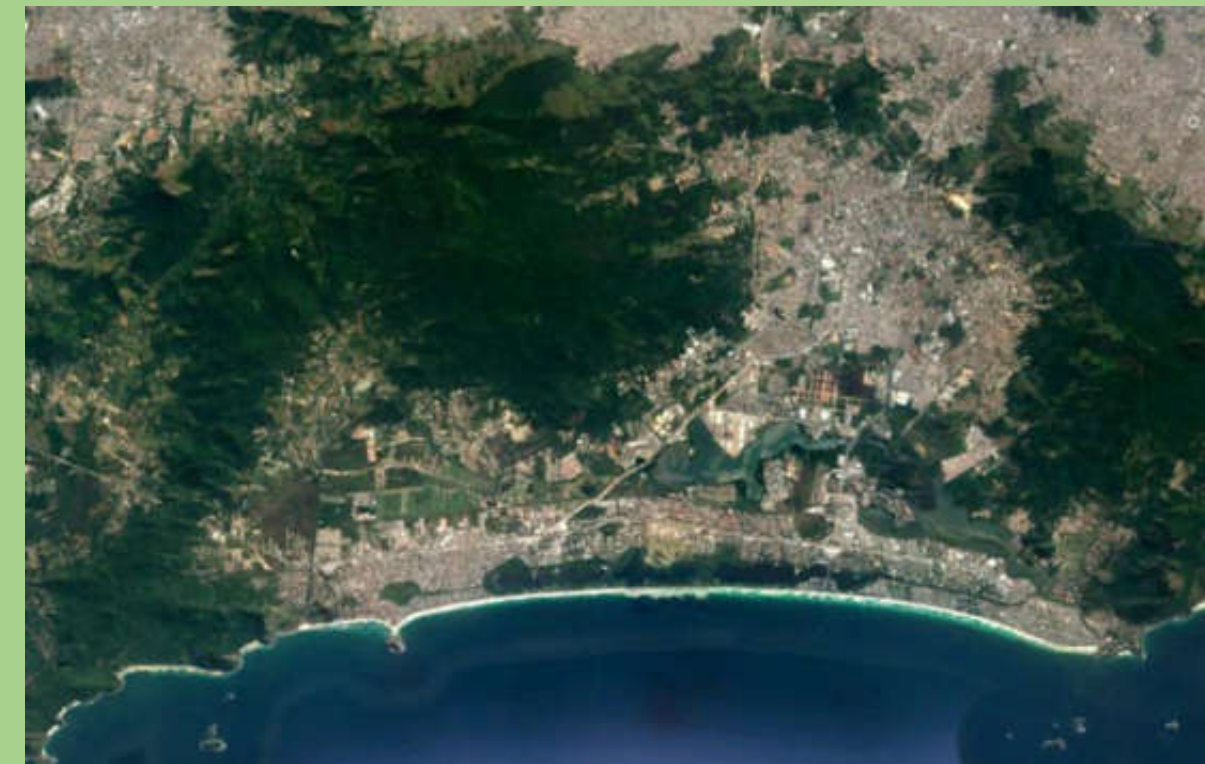


Análise da viabilidade técnica e econômica da implantação de estruturas de captação de esgotos sanitários em tempo seco (CTS) e de tratamento de deflúvios poluídos (UTR) no âmbito da Área de Planejamento 4 da Cidade do Rio de Janeiro

