10 <sup>7</sup> | 0%         | 0%       | 0%         |
|                   | L-VI_02      | 350           | 35%        | 0%       | 35%        | 30                   | 0%         | 0%       | 0%         | 10            | 0%         | 0%       | 0%         | 1.10 <sup>7</sup> | 0%         | 0%       | 0%         |
|                   | L-VI_03      | 350           | 35%        | 70%      | 50%        | 30                   | 0%         | 50%      | 22%        | 10            | 0%         | 35%      | 15%        | 1.10 <sup>7</sup> | 0%         | 99%      | 44%        |
|                   | L-VI_04      | 350           | 35%        | 80%      | 64%        | 30                   | 0%         | 50%      | 32%        | 10            | 0%         | 35%      | 23%        | 1.10 <sup>7</sup> | 0%         | 99%      | 63%        |
|                   | L-VI_05      | 350           | 35%        | 0%       | 35%        | 30                   | 0%         | 0%       | 0%         | 10            | 0%         | 0%       | 0%         | 1.10 <sup>7</sup> | 0%         | 0%       | 0%         |
| Vila Velha        | L-VV_01      | 350           | 35%        | 80%      | 63%        | 30                   | 0%         | 50%      | 31%        | 10            | 0%         | 35%      | 22%        | 1.10 <sup>7</sup> | 0%         | 99%      | 62%        |
|                   | L-VV_02      | 350           | 35%        | 80%      | 63%        | 30                   | 0%         | 50%      | 31%        | 10            | 0%         | 35%      | 22%        | 1.10 <sup>7</sup> | 0%         | 99%      | 62%        |
|                   | L-VV_03      | 350           | 35%        | 80%      | 63%        | 30                   | 0%         | 50%      | 31%        | 10            | 0%         | 35%      | 22%        | 1.10 <sup>7</sup> | 0%         | 99%      | 62%        |
|                   | L-VV_04      | 350           | 35%        | 85%      | 85%        | 30                   | 0%         | 50%      | 6%         | 10            | 0%         | 35%      | 4%         | 1.10 <sup>7</sup> | 0%         | 99%      | 11%        |

\* valores em mg/L

\*\* valores em NMP/100 MI



- **Fontes pontuais: lançamentos industriais**

O item 4.3.6 do Relatório Técnico 2 apresenta uma descrição dos lançamentos de efluentes oriundos do setor industrial. Neste item, serão explicitados cada ponto de lançamento industrial conforme sua respectiva inserção no modelo de simulação. Os dados de vazões de lançamento foram obtidos a partir das outorgas da AGRH (e junto ao Cadastro Nacional de Recursos Hídricos (CNARH). Os valores de concentração dos parâmetros foram obtidos junto ao CNARH ou foram estimados de acordo com Larentis (2004) conforme a tipologia industrial. A eficiência de remoção de DBO também foi obtida junto ao CNARH.

O Quadro 7.1.12 apresenta a relação dos pontos de lançamento oriundos do setor industrial, considerando apenas aqueles que lançam a carga de poluente diretamente em corpos hídricos. A Figura 7.1.15 apresenta a localização dos pontos no mapa, conforme a legenda contida nos quadros.

Quadro 7.1.12 - Relação dos pontos de lançamento industrial identificados nas Regiões Hidrografias dos rios Jucu e Santa Maria da Vitória

| RH                   | Município         | Ponto (leg) | Lat [1] | Long [1] | Tipo              | Vazão m³/dia | DBO (mg/l) | Eficiência DBO (%) | P (mg/l) | Coli Term. NMP/100ml |
|----------------------|-------------------|-------------|---------|----------|-------------------|--------------|------------|--------------------|----------|----------------------|
| Jucu                 | Cariacica         | LI_CA_10    | 7749876 | 357922   | Metal             | 288          | 50         | 69,48              | 0,6      | 1000                 |
|                      |                   | LI_CA_11    | 7750125 | 358181   | Metal             | 168          | 50         | 82,12              | 0,6      | 1000                 |
|                      | Domingos Martins  | LI_DM_01    | 7744102 | 330686   | Armazenagem       | 39,744       | 118,78     | 0                  | 1,1      | 100000               |
|                      |                   | LI_DM_02    | 7747161 | 327086   | Bebidas           | 108          | 1080       | 94,44              | 1        | 100000               |
|                      |                   | LI_DM_03    | 7747164 | 327081   | Bebidas           | 561,6        | 2100       | 97,62              | 1        | 100000               |
|                      | Marechal Floriano | LI_MF_01    | 7744146 | 317335   | Alimentos         | 5823,36      | 1000       | 93,78              | 5        | 7000000              |
|                      |                   | LI_MF_02    | 7742116 | 324510   | Alimentos         | 59,84        | 260        | 40                 | 5        | 7000000              |
|                      |                   | LI_MF_03    | 7741490 | 305678   | ND                | 129,6        | 25         | 0                  | 0,6      | 1000                 |
|                      | Viana             | LI_VI_01    | 7747770 | 349761   | Química           | 293,76       | 280        | 50,18              | 1,1      | 1000                 |
|                      |                   | LI_VI_02    | 7748483 | 352022   | Química           | 40,968       | 294        | 59,86              | 1,1      | 1000                 |
|                      |                   | LI_VI_03    | 7746627 | 349369   | Metal             | 95,04        | 14,6       | 76,71              | 0,6      | 1000                 |
|                      |                   | LI_VI_04    | 7740727 | 346345   | Papel             | 851,04       | 400        | 92,5               | 1,2      | 1000                 |
|                      |                   | LI_VI_05    | 7749292 | 352460   | Bebidas           | 895,104      | 2002       | 84,7               | 7,8      | 100000               |
|                      | Vila Velha        | LI_VV_01    | 7743728 | 358573   | Alimentos         | 172,8        | 542        | 79,7               | 5        | 7000000              |
|                      |                   | LI_VV_02    | 7736936 | 355528   | Bebidas           | 55,296       | 1000       | 92,5               | 1        | 100000               |
|                      |                   | LI_VV_03    | 7747856 | 363852   | Petróleo          | 432          | 0          | 0                  | 0,6      | 100000               |
| Sta Maria da Vitória | Cariacica         | LI_CA_01    | 7759001 | 349958   | Bebidas           | 43,2         | 1840       | 69,6               | 1        | 100000               |
|                      |                   | LI_CA_02    | 7756077 | 353936   | Alimentos         | 587,52       | 117        | 0                  | 5        | 7000000              |
|                      |                   | LI_CA_03    | 7761039 | 356606   | Aterro Industrial | 51,84        | 15         | 0                  | 1,1      | 1000                 |
|                      |                   | LI_CA_04    | 7754944 | 354907   | Bebidas           | 371,52       | 1023       | 96,97              | 1        | 100000               |
|                      |                   | LI_CA_05    | 7756698 | 354557   | Bebidas           | 449,28       | 1474       | 99,22              | 1        | 100000               |
|                      |                   | LI_CA_06    | 7756641 | 354268   | Alimentos         | 473,76       | 3555,7     | 98,89              | 5        | 7000000              |
|                      |                   | LI_CA_07    | 7758299 | 347645   | Bebidas           | 0,387097     | 350        | 70                 | 1        | 100000               |
|                      |                   | LI_CA_08    | 7760599 | 357457   | Armazenagem       | 17,28        | 7477,47    | 90,1587            | 1,1      | 100000               |
|                      |                   | LI_CA_09    | 7751070 | 353629   | Química           | 1728         | 146        | 70                 | 1,1      | 1000                 |
|                      |                   | LI_CA_12    | 7753061 | 354177   | Vidros            | 3,456        | 300        | 60                 | 0,6      | 100000               |
|                      | S.M. Jetibá       | LI_SMJ_01   | 7784167 | 318887   | Bebidas           | 44,928       | 767        | 8,735332           | 1        | 100000               |
|                      | Vitória           | LI_VI_01    | 7759541 | 368752   | Metal             | 7119,36      | 10         | 0                  | 0,6      | 1000                 |

[1] Coordenadas em formato UTM e projeção WGS84 (Fuso 24 S)

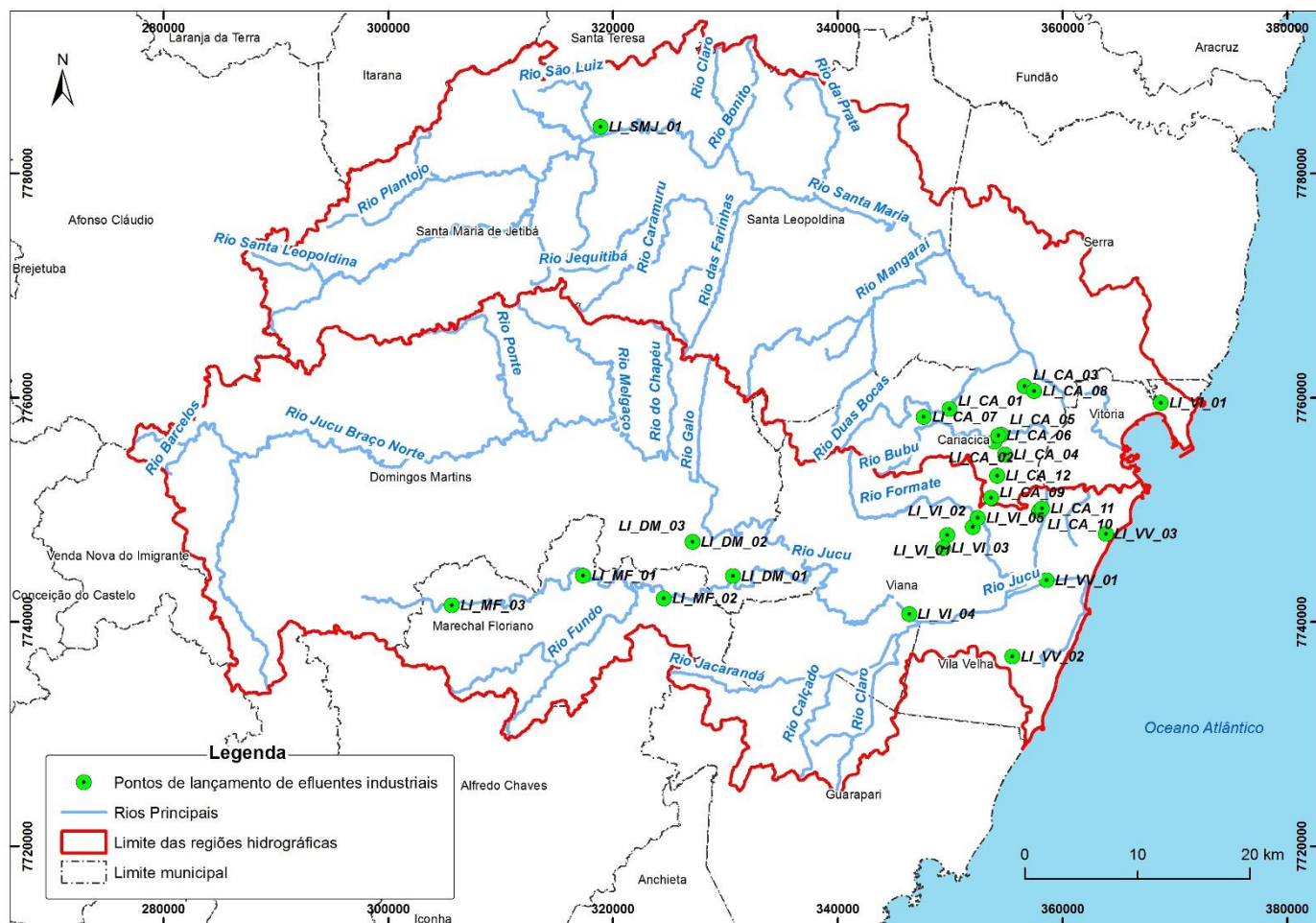


Figura 7.1.15 - Mapa de localização dos pontos de lançamento de efluentes de origem industrial.

- **Fontes difusas: contribuições em função do uso do solo**

A forma mais simples de se estimar a poluição difusa se dá através da utilização de valores de concentração média de determinado poluente, a qual considera eventos de escoamento superficial ou é estabelecida a partir de coeficientes que se baseiam na carga de poluente gerado por unidade de área. Ambos os métodos levam em consideração o tipo de uso de solo. A concentração média de um poluente é um valor estatístico obtido da medição de eventos de diferentes durações e depende de vários fatores como tipo e uso do solo, intensidade da precipitação, entre outros. Portanto, a utilização de coeficientes de exportação deve levar em conta estas condicionantes locais e regionais e considerar as incertezas inerentes a metodologia (LARENTIS, 2004).

O Quadro 7.1.13 apresenta os coeficientes de exportação utilizados na simulação das Regiões Hidrográficas em estudo<sup>4</sup>. Os valores são uma estimativa inicial, sendo ajustados posteriormente de acordo com os pontos de monitoramento. Estes valores de carga por unidade de área são calculados para cada mini-bacia dos trechos da discretização, sendo estimada uma concentração em função da vazão incremental da mesma.

Quadro 7.1.13 - Cargas unitárias de poluentes ( $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ ) por tipo de uso do solo.

| Tipo de Uso | DBO         | Nitrogênio total | Fósforo total        | Coliformes Termotolerantes |
|-------------|-------------|------------------|----------------------|----------------------------|
| Floresta    | 2 – 7 (5)** | 3 - 13           | 0,03 – 0,9 (0,1)**   | -                          |
| Campo       | 11,5        | 2 – 12 (6,2)**   | 0,1 – 2,1 (0,5)**    | 2,63E9                     |
| Urbano      | 50          | 3,2 – 18 (8,5)** | 1,1 – 5,6 (2)**      | 1,5E3                      |
| Agrícola    | 18          | 0,1 - 13         | 0,18 – 1,62 (1,05)** | 2,5E7                      |

Fonte: Larentis (2004)

\*Unidade em  $1\text{E6 NMP} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$

\*\* Valores entre parênteses são médios

A Figura 7.1.16 apresenta um mapa de usos de solos nas Regiões Hidrográficas, cujas classes foram agrupadas de modo que os valores do Quadro 7.1.13 pudessem ser aplicados. A caracterização completa do uso dos solos das RH's pode ser observada no item 4.1 deste Relatório Técnico.

<sup>4</sup> Não foram utilizadas as estimativas/metodologia de cálculo apresentadas no Relatório RT2 para as cargas difusas da pecuária junto ao presente Balanço Qualitativo Atual, uma vez que as mesmas representam uma situação potencial de lançamento, ou seja, não é possível determinar a parcela que atinge os recursos hídricos.



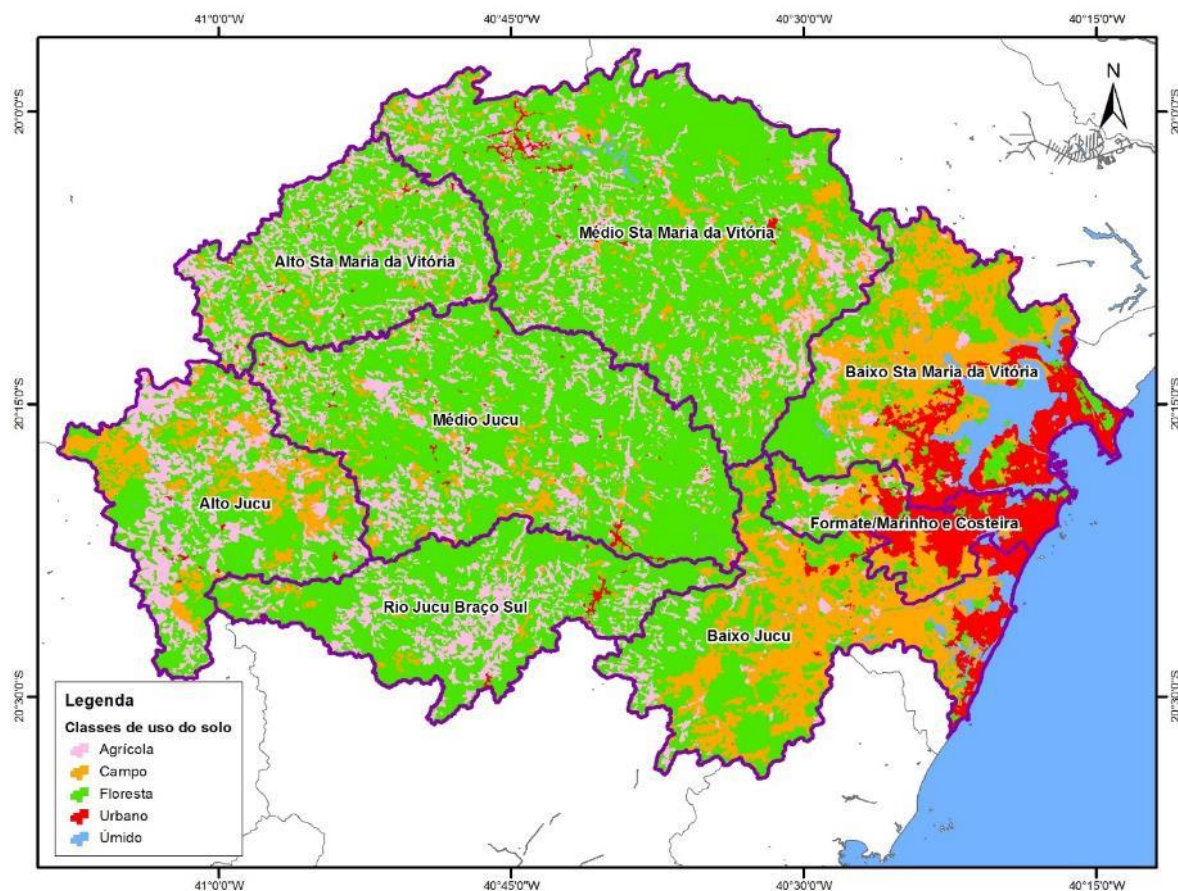


Figura 7.1.16 - Mapa de uso do solo das regiões hidrográficas agrupado em classes de contribuição de carga difusa.

Em seguida, a Figura 7.1.17 à Figura 7.1.20 apresentam os valores de cargas difusas por área de cada Unidade de Planejamento, considerando os parâmetros DBO, coliformes termotolerantes, fósforo total e nitrogênio total. Os valores foram ajustados em função da calibração do modelo.

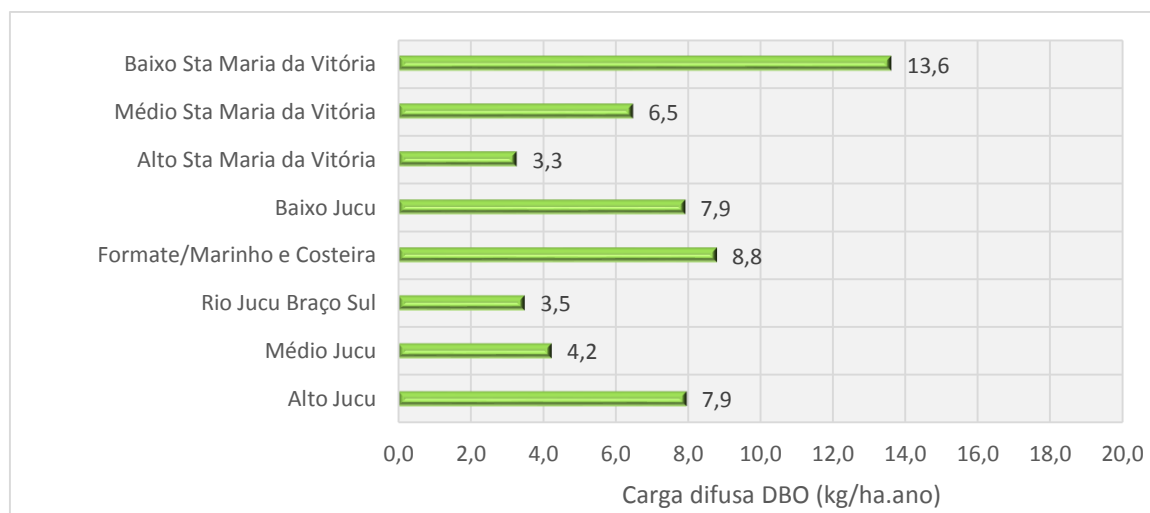


Figura 7.1.17 - Distribuição dos valores da carga difusa em kg/ha.ano em cada Unidade de Planejamento – parâmetro: DBO.

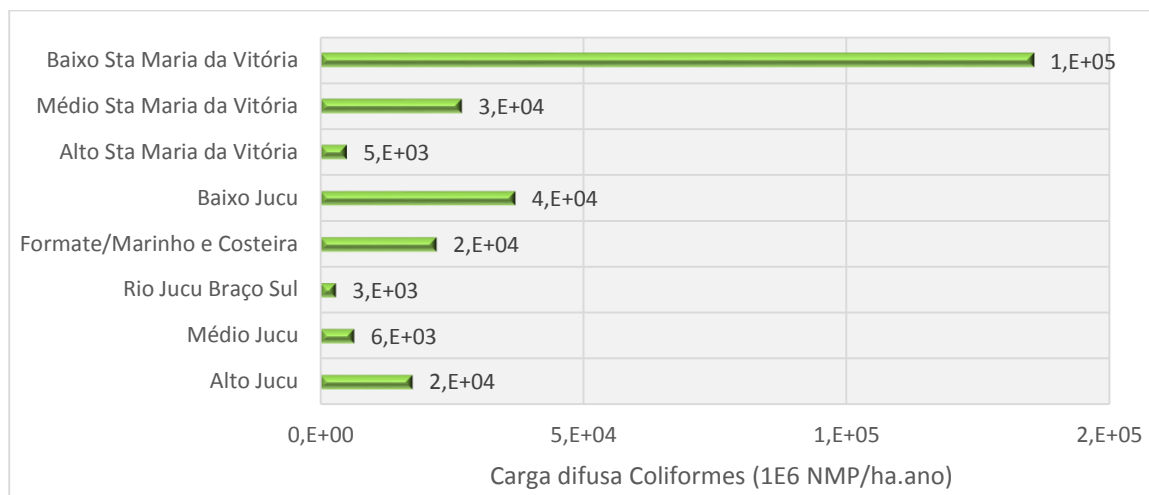


Figura 7.1.18 - Distribuição dos valores da carga difusa em 1E6 NMP/ha.ano em cada Unidade de Planejamento – parâmetro: coliformes termotolerantes.

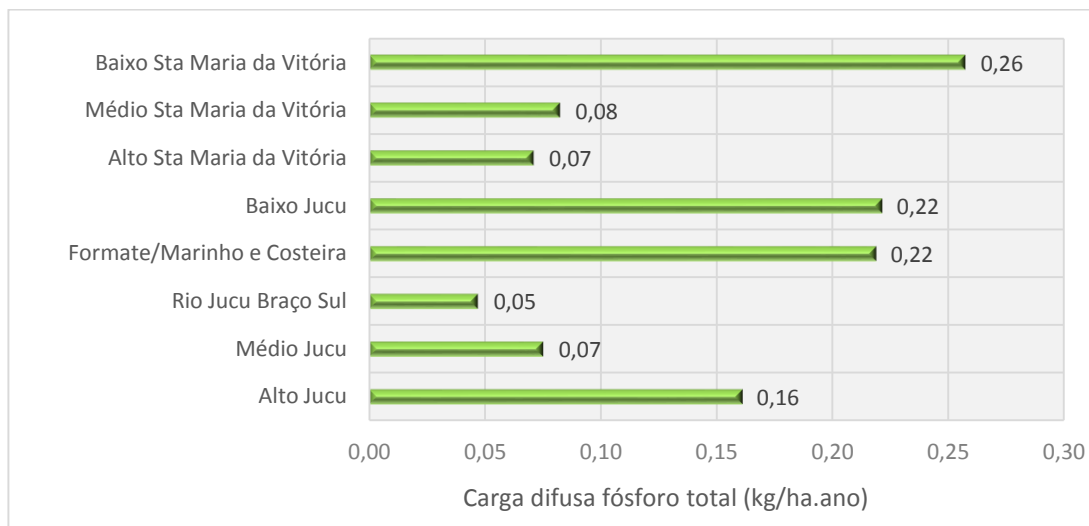


Figura 7.1.19 - Distribuição dos valores da carga difusa em kg/ha.ano em cada Unidade de Planejamento – parâmetro: fósforo total.

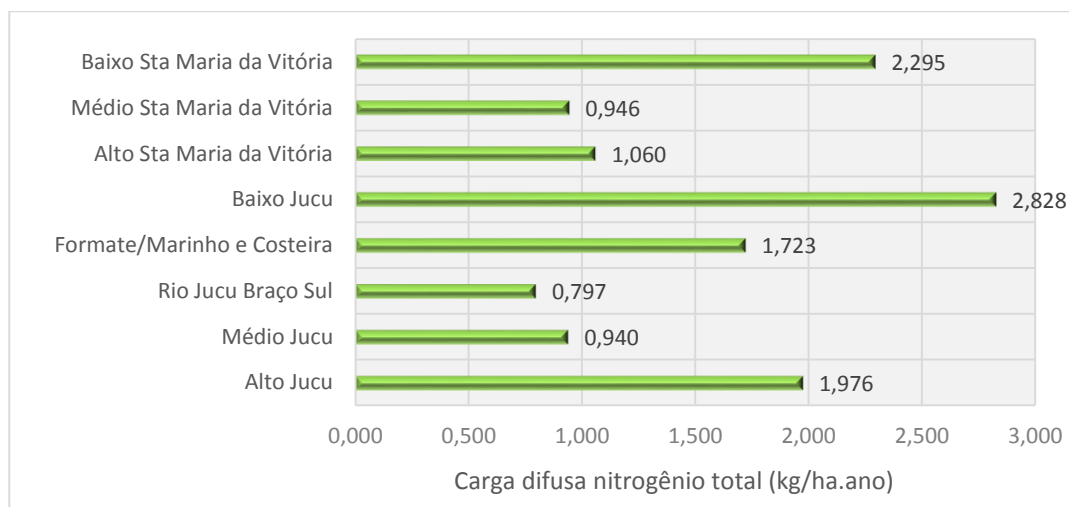


Figura 7.1.20 - Distribuição dos valores da carga difusa em kg/ha.ano em cada Unidade de Planejamento – parâmetro: nitrogênio total.

### 7.1.2.2 Descrição dos pontos de monitoramento

No Relatório Técnico 2 – RT2 (itens 3.1 e 4.2.1) foi realizada uma descrição dos dados de monitoramento da qualidade da água das Regiões Hidrográficas em estudo. Neste capítulo, serão retomados os dados apresentados anteriormente no RT2, porém com uma abordagem diferente, a fim de que os mesmos sejam aplicados no modelo de qualidade da água e possam ser utilizados na sua calibração. Desse modo, para a caracterização da qualidade da água foram consultadas as seguintes fontes:

- Dados de qualidade da água do monitoramento realizado pelo IEMA (posteriormente a elaboração deste Relatório, a AGERH assumiu a responsabilidade pelo monitoramento qualitativo);
- Dados de monitoramento da água nos pontos de captação da Cesan;
- Dados de duas campanhas de monitoramento realizada pelo Consórcio NIP&Profill no contexto do Plano de Bacia;
- Campanhas de monitoramento realizadas por usuários das bacias (exemplos: PCH's, indústrias, etc).

Na Região Hidrográfica do rio Santa Maria foram inseridos no modelo de simulação um total de 23 pontos de monitoramento, sendo 11 ao longo do curso principal do rio Santa Maria da Vitória, 03 ao longo do rio Bubu, e 09 pontos distribuídos entre os principais afluentes do rio Santa Maria da Vitória. A Figura 7.1.21 apresenta a localização dos pontos de monitoramento utilizados na RHSMV, diferenciando aqueles localizados no curso principal daqueles localizados nos afluentes. Essa diferenciação é importante para que posteriormente se possa montar os perfis de concentração, plotando num mesmo gráfico os valores registrados nas campanhas e os resultados do modelo de simulação.

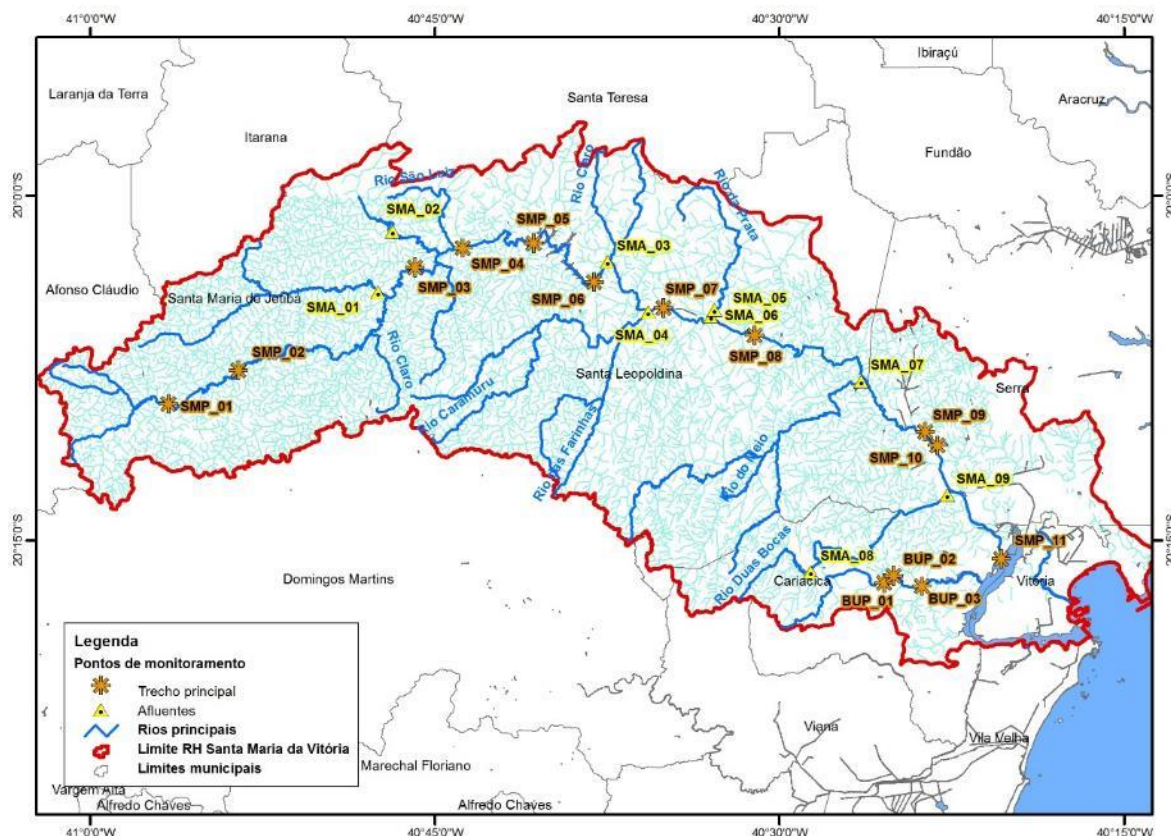


Figura 7.1.21 - Pontos de monitoramento da qualidade da água na bacia do rio Santa Maria.

A seguir (Quadro 7.1.14 ao Quadro 7.1.16) é apresentada a relação dos pontos de monitoramento apresentados no mapa acima, codificados aqui de maneira diferente para a uniformização dos dados obtidos de fontes diferentes. A identificação dos nomes utilizados no Relatório Técnico RT2, assim como o órgão operador de cada ponto e o número de campanhas realizadas estão contidas nos referidos quadros.

Quadro 7.1.14 - Relação dos pontos de monitoramento localizados ao longo do curso principal do rio Santa Maria da Vitória, de montante para jusante.

| Código mapa | Operadora      | Identificação (RT2)      | Curso de água              | Número de campanhas |
|-------------|----------------|--------------------------|----------------------------|---------------------|
| SMP_01      | Cesan          | CESAN_12                 | rio Santa Maria da Vitória | 9                   |
| SMP_02      | NIP&Profill    | ASMV1                    |                            | 2                   |
| SMP_03      | IEMA           | SMV1 C001                |                            | 20                  |
| SMP_04      | IEMA           | SMV1 C003                |                            | 20                  |
| SMP_05      | Empreendedores | PCH Rio Bonito (Ponto 7) |                            | 6                   |
| SMP_06      | Empreendedores | PCH Rio Bonito (Ponto 4) |                            | 6                   |
| SMP_07      | IEMA           | SMV1 C007                |                            | 20                  |
| SMP_08      | IEMA           | SMV1 C015                |                            | 20                  |
| SMP_09      | IEMA           | SMV1 C020                |                            | 20                  |
| SMP_10      | Cesan          | CESAN_14                 |                            | 22                  |
| SMP_11      | NIP&Profill    | BS_BVTA                  |                            | 2                   |

Quadro 7.1.15 - Relação dos pontos de monitoramento localizados ao longo dos principais afluentes do rio Santa Maria da Vitória, de montante para jusante.

| Código mapa | Operadora   | Identificação (RT2) | Curso de água          | Número de campanhas |
|-------------|-------------|---------------------|------------------------|---------------------|
| SMA_01      | NIP&Profill | ASMV_PLAN_POSS      | rio Possmouser         | 2                   |
| SMA_02      | Cesan       | CESAN_13            | rio São Sebast.de Cima | 7                   |
| SMA_03      | NIP&Profill | MS_BONITO           | rio Bonito             | 2                   |
| SMA_04      | NIP&Profill | MS_CARAM_FAR        | rio Caramuru           | 2                   |
| SMA_05      | Cesan       | CESAN_10            | rio da Prata           | 7                   |
| SMA_06      | NIP&Profill | MS_PRATA            | rio da Prata           | 2                   |
| SMA_07      | NIP&Profill | MS_MANGARAI_MEI     | rio Mangaraí           | 2                   |
| SMA_08      | Cesan       | CESAN_01            | rio Duas Bocas         | 15                  |
| SMA_09      | NIP&Profill | BS_DUAS_BOL         | rio Duas Bocas         | 2                   |

Quadro 7.1.16 - Relação dos pontos de monitoramento localizados ao longo do curso principal do rio Bubu, de montante para jusante.

| Código mapa | Operadora | Identificação (RT2) | Curso de água | Número de campanhas |
|-------------|-----------|---------------------|---------------|---------------------|
| BUP_01      | IEMA      | BUB1 C001           | rio Bubu      | 20                  |
| BUP_02      | IEMA      | BUB2 C005           | rio Bubu      | 20                  |
| BUP_03      | IEMA      | BUB1 C010           | rio Bubu      | 20                  |

Da mesma forma, os dados de monitoramento contidos na Região Hidrográfica do rio Jucu foram renomeados e reorganizados de acordo com a disposição apresentada na Figura 7.1.22. Os pontos foram agrupados de acordo com a sua localização, sendo 06 pontos ao longo do curso principal do rio Jucu Braço Norte, 03 no rio Jucu Braço Sul, além de 04 pontos no trecho do rio Jucu à jusante da confluência dos dois braços. Com relação ao monitoramento dos principais afluentes do rio Jucu, soma-se 08 pontos localizados ao longo de toda a RH. Nos rios Formate e Marinho foram inseridos no modelo um total de 07 pontos, além de um 01 localizado no rio Aribiri.

No Quadro 7.1.17 ao Quadro 7.1.20 é apresentada a descrição destes pontos, a identificação e nomenclatura adotada neste Relatório Técnico REA, a referência em



relação ao Relatório Técnico RT2, o órgão operador e o número de campanhas de cada ponto.