RELATÓRIO TÉCNICO



RELATÓRIO FINAL DO ESTUDO DE ENGENHARIA
Emitido em 24/07/2018 – Versão 0

Sumário

1. O sistema de esgotamento sanitário do tipo separador absoluto	10
2. O emprego de CTS em sistemas de esgotamento sanitário do tipo separador absoluto	12
3. Estrutura da CTS: concepção, projeto e operação.	14
3.1. Elementos componentes	14
3.2. Regime de funcionamento	15
3.3. Classificação da CTS quanto ao local da intervenção	16
3.3.1. CTS GAP	16
3.3.2. CTS Calha Fluvial	17
3.4. Classificação quanto ao modelo hidráulico da CTS - anteparo e soleira ou descarga de fundo.....	17
3.5. Dimensionamento hidráulico da CTS.....	19
3.5.1. Vazões de dimensionamento	19
3.5.2. Critérios de projeto	20
a) CTS GAP.....	20
3.6. Concepção da CTS.....	20
3.6.1. Quanto a estratégia de localização da CTS	20
3.6.2. Quanto ao escoamento hidráulico da interligação entre a CTS e o sistema de esgotamento sanitário.....	20
3.7. Impactos positivos da solução CTS.....	21
3.8. Impactos negativos da solução CTS.....	21
3.8.1. Sobre a GAP a montante.....	21
a) Tensão trativa.....	21
b) Odor	22
c) Corrosão	22
d) Vetores	22
e) Comprometimento hidráulico.....	22
3.8.2. Sobre a calha fluvial a montante.....	22
3.8.3. Sobre o SES convencional a jusante: coleta, transporte e tratamento.....	22
a) Sobrecarga hidráulica	22
b) Resíduos sólidos urbanos.....	23
c) Sedimentos	24
3.8.4. Sobre o corpo d’água receptor	27
a) Efetividade da estrutura CTS: Cargas de poluentes não evitadas sobre os corpos d’água jusante.....	27
b) Filosofia e tecnologia de controle de extravasamentos aplicadas ao sistema unitário.....	27
3.8.5. Impactos ao ambiente circunvizinho	28
3.9. Quanto ao traçado do interceptor.....	28
3.10. Qualidade do projeto/obra de engenharia	29
3.11. Requisitos de operação e manutenção da estrutura CTS	29
3.12. Prestação dos serviços de esgotamento sanitário utilizando CTS	29
3.13. Custos – CAPEX e OPEX	30
3.14. Prestação dos serviços de esgotamento sanitário em aglomerados subnormais	30
4. Caracterização dos aglomerados subnormais: localização, demografia, vazões de esgotos sanitários e cargas brutas de poluição – Representação em planta.....	30
5. Caracterização das sub-bacias hidrográfica: aglomerados subnormais, vazões de esgotos sanitários e cargas brutas de poluição - Representação unifilar	31
6. Proposta de localização das estruturas de CTS em galerias de águas pluviais (CTS GAP) – Metodologia e Resultados 53	
7. Proposta de localização das estruturas de CTS em córregos, canais e riachos (CTS Calha Fluvial) – Metodologia e Resultados.....	54
8. Proposta de localização dos pontos de recepção das vazões de tempo seco no sistema de esgotamento sanitário – Metodologia e Resultados	54
9. Definição da interligação hidráulica entre as estruturas de CTS e o sistema de esgotamento sanitário – Metodologia e Resultados.....	54
10. Efetividade do emprego de CTS em função do regime de chuvas da região da AP-4.....	59
10.1. Modelagem hidrológica e ferramentas de suporte à decisão	59
10.2. Geração de série sintética de precipitação pluviométrica.....	59
10.3. Modelo de Simulação Autodesk® Storm and Sanitary Analysis.....	60
10.4. Tempo de concentração	62
10.5. Distribuição temporal das precipitações	62
10.6. Resultados da aplicação do modelo de cálculo da efetividade das CTS	62

11.	Custos de capital (CAPEX).....	85
12.	Custos de operação e manutenção (OPEX)	86
13.	Consolidação dos resultados.....	87
14.	Tecnologia de tratamento de águas superficiais poluídas in situ – remediação físico-química e biológica.....	96
14.1.	Princípios da tecnologia de flotação por ar dissolvido	97
14.2.	Tecnologia FLOTFLUX® - DT Engenharia	98
14.2.1.	Arranjo geral	98
14.2.2.	Tratamento Preliminar	99
14.2.3.	Coagulação e Floculação.....	99
14.2.4.	Flotação por Ar Dissolvido - FAD.....	99
14.3.	Desempenho da tecnologia FLOTFLUX®.....	100
14.3.1.	Avaliação das UTR da cidade do Rio de Janeiro	101
a)	Avaliação de Desempenho das UTRs.....	101
b)	Avaliação Operacional das UTRs.....	104
c)	Avaliação da Qualidade Ambiental	105
14.4.	Proposta de localização das estruturas de UTR – Metodologia e Resultado.....	106
15.	Referências bibliográficas	115

Lista de Figuras

Figura 1:	Sistema de esgotamento sanitário do tipo separador absoluto.....	10
Figura 2:	Sistemas de esgotamento sanitário do tipo unitário e separador absoluto.....	11
Figura 3:	Estrutura de extravasamento dos sistemas unitários (combined sewer overflow).....	12
Figura 4:	Ligação clandestina de esgotos sanitários em galeria de águas pluviais e equipamento robótico de inspeção..	13
Figura 5:	Estação elevatória de esgotos sanitários e detalhe do extravasor	13
Figura 6:	Ocupação desordenada e padrões construtivos típicos de aglomerados subnormais	14
Figura 7:	CTS GAP com descarga de fundo e interligação por conjunto elevatório de bombeamento e recalque.....	15
Figura 8:	Esquema de funcionamento da estrutura de CTS nos períodos de tempo seco e chuvoso	15
Figura 9:	CTS GAP	16
Figura 10:	CTS Calha Fluvial.....	16

Figura 11:	Dispositivo de bloqueio tipo de válvula de retenção de portinhola única (flap) em uma CTS GAP.....	17
Figura 12:	CTS Calha Fluvial dotada de comporta de bloqueio de contrafluxo	17
Figura 13:	CTS GAP – anteparo e vertedor de soleira junto ao fundo.....	18
Figura 14:	CTS GAP - estrutura de rebaixamento e descarga de fundo	18
Figura 15:	CTS Calha Fluvial - comporta de bloqueio.....	19
Figura 16:	CTS Calha Fluvial -- estrutura de rebaixamento e descarga de fundo	19
Figura 17:	CTS GAP com descarga de fundo e interligação gravitária.....	21
Figura 18:	CTS Calha Fluvial com descarga de fundo e interligação por bombeamento e recalque.....	21
Figura 19:	Estrutura de CTS localizada no canal Ari Parreiras – Águas de Niterói	25
Figura 20:	Acumulação de areia no poço de sucção e na voluta do equipamento de bombeamento	25
Figura 21:	Formatos geométricos sugeridos para os poços de sucção - Fonte: BLACK & VEATCH (2010).....	26
Figura 22:	Efeitos de abrasão sobre peças de equipamentos de bombeamento	27
Figura 23:	Modelo HYDROVEX® FluidSep Vortex Separator - John Meunier Co. (Canadá)	28
Figura 24:	Modelo CDS Hydrodynamic Separation – Contech® Engineered Solutions (Canadá).....	28
Figura 25:	Interceptores de esgotos no interior de calhas de cursos d’água.....	29
Figura 26:	Ocupação desordenada e padrões construtivos típicos de aglomerados subnormais	30
Figura 27:	Localização e distribuição dos 201 aglomerados subnormais da região da AP-4 entre as 12 sub-bacias de drenagem.....	32
Figura 28:	Diagramas de representação unifilar das contribuições de vazões de esgotos e cargas de poluentes provenientes das 194 aglomerações subnormais objeto do estudo - Bacia Restinga da Barra	43
Figura 29:	Diagramas de representação unifilar das contribuições de vazões de esgotos e cargas de poluentes provenientes das 194 aglomerações subnormais objeto do estudo – Bacia Zona dos Canais (para o Canal de Sernambetiba e o mar)	
44		
Figura 30:	Diagramas de representação unifilar das contribuições de vazões de esgotos e cargas de poluentes provenientes das 194 aglomerações subnormais objeto do estudo – Bacia Arroio Fundo.....	45
Figura 31:	Diagramas de representação unifilar das contribuições de vazões de esgotos e cargas de poluentes provenientes das 194 aglomerações subnormais objeto do estudo – Bacia do Rio Cachoeira.....	46
Figura 32:	Diagramas de representação unifilar das contribuições de vazões de esgotos e cargas de poluentes provenientes da 194 aglomerações subnormais objeto do estudo – Bacia dos Rios Camorim e Caçambé	47
Figura 33:	Diagramas de representação unifilar das contribuições de vazões de esgotos e cargas de poluentes provenientes das 194 aglomerações subnormais objeto do estudo – Bacia do Rio da Barra	47