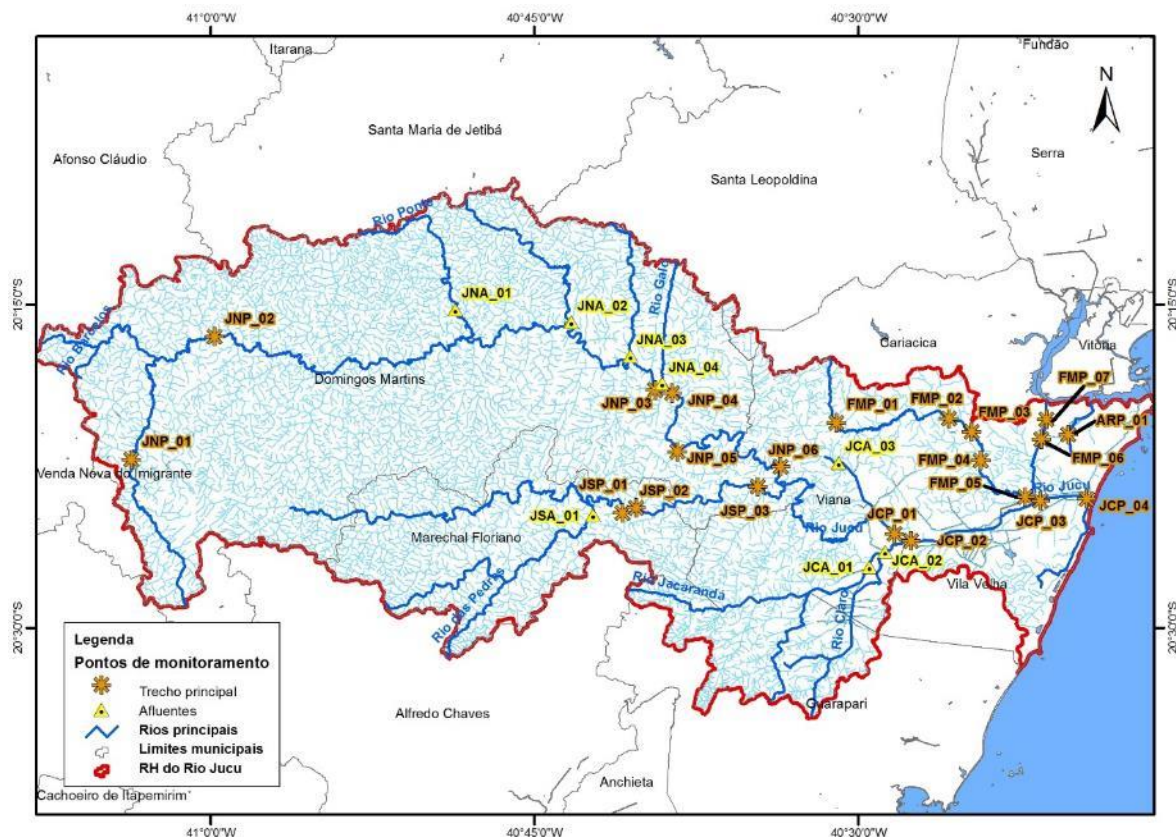


Figura 7.1.22 - Pontos de monitoramento da qualidade da água na bacia do rio Jucu.

Quadro 7.1.17 - Relação dos pontos de monitoramento localizados ao longo do curso principal do rio Jucu Braço Norte, de montante para jusante.

| Código mapa | Operadora    | Identificação (RT2) | Corpo d'água         | Número de campanhas |
|-------------|--------------|---------------------|----------------------|---------------------|
| JNP_01      | Cesan        | CESAN_02            | Rio Jucu Braço Norte | 11                  |
| JNP_02      | NIP&Profill  | AJ1                 | Rio Jucu Braço Norte | 2                   |
| JNP_03      | IEMA         | JUC2 C001           | Rio Jucu Braço Norte | 20                  |
| JNP_04      | Empreendedor | São Pedro (P-07)    | Rio Jucu Braço Norte | 18                  |
| JNP_05      | Empreendedor | São Pedro (P-01)    | Rio Jucu Braço Norte | 16                  |
| JNP_06      | IEMA         | JUC2 E010           | Rio Jucu Braço Norte | 20                  |

Quadro 7.1.18 - Relação dos pontos de monitoramento localizados ao longo do curso principal do rio Jucu Braço Sul e do rio Jucu, de montante para jusante.

| Código mapa | Operadora   | Identificação (RT2) | Corpo d'água       | Número de campanhas |
|-------------|-------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| JSP_01      | IEMA        | JUC2 C005           | Rio Jucu Braço Sul | 20                  |
| JSP_02      | IEMA        | JUC2 C008           | Rio Jucu Braço Sul | 20                  |
| JSP_03      | IEMA        | JUC2 C009           | Rio Jucu Braço Sul | 20                  |
| JCP_01      | Cesan       | CESAN_08            | Rio Jucu           | 11                  |
| JCP_02      | IEMA        | JUC2 E025           | Rio Jucu           | 20                  |
| JCP_03      | Cesan       | CESAN_09            | Rio Jucu           | 83                  |
| JCP_04      | NIP&Profill | FOZ_JUC             | Rio Jucu           | 2                   |

Quadro 7.1.19 - Relação dos pontos de monitoramento localizados ao longo do curso principal do rio Formate e Marinho, de montante para jusante.

| Código mapa | Operadora | Identificação (RT2) | Corpo d'água | Número de campanhas |
|-------------|-----------|---------------------|--------------|---------------------|
| FMP_01      | Cesan     | CESAN_07            | Rio Formate  | 17                  |
| FMP_02      | IEMA      | FOR1 C001           | Rio Formate  | 20                  |
| FMP_03      | IEMA      | FOR1 C008           | Rio Formate  | 20                  |
| FMP_04      | IEMA      | FOR1 C012           | Rio Formate  | 20                  |
| FMP_05      | IEMA      | FOR1 C015           | Rio Formate  | 20                  |
| FMP_06      | IEMA      | MAR1 C010           | Rio Marinho  | 20                  |
| FMP_07      | IEMA      | MAR1 C020           | Rio Marinho  | 20                  |

Quadro 7.1.20 - Relação dos pontos de monitoramento localizados ao longo dos principais afluentes do rio Jucu (Braço Norte, Braço Sul e total), além do posto localizado no rio Aribiri

| Código mapa | Operadora   | Identificação (RT2) | Corpo d'água        | Número de campanhas |
|-------------|-------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| JNA_01      | NIP&Profill | MJ_PONTE            | Rio Ponte           | 2                   |
| JNA_02      | NIP&Profill | MJ_MELG             | Rio Melgaço         | 2                   |
| JNA_03      | NIP&Profill | MJ_CHP              | Rio do Chapéu       | 2                   |
| JNA_04      | NIP&Profill | MJ_GAL              | Rio Galo            | 2                   |
| JSA_01      | NIP&Profill | JBS_PEDR_FUN        | Rio Fundo           | 2                   |
| JCA_01      | Cesan       | CESAN_05            | Rio Jacarandá       | 20                  |
| JCA_02      | NIP&Profill | BJ_CLA_JAC          | Rio Jacarandá       | 2                   |
| JCA_03      | Cesan       | CESAN_06            | Rio Santo Agostinho | 17                  |
| ARP_01      | IEMA        | ARI1 C001           | Rio Aribiri         | 20                  |

Os dados provenientes do Instituto Estadual do Meio Ambiente (IEMA) possuem uma série histórica de amostragem abrangendo o período de 2008 a 2012, com uma frequência trimestral. As amostragens originárias da Companhia Estadual de Saneamento (CESAN) abrangem o período de 2008 a 2013, porém com frequência irregular e presença de muitas campanhas com a avaliação de um único parâmetro (Coliformes Totais). Além disso, o consórcio NIP&Profill realizou duas campanhas de monitoramento, a primeira em outubro de 2013 e a segunda em março de 2014.

O conjunto dos pontos avaliados abrangem no geral tanto períodos secos quanto períodos de chuva, o que reflete na disponibilidade de água, na capacidade de diluição dos efluentes e também na capacidade de carreamento de cargas difusas oriundas do tipo de uso do solo. Para uma avaliação mais concisa da variabilidade temporal das amostras de qualidade de água disponíveis, foram selecionados 14 postos de monitoramento distribuídos ao longo das duas Regiões Hidrográficas, sendo relacionada a concentração da amostra com a vazão ocorrida no dia da coleta. O valor de vazão foi obtido diretamente de um posto fluviométrico próximo ao ponto, ou na inexistência deste dado, através do valor calculado pelo modelo hidrológico.

Em última análise, esta avaliação objetiva verificar, além da abrangência de dados de qualidade da água monitorados em vazões baixas (ou altas permanências), também, a possibilidade de selecionar para a calibração do modelo apenas dados monitorados nestas permanências mais altas, as quais estão associadas à vazão de referência do enquadramento. Não sendo objeto desta análise, por exemplo, a distribuição sazonal ao longo do ano das concentrações ou das cargas, ou até mesmo a análise específica de algum ponto de monitoramento ou parâmetro de qualidade - objeto de análise mais aprofundada do item 4.2.1 de qualidade das águas do Relatório RT2.

A Figura 7.1.23 apresenta a localização dos postos selecionados para estudo de correlação com vazão. No total foram observados 04 postos fluviométricos com dados constantes no Sistema Nacional de Informações Hidrológicas nas Regiões Hidrográficas:

02 postos no rio Jucu, 01 no rio Jucu Braço Sul e 01 no rio Santa Maria da Vitória. A espacialização dos mesmos pode ser observada no Relatório RT2 junto ao item 4.2.1 de quantidade das águas.

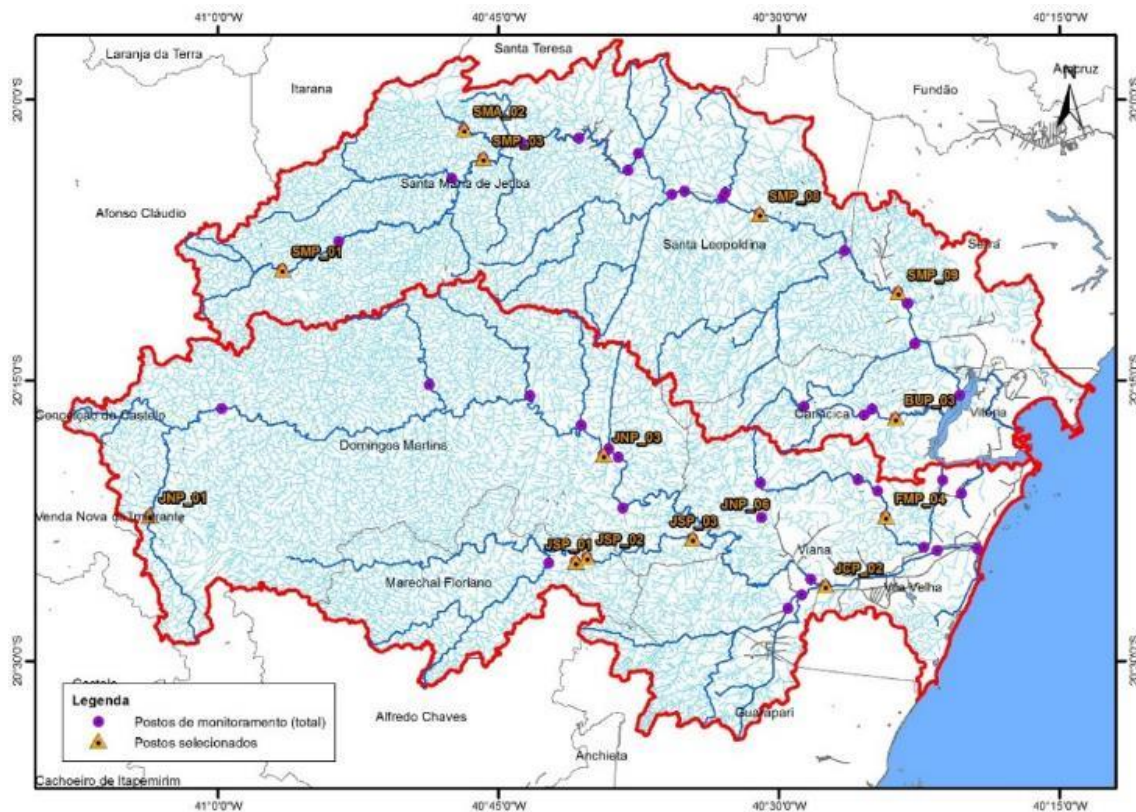


Figura 7.1.23 - Localização dos postos de monitoramento da qualidade da água selecionados para estudo de correlação com a vazão.

Para cada ponto analisado, traçou-se uma curva de permanência da série histórica de vazões disponíveis, associando-se o valor de vazão registrado ou calculado no dia do monitoramento com o valor mais próximo da curva de permanência. Dessa forma, foi possível estimar a vazão de permanência para cada monitoramento realizado, sendo estes valores comparados e plotados num mesmo gráfico para cada parâmetro analisado. Na Figura 7.1.24 à Figura 7.1.28 são apresentados os resultados da relação entre o tempo de permanência da vazão na amostragem e a concentração, para os parâmetros DBO, OD, nitrogênio amoniacal, fósforo e coliformes (termotolerantes e totais), respectivamente.



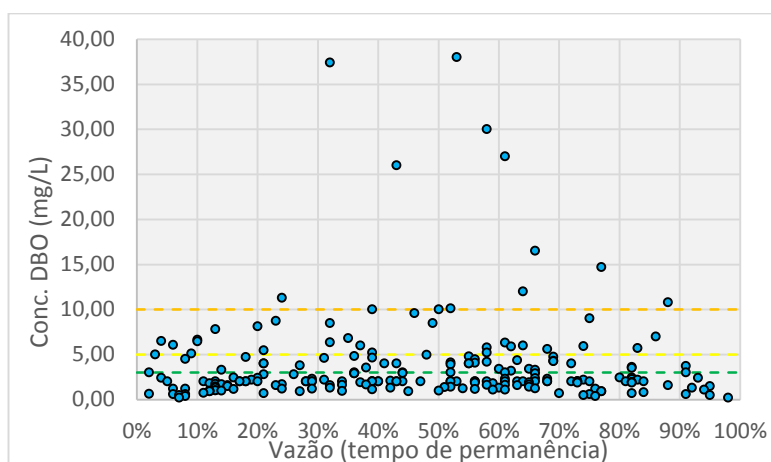


Figura 7.1.24 - Relação do tempo de permanência de vazões com o valor de concentração amostrado para o parâmetro DBO.

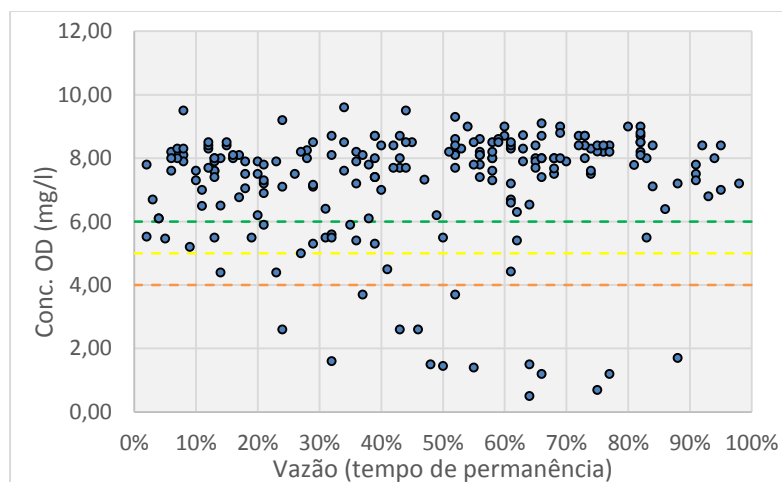


Figura 7.1.25 - Relação do tempo de permanência de vazões com o valor de concentração amostrado para o parâmetro Oxigênio Dissolvido.

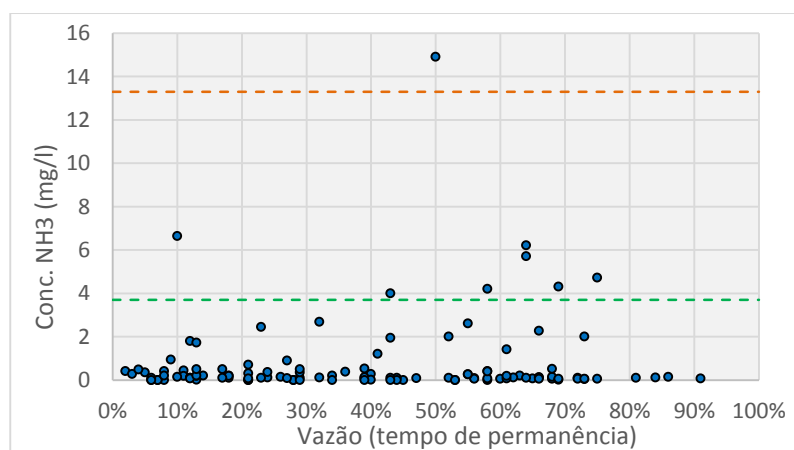


Figura 7.1.26 - Relação do tempo de permanência de vazões com o valor de concentração amostrado para o parâmetro Nitrogênio Amoniacal.



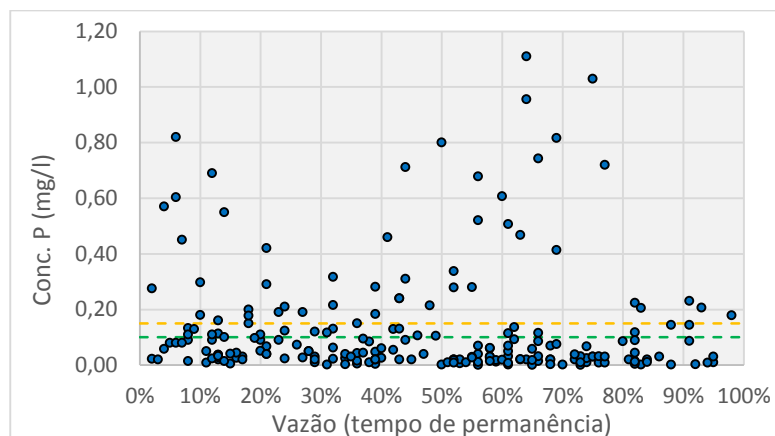


Figura 7.1.27 - Relação do tempo de permanência de vazões com o valor de concentração amostrado para o parâmetro Fósforo.

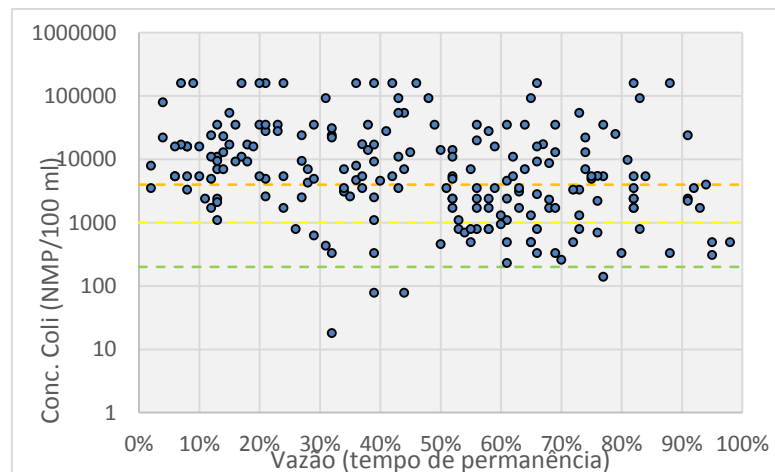


Figura 7.1.28 - Relação do tempo de permanência de vazões com o valor de concentração amostrado para o parâmetro Coliformes (termotolerantes e totais).

Nota: A rede operada pela IEMA apresenta dados de monitoramento de Coliformes Termotolerantes. Já, os dados da CESAN (monitoramento das captações) e da rede NIP&PROFILL referem-se aos Coliformes Totais.

Observando-se os gráficos, podemos concluir que há uma distribuição amostral bastante razoável, tanto em períodos de estiagem (permanência alta) quanto em períodos chuvosos (permanência baixa). Contudo, não é possível associar concentrações críticas dos parâmetros com eventos críticos de vazão, sejam eles de baixa ou alta intensidade. Os picos de concentração normalmente ocorrem em períodos de vazões médias, sendo facilmente observado nos parâmetros de DBO, amônia e fósforo. Eles ocorrem tanto em postos localizados no Alto e Médio Santa Maria, onde há uma contribuição maior de cargas difusas, quanto nas porções baixas das duas regiões hidrográficas, onde há um predomínio maior de lançamentos de carga poluidora diretamente dos rios. O parâmetro OD é mais sensível à presença de água para diluição dos efluentes, desse modo, observando a Figura 7.1.25 é possível identificar alguns pontos de baixa concentração de OD concentrados nas permanências mais altas de vazão, sendo estes correspondentes a trechos dos rios Formate e Bubu, indicando uma falta de capacidade destes trechos em depurar toda a carga lançada nos mesmos.

Em item específico a respeito da sazonalidade da qualidade das águas apresentado no Relatório RT2 (item 4.2.1.5) verificou-se a inexistência de um padrão de alterações sazonais de classe de qualidade das águas. Apesar da ocorrência de mudanças de tendência dos valores de concentração em função do período sazonal em

muitas observações, tais valores se mantiveram na mesma classe de qualidade na maioria dos casos.

Destaca-se que mudanças de tendência sazonais de concentração observadas também não seguem um padrão geral nos pontos monitorados, sendo necessário estudos específicos em escala de sub-bacia para sua avaliação, levando em conta as fontes de lançamento e condições de diluição de cada parâmetro, a localização dos pontos de amostragem quanto ao uso e ocupação do solo (zona urbana/zona rural), influência da maré, tamanho da área de drenagem, entre outros fatores.

Assim, os estudos sazonais realizados no presente Plano de Bacia podem servir de ponto partida para estudos e ações mais específicas de acordo com a sub-bacia de interesse, especialmente para fins de redução de concentração dos parâmetros para atingir o enquadramento.

Cabe aqui ressaltar que a simulação de qualidade de água, apresentada no item a seguir, foi realizada em regime permanente de vazões, ou seja, representa um retrato das Regiões Hidrográficas. Neste caso um cenário de estiagem e vazões baixas.

Não se observou significativas diferenças entre as concentrações na vazão  $Q_{90\%}$  e  $Q_{95\%}$ , deste modo optou-se por discutir os resultados apenas para a vazão mínima  $Q_{90\%}$ . Destaca-se que a vazão de referência para enquadramento e outorga definidas pelos respectivos Comitês de Bacia no âmbito deste Plano consiste na  $Q_{90\%}$ , conforme se observa nos Relatórios Técnicos da Fase B (RT3 e REB).

Contudo, para fins de calibração do modelo, foi considerado todo o espectro amostral de cada ponto monitorado, não somente aqueles correspondentes às vazões baixas, devido ao fato de que reduziríamos muito os pontos de observados, e também de que não há uma definição clara do comportamento das concentrações em função do regime de vazões.

#### 7.1.2.3 Simulação da qualidade da água

- **Descrição do modelo de qualidade**

A escolha de um modelo de qualidade da água em rios e reservatórios depende das características do sistema a ser simulado, do nível de precisão esperado em função dos objetivos desejados, dos dados disponíveis e da disponibilidade de metodologia para representar os processos identificados, onde a representatividade dos processos depende das condições hidráulicas, do meio ambiente e das condições químicas e biológicas (Tucci, 1998). Os modelos de qualidade basicamente realizam o cálculo das cargas poluidoras geradas na bacia, sendo estas cargas de origem pontual ou difusa, além do transporte de poluentes na rede de drenagem principal, considerando rios e reservatórios (Larentis, 2004). Considerando estes fatores, os modelos podem ser classificados conforme indicado no Quadro 7.1.21.

Quadro 7.1.21 - Classificação dos modelos de qualidade da água.

| Classificação          | Tipo        | Características                                                                                                                 |
|------------------------|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Discretização espacial | Concentrado | A bacia é representada de forma pontual, desconsiderando-se efeitos de contribuições não pontuais de poluição (Larentis, 2004). |

Quadro 7.1.21 - Classificação dos modelos de qualidade da água.

| Classificação             | Tipo           | Características                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                           | Distribuído    | A bacia é dividida em unidades menores, possibilitando a simulação de fontes não pontuais, além das fontes pontuais, baseando-se nos SIGs para a realização da discretização da bacia (Larentis, 2004).                                                    |
| Variação no tempo         | Permanente     | Desconsideram a variação no tempo das variáveis envolvidas no processo (Tucci, 1998).                                                                                                                                                                      |
|                           | Não permanente | Permitem a análise da variação temporal, podendo ser analisado segundo uma escala de tempo diária, semanal, mensal, etc (Tucci, 1998).                                                                                                                     |
| Resolução matemática      | Analítico      | Representa matematicamente um sistema físico através de métodos onde se assumem variadas condições de simplificação, onde se supõem condições especiais de geometria e fluxo do sistema fluvial, como o modelo clássico de Streeter-Phelps (Chapra, 1997). |
|                           | Numérico       | Permite a resolução das equações de transporte por diferenças finitas, permitindo considerar as variações da condição de escoamento (Chapra, 1997)                                                                                                         |
| Transporte de substâncias | Advectivos     | Consideram que o efeito de transporte de uma substância é resultante somente do gradiente de escoamento, o qual é válido para rios rápidos. Pode ser resolvida analiticamente, com simplificações (Chapra, 1997).                                          |
|                           | Completo       | Consideram também os efeitos de dispersão e difusão, sendo resolvidos somente por métodos numéricos.                                                                                                                                                       |

Entre os modelos de simulação existentes, destacam-se o Streeter-Phelps e o QUAL2E. O modelo analítico de Streeter-Phelps foi desenvolvido em 1925 a partir de intensos estudos das fontes de poluição e seus impactos no rio Ohio, EUA. Embora seja atualmente superado por modelos mais complexos, baseados em métodos numéricos, o modelo de Streeter-Phelps permite analisar casos de lançamento de efluentes contínuos e permite prever consequências do lançamento sobre o oxigênio dissolvido do rio (CHAPRA, 1997). Atualmente, um dos modelos mais utilizados é o QUAL2E, que possibilita a simulação de variáveis com detalhamento dos processos físicos, químicos e biológicos que interagem no corpo hídrico. Assim como o modelo Streeter-Phelps, possui caráter permanente, porém permite a resolução da equação de transporte de forma numérica, além da possibilidade de simular até 15 constituintes indicativos de qualidade da água.

O modelo de qualidade da água a ser utilizado na presente simulação é o módulo de qualidade da água disponível no sistema de Suporte à Decisão SAD-IPH (KAYSER, 2011), já discutido anteriormente no item do balanço hídrico quantitativo (item 7.1.1.1). O modelo é baseado nas equações de Streeter-Phelps, onde a partir de um determinado lançamento de efluentes são considerados os processos de diluição e de transformações físico-químicas através de uma equação de decaimento de 1º ordem. Além disso, o modelo opera em regime permanente, ou seja, desconsidera a variação temporal das variáveis hidrológicas. O modelo possui algumas simplificações, pois não detalha os processos físicos, químicos e biológicos que interagem no corpo hídrico, porém apresenta bons resultados quando comparado ao modelo QUAL2E, no nível de escala que se pretende aplicar neste trabalho e com o mesmo tipo de informação disponível (KAYSER, 2013). Neste item, serão explicitadas as formulações da modelagem qualitativa do modelo.

A característica básica dos módulos de quantidade e qualidade é a utilização da estrutura topológica resultante do processamento do MDE, de modo que nenhum trecho

seja simulado sem que todos os trechos que estão a montante do mesmo já tenham sido simulados anteriormente. A Figura 7.1.29 apresenta uma esquematização do módulo de qualidade do modelo SAD-IPH.

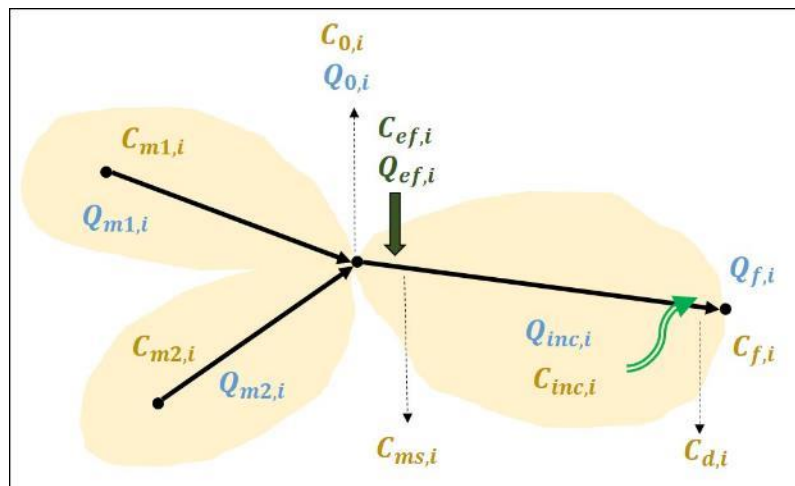


Figura 7.1.29 - Esquema ilustrando as variáveis envolvidas no modelo quantitativo e qualitativo do sistema.

Sendo:

- $C_{m1,i}, C_{m2,i}$  = concentrações do parâmetro simulado nos trechos à montante do trecho simulado (trecho i);
- $Q_{m1,i}, Q_{m2,i}$  = disponibilidade hídrica nos trechos à montante do trecho simulado;
- $C_{0,i}, Q_{0,i}$  = concentração do parâmetro e disponibilidade hídrica no ponto inicial da mini-bacia simulada;
- $C_{ef,i}, Q_{ef,i}$  = concentração do efluente e vazão de lançamento do efluente, caso haja lançamentos pontuais na minibacia i;
- $C_{ms,i}$  = concentração do parâmetro no rio em ponto imediatamente após a mistura da vazão efluente;
- $C_{inc,i}, Q_{inc,i}$  = concentração incremental, obtida através das cargas difusas produzidas na mini-bacia, e vazão incremental, ou seja, a disponibilidade gerada diretamente pela mini-bacia i;
- $C_{d,i}$  = concentração do parâmetro no rio após o decaimento ao longo de todo o trecho da mini-bacia i;
- $C_{f,i}, Q_{f,i}$  = concentração do parâmetro e disponibilidade hídrica após mistura com a vazão e concentração incremental, serão as concentrações de montante dos trechos de jusante do modelo.

As cargas pontuais são inseridas no modelo conforme os dados anteriormente apresentados, dos Quadro 7.1.8, Quadro 7.1.10, onde são informadas as vazões e as concentrações de cada lançamento. O valor de  $C_{ms,i}$  é obtido por mistura direta com o rio, de acordo com a equação:



$$C_{ms,i} = \frac{(C_{0,i} \cdot Q_{0,i}) + (C_{ef,i} \cdot Q_{ef,i})}{Q_{0,i} + Q_{ef,i}}$$

O transporte do poluente ao longo do trecho simulado segue uma relação definida pelo modelo de Streeter Phelps (Chapra, 1997) a qual estabelece que a variação da concentração do poluente remanescente ( $C_{ms,i}$ ) em um infinitésimo de tempo ( $dt$ ) é igual a concentração do poluente multiplicada por uma constante de decaimento ( $K$ ), podendo ser escrita como:

$$\frac{d(C_{ms,i})}{dt} = -K \cdot C_{d,i}$$

A equação diferencial tem solução analítica, considerando a variação da concentração do espaço e regime permanente:

$$C_{d,i} = C_{ms,i} \cdot \exp\left(\frac{-K_i \cdot L_i}{U_i}\right)$$

Onde  $C_{d,i}$  é a concentração após o decaimento no trecho  $i$ ,  $K_i$  é a taxa de decaimento que pode variar por segmento,  $L_i$  é o comprimento do trecho de rio  $i$  em metros, e  $U_i$  é a velocidade média, em  $m.s^{-1}$ . A velocidade média pode ser estimada através da relação de Manning, por exemplo. O modelo pode realizar a simulação de qualidade dos seguintes parâmetros: Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Oxigênio Dissolvido (OD), formas nitrogenadas (nitrogênio orgânico, nitrogênio amoniacal, nitrito e nitrato), fósforo total e coliformes termotolerantes. Para cada parâmetro, são considerados os ajustes necessários na etapa de transporte das concentrações, contudo, para todos os parâmetros a estrutura de execução do cálculo segue a descrição realizada anteriormente.

As cargas difusas são inseridas de acordo com o tipo de uso de solo e do coeficiente de exportação adotado para cada feição. A concentração difusa pode ser obtida relacionando a carga gerada com a vazão incremental de cada mini-bacia, considerando que todo o escoamento gerado produzisse carga difusa, ainda que isto não seja totalmente verdade, pois ainda tem-se a contribuição do escoamento subsuperficial e subterrâneo. Desse modo, a concentração difusa será dada de acordo com a seguinte relação:

$$C_{dif,i} = \frac{(\sum_{j=1}^N W_{j,i}) \cdot A_i}{Q_{inc,i}}$$

Onde  $W_{j,i}$  é a carga gerada pela classe de uso do solo  $j$  (em unidades de  $kg/ha.ano$ ),  $N$  é o número de classes de uso de solo por mini-bacia,  $A_i$  é a área da mini-bacia, e  $Q_{inc,i}$  é a vazão incremental da mini-bacia, dada pela diferença entre a vazão final e a vazão das contribuições de montante. A concentração final do trecho, dada por  $C_{f,i}$ , é dada pela mistura entre a concentração do parâmetro após o decaimento e a concentração difusa juntamente com a vazão incremental, de acordo com a seguinte equação:

$$C_{f,i} = \frac{(C_{d,i} \cdot Q_{ms,i}) + (C_{dif,i} \cdot Q_{inc,i})}{Q_{ms,i} + Q_{ef,i}}$$

- **Estimativa dos parâmetros do modelo**

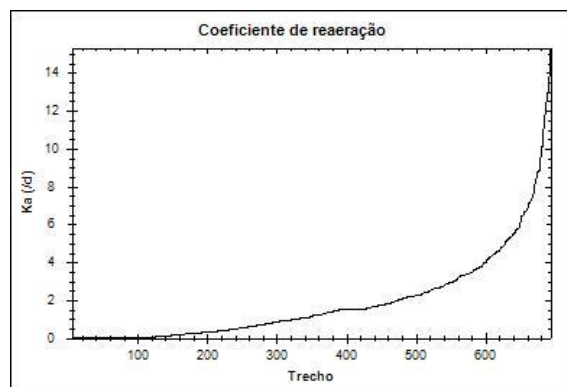
A seguir, apresentam-se os parâmetros hidráulicos e físico-químicos que governam as equações da simulação qualitativa, obtidos através da bibliografia e ajustados com a calibração do modelo. O Quadro 7.1.22 apresenta os valores dos coeficientes de decaimento dos parâmetros simulados, estes coeficientes entram na equação descrita no item anterior, à exceção das formas nitrogenadas que possuem uma formulação um pouco mais complexa, a qual pode ser encontrada a descrição em CHAPRA (1997).

Quadro 7.1.22 - Relação dos parâmetros físico-químicos aplicados no modelo de simulação

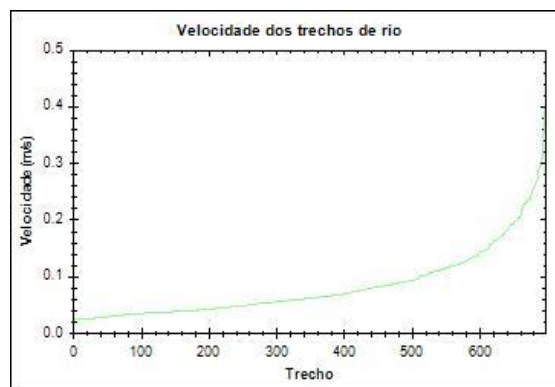
| Parâmetro                                              | Valor (d <sup>-1</sup> )           |
|--------------------------------------------------------|------------------------------------|
| Coef. remoção DBO (k <sub>r</sub> )                    | 0,25                               |
| Coef. reaeração (k <sub>a</sub> )                      | *Variável em função da declividade |
| Coef. decaimento bacteriano (k <sub>col</sub> )        | 1,20                               |
| Coef. decaimento fósforo total (k <sub>p</sub> )       | 0,06                               |
| Coef. hidrólise nitrogênio orgânico (k <sub>oa</sub> ) | 0,5                                |
| Coef. nitrificação NH <sub>3</sub> (k <sub>ai</sub> )  | 0,25                               |
| Coef. nitrificação NO <sub>2</sub> (k <sub>in</sub> )  | 0,65                               |

Alguns parâmetros hidráulicos foram calculados trecho por trecho, a partir das informações extraídas pelo Modelo Digital de Elevação, como a declividade, comprimento do trecho e área de contribuição. A largura foi obtida através de uma relação direta com a área de drenagem (COLLISHONN, 2001), e a profundidade foi estimada através da equação de Manning.

A velocidade foi obtida através da sua relação com a área transversal do canal, estabelecida pelo cálculo dos termos anteriores. O coeficiente de reaeração, apesar de ser um parâmetro físico-químico, também foi calculado trecho a trecho, em função da declividade. A Figura 7.1.30 apresenta, em ordem crescente, os valores calculados em todos os trechos dos parâmetros citados.



(a)



(b)

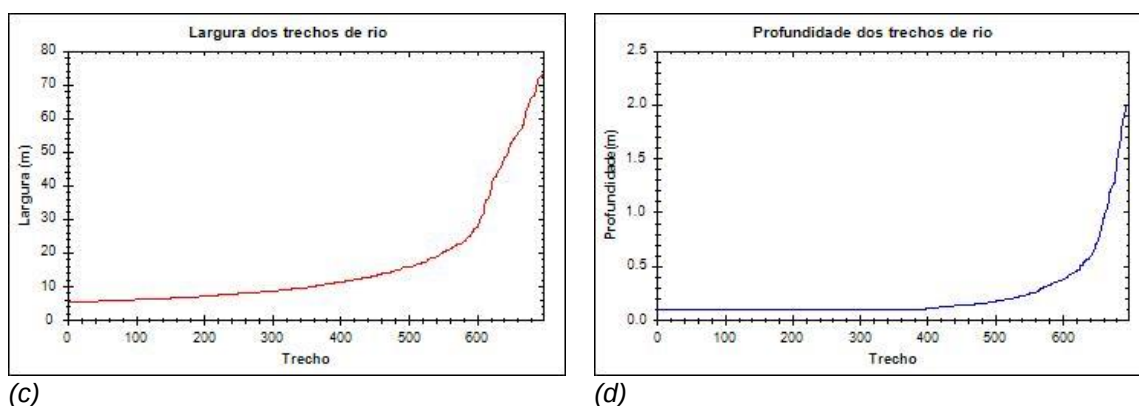


Figura 7.1.30 - Estimativa dos parâmetros do modelo de qualidade para cada segmento da rede de drenagem: (a) coef. de reaeração, (b) velocidade, (c) largura do rio e (d) profundidade

#### 7.1.2.4 Resultados da Calibração

Neste item apresenta-se os perfis de concentração para os 05 parâmetros monitorados de todos os trechos de rio que possuem dados de monitoramento e foram simulados. Para cada ponto amostral, foi possível plotar até cinco amostras no gráfico. Para os monitoramentos que apresentam uma série de dados maior que 5 amostragens, foi realizado um trabalho estatístico com o intuito de estabelecer o valor máximo, o valor mínimo, o valor que é maior em 80% do total (percentil 80), o valor maior em 20% do total (percentil 20), além da mediana da série. Em relação aos pontos que possuem menos de 5 campanhas, como é o caso dos postos NIP&Profill, foram plotados os resultados disponíveis.

Os resultados são apresentados em termos de concentração dos poluentes e de acordo com seus respectivos limites conforme as Classes de Usos da Resolução CONAMA nº 357/2005.

Destaca-se que apenas os rios principais possuem dados observados de Coliformes Termotolerantes (monitorados pela rede do IEMA). Para os afluentes utilizou-se os mesmos parâmetros de calibração ajustados considerando os Coliformes Termotolerantes, entretanto, nos perfis de concentração foram plotados os dados existentes de Coliformes Totais.

Os gráficos apresentam a simulação de qualidade em dois cenários: o primeiro com a vazão de referência, referente à  $Q_{90\%}$  (Simulação 1), além de um cenário alternativo com a  $Q_{50\%}$  (Simulação 3). A  $Q_{50\%}$  representa a condição média de vazão e é apresentada para fins de comparação visual. Não se observou significativas diferenças entre as concentrações na vazão  $Q_{90\%}$  e  $Q_{95\%}$ , deste modo optou-se por discutir os resultados apenas para a vazão mínima  $Q_{90\%}$ . Convém observar contudo que a determinação das cargas difusas foi feito com base na  $Q_{90\%}$ , ou seja, considerando um cenário onde a contribuição difusa é muito baixa, pois entende-se que em cenários como este não há ocorrência de chuvas, e portanto teoricamente não haveria carreamento de carga para os corpos hídricos.

##### 7.1.2.4.1. Resultados da calibração: Região Hidrográfica do rio Santa Maria da Vitória

- **Rio Santa Maria da Vitória: trecho principal**

O rio Santa Maria da Vitória possui no total 11 postos de monitoramento, entre postos monitorados pelo IEMA, CESAN, iniciativa privada, além das campanhas realizadas no contexto do Plano. A Figura 7.1.31 apresenta os perfis de concentração para os parâmetros DBO, coliformes termotolerantes, oxigênio dissolvido, fósforo total e nitrogênio amoniacal. As principais entradas de carga poluidora, de montante para jusante, são os lançamentos de esgoto da localidade de Alto Possmouser, da sede municipal de Santa Maria de Jetibá, da sede municipal de Santa Leopoldina e a entrada do perímetro urbano a partir de Cariacica. Além disso, há um aporte considerável de carga difusa proveniente da atividade agropecuária, o que faz com que ocorram alguns picos de concentração na parte média do curso de água, como é possível observar nos gráficos. Estes picos, contudo, se referem a eventos de vazões altas, onde é provável que tenha ocorrido precipitação e carreamento de carga oriunda do uso do solo. Cabe ressaltar que a análise efetuada no item 5.2.1.4 deste Relatório mostrou que não há uma sazonalidade característica para toda a bacia em termos de vazão e concentração.



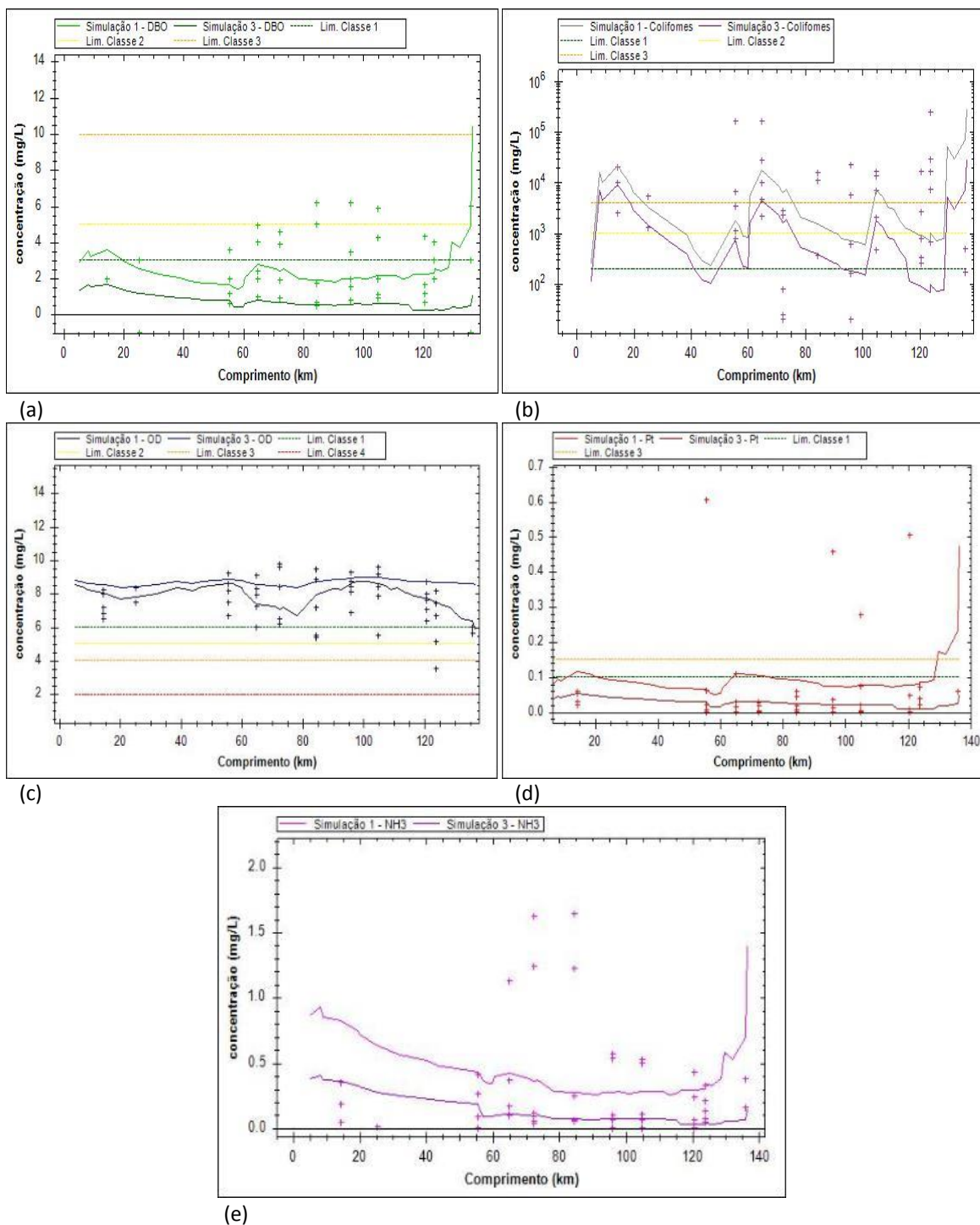


Figura 7.1.31 - Perfis de concentração ao longo do rio Santa Maria da Vitória, de montante para jusante, considerando os cenários de vazão Q90 (Simulação 1) e Q50 (Simulação 3), apresentando os seguintes parâmetros: (a) DBO, (b) Coliformes Termotolerantes, (c) Oxigênio Dissolvido, (d) Fósforo Total e (e) Nitrogênio Amoniacal.

Observa-se que o principal problema do rio SMV e em praticamente toda a RHSMV (como pode ser observado nos cursos simulados a seguir) são as altas concentrações de coliformes termotolerantes, que podem estar relacionadas tanto com o esgoto lançado diretamente nos distritos e nas sedes municipais, como pela geração de carga difusa, relacionada com a atividade da pecuária.

- ***Rio Santa Maria da Vitória: principais afluentes***

- a. Rio Possmouser***

A maior contribuição de carga da sub-bacia do rio Possmouser é o lançamento dos esgotos da localidade de Alto Possmouser, além de outras localidades menores, como a de Barracão, localizada mais à montante. Ainda que seja uma sub-bacia de cabeceira, possui umas das menores taxas de ocupação de florestas entre as sub-bacias, e as áreas agrícolas ocupam cerca de 25% do total, o que pode estar interferindo na qualidade das águas. A Figura 7.1.32 apresenta os perfis de concentração para os parâmetros simulados. Verifica-se que o parâmetro crítico são os coliformes termotolerantes, que atingem classe 4 em seu exutório, muito em função das cargas lançadas em Alto Possmouser.

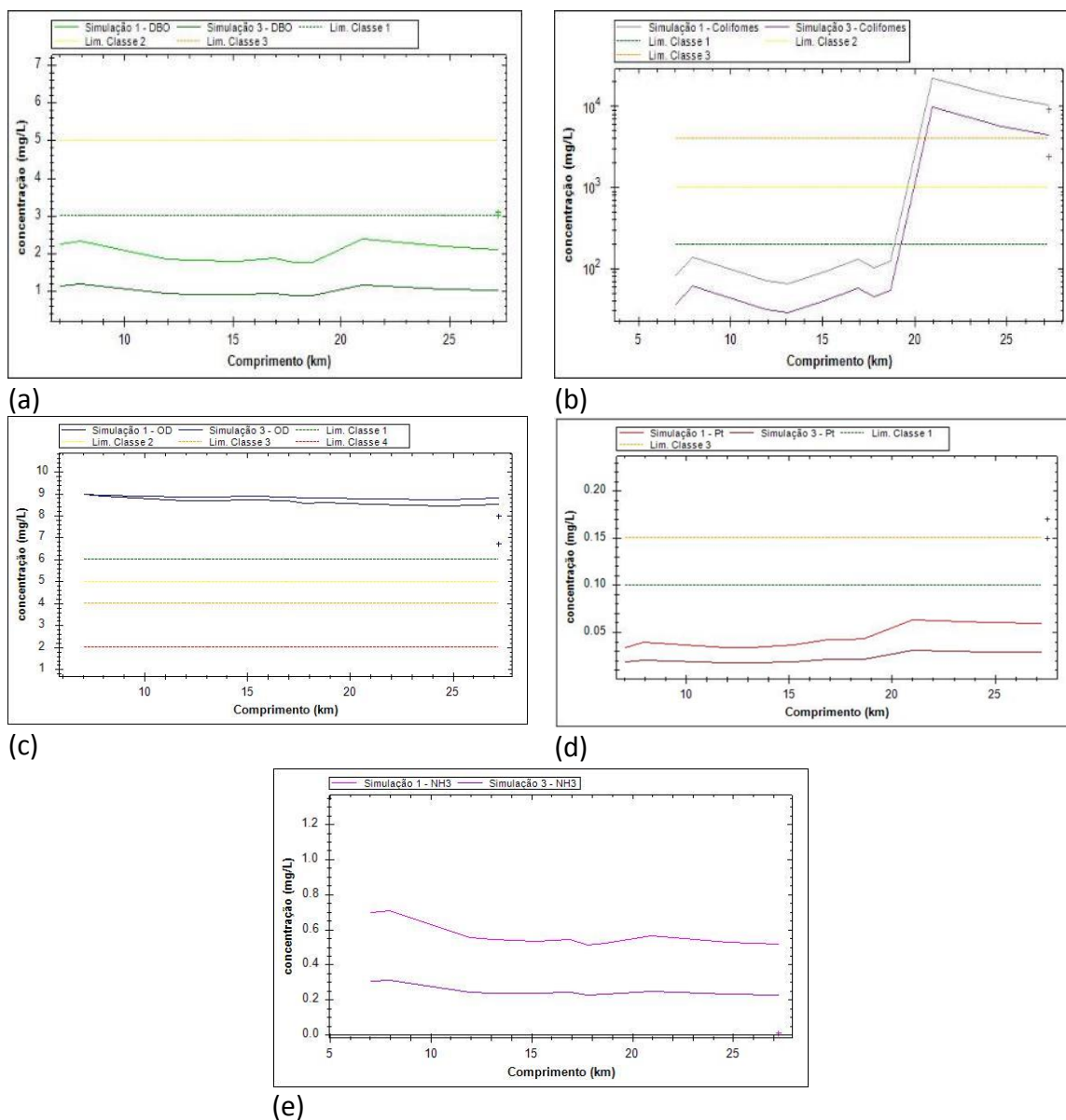


Figura 7.1.32 - Perfis de concentração ao longo do rio Possmouser, de montante para jusante, considerando os cenários de vazão Q90 (Simulação 1) e Q50 (Simulação 3), apresentando os seguintes parâmetros: (a) DBO, (b) Coliformes Termotolerantes, (c) Oxigênio Dissolvido, (d) Fósforo Total e (e) Nitrogênio Amoniacal.

### **b. Rio São Sebastião de Cima**

A sub-bacia do rio São Sebastião de Cima possui a maior taxa de ocupação do setor agrícola em toda a RHSMV. Isto se reflete na qualidade da água, pois observa-se a DBO no limite da classe 2 e os coliformes termotolerantes apresentam valores na classe 4 (Figura 7.1.33). Existe também a localidade de São Sebastião, que embora não conste no setor censitário do IBGE como sendo de característica urbana, pode estar interferindo na qualidade deste corpo hídrico. O ponto de monitoramento alocado no rio São Sebastião de Cima compõe a rede operada no contexto do Plano de Bacia e localiza-se

logo a jusante da localidade de São Sebastião e a montante de um trecho de cachoeira, devendo-se tomar atenção especial devido a potencialidade turística da região.

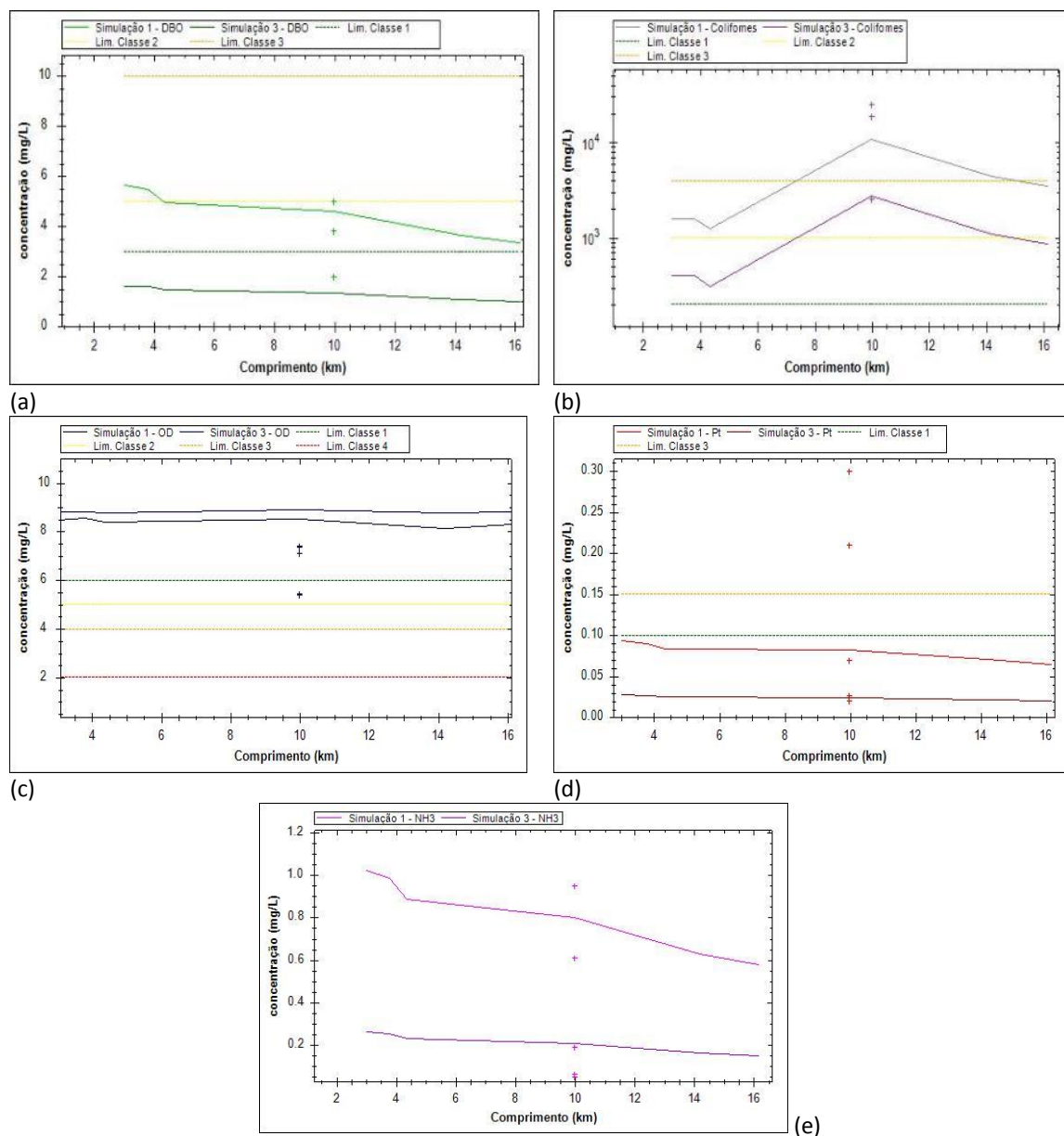


Figura 7.1.33 - Perfis de concentração ao longo do rio São Sebastião de Cima, de montante para jusante, considerando os cenários de vazão Q90 (Simulação 1) e Q50 (Simulação 3), apresentando os seguintes parâmetros: (a) DBO, (b) Coliformes Termotolerantes, (c) Oxigênio Dissolvido, (d) Fósforo Total e (e) Nitrogênio Amoniacal.

### c. Rio Claro / Bonito

Esta sub-bacia possui uma alta taxa de preservação, tendo em vista que as áreas de florestas correspondem a mais de 85% do total. As contribuições de cargas nesta sub-bacia são essencialmente de origem difusa. A simulação considerando a vazão Q<sub>90%</sub> indica a ocorrência coliformes termotolerantes em classe 2 na foz do rio Bonito (Figura 7.1.34).



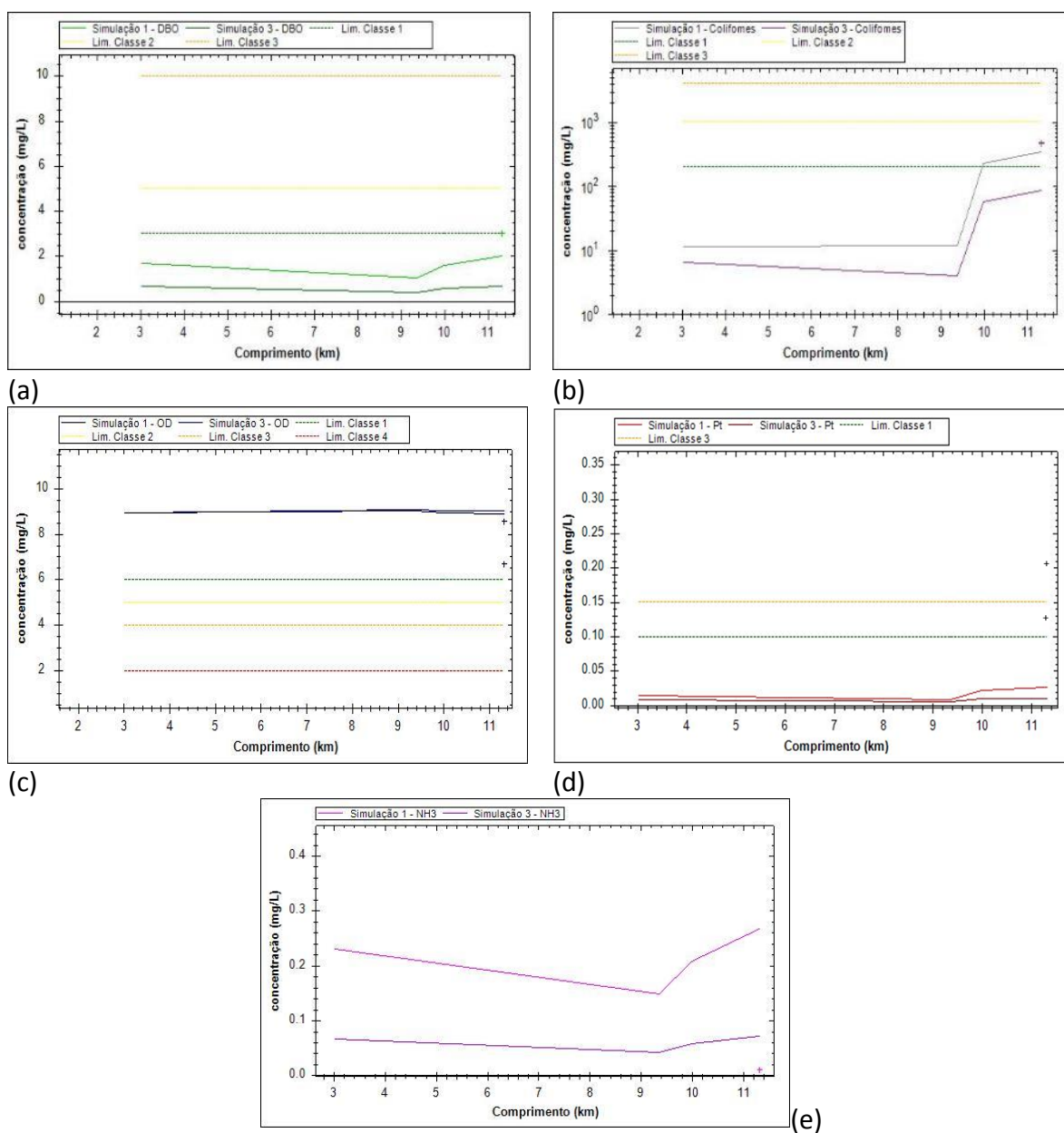


Figura 7.1.34 - Perfis de concentração ao longo do rio Claro/Bonito, de montante para jusante, considerando os cenários de vazão Q90 (Simulação 1) e Q50 (Simulação 3), apresentando os seguintes parâmetros: (a) DBO, (b) Coliformes Termotolerantes, (c) Oxigênio Dissolvido, (d) Fósforo Total e (e) Nitrogênio Amoniacal.

#### d. Rio Caramuru

Esta sub-bacia apresenta um núcleo urbano em sua porção média, onde é possível identificar também a presença de dezenas de granjas, uma vez que o município de Santa Maria de Jetibá é um dos maiores produtores de ovos do Brasil. O parâmetro mais crítico refere-se aos coliformes termotolerantes, embora o modelo tenha superestimado sua concentração em relação ao monitoramento realizado pela rede implantada pelo Plano de Bacia (Figura 7.1.35).

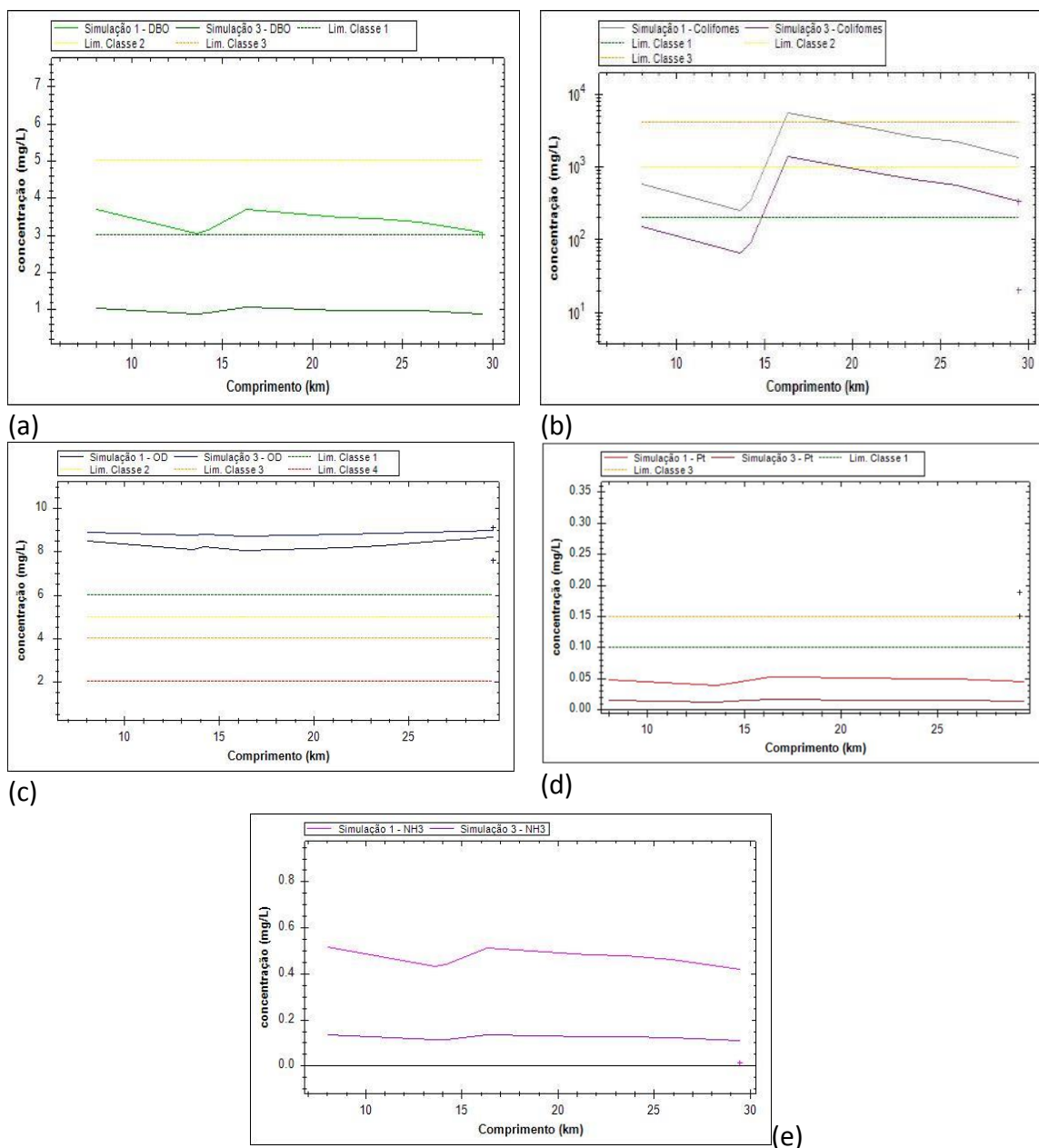


Figura 7.1.35 - Perfis de concentração ao longo do rio Caramuru, de montante para jusante, considerando os cenários de vazão Q90 (Simulação 1) e Q50 (Simulação 3), apresentando os seguintes parâmetros: (a) DBO, (b) Coliformes Termotolerantes, (c) Oxiênio Dissolvido, (d) Fósforo Total e (e) Nitrogênio Amoniacal.

### e. Rio da Prata

A sub-bacia do rio da Prata é a sub-bacia mais preservada de toda a RHSMV, cujas as áreas de florestas perfazem mais de 90% da área total. Nesta sub-bacia está localizado o Parque Cachoeira Véu de Noiva, um importante polo turístico da UP Médio SMV. A qualidade da água na sub-bacia é muito boa, porém, assim como as demais sub-bacias, os níveis de coliformes termotolerantes são observados acima da classe 1,

justificado na modelagem como sendo em função da contribuição difusa. A contribuição sazonal devido à concentração turística também pode ser considerada neste caso.

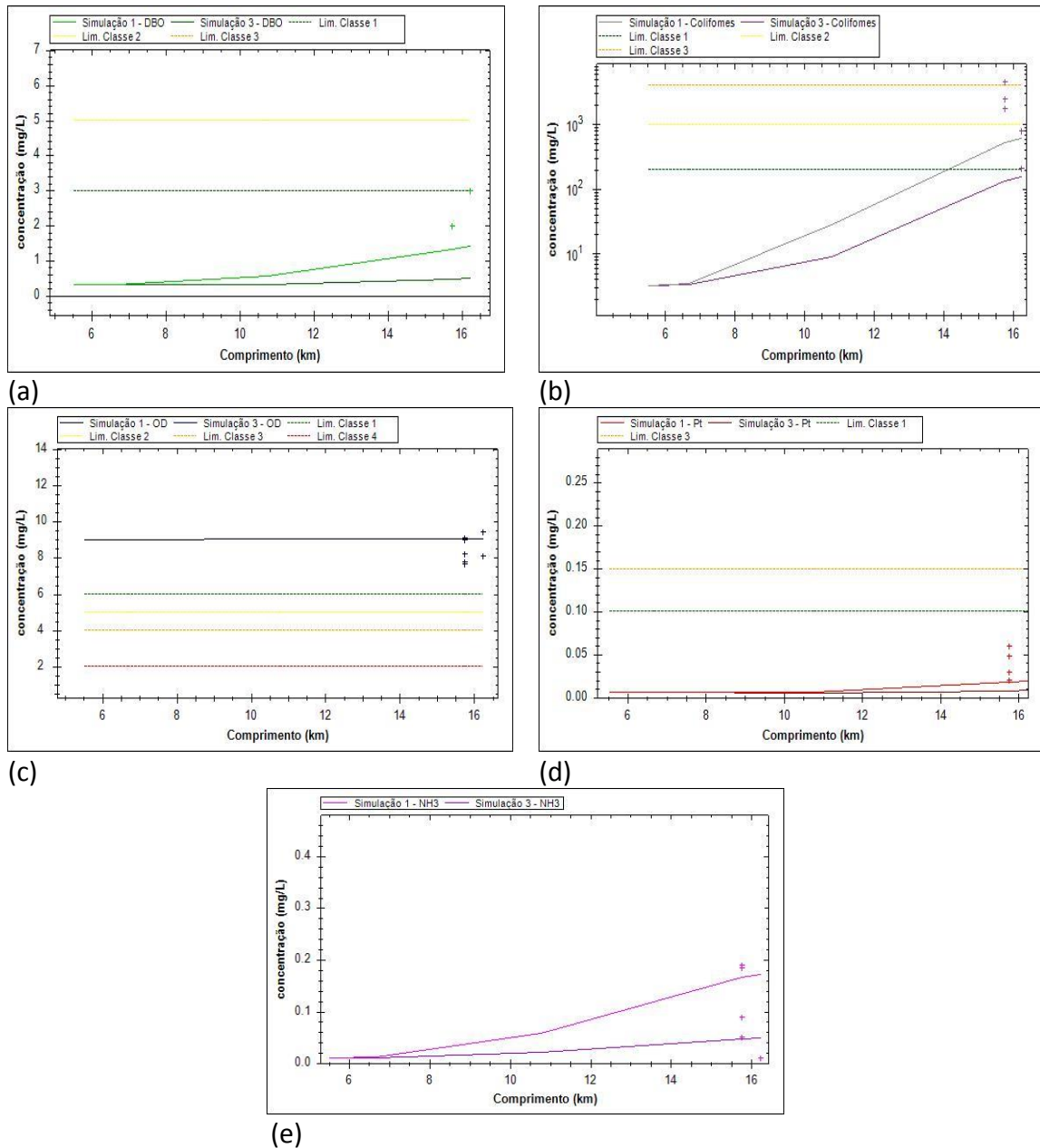


Figura 7.1.36 - Perfis de concentração ao longo do rio da Prata, de montante para jusante, considerando os cenários de vazão Q90 (Simulação 1) e Q50 (Simulação 3), apresentando os seguintes parâmetros: (a) DBO, (b) Coliformes Termotolerantes, (c) Oxigênio Dissolvido, (d) Fósforo Total e (e) Nitrogênio Amoniacal.

### g. Rio Mangaraí

A sub-bacia do rio Mangaraí não recebe a contribuição de nenhum lançamento do tipo urbano, entretanto observa-se pequenos aglomerados populacionais, dentre os quais a comunidade quilombola do Retiro. Além disso, 8% da área da sub-bacia é ocupada pela pecuária e mais de 20% por áreas agrícolas. Estes fatores podem estar interferindo nas altas taxas de coliformes termotolerantes detectadas no exutório da sub-bacia (Figura 7.1.37).