Figura 34: Diagramas de representação unifilar das contribuições de vazões de esgotos e cargas de poluentes provenientes das 194 aglomerações subnormais objeto do estudo – Bacia do Rio das Pedras	48
Figura 35: Diagramas de representação unifilar das contribuições de vazões de esgotos e cargas de poluentes provenientes das 194 aglomerações subnormais objeto do estudo – Bacia do Rio do Anil.....	49
Figura 36: Diagramas de representação unifilar das contribuições de vazões de esgotos e cargas de poluentes provenientes das 194 aglomerações subnormais objeto do estudo – Bacia do Rio dos Passarinhos.....	50
Figura 37: Diagramas de representação unifilar das contribuições de vazões de esgotos e cargas de poluentes provenientes das 194 aglomerações subnormais objeto do estudo – Bacia do Rio Muzema.....	50
Figura 38: Diagramas de representação unifilar das contribuições de vazões de esgotos e cargas de poluentes provenientes das 194 aglomerações subnormais objeto do estudo – Bacia do Rio Guerengué	51
Figura 39: Diagramas de representação unifilar das contribuições de vazões de esgotos e cargas de poluentes provenientes das 194 aglomerações subnormais objeto do estudo – Bacia do Rio Marinho.....	52
Figura 40: Definição das áreas de contribuição das microbacias de drenagem no limite de cada aglomerado subnormal com emprego de ferramenta FlowDirection-Arcgis.....	53
Figura 41: Pontos de localização inicialmente sugeridos e aqueles posteriormente definidos para a implantação de CTS na infraestrutura do sistema de microdrenagem pluvial (CTS-GAP)	56
Figura 42: Pontos de localização sugeridos para a implantação de CTS em córregos, canais, riachos e pequenos cursos d'água superficiais (CTS Calha Fluvial).....	57
Figura 43: Pontos de localização inicialmente sugeridos e aqueles posteriormente definidos como ideais para a recepção das vazões em tempo seco.....	58
Figura 44 Médias de precipitações diárias - históricas observadas e simuladas pela série sintética CLIMABR.....	60
Figura 45: Quantidade de dias chuvosos - históricos observados e simulados pela série sintética CLIMABR.....	60
Figura 46: Autodesk® Storm and Sanitary Analysis: Ambiente de entrada - estrutura hidráulica CTS-GAP	61
Figura 47: Autodesk® Storm and Sanitary Analysis: Ambiente de entrada - estrutura hidráulica CTS-Calha Fluvial.....	61
Figura 48: Autodesk® Storm and Sanitary Analysis: Ambiente de saída – vazão interceptada	61
Figura 49: Autodesk® Storm and Sanitary Analysis: Ambiente de saída – vazão extravasada.....	61
Figura 50: Autodesk® Storm and Sanitary Analysis: Ambiente de saída – DBO parcela extravasada	61
Figura 51: Autodesk® Storm and Sanitary Analysis: Ambiente de saída – P parcela extravasada	62
Figura 52: Distribuição temporal de precipitações – modelo FDOT para duração de 4 horas	62
Figura 53: Diagramas de representação unifilar das contribuições de vazões de esgotos e cargas de poluentes provenientes das 194 aglomerações subnormais objeto do estudo - Bacia Restinga da Barra.....	64