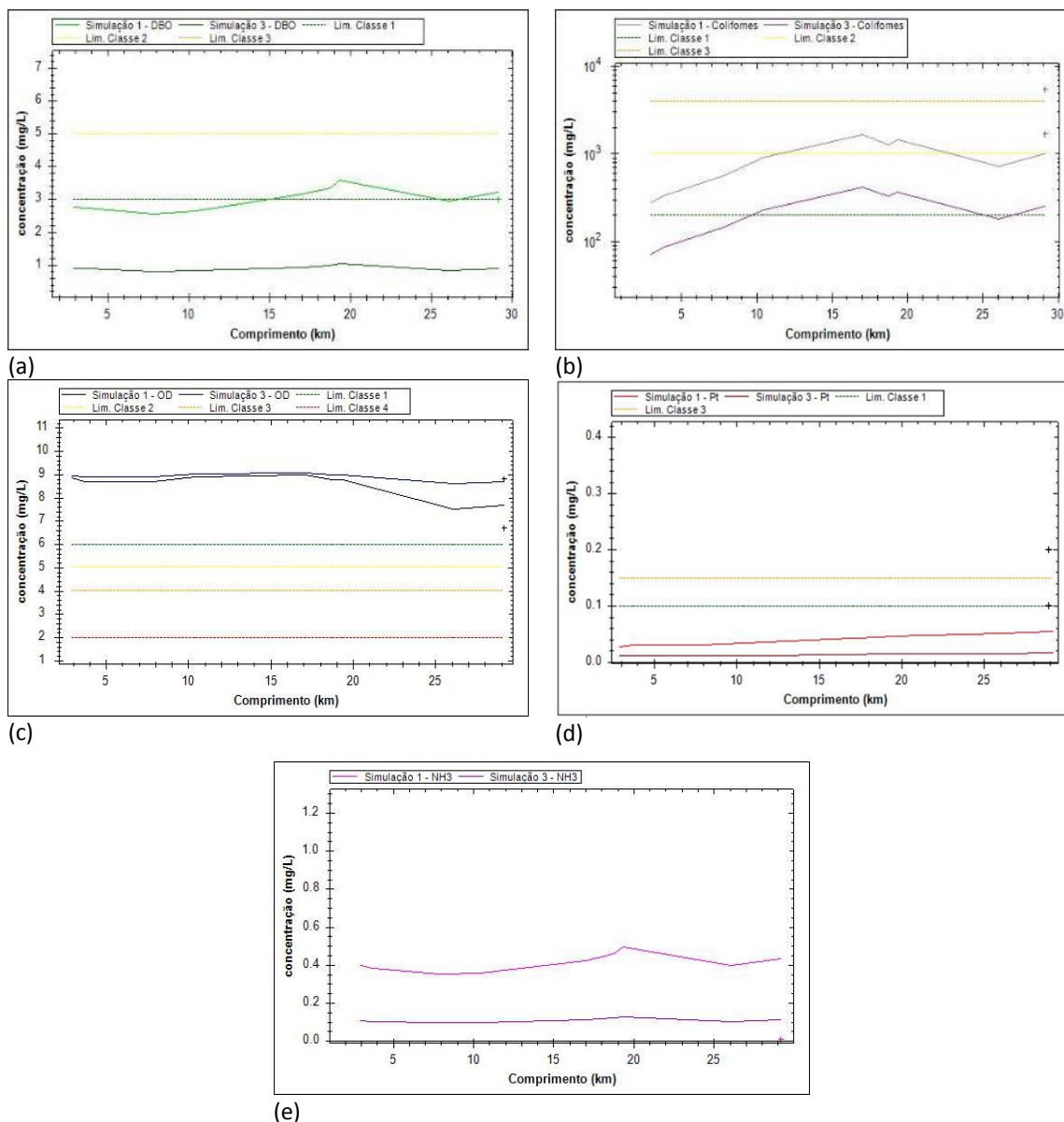


Figura 7.1.37 - Perfis de concentração ao longo do rio Mangaraí, de montante para jusante, considerando os cenários de vazão Q90 (Simulação 1) e Q50 (Simulação 3), apresentando os seguintes parâmetros: (a) DBO, (b) Coliformes Termotolerantes, (c) Oxigênio Dissolvido, (d) Fósforo Total e (e) Nitrogênio Amoniacal.



## h. Rio Duas Bocas

A sub-bacia do rio Duas Bocas está localizada numa zona de transição entre a ocupação intensa por pastagens e o início da zona de ocupação urbana da região metropolitana de Vitória. A sub-bacia recebe contribuições de cargas oriundas destas duas fontes, com o lançamento urbano de uma pequena contribuição do município de Cariacica. Na Figura 7.1.38 verifica-se a presença de dois postos de monitoramento, o primeiro, sob responsabilidade da CESAN, na cabeceira, o segundo, relativo às campanhas realizadas no contexto do Plano. O primeiro ponto recebe contribuições de origem difusa e o segundo contempla o lançamento de parte do município de Cariacica.

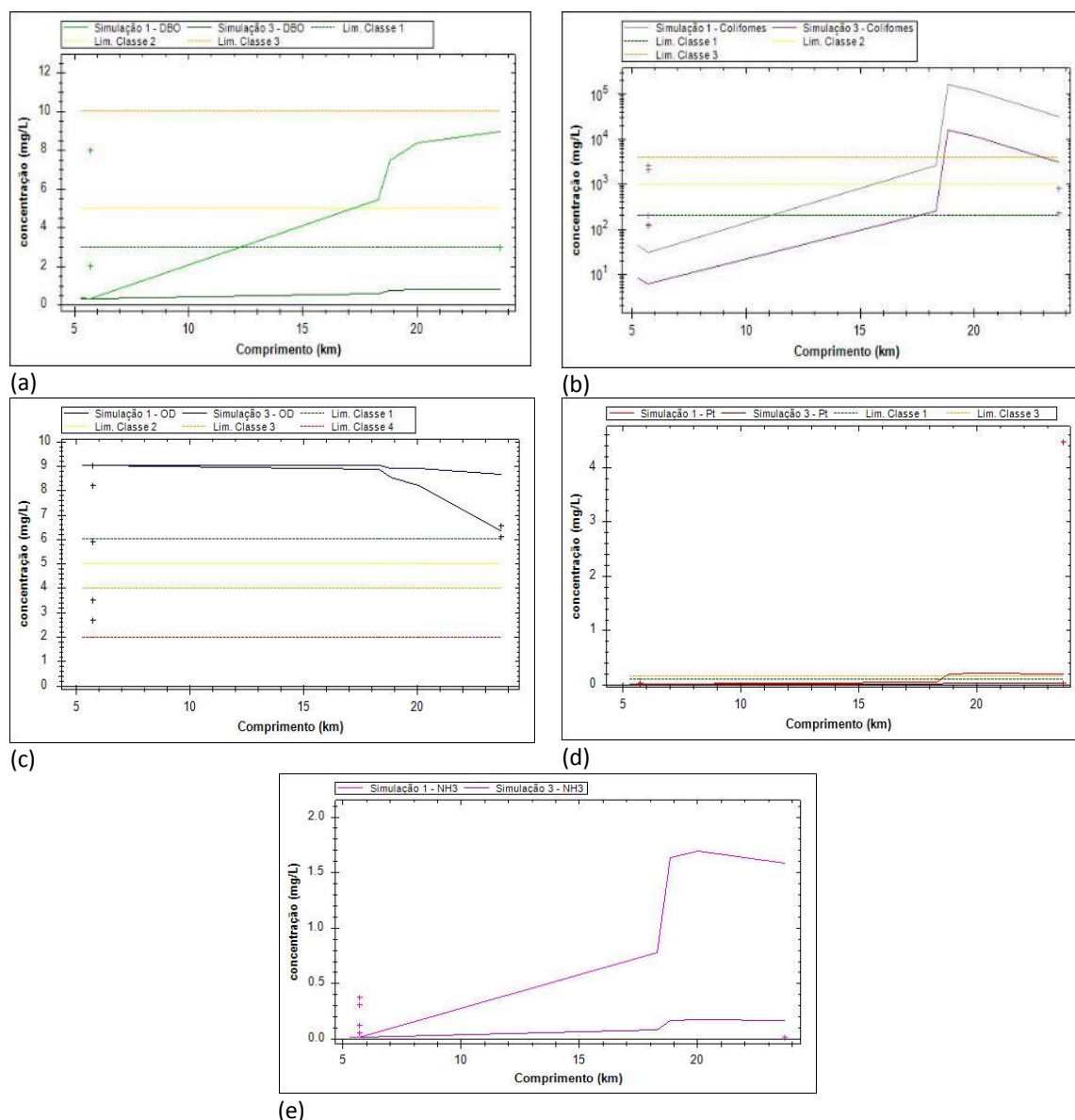


Figura 7.1.38 - Perfis de concentração ao longo do rio Duas Bocas, de montante para jusante, considerando os cenários de vazão Q90 (Simulação 1) e Q50 (Simulação 3), apresentando os seguintes parâmetros: (a) DBO, (b) Coliformes Termotolerantes, (c) Oxigênio Dissolvido, (d) Fósforo Total e (e) Nitrogênio Amoniacal.

### i. Rio Bubu

A sub-bacia do rio Bubu deságua diretamente no estuário da Baía da Vitória, não sendo parte integrante da Bacia do rio Santa Maria da Vitória, mas sim contemplando a Região Hidrográfica correspondente. O trecho principal, que possui em torno de 20 km de extensão, é receptor de uma intensa carga de esgotos provenientes de lançamentos urbanos do município de Cariacica, além de alguns lançamentos industriais do mesmo município. Existem três pontos de monitoramento ao longo do trecho, sendo que para dois pontos apresenta-se os resultados em termos de um valor médio devido à proximidade entre os mesmos. Nota-se claramente nos perfis de concentração (Figura 7.1.39) o aumento da criticidade à medida em que os aportes de carga do município de Cariacica chegam no corpo hídrico.

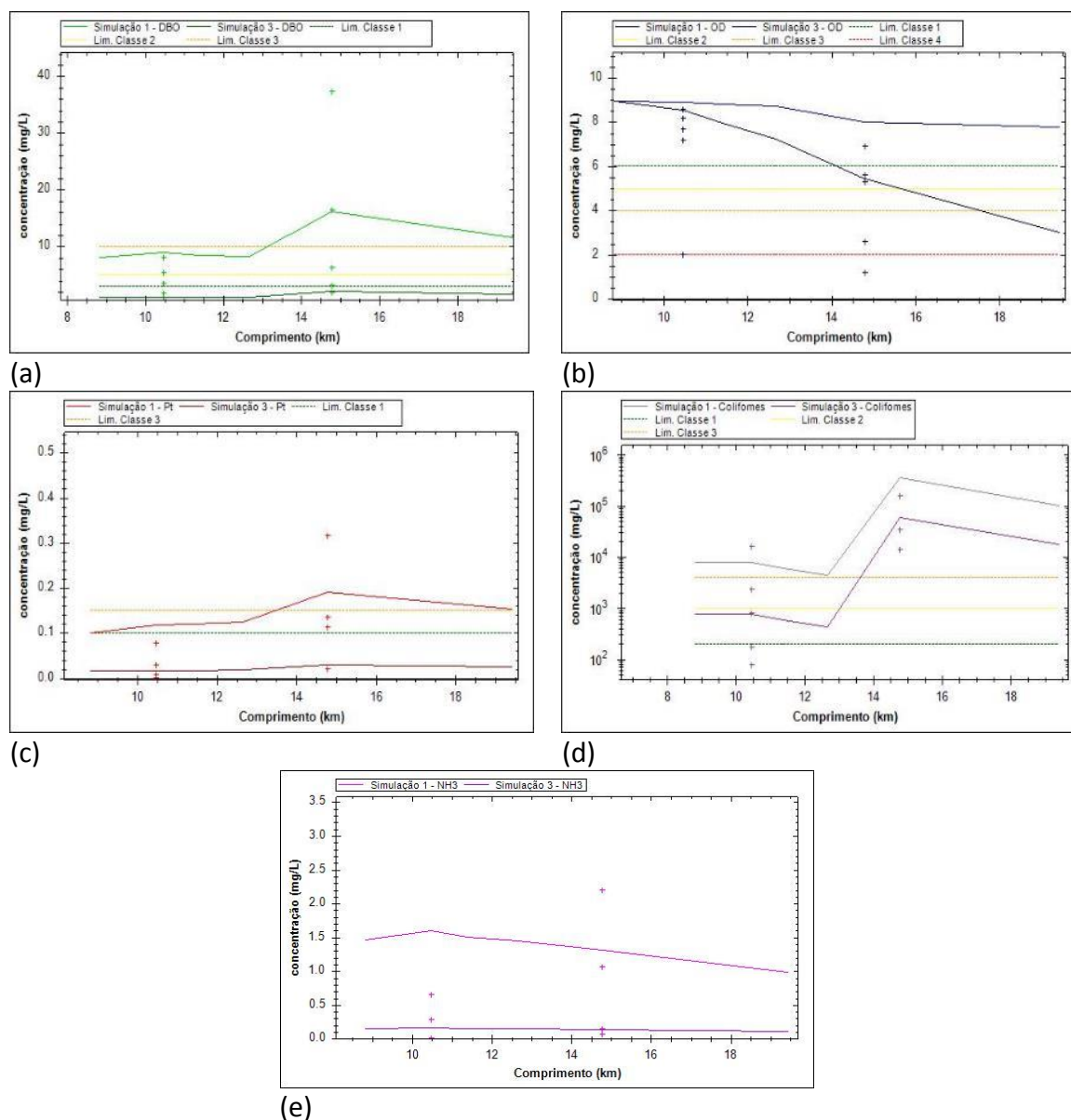


Figura 7.1.39 - Perfis de concentração ao longo do rio Bubu, de montante para jusante, considerando os cenários de vazão Q90 (Simulação 1) e Q50 (Simulação 3), apresentando os seguintes parâmetros: (a) DBO, (b) Coliformes Termotolerantes, (c) Oxigênio Dissolvido, (d) Fósforo Total e (e) Nitrogênio Amoniacal.

#### 7.1.2.4.2. Resultados da calibração: Região Hidrográfica do rio Jucu

##### • Rio Jucu Braço Norte: trecho principal

O rio Jucu Braço Norte recebe contribuições de lançamentos de esgotos de origem urbana desde à sua cabeceira, na altura da localidade de Aracê. Seguindo à jusante, ele passa a receber cargas de origem difusa, decorrente das altas taxas de ocupação de pastagens na altura do rio Barcelos, e, em torno de 60 km de distância da nascente, entram as contribuições das localidades de Parajú, Perobas e Ponto Alto que se referem a distritos de Domingos Martins. À uma distância aproximada de 110 km da nascente, encontra-se a sede de Domingos Martins, que despeja o percentual de esgoto tratado in natura em um afluente do Jucu Braço Norte. A Figura 7.1.40 apresenta os perfis de concentração dos parâmetros de DBO, coliformes termotolerantes, oxigênio dissolvido, fósforo total e nitrogênio amoniacal.

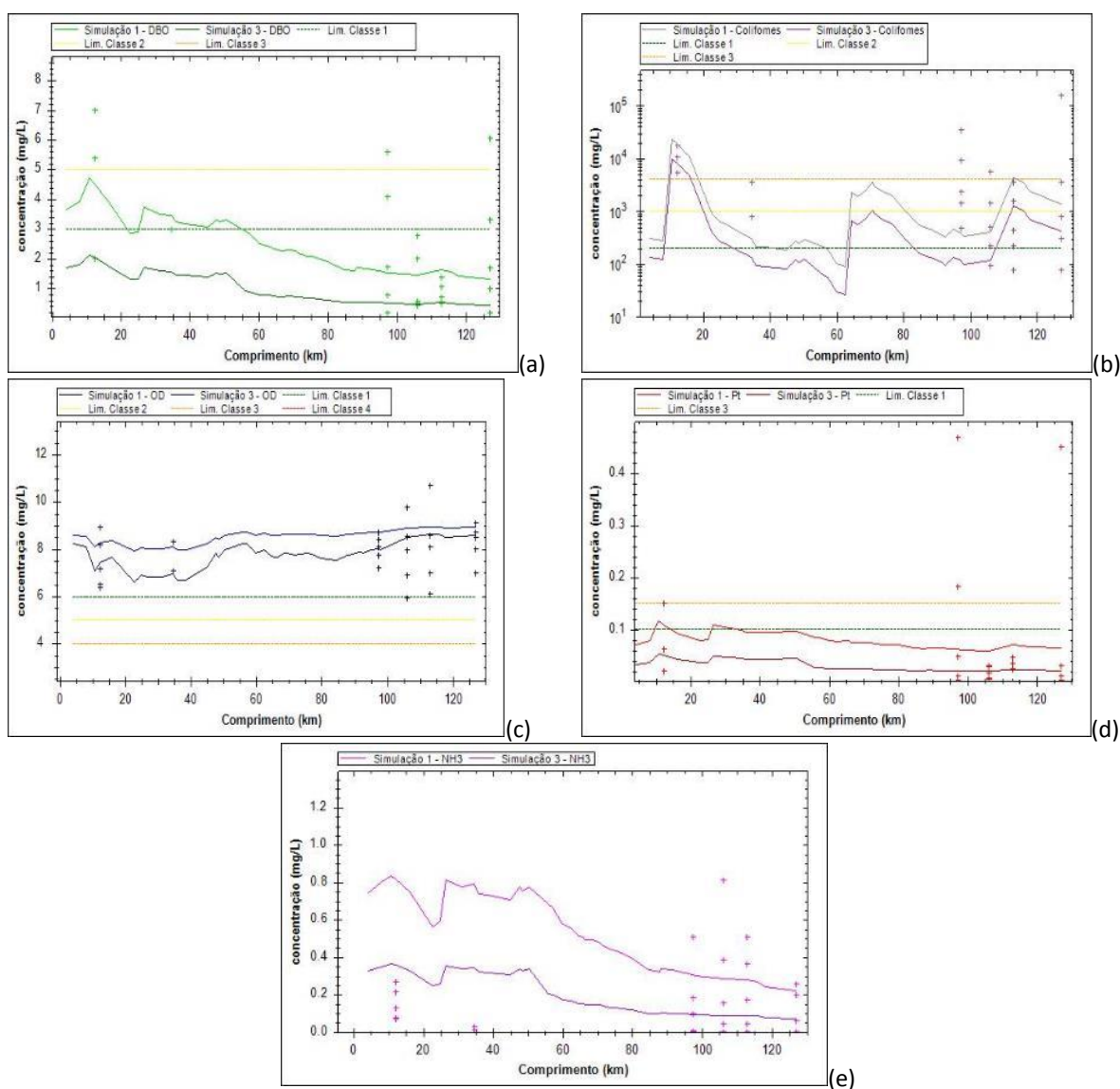


Figura 7.1.40 - Perfis de concentração ao longo do rio Jucu Braço Norte, de montante para jusante, considerando os cenários de vazão Q90 (Simulação 1) e Q50 (Simulação 3), apresentando os seguintes parâmetros: (a) DBO, (b) Coliformes Termotolerantes, (c) Oxigênio Dissolvido e (d) Fósforo Total e (e) nitrogênio amoniacal.

- **Rio Jucu Braço Sul até a foz do rio Jucu: trecho principal**

Este trecho é caracterizado por receber algumas contribuições de indústrias de potencial poluidor bastante elevado na altura do km 50 a partir da nascente, conforme indicado nos perfis de concentração da Figura 7.1.41. Neste ponto também ocorre a contribuição direta dos lançamentos de efluentes de origem urbana da sede municipal de Marechal Floriano. Seguindo à jusante, próximo à foz do rio Jucu, encontram-se as contribuições de parte do município de Vila Velha, havendo uma sensível piora na qualidade da água para todos os parâmetros simulados.

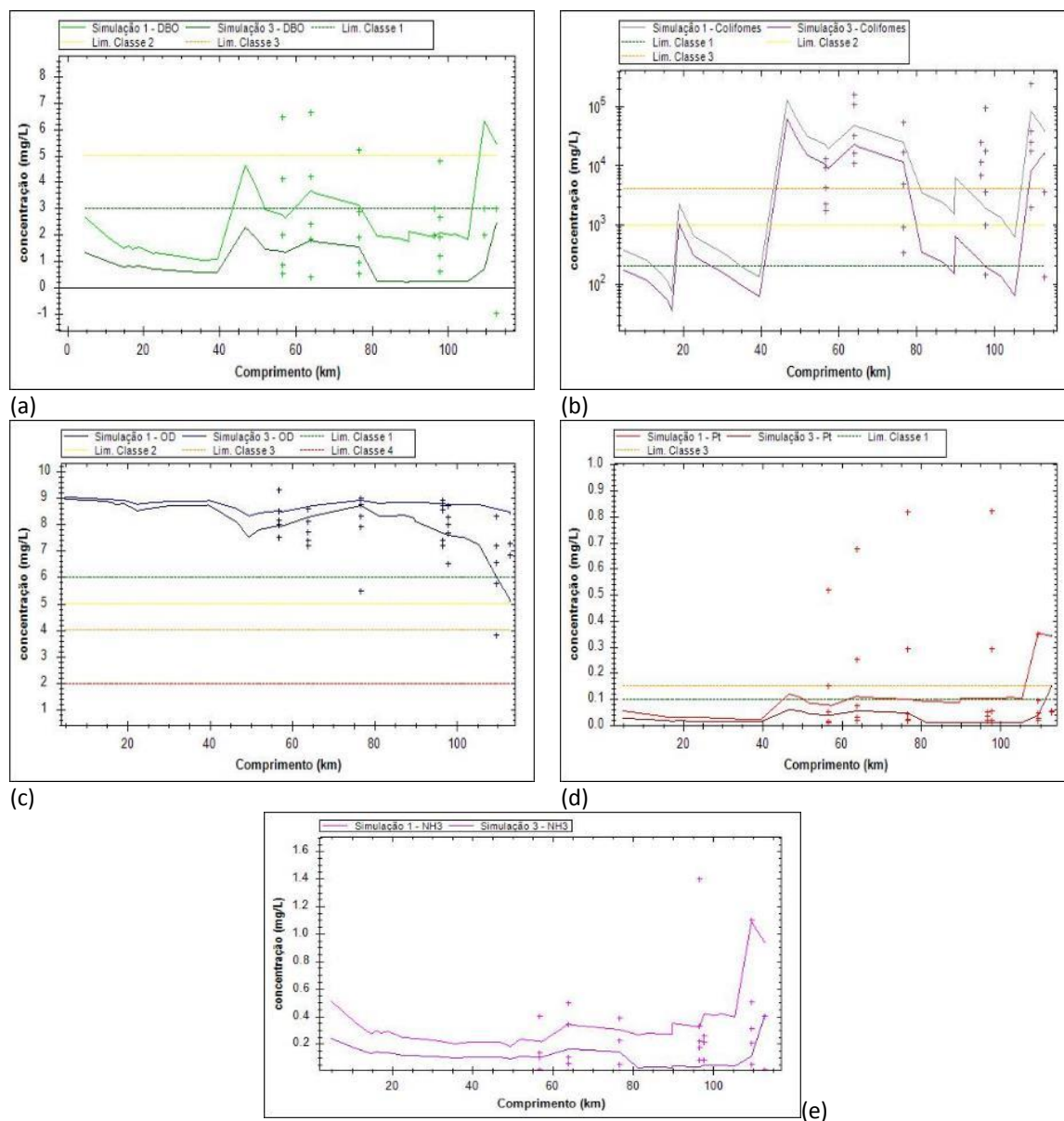


Figura 7.1.41 - Perfis de concentração ao longo do rio Jucu Braço Sul até a foz do rio Jucu, de montante para jusante, considerando os cenários de vazão Q90 (Simulação 1) e Q50 (Simulação 3), apresentando os seguintes parâmetros: (a) DBO, (b) Coliformes Termotolerantes, (c) Oxigênio Dissolvido e (d) Fósforo Total e (e) nitrogênio amoniacal.



- **Rios Formate e Marinho: trecho principal**

A sub-bacia do rio Formate e Marinho encontra-se num grau de antropização bastante elevado, cuja ocupação urbana corresponde a mais de 40% da área sub-bacia. A consequência direta disso reflete-se na baixa qualidade de praticamente todo o curso de cerca de 35 km do trecho principal. A sub-bacia recebe contribuições de cerca de metade da população do município de Cariacica, da maior parte da carga gerada em Viana, além de um percentual do esgoto de Vila Velha, considerando as ETE's existentes destas cidades. A maior parte das indústrias da Região Hidrográfica do rio Jucu também está concentrada nesta sub-bacia, contribuindo com a manutenção dos rios Formate e Marinho nas classes de enquadramento menos nobres.

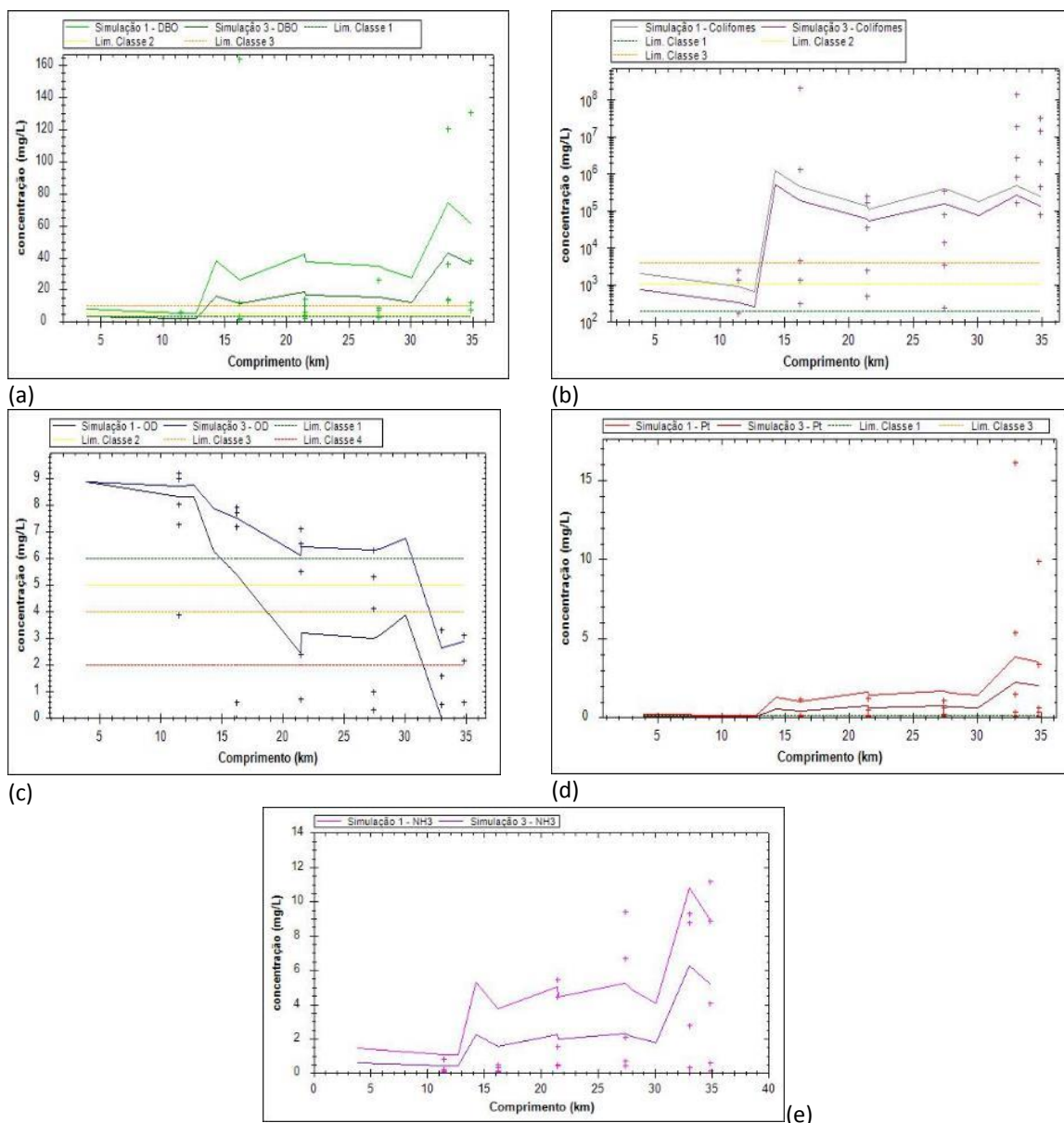


Figura 7.1.42 - Perfis de concentração ao longo do rio Formate e Marinho, de montante para jusante, considerando os cenários de vazão Q90 (Simulação 1) e Q50 (Simulação 3), apresentando os seguintes parâmetros: (a) DBO, (b) Coliformes Termotolerantes, (c) Oxigênio Dissolvido e (d) Fósforo Total e (e) nitrogênio amoniacal.

- **Rio Jucu: principais afluentes**

**a. Rio Ponte**

O rio Ponte consiste em um curso de água bem preservado de forma geral. Conforme indicado na Figura 7.1.43, apresenta um pico de coliformes termotolerantes no trecho de jusante, que pode ser atribuído às contribuições diretas da comunidade de Rio Ponte.

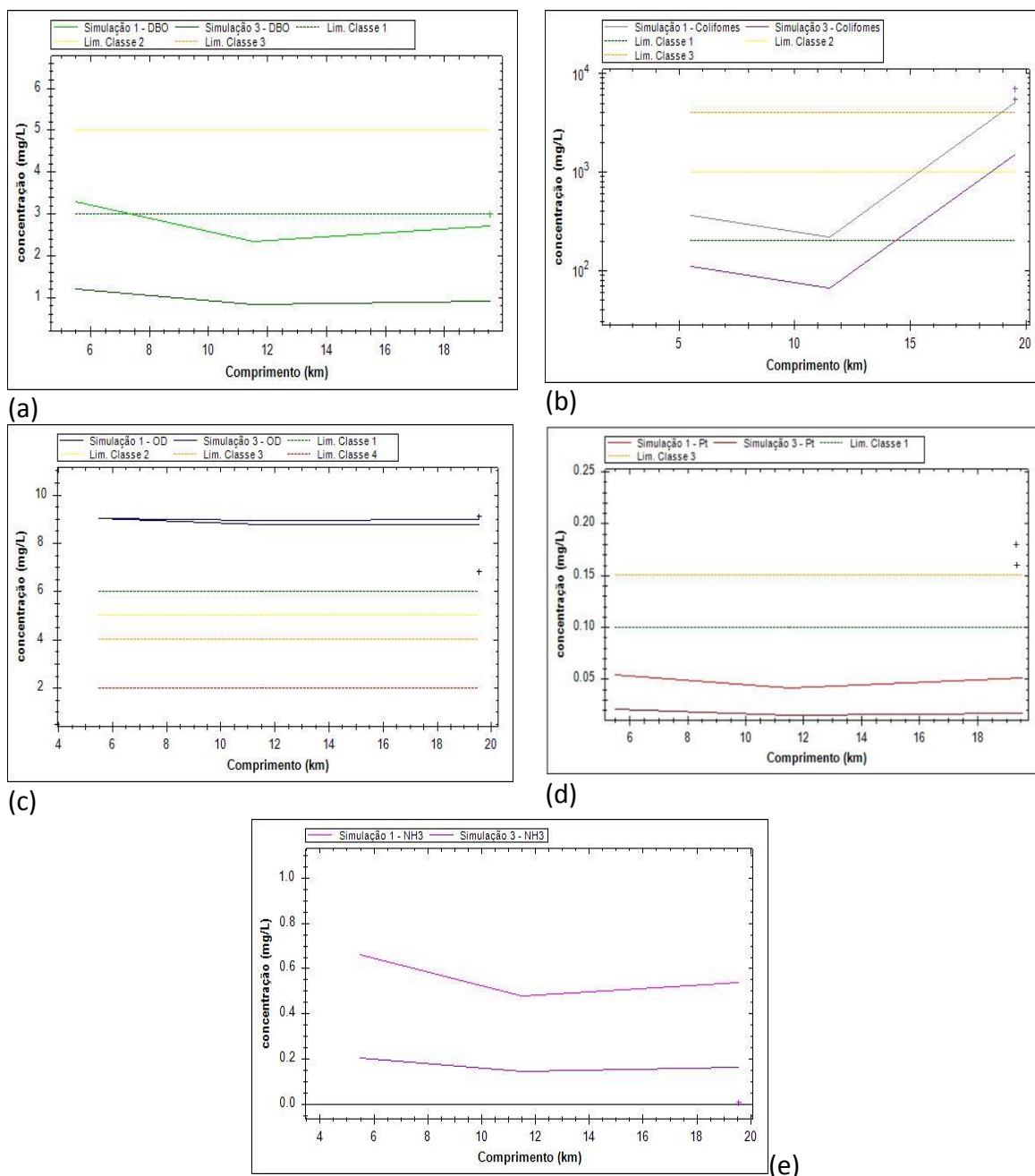


Figura 7.1.43 - Perfis de concentração ao longo do rio Ponte, de montante para jusante, considerando os cenários de vazão Q90 (Simulação 1) e Q50 (Simulação 3), apresentando os seguintes parâmetros: (a) DBO, (b) Coliformes Termotolerantes, (c) Oxiênio Dissolvido, (d) Fósforo Total e (e) Nitrogênio Amoniacal.

## b. Rio Melgaço

Da mesma forma que a sub-bacia rio Ponte (apresentada no sub-item anterior), a sub-bacia do rio Melgaço encontra-se relativamente preservada, com taxa de ocupação de florestas em torno de 80%. A principal contribuição relaciona-se ao Distrito de Melgaço localizado na porção média da sub-bacia e consiste no principal fator potencial para a ocorrência de coliformes termotolerantes em classe 3 no seu exutório (Figura 7.1.44).

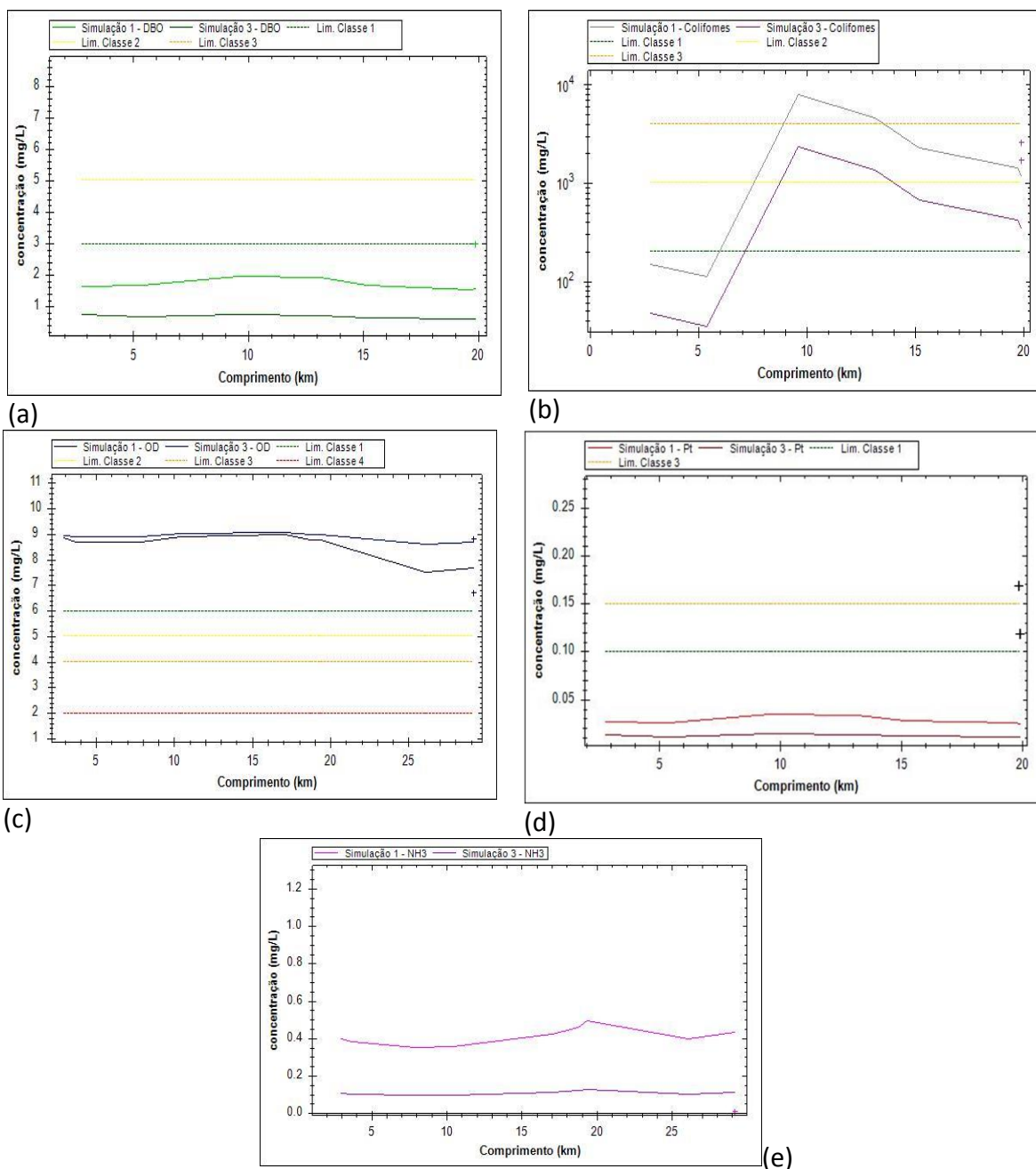


Figura 7.1.44 - Perfis de concentração ao longo do rio Melgaço, de montante para jusante, considerando os cenários de vazão Q90 (Simulação 1) e Q50 (Simulação 3), apresentando os seguintes parâmetros: (a) DBO, (b) Coliformes Termotolerantes, (c) Oxigênio Dissolvido, (d) Fósforo Total e (e) Nitrogênio Amoniacal.

### c. Rio Chapéu

O rio Chapéu segue a mesmo comportamento das sub-bacias apresentadas anteriormente, recebendo contribuições da pequena localidade de São Miguel, afetando principalmente o parâmetro coliformes termotolerantes (Figura 7.1.45).

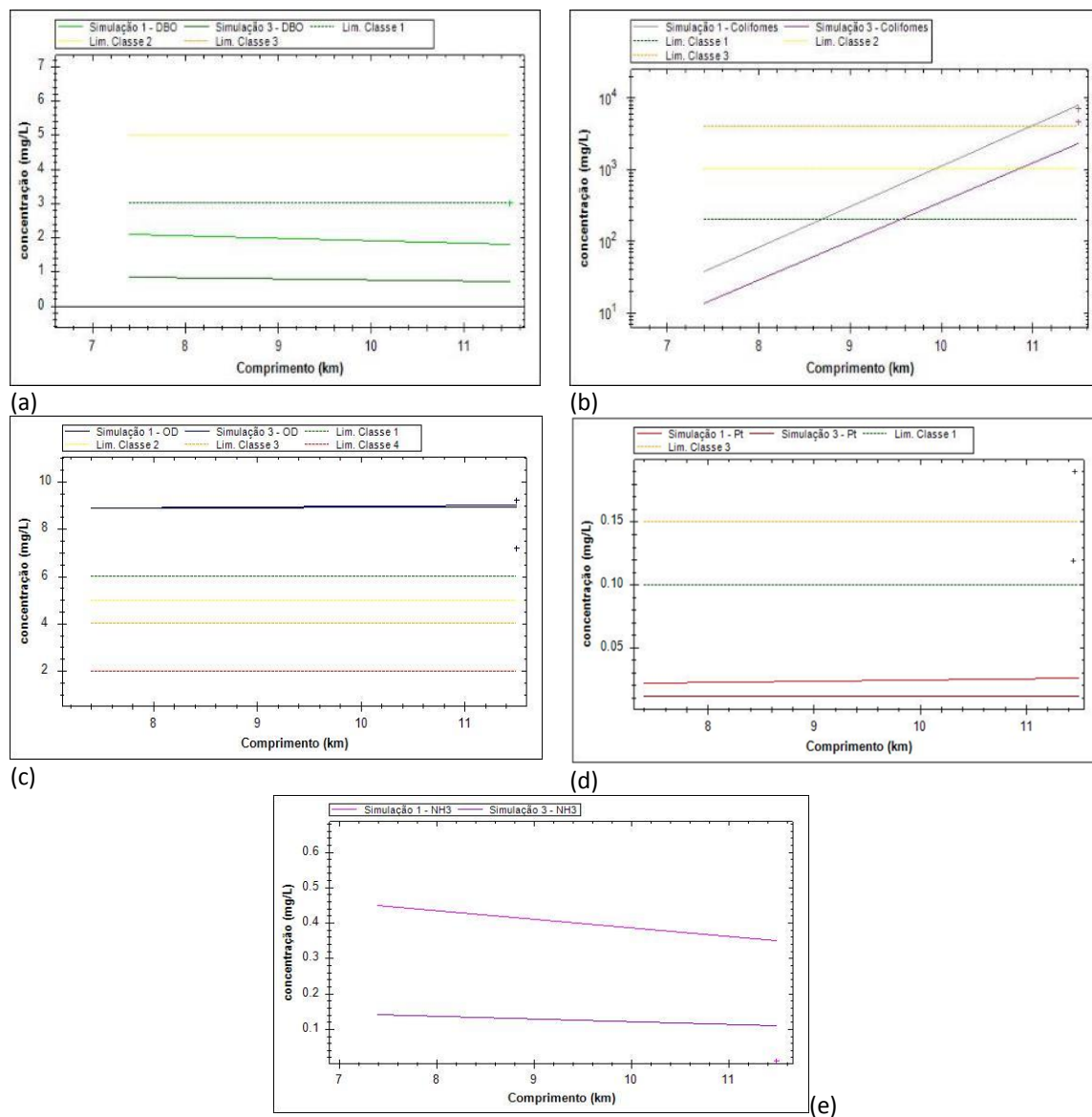


Figura 7.1.45 - Perfis de concentração ao longo do rio Chapéu, de montante para jusante, considerando os cenários de vazão Q90 (Simulação 1) e Q50 (Simulação 3), apresentando os seguintes parâmetros: (a) DBO, (b) Coliformes Termotolerantes, (c) Oxiênio Dissolvido, (d) Fósforo Total e (e) Nitrogênio Amoniacal.



#### d. Rio Galo

O rio do Galo conta com a presença de cachoeiras, o que indica a existência de potencial ponto turístico nesta sub-bacia. Dentre os parâmetros simulados o que apresenta a carga mais crítica é os coliformes termotolerantes, conforme a Figura 7.1.46.

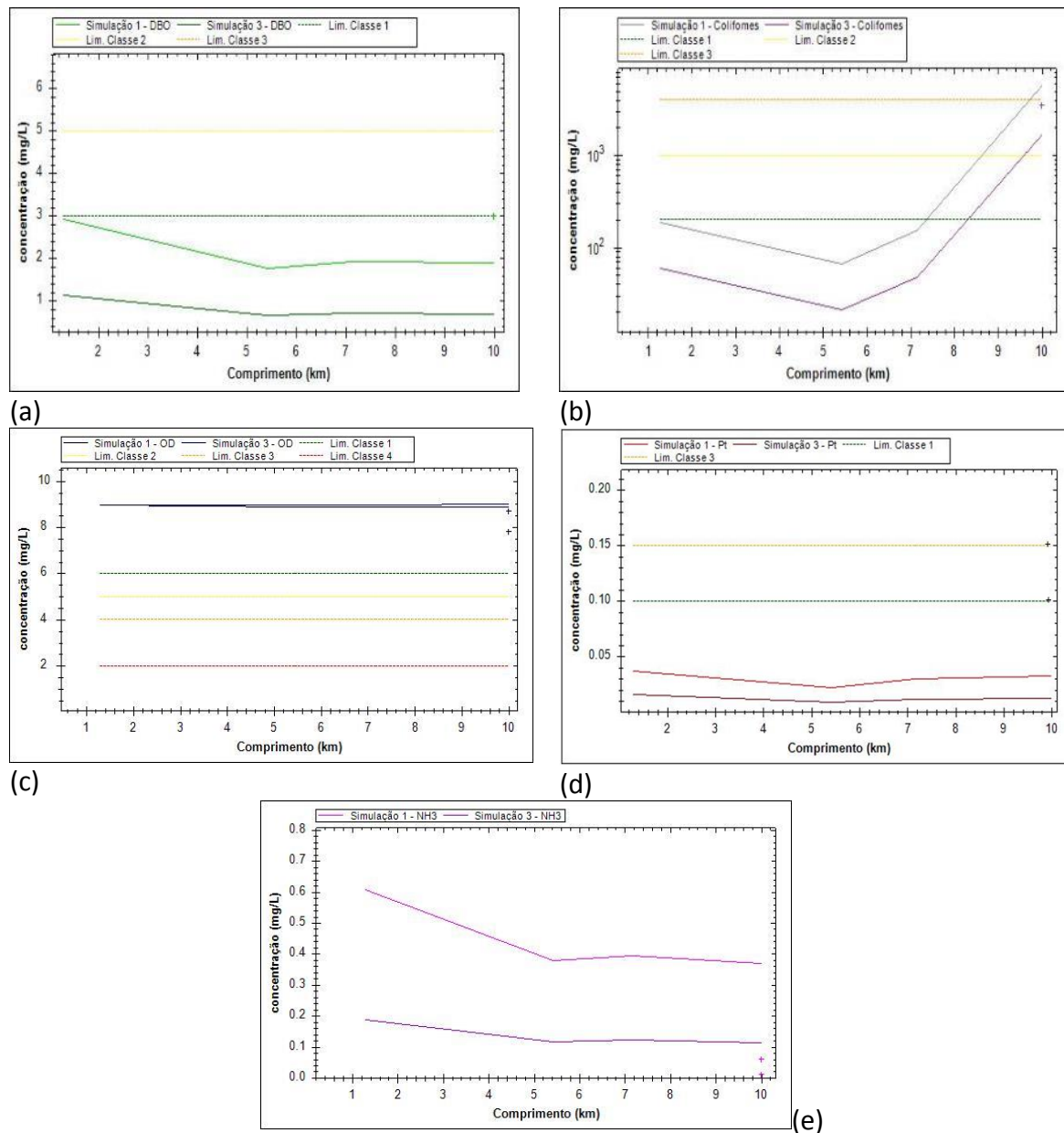


Figura 7.1.46 - Perfis de concentração ao longo do rio Galo, de montante para jusante, considerando os cenários de vazão Q90 (Simulação 1) e Q50 (Simulação 3), apresentando os seguintes parâmetros: (a) DBO, (b) Coliformes Termotolerantes, (c) Oxigênio Dissolvido, (d) Fósforo Total e (e) Nitrogênio Amoniacal.

### e. Rio Fundo

A sub-bacia do rio Fundo recebe contribuições de esgotos dos distritos de Araguaia e Santa Maria de Marechal, ambos localizados em Marechal Floriano, mais precisamente no extremo sul do município, com uma população de aproximadamente 1.300 habitantes. O ponto de monitoramento está localizado na porção inferior da sub-bacia, próximo à confluência com o rio Jucu.

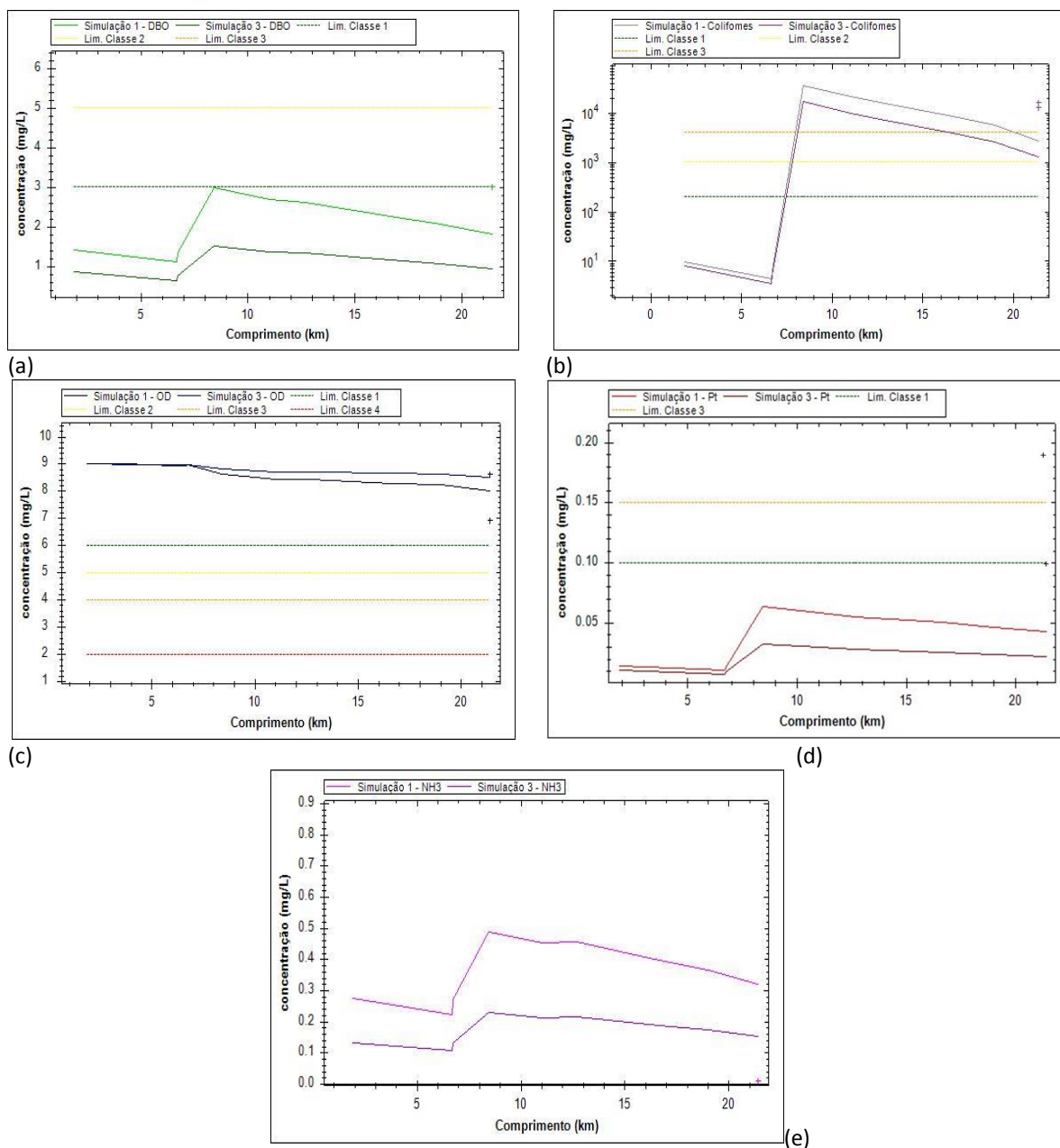


Figura 7.1.47 - Perfis de concentração ao longo do rio Fundo, de montante para jusante, considerando os cenários de vazão Q90 (Simulação 1) e Q50 (Simulação 3), apresentando os seguintes parâmetros: (a) DBO, (b) Coliformes Termotolerantes, (c) Oxigênio Dissolvido, (d) Fósforo Total e (e) Nitrogênio Amoniacal.

## f. Rio Jacarandá

A sub-bacia do rio Jacarandá possui uma taxa de ocupação de pastagens em torno de 40% da área total, e recebe a contribuição de esgotos do distrito de Araçatiba, o qual possui uma população em torno de 500 habitantes. A Figura 7.1.48 apresenta os perfis de concentração contemplando os dois postos de monitoramento disponíveis ao longo do trecho principal do rio Jacarandá.

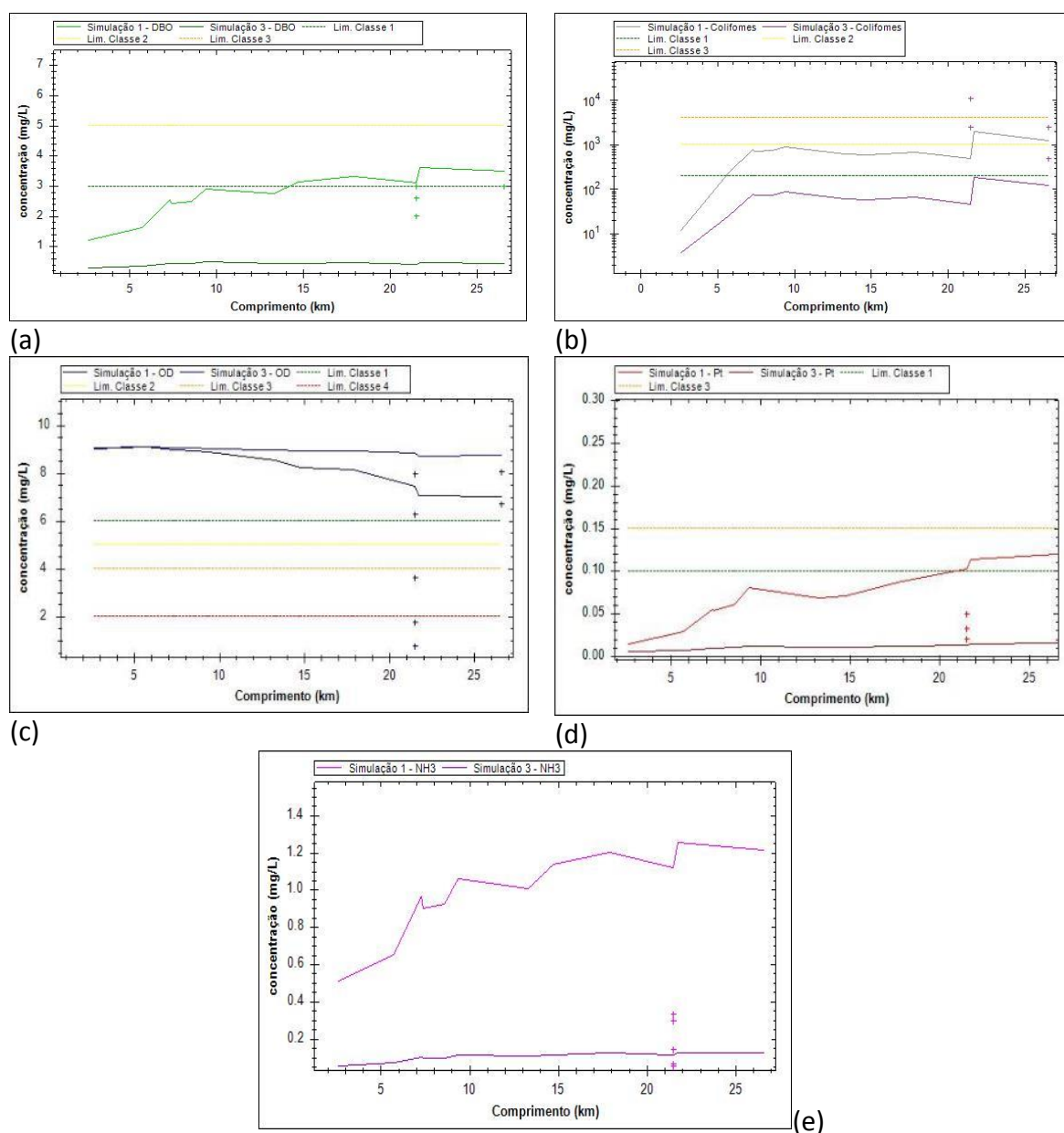


Figura 7.1.48 - Perfis de concentração ao longo do rio Jacarandá, de montante para jusante, considerando os cenários de vazão Q90 (Simulação 1) e Q50 (Simulação 3), apresentando os seguintes parâmetros: (a) DBO, (b) Coliformes Termotolerantes, (c) Oxigênio Dissolvido, (d) Fósforo Total e (e) Nitrogênio Amoniacal.

### g. Ribeirão Santo Agostinho

O ribeirão Santo Agostinho é um afluente da porção unificada do rio Jucu, recebendo as contribuições dos esgotos da sede municipal de Viana, com uma população de mais de 6.500 habitantes. Existe um posto de monitoramento da CESAN no corpo hídrico, porém localizado a montante da sede municipal. Nos perfis de concentração, observa-se a alteração dos valores de concentração dos parâmetros logo a jusante do ponto de monitoramento, observando-se padrões acima das classes de pior qualidade devido à baixa capacidade de diluição do corpo hídrico.

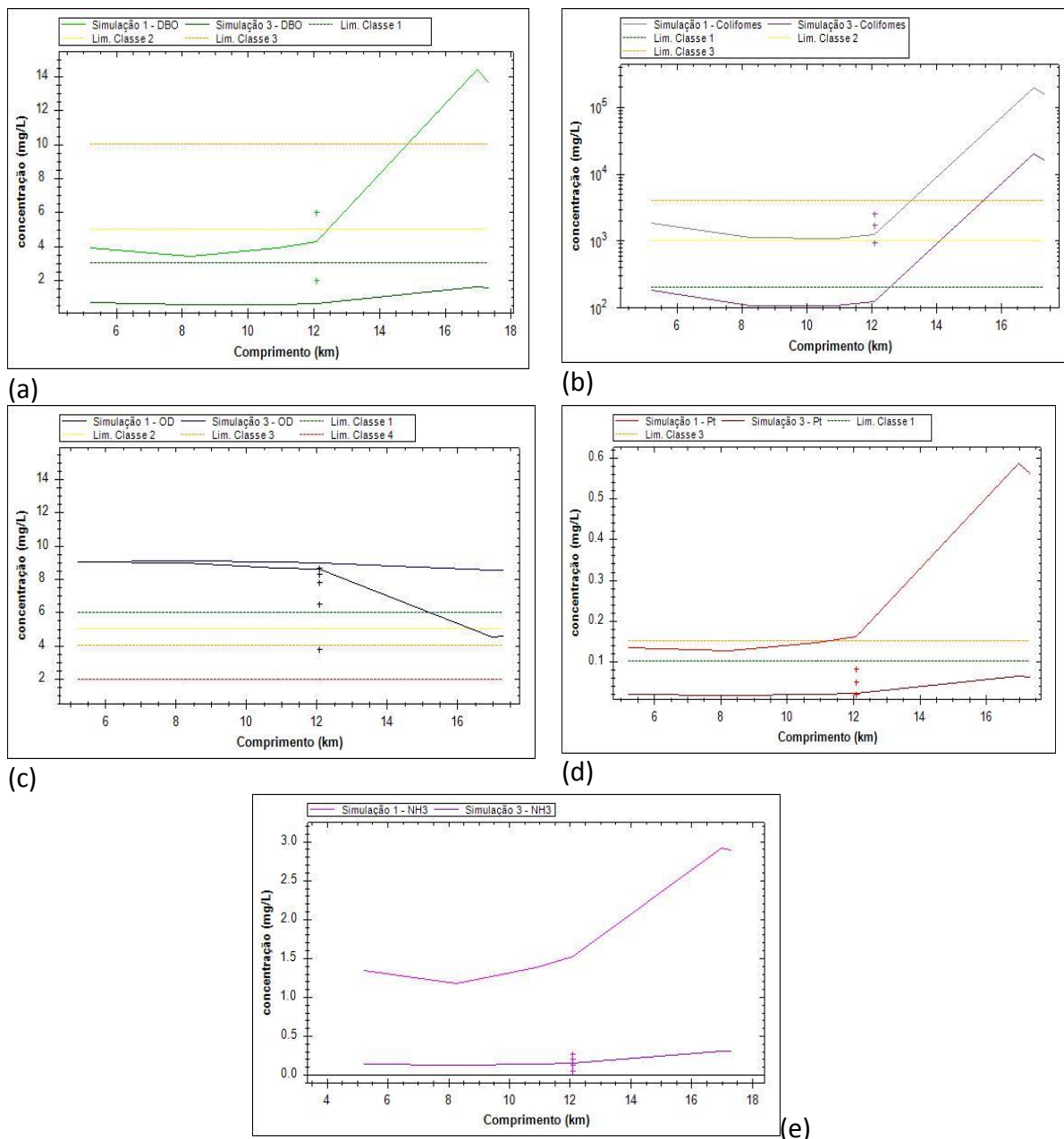


Figura 7.1.49 - Perfis de concentração ao longo do rio Santo Agostinho, de montante para jusante, considerando os cenários de vazão Q90 (Simulação 1) e Q50 (Simulação 3), apresentando os seguintes parâmetros: (a) DBO, (b) Coliformes Termotolerantes, (c) Oxigênio Dissolvido, (d) Fósforo Total e (e) Nitrogênio Amoniacal.



## h. Rio Aribiri

A micro-bacia do rio Aribiri constitui-se numa pequena área de contribuição urbana que drena diretamente para o estuário. Localizado no município de Vila Velha, a ocupação é, em sua maioria, habitacional, com população estimada em 85 mil habitantes, porém observa-se a ocorrência de pequenos fragmentos de mangue e a colonização das espécies nas áreas onde o solo não sofreu interferência de aterros, o que demonstra a plasticidade das espécies de mangue, pela capacidade de se ajustarem ao meio em que se encontram. A figura abaixo apresenta a relação entre os valores observados e a concentração estimada no ponto médio do trecho. Por se tratar de um trecho muito curto, não é possível traçar um perfil de simulação conforme apresentado anteriormente para trechos mais longos.

Cabe ressaltar que o trecho simulado apresenta complexidades não contempladas na modelagem atual, como o efeito de remanso do oceano e a questão da salobridade, retratando-se uma extrapolação da metodologia utilizada nos trechos de rio no interior das bacias. Os valores simulados em geral ficaram bastante abaixo dos níveis medidos, porém em concordância com a classe de enquadramento destes parâmetros. Os níveis de concentração dos parâmetros são bastante elevados, indicando forte influência antrópica na micro-bacia.

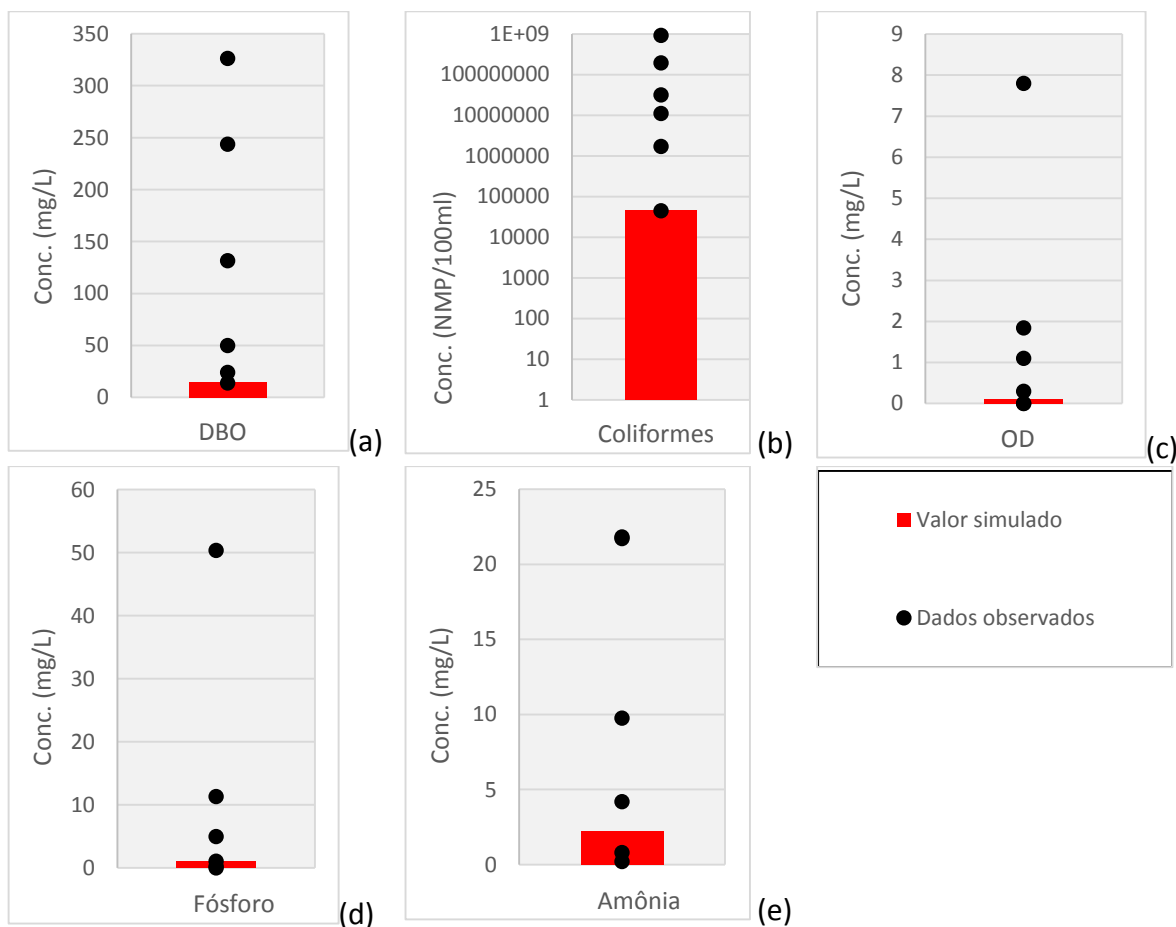


Figura 7.1.50 - Perfil de concentração ao longo do rio Aribiri, considerando o cenário de vazão Q90, apresentando os seguintes parâmetros: (a) DBO, (b) Coliformes Termotolerantes, (c) Oxigênio Dissolvido, (d) Fósforo Total e (e) Nitrogênio Amoniacal.

#### 7.1.2.4.3. Visualização dos resultados do cenário atual através das classes de enquadramento

A seguir apresenta-se os resultados das simulações de qualidade de água a partir de mapas (Prancha 7.1.3 à Prancha 7.1.6) que mostram a concentração resultante em cada trecho simulado. A distribuição das classes de valores é feita de acordo os limites da Res. CONAMA nº 357/2005, conforme o Quadro 7.1.23.

Quadro 7.1.23 - Descrição das faixas de valores admissíveis por classe de enquadramento dos principais parâmetros de qualidade.

| Classe | Conc. máx. DBO (mg/ L) | Conc. mín. OD (mg/ L) | Conc. máx. amônia <sup>(a)</sup> (mg/ L) | Conc. máx. fósforo <sup>(b)</sup> (mg/ L) | Conc. máx. ColiTerm. (NMP/100 mL) |
|--------|------------------------|-----------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------|
| 1      | 3                      | 6                     | 3,7                                      | 0,1                                       | 200                               |
| 2      | 5                      | 5                     |                                          |                                           | 1000                              |
| 3      | 10                     | 4                     | 13,3                                     | 0,15                                      | 4000                              |
| 4      | >10                    | 2                     | >13,3                                    | >0,15                                     | >4000                             |

(a) concentrações de amônia referentes a uma faixa de pH até 7,5

(b) concentrações de fósforo total referentes a ambientes lóticos e tributários de ambientes intermediários

A simulação de nitrogênio amoniacal não foi apresentada, pois todos os trechos simulados apresentam classe 1.

Posteriormente, a Prancha 7.1.7 apresenta uma proposta de classificação atual dos trechos de rio simulados em função dos resultados de cada parâmetro, denominada de Classe Geral. A metodologia utilizada foi realizar uma média de classes em cada trecho, ponderando cada parâmetro em função de um peso relativo à importância do mesmo na definição da qualidade da água nas regiões hidrográficas. Aplicou-se os seguintes pesos por parâmetro:

$$\text{Classe Geral} = (\text{Classe}_{\text{DBO}} \cdot 0,35 + \text{Classe}_{\text{COLI}} \cdot 0,35 + \text{Classe}_{\text{NH}_4} \cdot 0,1 + \text{Classe}_{\text{Ptotal}} \cdot 0,1 + \text{Classe}_{\text{OD}} \cdot 0,1)$$

Cabe destacar que o objetivo de determinar uma classe geral foi aplicado simplesmente para sintetizar em um único resultado a condição de qualidade obtida para um conjunto maior de 5 parâmetros nos estudos de modelagem de qualidade das águas.

Os pesos foram definidos pelo Consórcio a partir do entendimento que o principal tipo de poluição evidenciado nas bacias diz respeito ao material orgânico e à contaminação fecal. Neste âmbito, os parâmetros DBO e Coliformes Termotolerantes consistem nos principais indicadores, sendo que os mesmos também foram apontados pelo modelo de qualidade da água como os mais críticos em ambas RHs.

Cabe ressaltar que os resultados obtidos foram extrapolados de forma equivalente às Classes de águas salobras para os trechos finais dos rios Santa Maria da Vitória, Bubu, Formate-Marinheiro e Aribiri. No item 5.2.1 deste Relatório observa-se os pontos de monitoramento que apresentaram águas salobras (>0,5% de salinidade) de acordo com a Res. CONAMA 357/2005 e que foram utilizados para o embasamento da delimitação efetuada. No caso do rio Santa Maria da Vitória utilizou-se o estudo de Saldanha (2007) e quanto ao rio Jucu utilizou-se o último ponto de captação da CESAN como referência para delimitação das águas salobras em função da indisponibilidade de medições ou estudos mais aprofundados. Para o rio da Draga, também denominado canal do Congo, deve ser previsto o monitoramento da salinidade para fins de classificação das suas águas.

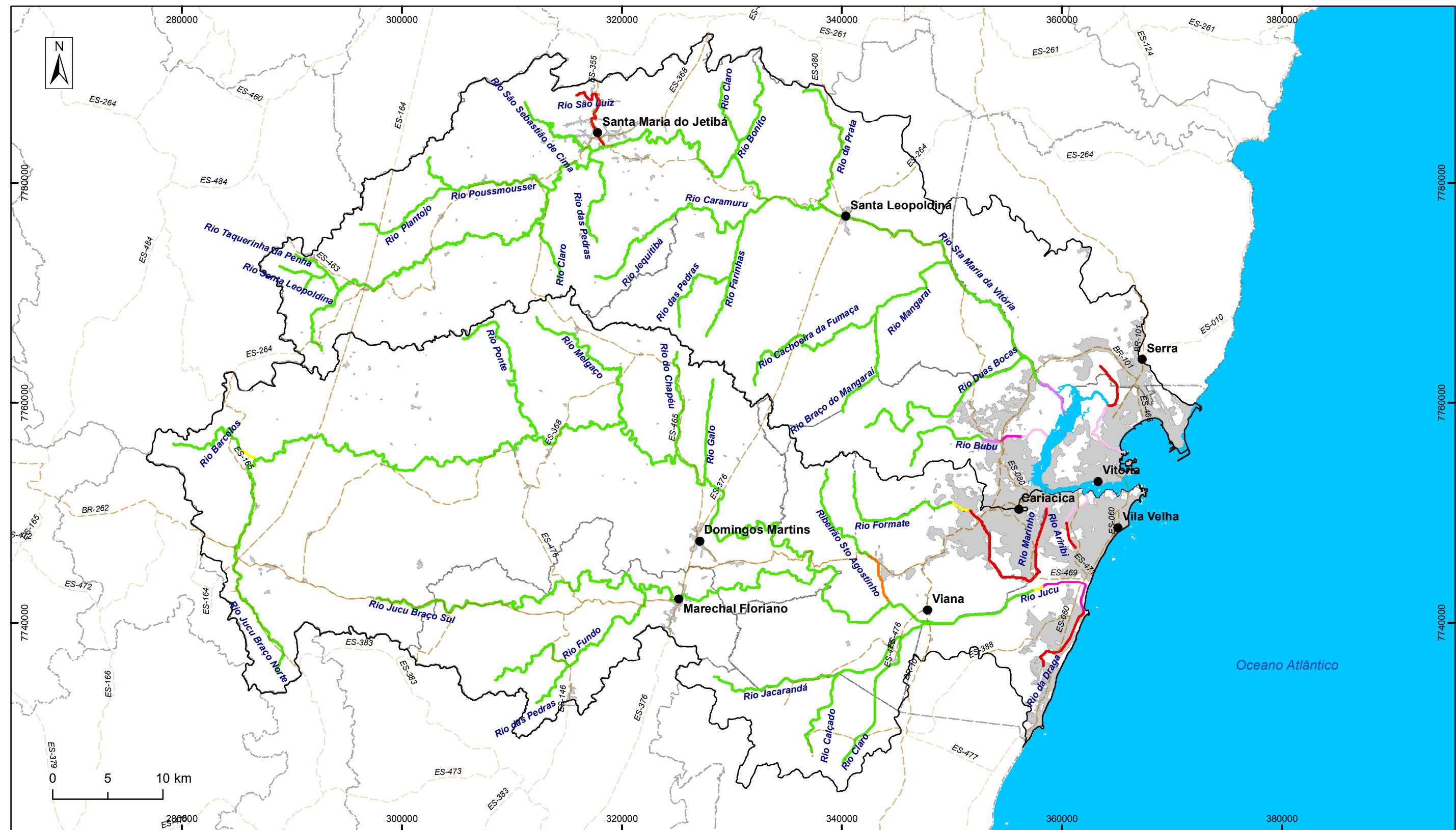
Como o modelo utilizado não prevê interações tanto com a salinidade como com as condições hidrodinâmicas, existe um nível de incerteza maior envolvido nos trechos com essas condições.