Figura 54: Diagramas de representação unifilar das contribuições de vazões de esgotos e cargas de poluentes provenientes das 194 aglomerações subnormais objeto do estudo – Bacia Arroio Fundo.....	65
Figura 55: Diagramas de representação unifilar das contribuições de vazões de esgotos e cargas de poluentes provenientes das 194 aglomerações subnormais objeto do estudo – Bacia do Rio Cachoeira.....	66
Figura 56: Diagramas de representação unifilar das contribuições de vazões de esgotos e cargas de poluentes provenientes da 194 aglomerações subnormais objeto do estudo – Bacia dos Rios Camorim e Caçambé	67
Figura 57: Diagramas de representação unifilar das contribuições de vazões de esgotos e cargas de poluentes provenientes das 194 aglomerações subnormais objeto do estudo – Bacia do Rio da Barra	67
Figura 58: Diagramas de representação unifilar das contribuições de vazões de esgotos e cargas de poluentes provenientes das 194 aglomerações subnormais objeto do estudo – Bacia do Rio das Pedras	68
Figura 59: Diagramas de representação unifilar das contribuições de vazões de esgotos e cargas de poluentes provenientes das 194 aglomerações subnormais objeto do estudo – Bacia do Rio do Anil.....	69
Figura 60: Diagramas de representação unifilar das contribuições de vazões de esgotos e cargas de poluentes provenientes das 194 aglomerações subnormais objeto do estudo – Bacia do Rio dos Passarinhos	70
Figura 61: Diagramas de representação unifilar das contribuições de vazões de esgotos e cargas de poluentes provenientes das 194 aglomerações subnormais objeto do estudo – Bacia do Rio Muzema.....	70
Figura 62: Diagramas de representação unifilar das contribuições de vazões de esgotos e cargas de poluentes provenientes das 194 aglomerações subnormais objeto do estudo – Bacia do Rio Guerengué.....	71
Figura 63: Diagramas de representação unifilar das contribuições de vazões de esgotos e cargas de poluentes provenientes das 194 aglomerações subnormais objeto do estudo – Bacia do Rio Marinho.....	72
Figura 64: Esquema simplificado de um sistema de flotação por ar dissolvido - FAD (Fonte: METCALF & EDDY, 2014)	98
Figura 65: Esquema simplificado de um sistema de flotação por ar disperso (Fonte: METCALF & EDDY, 2014)	98
Figura 66: Fluxo operacional das unidades FLOTFLUX® nos (a) córregos Ressaca e Sarandi/MG e; (b) das estações do rio Pinheiros/SP. Fonte: FCTH.....	99
Figura 67: Unidades para adição de produtos químicos coagulantes e polímeros na (a) Coagulação - mistura rápida - e (b) Floculação – mistura lenta. Fonte: FCTH.....	99
Figura 68: Etapa de flotação da água floculada. caracterizada pela (a) Injeção de ar dissolvido. e (b) Remoção do lodo flotado. Fonte: FCTH.....	100
Figura 69: (a) Estatística descritiva e (b) Histograma temporal de qualidade afluenta e efluente da UTR Arroio Fundo	102
Figura 70: (a) Estatística descritiva e (b) Histograma temporal de qualidade afluenta e efluente da UTR Flamengo ...	102

Figura 71: (a) Estatística descritiva e (b) Histograma temporal de qualidade afluente e efluente da UTR São Conrado 103

Figura 72: Histograma temporal de remoção (%) de DBO, P-t e NH3 nas UTR (a) Arroio Fundo, (b) Flamengo e (c) São Conrado.....103

Figura 73: Produção de resíduos sólidos na UTR Arroio Fundo. (a) Histograma temporal e (b) Estatística descritiva 104

Figura 74: Histograma temporal de consumo de energia elétrica para as UTR (a) Arroio Fundo, (b) Flamengo, (c) São Conrado e (d) Guaratiba.104

Figura 75: Consumo de produtos químicos pelas UTRs do Rio de Janeiro no ano de 2017105

Figura 76: Localização espacial dos postos de monitoramento do INEA - FN090 e FN100.....105

Figura 77: Histograma temporal nos postos FN090 e FN100 (Arroio Fundo) para os parâmetros (a) DBO e (b) Fósforo total 106

Figura 78: Localização das UTR Rio das Pedras, Rio do Anil e Canal do Cortado propostas (observar condicionantes expressas no item 14.4).....108

Figura 79: Cópia do documento básico de engenharia para a implantação da UTR Rio das Pedras109

Figura 80: Cópia do documento de estimativa orçamentária (CAPEX) para a implantação da UTR Rio das Pedras ...110

Figura 81: Cópia do documento básico de engenharia para a implantação da UTR Rio do Anil.....111

Figura 82: Cópia do documento de estimativa orçamentária (CAPEX) para a implantação da UTR Rio do Anil.....112