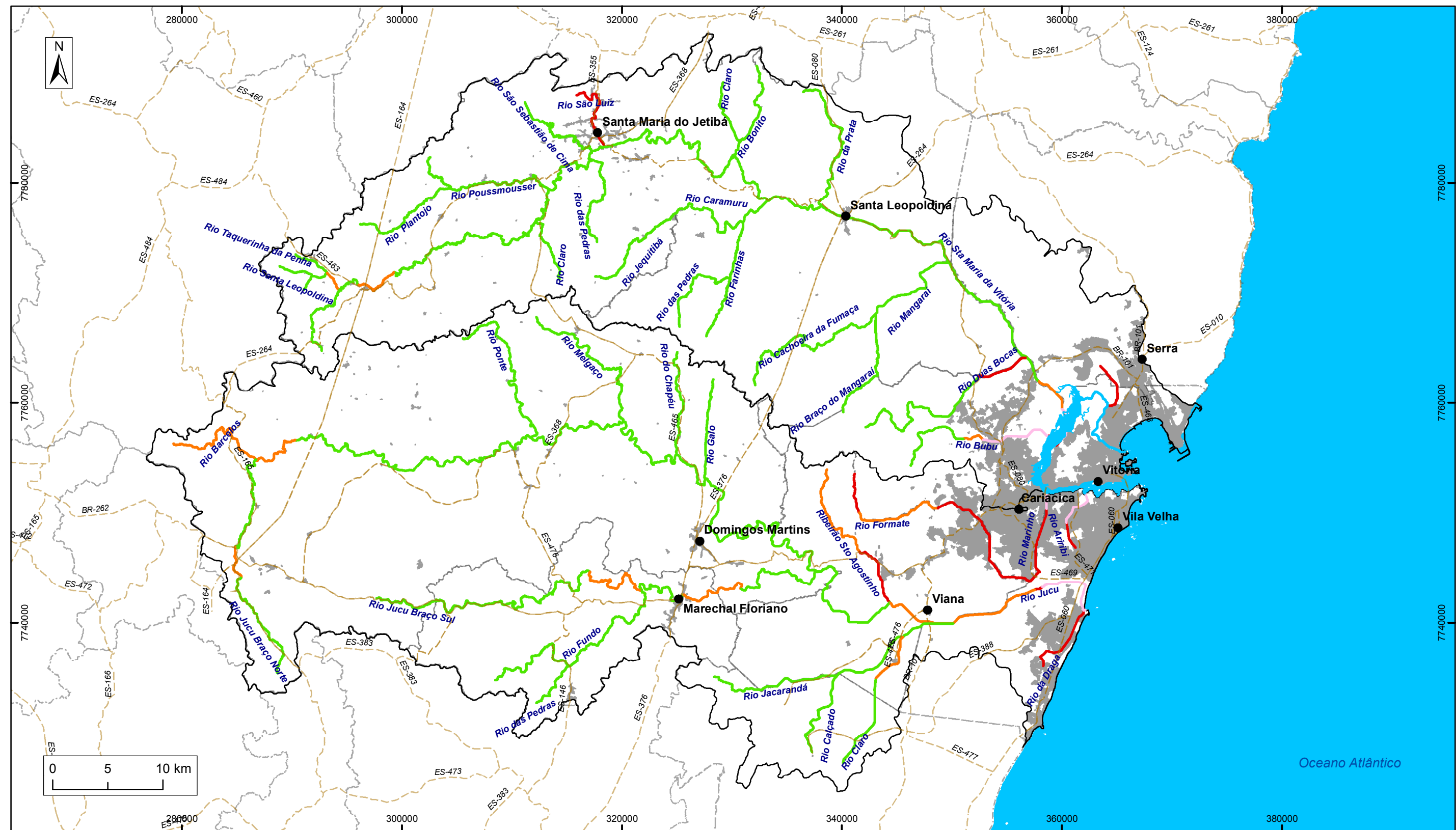
#### LEGENDA

##### Classes Resolução CONAMA 357/2005 (OD)

- Classe 1
- Classe 2
- Classe 3
- Classe 4
- Classe 1 Salobra
- Classe 2 Salobra
- Classe maior que 3 Salobra

- Limite das Regiões Hidrográficas
- Manchas urbanas
- Limite Municipal
- Rodovias Estaduais e Federais
- Sedes Municipais

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                               |                                                                                               |              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 01                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                               | EMIÇÃO INICIAL                                                                                | 26/11/2014   |
| Revisão                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                               | Discriminação                                                                                 | Data         |
| <div><div><div><div><div><div><span></span></div><div><b>iema</b></div><div><small>Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos</small></div></div></div><div><div><div><span></span></div><div><b>Rio Jucu</b></div><div><small>COMISSÃO INTERMUNICIPAL DO RIO JUCU</small></div></div><div><div><div><span></span></div><div><b>CBH</b></div><div><small>COMISSÃO BACIA DO RIO JUCU</small></div></div><div><div><div><span></span></div><div><b>SANTA MARIA DA VITÓRIA</b></div><div><small>COMISSÃO BACIA DO RIO JUCU</small></div></div></div></div><div><div><div><div><div><b>PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS</b></div><div><b>BACIAS DO RIO JUCU E SANTA MARIA DA VITÓRIA</b></div><div>ESPIRITO SANTO/BR</div></div></div><div><div><div><span></span></div><div><b>PROFILL</b></div><div><small>Engenharia, Estudos e Projetos</small></div></div><div><div><div><span></span></div><div><b>NIP do Brasil</b></div><div><small>Estudos e Projetos</small></div></div></div></div></div></div></div></div></div></div> |                               |                                                                                               |              |
| Unidade:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | METRO                         | ASSUNTO                                                                                       | Prancha      |
| Fiscalização:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | IEMA                          | <b>Resultado do modelo de simulação para o cenário atual - Parâmetro: Oxigênio Dissolvido</b> | <b>7.1.5</b> |
| Data:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Novembro/2014                 |                                                                                               | Escala:      |
| Arquivo:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | IEMA_RIOJUCU_PRR-CG80_6.1.2.3 |                                                                                               | 1:350.000    |



### LEGENDA

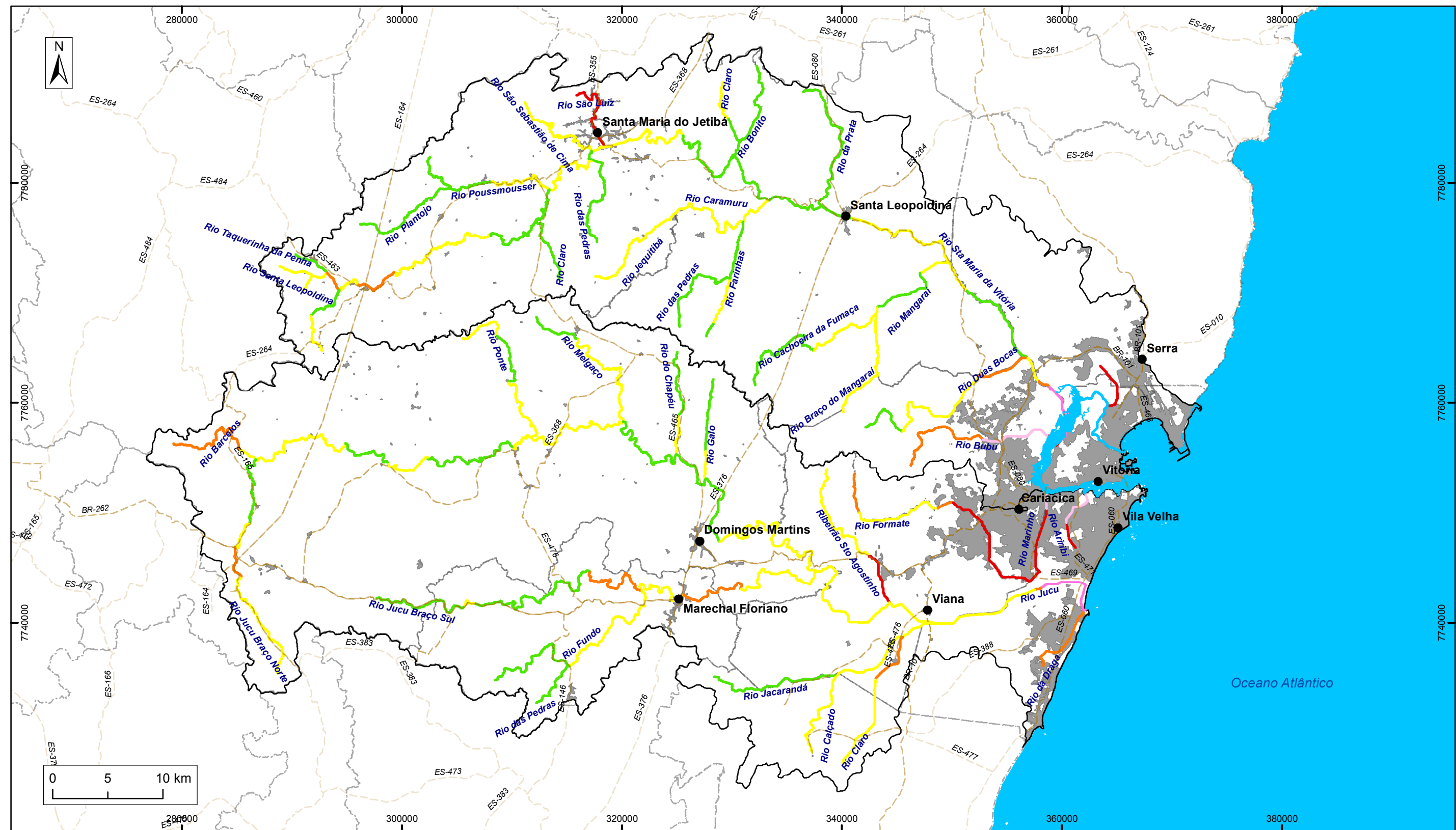
#### Classes Resolução CONAMA 357/2005 (Fósforo)

- Classe 1
- Classe 3
- Classe 4
- Classe maior que 3 Salobra

- Limite das Regiões Hidrográficas
- Limite Municipal
- Manchas Urbanas
- Rodovias Estaduais e Federais
- Sedes Municipais

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                               |                                                                                   |              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 01                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                               | EMIÇÃO INICIAL                                                                    | 26/11/2014   |
| Revisão                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                               | Discriminação                                                                     | Data         |
| <div><div><div><div><div><div><span>iema</span></div><div><small>Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos</small></div></div></div><div><div><span>Rio Jucu</span></div><div><small>COMISSÃO INTERMUNICIPAL DO RIO JUCU</small></div></div><div><div><span>CBH</span></div><div><small>COMISSÃO BACIA DO RIO JUCU</small></div></div><div><div><span>CBH</span></div><div><small>COMISSÃO BACIA DO RIO JUCU</small></div></div></div></div><div><div><div><div><span>PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS</span></div><div><span>BACIAS DO RIO JUCU E SANTA MARIA DA VITÓRIA</span></div><div><span>ESPIRITO SANTO/BR</span></div></div><div><div><div><span>PROFILL</span></div><div><small>Engenharia, Estudos e Projetos</small></div></div><div><div><span>NIP do Brasil</span></div><div><small>Estudos e Projetos</small></div></div></div></div></div></div> |                               |                                                                                   |              |
| Unidade:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | METRO                         | ASSUNTO                                                                           | Prancha      |
| Fiscalização:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | IEMA                          | <b>Resultado do modelo de simulação para o cenário atual - Parâmetro: Fósforo</b> | <b>7.1.6</b> |
| Data:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Novembro/2014                 |                                                                                   | Escala:      |
| Arquivo:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | IEMA_RIOJUCU_PRR-CG80_6.1.2.4 |                                                                                   | 1:350.000    |





#### LEGENDA

##### Classes Resolução CONAMA 357/2005

- Classe 1
- Classe 2
- Classe 3
- Classe 4
- Classe 3 Salobra
- Classe maior que 3 Salobra

- Limite das Regiões Hidrográficas
- Limite Municipal
- Manchas Urbanas
- Rodovias Estaduais e Federais
- Sedes Municipais

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                               |                                                                                      |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 01                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                               | EMIÇÃO INICIAL                                                                       | 26/11/2014 |
| Revisão                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                               | Discriminação                                                                        | Data       |
| <div><div><div><div><div><div><span>iema</span></div><div><small>Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos</small></div></div></div><div><div><span>Rio Jucu</span></div><div><small>COMISSÃO INTERMUNICIPAL DO RIO JUCU</small></div></div><div><div><span>CBH</span></div><div><small>COMISSÃO BACIA DO RIO JUCU</small></div></div><div><div><span>CBH</span></div><div><small>COMISSÃO BACIA DO RIO JUCU</small></div></div></div></div><div><div><div><div><div><span>PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS</span></div><div><span>BACIAS DO RIO JUCU E SANTA MARIA DA VITÓRIA</span></div><div><span>ESPIRITO SANTO/BR</span></div></div></div><div><div><div><div><span>PROFILL</span></div><div><small>Engenharia, Estudos e Projetos</small></div></div><div><div><span>NIP, S.A.</span></div><div><small>NIP do Brasil Estudos e Projetos</small></div></div></div></div></div></div></div> |                               |                                                                                      |            |
| Unidade:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | METRO                         | ASSUNTO                                                                              | Prancha    |
| Fiscalização:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | IEMA                          | Classificação geral da qualidade dos trechos em função do cenário atual de simulação | 7.1.7      |
| Data:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Novembro/2014                 |                                                                                      | Escala:    |
| Arquivo:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | IEMA_RIOJUCU_PRR-CG80_6.1.2.5 |                                                                                      | 1:350.000  |

É importante ressaltar que o cenário de disponibilidade hídrica é uma variável extremamente sensível, e possui influência na quantidade de carga difusa que chega aos rios. Uma vez que o cenário de disponibilidade hídrica adotado é a Q90, teoricamente não haveria o carreamento de cargas difusas, uma vez que as chuvas são responsáveis por este processo de condução destas cargas, e num cenário de Q90 admite-se a hipótese de que seja um período de estiagens.

Contudo, é feito um abatimento em relação aos valores de carga potencial em função do uso do solo, de modo que os valores simulados sejam mais representativos em relação aos valores observados, uma vez que o monitoramento ocorre em diversas disponibilidades.

Os trechos à jusante de pontos de lançamentos normalmente apresentam uma alteração na classe de enquadramento em relação ao trecho de montante, sendo um indicativo de poluição pontual.

Também podemos verificar alguns trechos em classe 2 onde não há pontos de lançamentos próximos, como nas porções altas do rio Jucu e do rio Santa Maria da Vitória, além de alguns afluentes, como no rio Caramuru e rio Mangaraí, sendo estes influenciados por cargas difusas de poluição.

## **7.2 Balanços hídricos futuros tendenciais**

### **7.2.1 Metodologia utilizada no prognóstico das demandas hídricas**

Para elaboração dos balanços hídricos futuros quantitativos e qualitativos, foram determinadas taxas de crescimento % anuais em relação à situação atual, para cada setor usuário dos recursos hídricos. Primeiramente se apresentam as taxas adotadas e em seguida observa-se o balanço hídrico futuro quantitativo (item 7.1.1), o balanço hídrico futuro qualitativo (item 7.1.2) e uma análise integrada dos balanços (7.3).

Para o prognóstico das demandas de abastecimento humano e lançamento de efluentes domésticos, foram calculadas taxas de crescimento geométrico de população por município com base nos Censos Demográficos de 2000 e 2010 do IBGE as quais foram aplicadas sobre a demanda atual por município. Quando a taxa de crescimento municipal calculada é negativa adotou-se o percentual de 0,5% (somente o caso de Santa Leopoldina). No caso dos municípios da RMGV, com influência de programas de desenvolvimento do setor de petróleo acrescentou-se à taxa geométrica de crescimento o percentual de 0,5%

O Quadro 7.2.1 apresenta as taxas de crescimento adotadas. No caso de um ponto de captação atender a população de mais de um município foi utilizada uma taxa média dos municípios.



Quadro 7.2.1 – Taxas Adotadas (% a.a) para o prognóstico dos usos de abastecimento humano e lançamento de efluentes domésticos

| Município             | Taxa calculada 2000-2010 (IBGE) | Taxa adotada |
|-----------------------|---------------------------------|--------------|
| Cariacica*            | 0,73                            | 1,23         |
| Domingos Martins      | 0,41                            | 0,41         |
| Guarapari             | 1,76                            | 1,76         |
| Marechal Floriano     | 1,58                            | 1,58         |
| Santa Leopoldina**    | -0,18                           | 0,50         |
| Santa Maria de Jetibá | 1,74                            | 1,74         |
| Serra*                | 2,45                            | 2,95         |
| Viana                 | 1,98                            | 1,98         |
| Vila Velha*           | 1,83                            | 2,33         |
| Vitória*              | 1,15                            | 1,65         |

\*municípios provavelmente "atingidos" pelo desenvolvimento do setor de petróleo acrescentou-se 0,5% a taxa calculada

\*\* município com crescimento geral negativo adotado 0,5%

O Diagnóstico (mais especificamente o item 2.5 do Relatório Técnico RT2), bem como ISJN (2010a) apontam um forte crescimento do setor industrial nas Regiões Hidrográficas dos rios Santa Maria da Vitória e Jucu. Isto se deve à perspectiva de utilização do pré-sal e os investimentos previstos na área de logística nas RH's.

Ainda, cabe destacar que o cálculo de taxas específicas de crescimento para a indústria não é indicado tendo em vista a diversidade e complexidade do setor. Desta forma, adotou-se a taxa de crescimento de 3,6% a.a de acordo com o Plano Nacional Energia (escala BR), elaborado para o período 2007-2030. Salienta-se que o consumo de energia se reflete em uma variável mais relacionada à produção industrial do que o PIB do setor, por exemplo. Esta mesma taxa foi aplicada tanto para captações quanto para os lançamentos industriais.

Quanto ao crescimento dos usos da pecuária, utilizou-se os dados da Pesquisa Pecuária Municipal do IBGE de 2000 a 2012 e adotou-se taxas diferenciadas por tipo de rebanho. No caso dos suínos e bovinos separou-se Municípios Alto e Baixo porque nos valores calculados foram verificadas variações acentuadas. Observou-se crescimento mais expressivo de suínos e bovinos na parte baixa das RH's e algumas taxas negativas para esses rebanhos nos municípios da parte alta. As taxas do setor de pecuária foram aplicadas apenas junto aos dados de consumo de água, uma vez que as projeções efetuadas nas simulações mantiveram o valor de carga atualmente lançada pela pecuária nas bacias.

Também foi necessário adotar percentuais limites inferiores quando a taxa é negativa (0,5% a.a) e superiores (5% a.a) quando as taxas geométricas de crescimento extrapolam esse limite. Isto se deve ao horizonte longo de cenarização, o que levaria a valores muito elevados de demanda e irreais à longo prazo (Quadro 7.2.2).

Quadro 7.2.2 – Taxas Adotadas (% a.a) para o prognóstico dos usos de criação animal

| Município              | Bovinos, Vacas ordenhadas, Bubalinos | Equinos, Asininos e Muas | Suínos | Ovinos e Caprinos | Aves |
|------------------------|--------------------------------------|--------------------------|--------|-------------------|------|
| Cariacica**            | 1,55                                 | 0,42                     | 5,00   | 1,96              | 5,00 |
| Domingos Martins*      | 0,50                                 | 0,42                     | 0,50   | 1,96              | 5,00 |
| Guarapari**            | 1,55                                 | 0,42                     | 5,00   | 1,96              | 5,00 |
| Marechal Floriano*     | 0,50                                 | 0,42                     | 0,50   | 1,96              | 5,00 |
| Santa Leopoldina*      | 0,50                                 | 0,42                     | 0,50   | 1,96              | 5,00 |
| Santa Maria de Jetibá* | 0,50                                 | 0,42                     | 0,50   | 1,96              | 5,00 |
| Serra**                | 1,55                                 | 0,42                     | 5,00   | 1,96              | 5,00 |
| Viana**                | 1,55                                 | 0,42                     | 5,00   | 1,96              | 5,00 |
| Vila Velha**           | 1,55                                 | 0,42                     | 5,00   | 1,96              | 5,00 |
| Vitória** [1]          | 1,55                                 | -                        | -      | -                 | -    |

\* Municípios Alto (parte alta das RH's (região serrana)).

\*\* Municípios Baixo (parte baixa das RH's (região de planície e litorânea)).

[1] Conforme o Diagnóstico da produção agropecuária (capítulo 4.3.5 do Relatório RT2) o município de Vitória apresenta apenas rebanhos de Bovinos, Vacas ordenhadas, Bubalinos.

Quanto a irrigação, não foram encontrados dados históricos da evolução de áreas irrigadas suficientes para inferir taxas de crescimento (ou decréscimo) deste uso. Das culturas de olerícolas, que flagrantemente são irrigadas: morango, alface, inhame e repolho, não há disponibilidade de dados históricos de produção. As culturas irrigadas nas RH's dificilmente substituirão áreas de silvicultura (pois ficam em terrenos de declividade) e café (pelo mercado forte que o café do ES possui), o que restringe as áreas irrigáveis e por consequência o aumento das áreas irrigadas.

O Diagnóstico (item 4.3.5 do Relatório RT2) apontou que as culturas hoje irrigadas são rotacionadas sem expansão da área irrigada (agricultura familiar, pequenas propriedades). As saídas de campo do Diagnóstico permitiram observar áreas irrigadas em áreas legais de proteção ambiental, o que também consiste em um fator limitante para sua expansão. Alguns dados de produção irrigada encontrados (Pesquisa Pecuária Municipal do IBGE de 2000 a 2012), para outras culturas fortes: feijão, milho, p ex., apontam um decaimento das áreas para maioria das culturas.

Neste contexto considerou-se uma taxa de crescimento para a irrigação de 0,5% a.a., buscando contemplar no médio-longo prazo (20 anos) uma consolidação do setor e a partir de um programa de expansão específico de alguma cultura irrigada. A exemplo do café que poderia vir a ser irrigado caso a demanda pelo produto aumente e seja exigida uma maior produção e produtividade.

Cabe destacar que não é possível relacionar os coeficientes de projeção da população consumidora da RHSMV e RHJ com as projeções da irrigação, uma vez que os produtos hoje exportados para outras Regiões Hidrográficas podem vir a ser consumidos internamente ou a população pode vir a ser abastecida por centros.

### 7.2.2 Balanço hídrico quantitativo

A partir da espacialização da demanda definida na etapa de balanço hídrico atual (item 7.1. deste Relatório REA), foram aplicadas as taxas de projeção do aumento de demanda, para os cenários de curto (4 anos), médio (12 anos) e longo prazo (20 anos). Destaca-se que o cenário de 20 anos também foi adotado para as metas de Enquadramento (Fase B do presente Plano de Bacia) e Programa de Ações (Fase C).

Os quadros abaixo apresentam as projeções de aumento da demanda para os usos de abastecimento humano, industrial, irrigação e criação animal. Posteriormente são apresentados os mapas (Prancha 7.2.1 à Prancha 7.2.3) com o balanço hídrico quantitativo por trecho de rio para os três cenários. A disponibilidade é referente a vazão Q90.

Quadro 7.2.3 - Projeções de aumento da demanda para abastecimento humano da RHSMV

| Município da captação | UP        | Legenda | Demanda atual (m³/s) | Projeção 2018 (m³/s) | Projeção 2026 (m³/s) | Projeção 2034 (m³/s) |
|-----------------------|-----------|---------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Cariacica             | Baixo SMV | C-CA_01 | 0,118                | 0,126                | 0,144                | 0,165                |
| Santa Leopoldina      | Médio SMV | C-SL_01 | 0,007                | 0,007                | 0,007                | 0,007                |
|                       | Médio SMV | C-SL_02 | 0,004                | 0,004                | 0,004                | 0,004                |
| Santa Maria de Jetibá | Médio SMV | C-SM_01 | 0,018                | 0,019                | 0,022                | 0,025                |
|                       | Médio SMV | C-SM_02 | 0,002                | 0,002                | 0,002                | 0,003                |
|                       | Alto SMV  | C-SM_03 | 0,001                | 0,001                | 0,001                | 0,002                |
|                       | Alto SMV  | C-SM_04 | 0,001                | 0,001                | 0,001                | 0,001                |
|                       | Alto SMV  | C-SM_05 | 0,002                | 0,002                | 0,002                | 0,002                |
|                       | Alto SMV  | C-SM_06 | 0,004                | 0,004                | 0,004                | 0,005                |
| Serra                 | Baixo SMV | C-SE_01 | 1,487                | 1,607                | 1,875                | 2,188                |

Quadro 7.2.4 - Projeções de aumento da demanda abastecimento humano da RH Jucu

| Município da captação | UP          | Legenda | Demanda atual (m³/s) | Projeção 2018 (m³/s) | Projeção 2026 (m³/s) | Projeção 2034 (m³/s) |
|-----------------------|-------------|---------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Domingos Martins      | Alto Jucu   | C-DM_01 | 0,004                | 0,004                | 0,005                | 0,005                |
|                       | Médio Jucu  | C-DM_02 | 0,003                | 0,003                | 0,003                | 0,003                |
| Marechal Floriano     | Rio Jucu BS | C-MF_01 | 0,038                | 0,040                | 0,044                | 0,049                |
|                       | Rio Jucu BS | C-MF_02 | 0,002                | 0,002                | 0,003                | 0,003                |
|                       | Rio Jucu BS | C-MF_03 | 0,003                | 0,003                | 0,003                | 0,003                |
| Viana                 | For/Mar     | C-VI_01 | 0,025                | 0,027                | 0,032                | 0,037                |
|                       | Baixo Jucu  | C-VI_02 | 0,019                | 0,020                | 0,024                | 0,028                |
|                       | Baixo Jucu  | C-VI_03 | 0,018                | 0,019                | 0,022                | 0,026                |
|                       | Baixo Jucu  | C-VI_04 | 0,001                | 0,001                | 0,001                | 0,002                |
| Vila Velha            | Baixo Jucu  | C-VV_01 | 3,651                | 3,944                | 4,973                | 5,372                |

Quadro 7.2.5 – Projeções de aumento da demanda para abastecimento industrial por UP

| RH      | UP                         | Demanda atual (m³/s) | Projeção 2018 (m³/s) | Projeção 2026 (m³/s) | Projeção 2034 (m³/s) |
|---------|----------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| RH Jucu | Alto Jucu                  | 0,000                | 0,000                | 0,000                | 0,000                |
|         | Médio Jucu                 | 0,006                | 0,007                | 0,009                | 0,012                |
|         | Rio Jucu Braço Sul         | 0,002                | 0,002                | 0,002                | 0,003                |
|         | Baixo Jucu                 | 0,193                | 0,222                | 0,295                | 0,392                |
|         | Formate/Marinho e Costeira | 0,090                | 0,104                | 0,138                | 0,183                |
| RH SMV  | Alto SMV                   | 0,000                | 0,000                | 0,000                | 0,000                |
|         | Médio SMV                  | 0,005                | 0,005                | 0,007                | 0,009                |
|         | Baixo SMV                  | 1,577                | 1,817                | 2,411                | 3,199                |

Quadro 7.2.6 - Projeções de aumento da demanda do setor de irrigação por UP

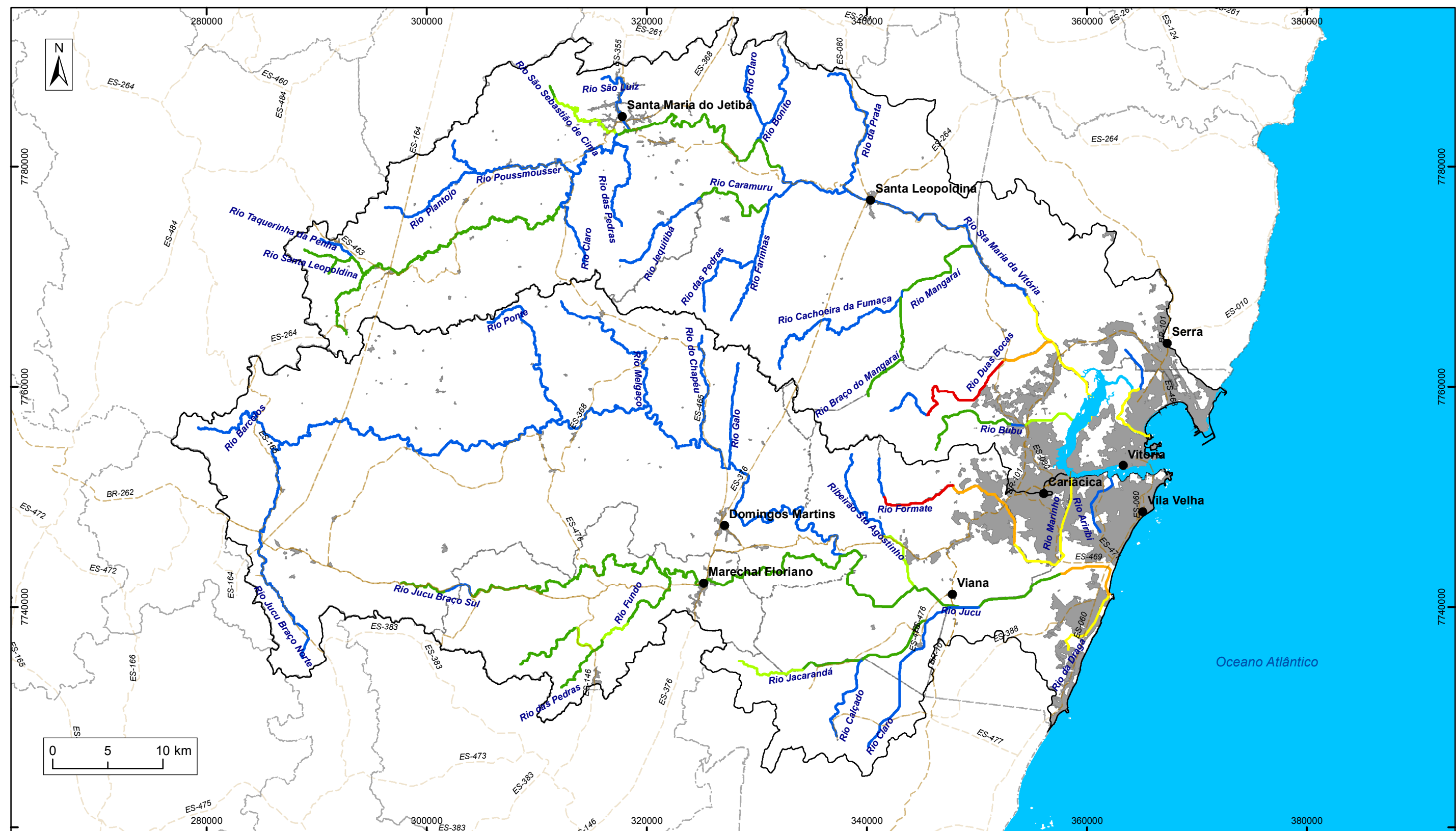
| RH      | UP                         | Demanda atual (m³/s) | Projeção 2018 (m³/s) | Projeção 2026 (m³/s) | Projeção 2034 (m³/s) |
|---------|----------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| RH Jucu | Alto Jucu                  | 0,009                | 0,010                | 0,010                | 0,010                |
|         | Médio Jucu                 | 0,013                | 0,013                | 0,014                | 0,014                |
|         | Rio Jucu Braço Sul         | 0,089                | 0,091                | 0,095                | 0,099                |
|         | Baixo Jucu                 | 0,018                | 0,018                | 0,019                | 0,020                |
|         | Formate/Marinho e Costeira | 0,006                | 0,007                | 0,007                | 0,007                |
| RH SMV  | Alto SMV                   | 0,030                | 0,031                | 0,032                | 0,034                |
|         | Médio SMV                  | 0,120                | 0,122                | 0,127                | 0,132                |
|         | Baixo SMV                  | 0,019                | 0,019                | 0,020                | 0,021                |

Quadro 7.2.7 - Projeções de aumento da demanda do setor de criação animal por UP

| RH      | UP                         | Demanda atual (m³/s) | Projeção 2018 (m³/s) | Projeção 2026 (m³/s) | Projeção 2034 (m³/s) |
|---------|----------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| RH Jucu | Alto Jucu                  | 0,013                | 0,016                | 0,023                | 0,034                |
|         | Médio Jucu                 | 0,023                | 0,028                | 0,041                | 0,060                |
|         | Rio Jucu Braço Sul         | 0,017                | 0,021                | 0,032                | 0,047                |
|         | Baixo Jucu                 | 0,032                | 0,035                | 0,044                | 0,054                |
|         | Formate/Marinho e Costeira | 0,009                | 0,010                | 0,012                | 0,015                |
| RH SMV  | Alto SMV                   | 0,027                | 0,032                | 0,048                | 0,071                |
|         | Médio SMV                  | 0,040                | 0,048                | 0,070                | 0,103                |
|         | Baixo SMV                  | 0,008                | 0,009                | 0,011                | 0,013                |