Figura 83: Cópia do documento básico de engenharia para a implantação das UTR Canal do Cortado113

Figura 84: Cópia do documento de estimativa orçamentária (CAPEX) para a implantação da UTR Canal do Cortado (Rio Marinho).....114

Lista de Quadros

Quadro 1: Carga sólida para diferentes usos do solo urbano.....24

Quadro 2: Estimativa de material sólido na rede de drenagem de bacias urbanas brasileiras24

Quadro 3: Contribuição específica de material mineral às ETEs do município de Niterói.....24

Quadro 4: Tensão trativa requerida para arraste de partículas minerais.....25

Quadro 5: Dados e informações para a caracterização dos 194 aglomerados subnormais objeto do estudo (incluídas 4 aglomerações subnormais localizadas além dos limites da AP-4 mas nos limites da bacia de esgotamento sanitário, e excluídas outras 11, sendo 5 já dotadas de sistema convencional de esgotamento sanitário e outras 6 que contribuem para a bacia da Baía da Guanabara).....33

Quadro 6: Consolidação do conjunto de informações de interesse das CTS.....73

Quadro 7: Obras civis da estrutura central de interceptação tipo CTS-GAP, incluindo gradeamento e desarenação, obras civis e instalações elétricas da estação elevatória85

Quadro 8: Obras civis da estrutura central de interceptação tipo CTS-Calha Fluvial, incluindo gradeamento e desarenação, e obras civis e instalações elétricas da estação elevatória.....85

Quadro 9: Conjunto motor bomba85

Quadro 10: Coletor gravitário85

Quadro 11: Tubulação de recalque.....86

Quadro 12: Travessias86

Quadro 13: Custos de energia elétrica exercido pelas estações elevatórias86

Quadro 14: Informações requeridas pelo sistema orçamentário da CEDAE e que serviram de base para a consolidação da orçamentação dos custos de capital e de operação e manutenção de cada uma das 135 CTS:88

Quadro 15: Classificação da tecnologia de remediação in situ de águas superficiais urbanas.....96

Quadro 16: Parâmetros recomendados para projetos de sistemas de flotação por ar dissolvido – FAD 100

Quadro 17: Desempenho estimado para o sistema FLOTFLUX® 100

Quadro 18: Desempenho médio das EFRFs Pampulha/MG, Ibirapuera/SP e Aclimação/SP 100

Quadro 19: Dados médios de qualidade dos afluentes e efluentes das UTRs* do Rio de Janeiro – 2017 101

Quadro 20: Produção de resíduos nas UTRs planejadas para a região metropolitana do Rio de Janeiro 104

Quadro 21: Consumo de produtos químicos no ano de 2017 em cada uma das UTRs avaliadas 105

Quadro 22: Larguras das calhas fluviais..... 106

Quadro 23: Custo de Capital das UTR 107

- RESUMO EXECUTIVO -

O presente documento constitui o **RESUMO EXECUTIVO** do Relatório Final do Estudo de Engenharia “*Análise da viabilidade técnica e econômica da implantação de estruturas de captação de esgotos sanitários em tempo seco (CTS) e de tratamento de deflúvios poluídos (UTR) no âmbito da Área de Planejamento 4 da Cidade do Rio de Janeiro*”, objeto do contrato estabelecido entre a COMPANHIA ESTADUAL DE ÁGUAS E ESGOTOS (CEDAE) e a Fundação COPPETEC/UFRJ, por intermédio do Depto. de Recursos Hídricos e Meio Ambiente da Escola Politécnica da UFRJ.

Diferentemente do sistema unitário, o sistema de esgotamento sanitário do tipo separador absoluto encontra na hidrologia urbana e no regime típico de chuvas tropicais, as principais justificativas para a sua adoção no Brasil. Independentemente da tipologia adotada, sistemas de esgotamento sanitário constituem estruturas hidráulicas complexas e conferir plena eficácia aos mesmos sempre dependerá de diversas condicionantes. Embora falhas estruturais, operacionais e de manutenção possam comprometer a sua eficiência, tem-se, de forma geral, e especificamente para o caso da AP-4, os seguintes fatores como causas primárias do problema da poluição por esgotos sanitários: (i) a desintegração do tecido urbano formal e regular, causada pela expansão desordenada da cidade, principalmente caracterizada pela ocupação e pelo uso indevido do solo e pela construção generalizada de habitação em áreas irregulares e *non aedificandi*; e (ii) a implementação de políticas e estratégias públicas de desenvolvimento e expansão do tecido urbano formal, baseadas na horizontalização da cidade e na direção de áreas desprovidas de infraestrutura em geral, e em especial, de esgotamento sanitário.

O sistema de esgotamento sanitário da Barra da Tijuca e Baixada de Jacarepaguá tem o Emissário Submarino da Barra da Tijuca como elemento de disposição final dos esgotos sanitários. Um conjunto de estações elevatórias distribuídas pela extensão territorial da AP-4 promove a transposição dos esgotos sanitários entre as diversas bacias de esgotamento sanitário, permitindo que estes alcancem, conjuntamente, a estação elevatória principal da Barra da Tijuca (Elevatória Principal), e desta, a Estação de Tratamento de Esgotos da Barra da Tijuca (ETE Barra).

Este sistema não foge ao entendimento geral sobre a complexidade dos sistemas hidráulicos urbanos, o que resta agravado pelo fato da região da AP-4 abarcar 201 aglomerados subnormais (6 destes não contribuem para o mesmo sistema de esgotamento sanitário, porém para a bacia da Baía da Guanabara), indicador da ocupação e do uso desordenado e indevido do solo, assim como do desatendimento aos requisitos construtivos previstos pela legislação municipal para obras e edificações. Como consequência, em que pese a gradual e progressiva expansão do sistema convencional de esgotamento sanitário da região, é possível observar a veiculação de esgotos sanitários pelo sistema de drenagem pluvial local, acarretando o comprometimento ambiental de toda macrobacia hidrográfica.

A quase totalidade da bacia drenante da AP-4 contribui para o complexo lagunar da Baixada de Jacarepaguá e Barra da Tijuca, por intermédio de 11 sub-bacias hidrográficas, tendo como exutório final o canal da Joatinga e a ligação do mesmo com o mar. Somente uma pequena porção territorial do Recreio dos Bandeirantes (sub-bacia Zona dos Canais) tem como exutório final o Canal de Sernambetiba e a sua ligação com o mar.

Em sistemas do tipo separador absoluto, em que a veiculação dos esgotos sanitários e das águas pluviais ocorre através de condutos e malhas hidráulicas distintas, é usual o emprego de estruturas complementares de interceptação de esgotos sanitários indevidamente presentes no sistema de drenagem pluviais. Denominadas *captações em tempo seco* (CTS), possuem a finalidade de em tempo não chuvoso, dito tempo seco, interceptarem e propiciarem a transferência dos esgotos sanitários desde o sistema de drenagem pluvial e para o sistema de esgotos sanitários. De forma a contribuir para o planejamento de ações que visem auxiliar a reversão do quadro de comprometimento ambiental do sistema lagunar da Baixada de Jacarepaguá e Barra da Tijuca, o presente estudo objetiva promover a devida análise técnica e econômica da implantação de estruturas de CTS e de tratamento de deflúvios poluídos, denominadas *unidades de tratamento de rios* (UTR), no âmbito da Área de Planejamento 4 da Cidade do Rio de Janeiro (AP-4).

No sentido de minimizar a poluição dos corpos d'água superficiais locais, desde os mais a montante até os mais a jusante das sub-bacias hidrográficas, as seguintes premissas foram estabelecidas para proposição da implantação das estruturas CTS e de tratamento de deflúvios poluídos, incluindo a solução UTR.