### LEGENDA

#### Balanco hídrico (médio prazo: 2026)

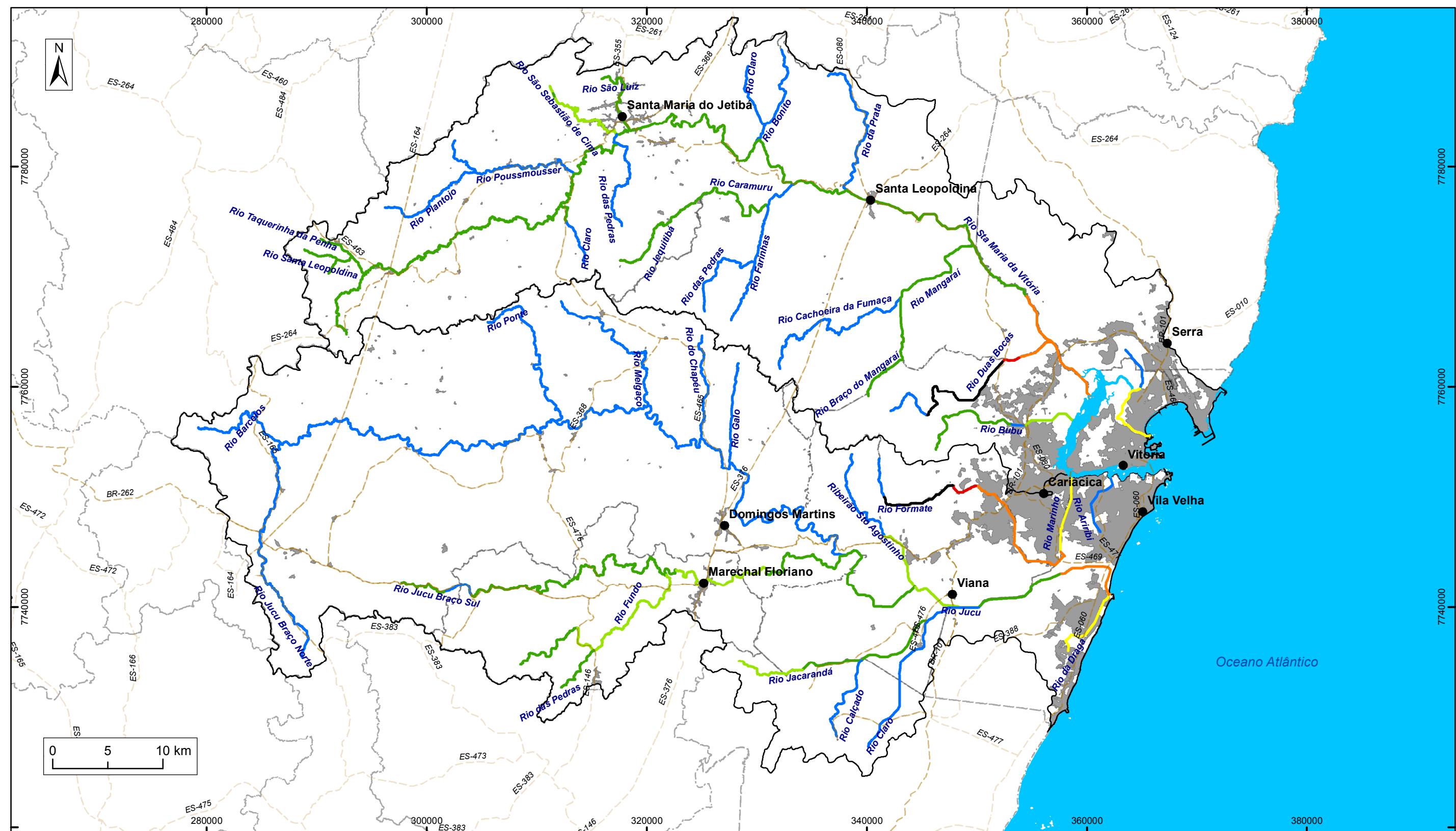
##### Demandas totais / Q90

- 0% - 5%
- 5.01% - 10%
- 10.01% - 25%
- 25.01% - 50%
- 50.01% - 75%
- 75.01% - 100%
- > 100.01%

- Limite das Regiões Hidrográficas
- Limite Municipal
- Manchas Urbanas
- Rodovias Estaduais e Federais
- Sedes Municipais

|               |                               |                                                                                                               |              |
|---------------|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
|               |                               |                                                                                                               |              |
| 01            | EMIÇÃO INICIAL                | 24/11/2014                                                                                                    |              |
| Revisão       | Discriminação                 | Data                                                                                                          |              |
|               |                               | <b>PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS</b><br><b>BACIAS DO RIO JUCU E SANTA MARIA DA VITÓRIA</b><br>ESPIRITO SANTO/BR  |              |
|               |                               |                                                                                                               |              |
| Unidade:      | METRO                         | ASSUNTO                                                                                                       | Prancha      |
| Fiscalização: | IEMA                          | <b>Mapa do balanço hídrico considerando o cenário de médio prazo (2026) - Cenário de disponibilidade: Q90</b> | <b>7.2.2</b> |
| Data:         | Novembro/2014                 |                                                                                                               | Escala:      |
| Arquivo:      | IEMA_RIOJUCU_PRR-CG80_6.2.2.2 |                                                                                                               | 1:350.000    |





### LEGENDA

#### Balanco hídrico (longo prazo: 2034)

##### Demandas totais / Q90

- 0% - 5%
- 5,1% - 10%
- 10,1% - 25%
- 25,1% - 50%
- 50,1% - 75%
- 75,1% - 100%
- > 100%

- Limite das Regiões Hidrográficas
- Limite Municipal
- Manchas Urbanas
- Rodovias Estaduais e Federais
- Sedes Municipais

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                |                                                                                                        |            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 01                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                | EMIÇÃO INICIAL                                                                                         | 26/11/2014 |
| Revisão                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                | Discriminação                                                                                          | Data       |
| <div><div><div><div><div><div><span>iema</span></div><div><small>Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos</small></div></div></div><div><div><span>Rio Jucu</span></div><div><small>COMISSÃO INTERMUNICIPAL DO RIO JUCU</small></div></div><div><div><span>CBH</span></div><div><small>COMISSÃO BACIA DO RIO JUCU</small></div></div><div><div><span>CBH</span></div><div><small>COMISSÃO BACIA DO RIO JUCU</small></div></div></div></div><div><div><div><div><div><span>PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS</span></div><div><span>BACIAS DO RIO JUCU E SANTA MARIA DA VITÓRIA</span></div><div><span>ESPIRITO SANTO/BR</span></div></div></div><div><div><div><span>PROFILL</span></div><div><small>Engenharia, Estudos e Projetos</small></div></div><div><div><span>NIP do Brasil</span></div><div><small>Estudos e Projetos</small></div></div></div></div></div></div> |                                |                                                                                                        |            |
| Unidade:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | METRO                          | ASSUNTO                                                                                                | Prancha    |
| Fiscalização:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | IEMA                           | Mapa do balanço hídrico considerando o cenário de longo prazo (2034) - Cenário de disponibilidade: Q90 | 7.2.3      |
| Data:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Novembro/2014                  |                                                                                                        | Escala:    |
| Arquivo:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | IEMA_RIOJUCU_PRRH-CG80_6.2.2.3 |                                                                                                        | 1:350.000  |

A Prancha 7.2.1, Prancha 7.2.2, Prancha 7.2.3 apresentadas anteriormente representam o grau de comprometimento quantitativo de cada trecho de rio em relação à vazão de referência adotada, relacionado também ao cenário de demandas, neste caso, em relação aos cenários de demandas de curto, médio e longo prazo, respectivamente.

Desse modo, é possível visualizar o aumento progressivo do comprometimento da disponibilidade, considerando as taxas de crescimento adotadas. Em relação os trechos mais críticos de cada bacia, correspondentes aos trechos dos rios Duas Bocas e Formate, verifica-se que somente no cenário de longo prazo a demanda seria superior à vazão de referência (Q90), sendo este, portanto, o prazo máximo para que eventuais medidas de incremento da disponibilidade hídrica possam ser executadas para evitar o comprometimento da demanda.

No caso do rio Duas Bocas, o comprometimento é causado pela captação da CESAN para o abastecimento do município de Cariacica. Contudo, desconsiderou-se o fato da existência de uma barragem da CESAN localizada neste corpo hídrico, proporcionando um efeito de regularização não considerado no balanço.

O trecho baixo do rio Santa Maria da Vitória também apresenta um aumento significativo do comprometimento em relação ao cenário atual. Os demais trechos de ambas as Regiões Hidrográficas experimentam condições bastante confortáveis em relação ao comprometimento hídrico, não ultrapassando os 25% de comprometimento da demanda.

### **7.2.3 Balanço hídrico qualitativo**

Neste item são apresentados os impactos da projeção das demandas de cargas poluidoras na qualidade das águas. Foram desconsiderados projetos de racionalização de uso da água, aumento da disponibilidade ou redução de cargas poluidoras. Tais projetos/intervenções de melhoria serão considerados nas cenarizações do Enquadramento (Fase B).

No Quadro 7.2.8 e Quadro 7.2.9 observa-se os resultados das projeções aplicadas às cargas poluidoras diagnosticadas conforme Relatório Técnico RT2 de DBO dos setores usuários de esgotamento sanitário e industrial por Unidade de Planejamento.

A metodologia utilizada para obtenção das taxas de projeção foi apresentada anteriormente no item 7.2.1 deste Relatório.



Quadro 7.2.8 - Projeções de aumento da carga poluidora de DBO do esgotamento sanitário por UP das Regiões Hidrográficas do rio Jucu e Santa Maria da Vitória

| RH      | UP                         | Carga atual DBO (T/ano) | Projeção 2018 (T/ano) | Projeção 2026 (T/ano) | Projeção 2034 (T/ano) |
|---------|----------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| RH Jucu | Alto Jucu                  | 96,19                   | 97,78                 | 101,03                | 104,39                |
|         | Médio Jucu                 | 224,62                  | 228,33                | 235,92                | 243,77                |
|         | Rio Jucu Braço Sul         | 222,84                  | 234,65                | 260,19                | 288,51                |
|         | Baixo Jucu                 | 2.614,00                | 2.830,62              | 3.319,20              | 3.892,12              |
|         | Formate/Marinho e Costeira | 4.606,00                | 4.987,70              | 5.663,65              | 6.500,48              |
| RH SMV  | Alto SMV                   | 127,29                  | 136,38                | 156,57                | 179,73                |
|         | Médio SMV                  | 383,39                  | 398,70                | 431,17                | 466,29                |
|         | Baixo SMV                  | 6.437,91                | 6.911,31              | 7.965,09              | 9.179,55              |

Quadro 7.2.9 - Projeções de aumento da carga poluidora de DBO proveniente dos usos industriais por UP das Regiões Hidrográficas do rio Jucu e Santa Maria da Vitória

| RH      | UP                         | Carga atual DBO (T/ano) | Projeção 2018 (T/ano) | Projeção 2026 (T/ano) | Projeção 2034 (T/ano) |
|---------|----------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| RH Jucu | Alto Jucu                  | 0,00                    | 0,00                  | 0,00                  | 0,00                  |
|         | Médio Jucu                 | 14,24                   | 16,40                 | 21,77                 | 28,89                 |
|         | Rio Jucu Braço Sul         | 138,52                  | 159,570               | 211,753               | 281,001               |
|         | Baixo Jucu                 | 33,00                   | 38,01                 | 50,45                 | 66,94                 |
|         | Formate/Marinho e Costeira | 54,13                   | 62,36                 | 82,75                 | 109,81                |
| RH SMV  | Alto SMV                   | 0,00                    | 0,00                  | 0,00                  | 0,00                  |
|         | Médio SMV                  | 11,48                   | 13,22                 | 17,55                 | 23,29                 |
|         | Baixo SMV                  | 105,98                  | 122,085               | 162,010               | 214,990               |

Nos quadros abaixo apresenta-se os resultados das projeções para cada ponto de lançamento (efluentes domésticos e industriais) considerado no modelo de qualidade da água para fins de simulação do cenário tendencial. A eficiência de remoção ou de tratamento da situação atual (que pode ser observado no item 7.1.2 deste Relatório) foi mantida em todos os cenários projetados.

Quadro 7.2.10 – Projeções de aumento dos poluentes do esgotamento sanitário por ponto de lançamento considerado no modelo de qualidade das águas

| RH                   | Muni.                 | Ponto   | DBO (mg/l) | Fosf. (mg/l) | ColiTT (NMP/100 ml) | Vazão Atual (m³/dia) | Vazão 2018 (m³/dia) | Vazão 2026 (m³/dia) | Vazão 2034 (m³/dia) |
|----------------------|-----------------------|---------|------------|--------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Jucu                 | Cariacica             | L-CA_04 | 146,9      | 146,9        | 4,10E+06            | 3.268                | 3.432               | 3.784               | 4.173               |
|                      |                       | L-CA_05 | 161,6      | 161,6        | 4,10E+06            | 25.678               | 26.965              | 29.735              | 32.790              |
|                      | Domingos Martins      | L-DM_01 | 143,7      | 143,7        | 2,60E+06            | 954                  | 970                 | 1.002               | 1.035               |
|                      |                       | L-DM_02 | 276,5      | 276,5        | 7,00E+06            | 31                   | 32                  | 33                  | 34                  |
|                      |                       | L-DM_03 | 276,5      | 276,5        | 7,00E+06            | 59                   | 60                  | 62                  | 64                  |
|                      |                       | L-DM_04 | 276,5      | 276,5        | 7,00E+06            | 61                   | 62                  | 64                  | 66                  |
|                      |                       | L-DM_05 | 276,5      | 5,3          | 7,00E+06            | 100                  | 102                 | 105                 | 109                 |
|                      |                       | L-DM_06 | 80,68      | 276,5        | 4,60E+05            | 145                  | 147                 | 152                 | 157                 |
|                      |                       | L-DM_07 | 276,5      | 276,5        | 7,00E+06            | 18                   | 18                  | 19                  | 20                  |
|                      |                       | L-DM_08 | 276,5      | 276,5        | 7,00E+06            | 16                   | 16                  | 17                  | 17                  |
|                      |                       | L-DM_09 | 276,5      | 276,5        | 7,00E+06            | 16                   | 16                  | 17                  | 17                  |
|                      |                       | L-DM_10 | 276,5      | 276,5        | 7,00E+06            | 16                   | 16                  | 17                  | 17                  |
|                      | Marechal Floriano     | L-MF_01 | 276,5      | 276,5        | 7,00E+06            | 1.071                | 1.140               | 1.140               | 1.465               |
|                      |                       | L-MF_02 | 276,5      | 276,5        | 7,00E+06            | 211                  | 225                 | 225                 | 289                 |
|                      | Viana                 | L-VI_01 | 227,5      | 227,5        | 7,00E+06            | 1.051                | 1.137               | 1.330               | 1.556               |
|                      |                       | L-VI_02 | 227,5      | 227,5        | 7,00E+06            | 215                  | 233                 | 272                 | 318                 |
|                      |                       | L-VI_03 | 227,5      | 227,5        | 7,00E+06            | 4.883                | 5.281               | 6.178               | 7.227               |
|                      |                       | L-VI_04 | 227,5      | 227,5        | 7,00E+06            | 3.208                | 3.470               | 4.059               | 4.748               |
|                      |                       | L-VI_05 | 227,5      | 227,5        | 7,00E+06            | 79                   | 85                  | 100                 | 117                 |
|                      | Vila Velha            | L-VV_01 | 174,4      | 174,4        | 4,70E+06            | 20.161               | 22.107              | 26.580              | 31.957              |
|                      |                       | L-VV_02 | 174,4      | 174,4        | 4,70E+06            | 20.161               | 22.107              | 26.580              | 31.957              |
|                      |                       | L-VV_03 | 174,4      | 174,4        | 4,70E+06            | 20.161               | 22.107              | 26.580              | 31.957              |
|                      |                       | L-VV_04 | 168,5      | 168,5        | 4,70E+06            | 4.800                | 5.263               | 6.328               | 7.609               |
| Sta Maria da Vitória | Cariacica             | L-CA_01 | 218,1      | 7,8          | 5,27E+06            | 507                  | 532                 | 587                 | 647                 |
|                      |                       | L-CA_02 | 218,1      | 7,8          | 5,27E+06            | 5.661                | 5.945               | 6.555               | 7.229               |
|                      |                       | L-CA_03 | 220,2      | 7,8          | 5,27E+06            | 18.751               | 19.691              | 21.714              | 23.945              |
|                      | Sta Leopold.          | L-SL_01 | 276,5      | 8            | 7,00E+06            | 414                  | 422                 | 440                 | 457                 |
|                      | Santa Maria de Jetibá | L-SM_01 | 276,5      | 8            | 7,00E+06            | 716                  | 767                 | 760                 | 1.011               |
|                      |                       | L-SM_02 | 70         | 5,2          | 1,00E+05            | 875                  | 938                 | 1.076               | 1.235               |
|                      |                       | L-SM_03 | 276,5      | 8            | 7,00E+06            | 60                   | 64                  | 74                  | 85                  |
|                      |                       | L-SM_04 | 276,5      | 8            | 7,00E+06            | 83                   | 89                  | 102                 | 117                 |
|                      |                       | L-SM_05 | 276,5      | 8            | 7,00E+06            | 107                  | 115                 | 132                 | 151                 |
|                      |                       | L-SM_06 | 276,5      | 8            | 7,00E+06            | 113                  | 121                 | 139                 | 160                 |
|                      |                       | L-SM_07 | 276,5      | 8            | 7,00E+06            | 68                   | 73                  | 84                  | 96                  |
|                      |                       | L-SM_08 | 227,5      | 8            | 7,00E+06            | 38                   | 41                  | 47                  | 54                  |
|                      |                       | L-SM_09 | 276,5      | 8            | 7,00E+06            | 40                   | 43                  | 49                  | 56                  |
|                      | Serra                 | L-SE_01 | 70         | 5,2          | 1,00E+05            | 761                  | 855                 | 1.079               | 1.361               |
|                      |                       | L-SE_02 | 70,1       | 5,2          | 1,00E+05            | 12.928               | 14.522              | 18.325              | 23.124              |
|                      | Vitória               | L-VT_01 | 93,9       | 6,2          | 2,60E+06            | 23.423               | 25.008              | 28.506              | 32.493              |
|                      |                       | L-VT_02 | 93,9       | 6,2          | 2,60E+06            | 23.423               | 25.008              | 28.506              | 32.493              |
|                      |                       | L-VT_03 | 127,3      | 6,2          | 2,60E+06            | 5.200                | 5.552               | 6.328               | 7.214               |

Quadro 7.2.11 – Projeções de aumento dos poluentes industriais por ponto de lançamento considerado no modelo de qualidade das águas

| RH                   | Muni.            | Ponto     | DBO (mg/l) | Fosf. (mg/l) | ColiTT (NMP/100 ml) | Vazão Atual (m³/dia) | Vazão 2018 (m³/dia) | Vazão 2026 (m³/dia) | Vazão 2034 (m³/dia) |
|----------------------|------------------|-----------|------------|--------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Jucu                 | Cariac.          | LI_CA_10  | 50,00      | 0,60         | 1,00E+03            | 288,00               | 331,77              | 440,26              | 584,24              |
|                      |                  | LI_CA_11  | 50,00      | 0,60         | 1,00E+03            | 168,00               | 193,53              | 256,82              | 340,80              |
|                      | Doming Martins   | LI_DM_01  | 118,7      | 1,10         | 1,00E+05            | 39,74                | 45,78               | 60,76               | 80,62               |
|                      |                  | LI_DM_02  | 1.080      | 1,00         | 1,00E+05            | 108,00               | 124,41              | 165,10              | 219,09              |
|                      |                  | LI_DM_03  | 2.100      | 1,00         | 1,00E+05            | 561,60               | 646,94              | 858,51              | 1.139,26            |
|                      | Marech. Floriano | LI_MF_01  | 1.000,0    | 5,00         | 7,00E+06            | 5.823,36             | 6.708,30            | 8.902,06            | 11.813,23           |
|                      |                  | LI_MF_02  | 260,00     | 5,00         | 7,00E+06            | 59,84                | 68,93               | 91,48               | 121,39              |
|                      |                  | LI_MF_03  | 25,00      | 0,60         | 1,00E+03            | 129,60               | 149,29              | 198,12              | 262,91              |
|                      | Viana            | LI_VI_01  | 280,00     | 1,10         | 1,00E+03            | 293,76               | 338,40              | 449,07              | 595,92              |
|                      |                  | LI_VI_02  | 294,00     | 1,10         | 1,00E+03            | 40,97                | 47,19               | 62,63               | 83,11               |
|                      |                  | LI_VI_03  | 14,60      | 0,60         | 1,00E+03            | 95,04                | 109,48              | 145,29              | 192,80              |
|                      |                  | LI_VI_04  | 400,00     | 1,20         | 1,00E+03            | 851,04               | 980,37              | 1.300,97            | 1.726,41            |
|                      |                  | LI_VI_05  | 2.002,0    | 7,80         | 1,00E+05            | 895,10               | 1.031,13            | 1.368,33            | 1.815,80            |
|                      | Vila Velha       | LI_VV_01  | 542,00     | 5,00         | 7,00E+06            | 172,80               | 199,06              | 264,16              | 350,54              |
|                      |                  | LI_VV_02  | 1.000,0    | 1,00         | 1,00E+05            | 55,30                | 63,70               | 84,53               | 112,17              |
|                      |                  | LI_VV_03  | -          | 0,60         | 1,00E+05            | 432,00               | 497,65              | 660,39              | 876,35              |
| Sta Maria da Vitória | Cariac.          | LI_CA_01  | 1.840,0    | 1,00         | 1,00E+05            | 43,20                | 49,76               | 66,04               | 87,64               |
|                      |                  | LI_CA_02  | 117,00     | 5,00         | 7,00E+06            | 587,52               | 676,80              | 898,13              | 1.191,84            |
|                      |                  | LI_CA_03  | 15,00      | 1,10         | 1,00E+03            | 51,84                | 59,72               | 79,25               | 105,16              |
|                      |                  | LI_CA_04  | 1.023,0    | 1,00         | 1,00E+05            | 371,52               | 427,98              | 567,94              | 753,66              |
|                      |                  | LI_CA_05  | 1.474,0    | 1,00         | 1,00E+05            | 449,28               | 517,55              | 686,81              | 911,41              |
|                      |                  | LI_CA_06  | 3.555,7    | 5,00         | 7,00E+06            | 473,76               | 545,75              | 724,23              | 961,07              |
|                      |                  | LI_CA_07  | 350,00     | 1,00         | 1,00E+05            | 0,39                 | 0,45                | 0,59                | 0,79                |
|                      |                  | LI_CA_08  | 7.477,4    | 1,10         | 1,00E+05            | 17,28                | 19,91               | 26,42               | 35,05               |
|                      |                  | LI_CA_09  | 146,00     | 1,10         | 1,00E+03            | 1.728,00             | 1.990,59            | 2.641,56            | 3.505,41            |
|                      |                  | LI_CA_12  | 300,00     | 0,60         | 1,00E+05            | 3,46                 | 3,98                | 5,28                | 7,01                |
|                      | S.M.J.           | LI_SMJ_01 | 767,00     | 1,00         | 1,00E+05            | 44,93                | 51,76               | 68,68               | 91,14               |
|                      | Vitória          | LI_VI_01  | 10,00      | 0,60         | 1,00E+03            | 7.119,36             | 8.201,25            | 10.883,2            | 14.442,29           |

Destaca-se que os valores ajustados de carga difusa para o cenário atual foram ajustados de forma com que os mesmos representem uma condição razoável em comparação com os pontos de monitoramento, ressaltando o fato de que o regime de vazões adotado é referente à Q90, ou seja, sob uma condição de estiagem, onde teoricamente não haveria o carreamento de cargas difusas para a calha do rio.

As cargas de origem difusa da situação atual (conforme apresentado no item 7.1.2.1 deste Relatório REA) não tiveram seus valores alterados para a execução dos

cenários futuros tendenciais, devido à complexidade inerente na modelagem deste tipo de poluição.

Da mesma forma como foi apresentado no balanço qualitativo atual, os resultados das simulações de qualidade de água para o cenário futuro tendencial sem intervenções nas Regiões Hidrográficas dos rios Santa Maria de Vitória e Jucu são expressos através de mapas que mostram a concentração resultante em cada trecho simulado. A distribuição das classes de valores é feita de acordo com as classes de enquadramento da Resolução CONAMA n° 357/2005.

A seguir, são apresentados os mapas com os resultados das simulações para os cenários de curto médio e longo prazo dos seguintes parâmetros: coliformes termotolerantes (Prancha 7.2.4 à Prancha 7.2.6), DBO (Prancha 7.2.7 à Prancha 7.2.9), fósforo total (Prancha 7.2.10 à Prancha 7.2.12) e oxigênio dissolvido (Prancha 7.2.13 à Prancha 7.2.15). A simulação de nitrogênio amoniacal não é apresentada pois todos os trechos simulados apresentam classe 1.





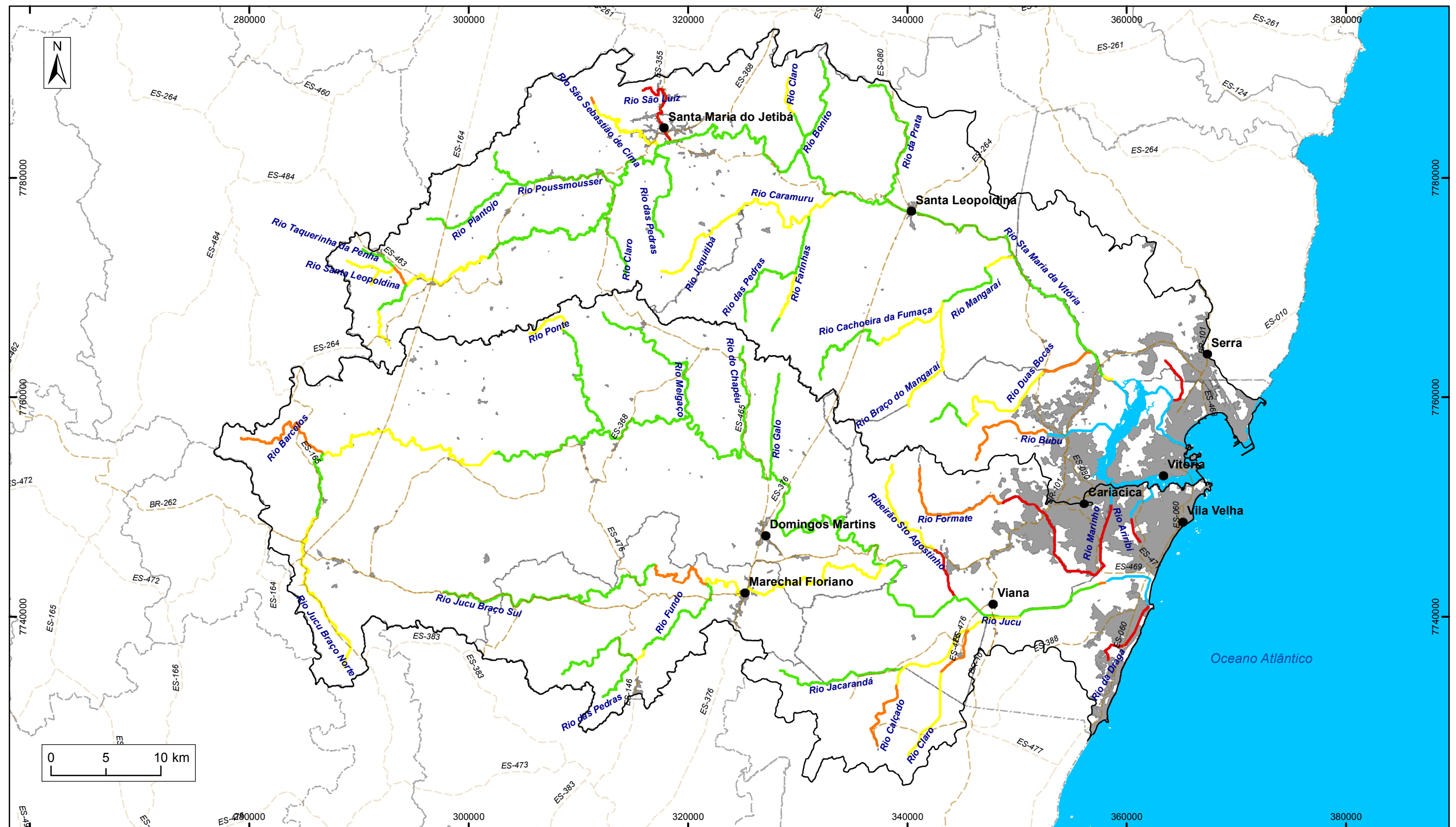












## —LEGENDA

### Projeção de qualidade - 2026 (DBO)

-  Classe 1
-  Classe 2
-  Classe 3
-  Classe 4

-  Limite das Regiões Hidrográficas  
 Limite Municipal  
 Manchas Urbanas  
 Rodovias Estaduais e Federais  
 Sedes Municipais

|         |                |            |
|---------|----------------|------------|
|         |                |            |
| 01      | EMIÇÃO INICIAL | 26/11/2014 |
| Revisão | Discriminação  | Data       |



## PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS

# BACIAS DO RIO JUCU E SANTA MARIA DA VITÓRIA

ESPIRITO SANTO/BR



|               |                               |                                                                                                       |                   |
|---------------|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Unidade:      | METRO                         | ASSUNTO                                                                                               | Prancha           |
| Fiscalização: | IEMA                          | <h2 style="margin: 0;">Resultado do modelo de simulação<br/>para o cenário 2026 - Parâmetro: DBO</h2> | 7.2.8             |
| Data:         | Novembro/2014                 |                                                                                                       | Escala: 1:350.000 |
| Arquivo:      | IEMA_RIOJUCU_PRH-CG80_6.2.3.5 |                                                                                                       |                   |



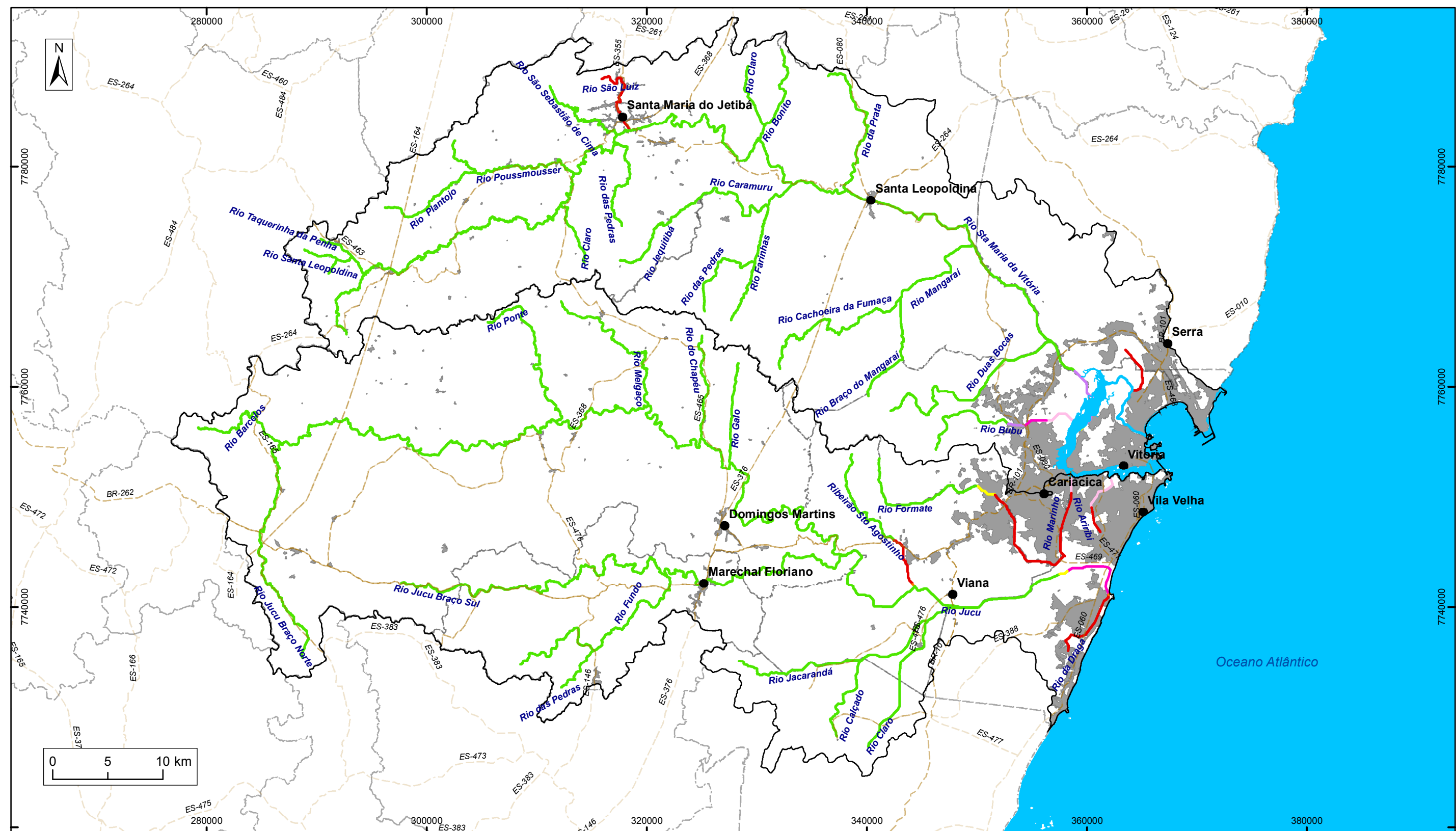












### Projeção de qualidade - 2018 (OD)

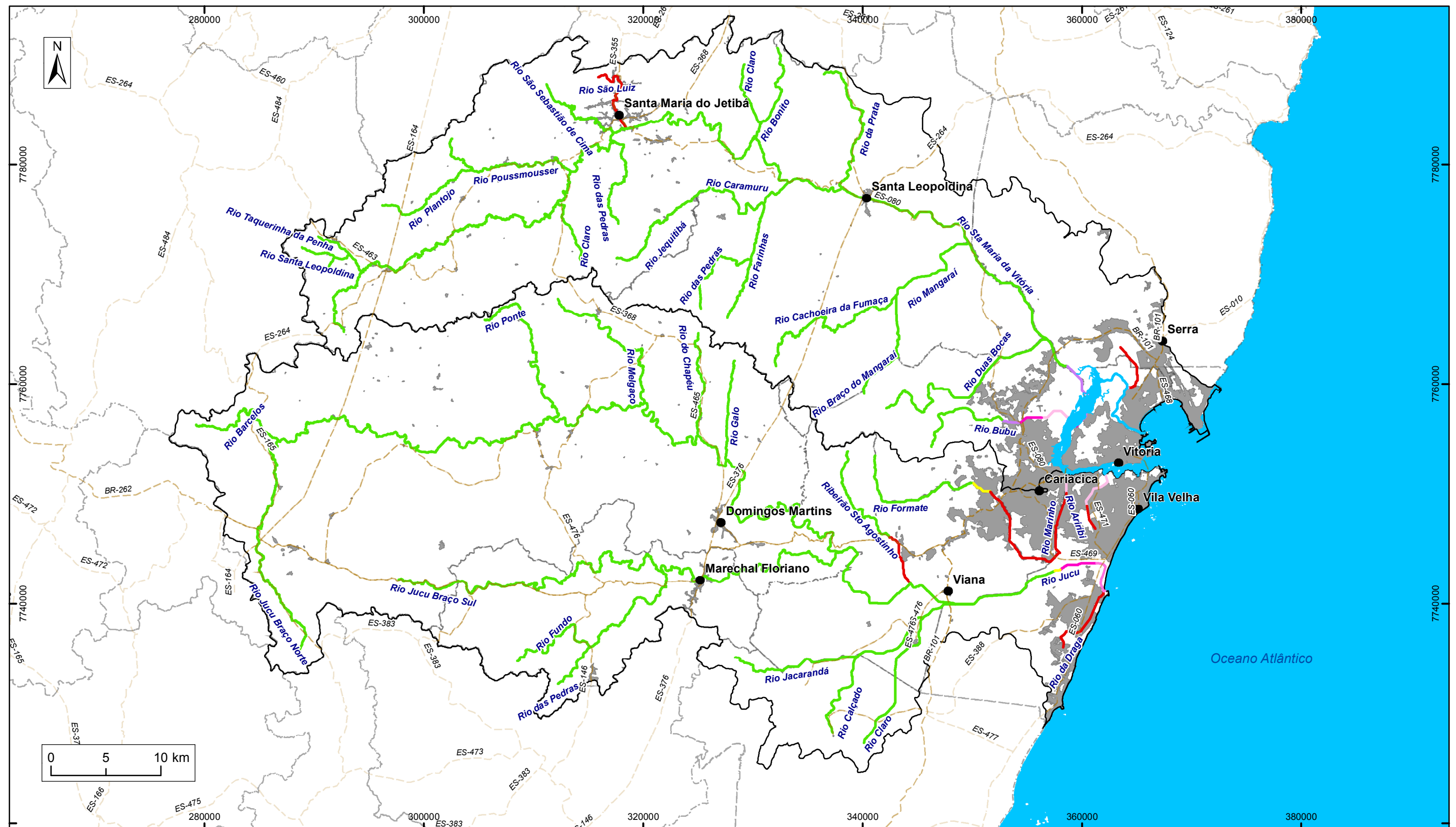
- Classe 1
- Classe 2
- Classe 3
- Classe 4
- Classe 1 Salobra
- Classe 2 Salobra
- Classe maior que 3 Salobra

### LEGENDA

- Limite das Regiões Hidrográficas
- Limite Municipal
- Manchas Urbanas
- Rodovias Estaduais e Federais
- Sedes Municipais

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                |                                                                             |                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| 01                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                | EMIÇÃO INICIAL                                                              | 26/11/2014        |
| Revisão                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                | Discriminação                                                               | Data              |
| <div><div><div><div><div><div><span>iema</span></div><div><small>Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos</small></div></div></div><div><div><span>Rio Jucu</span></div><div><small>COMISSÃO DE BACIAS DO RIO JUCU</small></div></div><div><div><span>CBH</span></div><div><small>COMISSÃO DE BACIAS DO RIO JUCU</small></div></div></div><div><div><div><div><span>BACIAS DO RIO JUCU E SANTA MARIA DA VITÓRIA</span></div><div><span>ESPIRITO SANTO/BR</span></div></div><div><div><div><div><span>PROFILL</span></div><div><small>Engenharia, Estudos e Projetos</small></div></div><div><div><span>NIP, S.A.</span></div><div><small>NIP do Brasil Estudos e Projetos</small></div></div></div></div></div></div></div></div> |                                |                                                                             |                   |
| Unidade:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | METRO                          | ASSUNTO                                                                     | Prancha           |
| Fiscalização:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | IEMA                           | <b>Resultado do modelo de simulação para o cenário 2018 - Parâmetro: OD</b> | <b>7.2.13</b>     |
| Data:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Novembro/2014                  |                                                                             | Escala: 1:350.000 |
| Arquivo:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | IEMA_RIOJUCU_PRR-CG80_6.2.3.10 |                                                                             |                   |





### Projeção de qualidade - 2026 (OD)

- Classe 1
- Classe 2
- Classe 4
- Classe 1 Salobra
- Classe 2 Salobra
- Classe 3 Salobra
- Classe maior que 3 Salobra

## —LEGENDA

-  Limite das Regiões Hidrográficas  
 Limite Municipal  
 Manchas Urbanas  
 Rodovias Estaduais e Federais  
 Sedes Municipais

|         |                |            |
|---------|----------------|------------|
|         |                |            |
| 01      | EMIÇÃO INICIAL | 26/11/2014 |
| Revisão | Discriminação  | Data       |



## PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS

# BACIAS DO RIO JUCU E SANTA MARIA DA VITÓRIA

ESPIRITO SANTO/BR



|               |                                |                                                                                   |                   |
|---------------|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Unidade:      | METRO                          | ASSUNTO                                                                           | Prancha           |
| Fiscalização: | IEMA                           | <h3>Resultado do modelo de simulação<br/>para o cenário 2026 - Parâmetro: OD</h3> | <b>7.2.14</b>     |
| Data:         | Novembro/2014                  |                                                                                   | Escala: 1:350.000 |
| Arquivo:      | IEMA_RIOJUCU_PRH-CG80_6 2.3.11 |                                                                                   |                   |



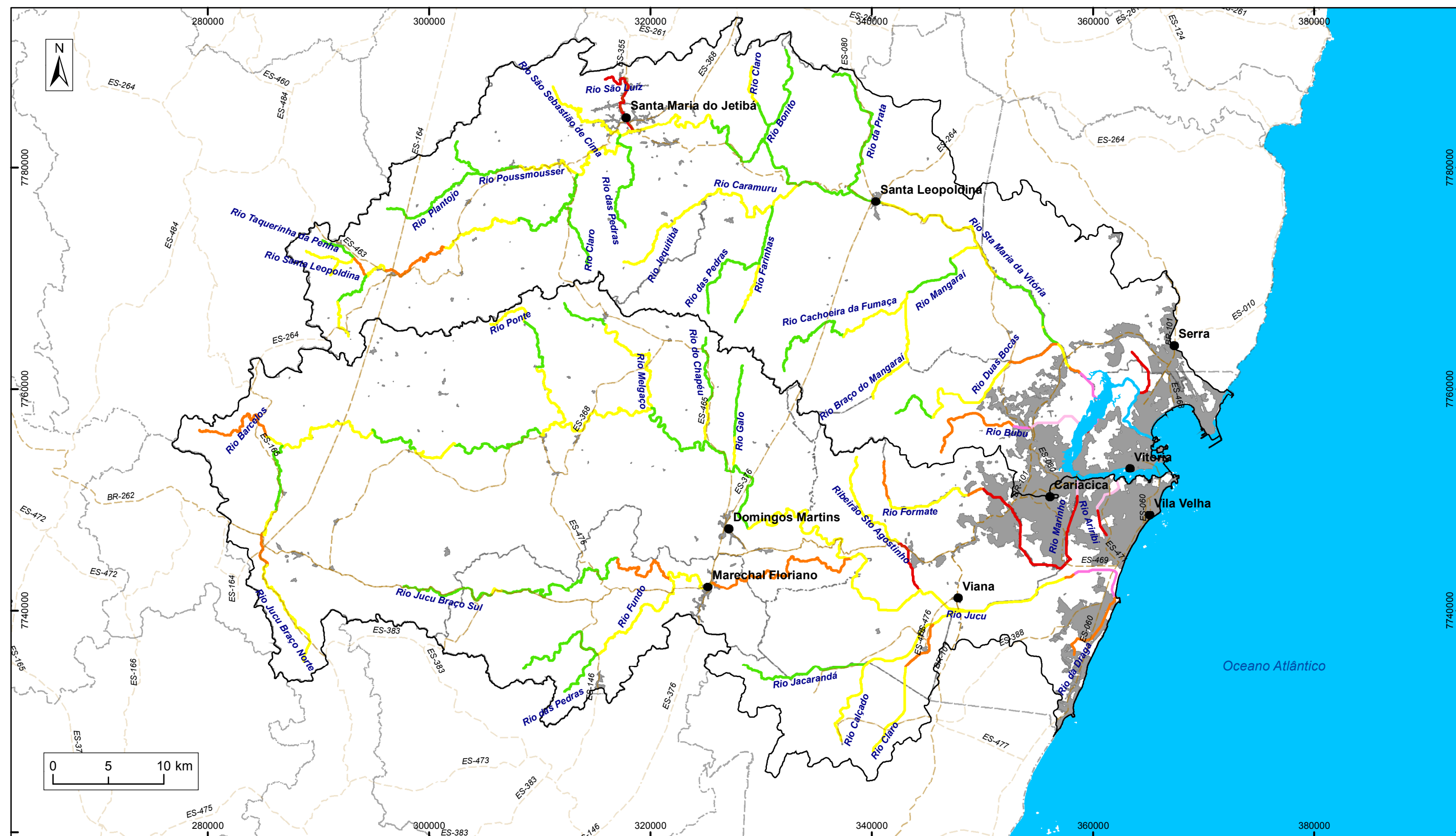


Em relação à sequência de mapas apresentados anteriormente, referentes às simulações qualitativas para diferentes cenas temporais e para quatro dos cinco parâmetros simulados, destaca-se que:

- Como as cargas difusas foram mantidas constantes, as variações observadas são consequência unicamente das fontes pontuais de poluição, representadas pelos lançamentos de efluentes originários do esgoto urbano e também das indústrias.
- Em relação ao parâmetro DBO, não são observadas grandes alterações, com exceção do trecho do rio Jucu Braço Sul à jusante de Marechal Floriano, que, de classe 2 (cenário atual), passa a ter classe 3 para este parâmetro (cenário 2018), além de um trecho no rio Duas Bocas que também tem sua classe alterada de 2 (cenário atual) para 3 (cenário 2034). As áreas de maior crescimento das demandas, correspondente aos trechos de rio da UP Formate e Marinho, já possuíam a pior classe no cenário atual, havendo um comprometimento ainda maior em termos de cargas no cenário futuro.
- Em relação ao parâmetro fósforo, verificam-se alterações no rio Jucu Braço Sul, em função de indústrias e também da sede de Marechal Floriano, cujo trecho à jusante altera-se de classe 3 para 4. No rio Santa Maria da Vitória, no trecho à jusante de Santa Maria do Jetibá, também ocorre alteração de classe em função da cena temporal, passando de classe 1 (cenário atual) para classe 3 (cenário 2034).
- Em relação ao parâmetro coliformes termotolerantes, apenas alterações pontuais são observadas, devido ao fato de que boa parte dos trechos encontra-se comprometida ainda no cenário atual de demandas.

Por fim, apresenta-se os mapas com a classificação atual dos trechos de rio simulados em função dos resultados de todos os parâmetros e cenários (Prancha 7.2.16 à Prancha 7.2.18).

A metodologia adotada foi realizar uma média de classes em cada trecho, ponderando cada parâmetro em função de um peso relativo à importância do mesmo na definição da qualidade da água nas Regiões Hidrográficas. Aplicou-se um peso de 0,35 para a DBO, 0,35 para coliformes termotolerantes e 0,1 para os demais parâmetros (oxigênio dissolvido, fósforo total e nitrogênio).



#### LEGENDA

##### Projeção de qualidade - 2018 (Classe geral)

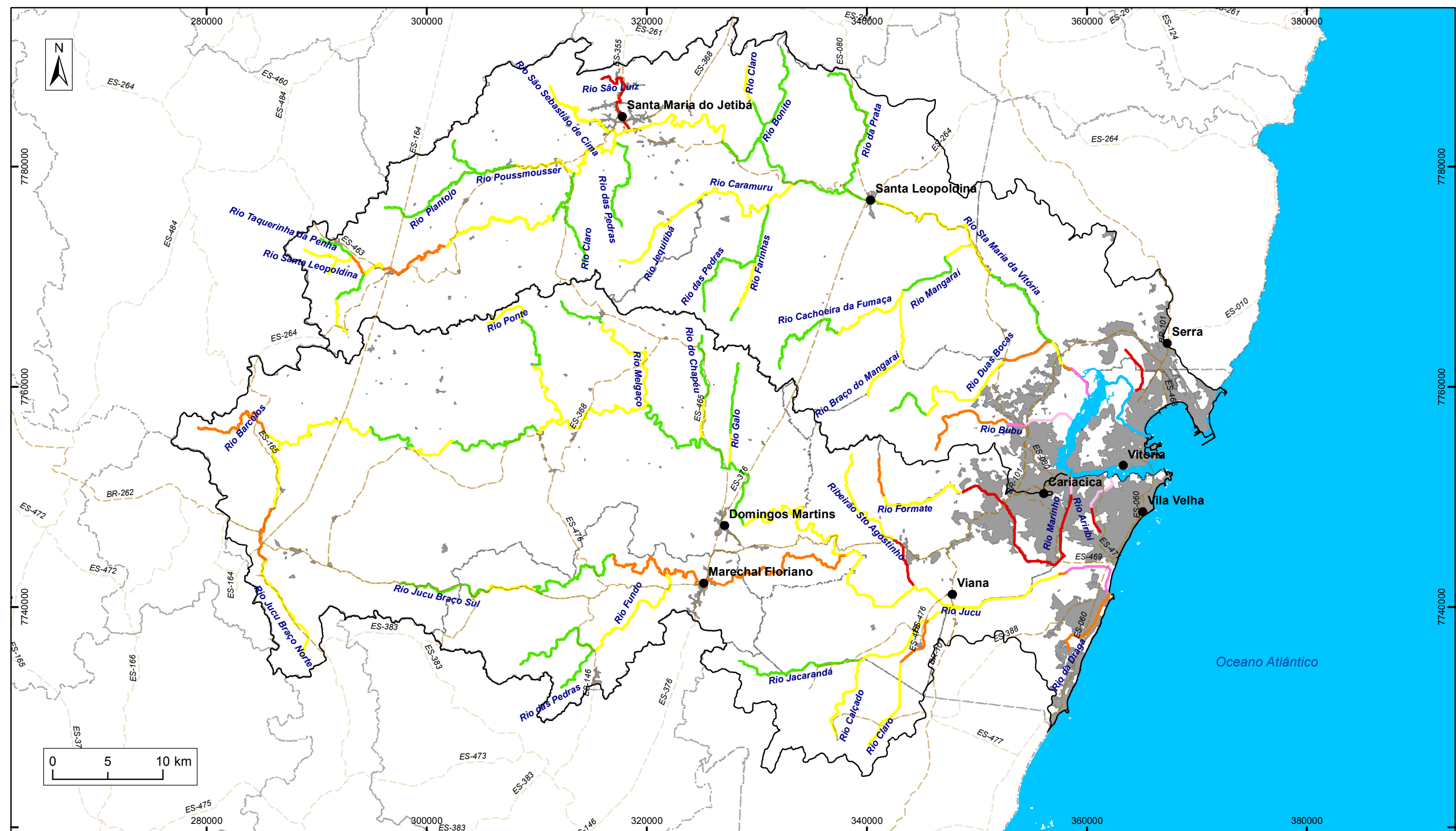
- Classe 1
- Classe 2
- Classe 3
- Classe 4
- Classe 3 Salobra
- Classe maior que 3 Salobra

- Limite das Regiões Hidrográficas
- Limite Municipal
- Manchas Urbanas
- Rodovias Estaduais e Federais
- Sedes Municipais

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                |                                                                                           |               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 01                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                | EMIÇÃO INICIAL                                                                            | 26/11/2014    |
| Revisão                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                | Discriminação                                                                             | Data          |
| <div><div><div><div><div><div><span>iema</span></div><div><small>Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos</small></div></div></div><div><div><span>Rio Jucu</span></div><div><small>COMISSÃO DE BACIAS DO RIO JUCU</small></div></div><div><div><span>CBH</span></div><div><small>COMISSÃO DE BACIAS DO RIO JUCU</small></div></div></div><div><div><div><div><span>BACIAS DO RIO JUCU E SANTA MARIA DA VITÓRIA</span></div><div>ESPIRITO SANTO/BR</div></div><div><div><div><span>PROFILL</span></div><div><small>Engenharia, Estudos e Projetos</small></div></div><div><div><span>NIP, S.A.</span></div><div><small>NIP do Brasil Estudos e Projetos</small></div></div></div></div></div></div></div> |                                |                                                                                           |               |
| Unidade:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | METRO                          | ASSUNTO                                                                                   | Prancha       |
| Fiscalização:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | IEMA                           | <b>Resultado do modelo de simulação<br/>para o cenário 2018 - Parâmetro: Classe Geral</b> | <b>7.2.16</b> |
| Data:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Novembro/2014                  |                                                                                           | Escala:       |
| Arquivo:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | IEMA_RIOJUCU_PRR-CG80_6.2.3.13 |                                                                                           | 1:350.000     |







#### LEGENDA

##### Projeção de qualidade - 2034 (Classe Geral)

- Classe 1
- Classe 2
- Classe 3
- Classe 4
- Classe 3 Salobra
- Classe maior que 3 Salobra

- Limite das Regiões Hidrográficas
- Limite Municipal
- Manchas Urbanas
- Rodovias Estaduais e Federais
- Sedes Municipais

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                 |                                                                                       |                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| 01                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                 | EMIÇÃO INICIAL                                                                        | 26/11/2014        |
| Revisão                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                 | Discriminação                                                                         | Data              |
| <div><div><div><div><div><div><span>iema</span></div><div><small>Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos</small></div></div></div><div><div><span>Rio Jucu</span></div><div><small>COMISSÃO DE BACIAS DO RIO JUCU</small></div></div><div><div><span>CBH</span></div><div><small>COMISSÃO DE BACIAS DO RIO JUCU</small></div></div><div><div><span>SANTA MARIA DA VITÓRIA</span></div><div><small>COMISSÃO DE BACIAS DO RIO JUCU</small></div></div></div></div><div><div><div><div><span>PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS</span></div><div><span>BACIAS DO RIO JUCU E SANTA MARIA DA VITÓRIA</span></div><div><span>ESPIRITO SANTO/BR</span></div></div><div><div><span>PROFILL</span></div><div><small>Engenharia, Estudos e Projetos</small></div><div><span>NIP, S.A.</span></div><div><small>NIP do Brasil Estudos e Projetos</small></div></div></div></div></div> |                                 |                                                                                       |                   |
| Unidade:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | METRO                           | ASSUNTO                                                                               | Prancha           |
| Fiscalização:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | IEMA                            | <b>Resultado do modelo de simulação para o cenário 2034 - Parâmetro: Classe Geral</b> | <b>7.2.18</b>     |
| Data:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Novembro/2014                   |                                                                                       | Escala: 1:350.000 |
| Arquivo:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | IEMA_RIOJUCU_PRRH-CG80_6.2.3.15 |                                                                                       |                   |



Em relação aos resultados dos cenários considerando a classe geral, obtida pela média ponderada das classes dos parâmetros, destaca-se que:

- O trecho do rio Santa Maria da Vitória à jusante do Distrito de Alto Santa Maria (município de Santa Maria de Jetibá) apresenta um aumento de sua extensão em classe 3 no cenário de 2018 quando comparado ao cenário atual;
- Em uma análise comparativa entre os cenários de 2018 e 2026 observa-se a mudança de classe 1 para classe 2 no trecho do rio Jucu Braço Sul localizado na parte oeste de Marechal Floriano, próximo ao limite com Domingos Martins, bem como o aumento do comprometimento em classe 3 do trecho do rio Jucu Braço Sul à jusante da confluência com o rio Fundo;
- Entre as simulações de 2026 e 2034 observa-se o aumento do comprometimento em classe 3 do rio Jucu Braço Norte à jusante do Distrito de Aracê, bem como a mudança de classe 3 para classe 4 do rio Formate (em seu trecho médio).

Em suma, as principais alterações da classe geral ocorrem nas regiões de cabeceiras, nas quais a disponibilidade hídrica é reduzida principalmente em função do tamanho da área de drenagem.

### 7.3 Análise integrada dos balanços quali-quantitativos

Os balanços hídricos atuais e futuros apresentados respectivamente nos itens 7.1 e 7.2 deste Relatório Técnico REA demonstram de forma compartimentada a situação quantitativa e qualitativa das águas das Regiões Hidrográficas em tela. Isto se deve às simplificações necessárias e às limitações metodológicas da modelagem hidrológica utilizada.

Contudo, na dinâmica hidrológica estas variáveis encontram-se diretamente inter-relacionadas. Neste sentido, observa-se que o percentual remanescente de 50% da vazão de referência destina-se à diluição de efluentes de acordo com os critérios de outorga para lançamento utilizados pela AGERH (antes da implantação da AGERH, o IEMA era o órgão outorgante).

Dentre os cursos de água que apresentaram trechos com maior comprometimento qualitativo e quantitativo, onde mais de 50% da Q90 é utilizada por usos consuntivos, encontram-se os rios Jucu e SMV (em suas fozes) e os rios Duas Bocas<sup>5</sup> e Formate-Marinho.

Entretanto é válido lembrar que à medida em que ocorre uma captação de água, parte da carga poluidora também é retirada do corpo de água. No âmbito desta simulação admitiu-se a hipótese de que a concentração resultante após uma retirada de água manteve-se constante. Além disso, a avaliação da qualidade de água num cenário de estiagem já é um cenário bastante restritivo, pesando-se ainda as

---

<sup>5</sup> Em relação ao rio Duas Bocas este resultado deve ser analisado com cautela, uma vez que existe neste trecho uma barragem com capacidade de regularização, fator não considerado na simulação.

incertezas em relação à modelagem hidrológica, visto que não existe nenhum posto fluviométrico nestes locais de maior criticidade.

As decisões do CBH Jucu e CBH SMV acerca das vazões de referência para outorga e para o enquadramento, além do percentual outorgável podem ser consultadas nos Relatórios da Fase C do presente Plano de Bacia.

Na sequência apresenta-se as bases conceituais e metodológicas para comparação de captações e lançamentos em uma base única e integrada proposto por Kelman (1997) e adotado pela ANA (2013). Posteriormente, a fim de testar a metodologia utilizada pela ANA em relação à outorga de lançamento de efluentes, foi feita uma análise do trecho correspondente ao rio Formate e Marinho, o qual é caracterizado por uma elevada concentração de cargas poluidoras

#### *Conceito de vazão de diluição*

Conforme estabelecido na Lei 9433/1997, a outorga visa a assegurar o controle quali-quantitativo dos usos da água, razão pela qual são passíveis de outorga tanto as captações quanto lançamentos de efluentes (ANA, 2013). Assim, a lei denota claramente a inter-relação existente entre estes dois tipos de interferências. Esta inter-relação pode se dar de diversas formas:

- Captações a montante de lançamentos diminuem a capacidade de diluição do manancial, para qualquer poluente;
- Captações a jusante de lançamentos retiram, em alguma medida, a carga poluente lançada;
- Lançamentos a montante de captações aumentam a quantidade de água disponível para ser captada;
- Lançamentos a montante de lançamentos diminuem a capacidade de diluição do manancial, para o mesmo parâmetro de qualidade presente no lançamento.

Assim, existe a necessidade de comparar estes usos em uma base única e integrada. No entanto, as captações de água são usos consuntivos, enquanto os lançamentos são usos não-consuntivos. As demandas para captação são expressas em uma vazão demandada (em unidades de m<sup>3</sup>/h ou L/s, usualmente), enquanto os lançamentos são expressos em cargas poluentes (kg/dia ou toneladas/ano, resultantes do produto da vazão de lançamento pela concentração de determinado parâmetro de qualidade presente no efluente).

Para contornar este problema, e comparar demandas quantitativas e qualitativas na mesma unidade de medida, a ANA adota o conceito de vazão de diluição, ou seja, a vazão necessária para diluir um poluente até a sua concentração permitida (concentração correspondente à classe em que o manancial está enquadrado). Este conceito foi proposto por Kelman (1997), e é baseado na equação de mistura, contendo uma formulação muito simples.

$$Q_{dil} = Q_{ef} \cdot \frac{(C_{ef} - C_{perm})}{(C_{perm} - C_{nat})}$$

Onde  $Q_{ef}$  é a vazão do efluente,  $C_{ef}$  é a concentração do poluente,  $C_{perm}$  é a concentração permitida e  $C_{nat}$  é a concentração natural do poluente no manancial.

O parâmetro de maior incerteza na equação acima é o termo de concentração natural do poluente no manancial. Por exemplo, na falta de estudos mais abrangentes para estimativa da concentração natural de DBO, a ANA tem adotado o valor de 1mg/L.

A vazão da qual o usuário efetivamente se apodera para diluição de efluentes é denominada vazão indisponível, e corresponde à soma da vazão de diluição com a vazão de lançamento. Esta é a vazão que é comparada com a disponibilidade hídrica, demais demandas consuntivas e demais vazões indisponibilizadas do mesmo parâmetro de qualidade. Diferentemente das captações, que retiram uma demanda que se acumula integralmente nos trechos a jusante do manancial, as vazões indisponibilizadas por lançamentos de efluentes tornam-se progressivamente menores, ficando novamente disponíveis para novos usuários. Isto ocorre devido ao fenômeno da autodepuração.

Cabe ressaltar que esta afirmação só é válida para lançamentos de poluentes não-conservativos, em que algum decaimento é esperado, notadamente a DBO, que é o parâmetro mais presente e mais importante atualmente no país, pois está bastante relacionado com o lançamento de esgotos domésticos. Não é válida, portanto, para poluentes como metais pesados. Já para nutrientes, como nitrogênio e fósforo, a ANA ainda está estudando a melhor forma de atribuir algum decaimento, uma vez que é sabido que a concentração destes costuma diminuir por sedimentação e aumento da produtividade primária. Porém, estes processos ainda são difíceis de representar de forma ágil, como requerido pelo gerenciamento de recursos hídricos.

Por fim, cabe ressaltar a forte vinculação que o conceito de vazão de diluição cria entre os instrumentos da outorga e do enquadramento. Como mencionado, a concentração correspondente à classe de enquadramento é um parâmetro para o cálculo da vazão de diluição. Desta forma, ao limitar que a vazão indisponível não supere a vazão remanescente, sendo esta a vazão de referência subtraída das vazões outorgadas para usos consuntivos, garante-se que o enquadramento não seja desrespeitado, conforme estabelecido na Lei nº 9433/1997.

Destaca-se, ainda, a Resolução CNRH no 140, de 21 de março de 2012, que estabelece critérios gerais para a outorga de lançamento de efluentes com fins de diluição em corpos de água superficiais. Essa Resolução está em acordo os mesmos conceitos e entendimentos citados anteriormente.

### *Aplicação na bacia do rio Formate / Marinho*

A fim de testar a metodologia utilizada pela ANA em relação à outorga de lançamento de efluentes, foi feita uma análise do trecho correspondente ao rio Formate e Marinho, o qual é caracterizado por uma elevada concentração de cargas poluidoras (Figura 7.3.1). A Quadro 7.3.1 apresenta as características dos trechos, incluindo a relação dos usuários de retiradas e lançamentos de efluentes. Aplicou-se a equação apresentada no item anterior referente ao conceito de vazão de diluição, considerando o limite da classe 3 como o limiar da concentração permitida.

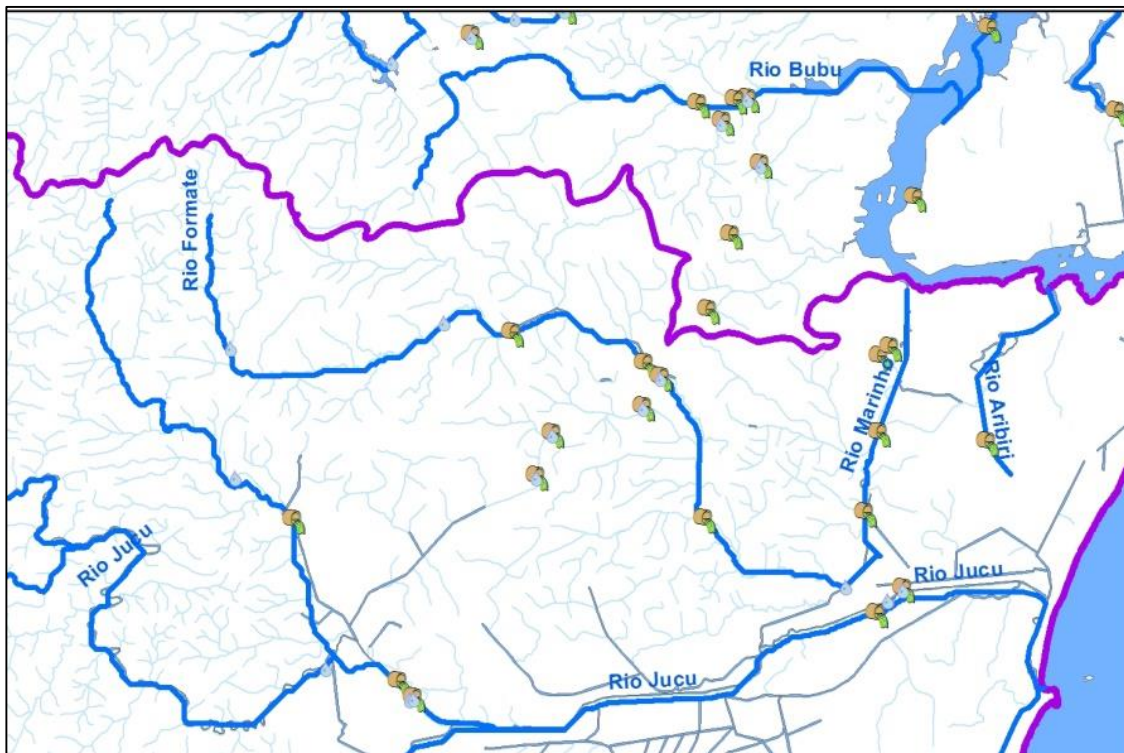


Figura 7.3.1 - Bacia do rio Formate / Marinho



Quadro 7.3.1 - Relação das características dos trechos formadores do rio Formate/Marinho, incluindo as vazões de retiradas e as vazões indisponíveis para diluição.

| Trecho | Q90 (m³/s) | Q95 (m³/s) | Comprimento (km) | Demanda acumulada (m³/s) |           |          |           |       | Dados efluentes |                  |                          |                                     |
|--------|------------|------------|------------------|--------------------------|-----------|----------|-----------|-------|-----------------|------------------|--------------------------|-------------------------------------|
|        |            |            |                  | Abastecimento            | Indústria | Pecuária | Irrigação | Total | Efluente (m³/s) | Conc. DBO (mg/L) | Vazão de diluição (m³/s) | Vazão indisponível acumulada (m³/s) |
| 1      | 0,032      | 0,024      | 3,90             | 0,000                    | 0,000     | 0,000    | 0,000     | 0,001 | 0,000           | 0,000            | 0,000                    | 0,000                               |
| 2      | 0,146      | 0,109      | 7,59             | 0,025                    | 0,060     | 0,007    | 0,001     | 0,093 | 0,000           | 0,000            | 0,000                    | 0,000                               |
| 3      | 0,196      | 0,146      | 1,25             | 0,025                    | 0,060     | 0,014    | 0,001     | 0,100 | 0,038           | 227,500          | 0,914                    | 0,952                               |
| 4      | 0,220      | 0,165      | 1,61             | 0,025                    | 0,060     | 0,014    | 0,002     | 0,101 | 0,000           | 0,000            | 0,000                    | 0,952                               |
| 5      | 0,301      | 0,225      | 1,88             | 0,025                    | 0,060     | 0,017    | 0,003     | 0,105 | 0,000           | 0,000            | 0,000                    | 0,952                               |
| 6      | 0,339      | 0,254      | 5,27             | 0,025                    | 0,074     | 0,018    | 0,003     | 0,121 | 0,092           | 152,682          | 1,456                    | 2,500                               |
| 7      | 0,472      | 0,354      | 5,86             | 0,025                    | 0,091     | 0,019    | 0,007     | 0,141 | 0,037           | 125,930          | 0,478                    | 3,015                               |
| 8      | 0,556      | 0,416      | 2,14             | 0,025                    | 0,093     | 0,019    | 0,007     | 0,144 | 0,297           | 169,700          | 5,274                    | 8,586                               |
| 9      | 0,613      | 0,460      | 2,94             | 0,025                    | 0,093     | 0,019    | 0,007     | 0,144 | 0,399           | 129,420          | 5,294                    | 14,279                              |
| 10     | 0,650      | 0,4874     | 1,83             | 0,025                    | 0,093     | 0,019    | 0,007     | 0,144 | 0,000           | 0,000            | 0,000                    | 14,279                              |

---

### Conclusões

O conceito de vazão de diluição apresentado por Kelman (1997) permite colocar as retiradas e os lançamentos numa mesma unidade de medida, sendo útil para comparação entre os dois tipos de usos.

Observa-se que considerando os valores acumulados de retiradas e vazão indisponível, os usos consuntivos tornam-se insignificantes perante a grande quantidade de carga lançada no trecho, de forma que mesmo se não houvesse nenhuma retirada no trecho a situação crítica de falta de água para diluição de efluentes se repetiria.

Esse comportamento pode ser observado também na sub-bacia do rio Bubu, situada na Região Hidrográfica do rio Santa Maria da Vitória.

## 8. REFERÊNCIAS

ANA. Manual de procedimentos técnicos e administrativos de outorga de direito de uso de recursos hídricos. Agência Nacional de Águas – ANA. Brasília, p. 237. 2013.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, que dispõe sobre o enquadramento de corpos hídricos em classes de uso.

CASAMATA, HENRIQUE. O caminho das águas. Jornal A Gazeta. Vitória, Abril de 2014.

CHAPRA, S. C. Surface water-quality modeling. New York: McGraw-Hill. 1997.

CPRM- Domínios e Subdomínios Hidrogeológicos do Brasil. 2008. Escala de 1:2.500.000. CD-ROM.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil (2012). Ação emergencial para reconhecimento às de alto e muito alto risco a inundação e movimentos de massa. Disponível em: SISTEMA GEOBASES/ES - Áreas de Risco. <http://www.geobases.es.gov.br/publico/AcessoNavegador.aspx?id=190&nome=DEFE SA%20CIVIL%20-%20C3%81REAS%20DE%20RISCO>.

COLLISCHONN, W. Simulação Hidrológica de Grandes Bacias. 2001. 194f. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. Instituto de Pesquisas Hidráulicas. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 194 p.

CSMJ - CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL DAS BACIAS DOS RIOS SANTA MARIA DA VITÓRIA E JUCU. Diagnóstico e Plano Diretor das Bacias dos Rios Santa Maria da Vitória e Jucu, 1997.

Defesa Civil-ES (2010). Histórico de desastres do Estado do Espírito Santo 2000-2009. Disponível em [http://www.defesacivil.es.gov.br/files/pdf/historico\\_de\\_desastres.pdf](http://www.defesacivil.es.gov.br/files/pdf/historico_de_desastres.pdf). Acessado em novembro de 2013.

INSTITUTO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS- IEMA. Atlas de Vulnerabilidade às inundações do Estado do Espírito Santo. 2013.

INSTITUTO JONES DOS SANTOS NEVES (IJSN). Secretaria de Estado de Economia e Planejamento do ES. Mapa de Uso do Solo. 2010.

Instituto Jones dos Santos Neves (IJSN). Espírito Santo: instituições, desenvolvimento e inclusão social. Vitória, ES, 2010a. Disponível em: [http://www.ijsn.es.gov.br/Sitio/index.php?option=com\\_content&view=article&id=835:es-pirito-santo-instituicoes-desenvolvimento-e-inclusao-social&catid=23&Itemid=202](http://www.ijsn.es.gov.br/Sitio/index.php?option=com_content&view=article&id=835:es-pirito-santo-instituicoes-desenvolvimento-e-inclusao-social&catid=23&Itemid=202) Acessado em dezembro de 2014.

IJSN. Banco de Dados Municipais do Instituto Jones dos Santos Neves. Disponível em: <http://www.ijsn.es.gov.br/Estatisticas/Consulta/> Acessado em: 10 de novembro de 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Manual técnico de Uso da Terra. Rio de Janeiro: IBGE, 2013.

LARENTIS (2004). Modelagem Matemática da Qualidade da Água em Grandes Bacias: Sistema Taquari Antas-RS. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. Instituto de Pesquisas Hidráulicas. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

MAIDMENT D. R. Arc Hydro: GIS for Water Resources. Redlands, USA: ESRI Press. 2002.

KAYSER, R. H. B. Sistema de Suporte à Decisão para gerenciamento de recursos hídricos integrado a um SIG: desenvolvimento e aplicação na Bacia do Rio dos Sinos. 2011. 123 f. Trabalho de conclusão de curso. (Graduação em Engenharia Ambiental) – Instituto de Pesquisas Hidráulicas. Escola de Engenharia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

KAYSER, R. H. B.; COLLISCHONN, W. Integrando Sistema de Suporte à Decisão para Gerenciamento de Recursos Hídricos a um SIG de Código Aberto. In: XX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 2013, Bento Gonçalves. Anais do XX SBSR. Porto Alegre: ABRH, 2013.

KELMAN, J. Gerenciamento de recursos hídricos: parte 1: outorga. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 12. Vitória: ABRH, 16-20, Nov.1997. Anais...p.123-128.

PPA/ES (2011-2014). Plano Estratégico do Estado do Espírito Santo - 2011-2014, Novos Caminhos, 2011, p. 61. Disponível em [http://www.planejamento.es.gov.br/Arquivos/PDF/plano\\_estrateg2011\\_2014.pdf](http://www.planejamento.es.gov.br/Arquivos/PDF/plano_estrateg2011_2014.pdf) em maio de 2014.

SALDANHA (2007). Análise da influência do rio Santa Maria da Vitória na baía de vitória, através da modelagem computacional: uma contribuição ao processo de enquadramento. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. Universidade Federal do Espírito Santo.

TUCCI, C.E.M. Modelos Hidrológicos. Editora da Universidade: UFRGS, Porto Alegre, 1ª Edição.1998.

Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). 2008. Enquadramento de corpos d'água como instrumento de planejamento para o desenvolvimento sustentável regional Projeto Des-Água. Chamada Pública MCT/FINEP/CT-HIDRO-GRH – 01/2004. Relatório Final, 153 p. Disponível em:

VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Minas Gerais, 1º Edição, 1996.