1. Enfoque exclusivo sobre a contribuição de esgotos provenientes de aglomerações subnormais;
2. Apesar do reconhecimento da ocupação/uso do solo irregular e desordenado, não contemplar ações para a regularização e ordenamento, e concentrar-se sobre soluções para o controle da poluição;
3. Priorizar a implantação de estruturas de CTS em relação ao tratamento de deflúvios poluídos, incluindo a solução UTR;
4. Priorizar a implantação de estruturas do tipo CTS-GAP (em que a interceptação ocorre em galerias de águas pluviais do sistema de microdrenagem - GAP) em relação a implantação de estruturas do tipo CTS-Calha Fluvial (em que a interceptação ocorre na calha fluvial de cursos d'água superficiais locais);
5. Propor a implantação de estruturas do tipo CTS-Calha Fluvial nos casos em que não se dispuser do sistema de microdrenagem pluvial e, consequentemente, não se aplicar o emprego de CTS-GAP;
6. Independentemente da tipologia, aproximar a localização das CTS das fontes de poluição (aglomerados subnormais) cujos esgotos sanitários se pretende interceptar;
7. Propor solução para o tratamento de deflúvios poluídos por esgotos sanitários não interceptados por estruturas CTS-Calha Fluvial, e que sejam provenientes de aglomerações subnormais de grande porte, situadas preponderantemente na própria calha fluvial de cursos d'água com larguras superiores a 20 metros.
8. A proposição de solução de tratamento de deflúvios poluídos, incluindo a solução UTR, somente fará sentido a partir da inviabilidade de remoção da ocupação/uso do solo irregular e desordenado. Ainda assim, por se constituir em estratégia de remediação ambiental, de caráter controverso, e com base em tecnologia de inovação, deve-se garantir consistente e permanente padrão de excelência operacional e de manutenção.

Como resumo da análise técnica-econômica, o Quadro 1 seguinte indica as quantidades de CTS e UTR propostas para cada uma das sub-bacias hidrográficas do macrosistema de drenagem da Baixada de Jacarepaguá e Barra da Tijuca e seus respectivos custos de Capital. Custos anuais de operação e manutenção foram também calculados para o conjunto de CTS propostas.

Quadro 1: Quantidades de CTS e UTR propostas e respectivos custos de capital

Sub-bacia hidrográfica	CTS: Quantidade			UTR: Quantidade	
	CTS: Custo de Capital CAPEX (R\$) (05/18)			UTR: Custo de Capital CAPEX (R\$) (01/18)	
	CTS-GAP	CTS-Calha Fluvial	CTS-Total	UTR Proposição DT Engenharia	UTR Proposição COPPETEC/UFRJ
Restinga da Barra	12	1	13	-	
	9.655.949,67	545.022,12	10.200.971,80	-	
Arroio Fundo	39	17	56	Existente	Existente
	35.819.279,88	19.033.578,60	54.852.858,48		
Rio Cachoeira	2	7	9	-	-
	2.791.640,67	29.324.167,80	32.115.808,47	-	-
Camorim/Çaçambé	0	1	1	-	-
	-	1.411.386,35	1.411.386,35	-	-
Rio da Barra	1	0	1	-	-
	116.078,92	-	116.078,92	-	-
Rio das Pedras	2	1	3	1	1
	4.962.766,91	3.470.073,88	8.432.840,79	29.719.190,90	29.719.190,90
Rio do Anil	7	4	11	1	1
	2.036.357,62	1.455.081,46	3.491.439,08	50.153.327,40	50.153.327,40
Rio dos Passarinhos	1	2	3	1 Rio Pavuninha	-
	2.648.264,00	5.011.851,43	7.660.115,43	46.448.152,91	-
Rio Muzema	1	2	3	-	-
	2.207.135,35	2.018.578,19	4.225.713,55	-	-
Rio Guerengê	18	5	23	1 Arroio Pavuna	-
	5.284.070,86	4.731.934,40	10.016.005,26	49.410.184,69	-
Bacia do Rio Marinho	3	6	9	1	1
	2.788.186,33	12.750.559,12	15.538.745,45	46.448.152,91	46.448.152,91
Subtotal	86	46	132	5	3
	68.309.730,21	79.752.233,36	148.061.963,57	222.179.008,81	126.320.671,21
Elevatória Itanhangá	7.107.656,98			-	-
Total	155.169.620,55			-	126.320.671,21
	281.490.291,76				

O funcionamento hidráulico das CTS é regido pela declividade e pelo diâmetro da tubulação de interligação entre esta e o sistema convencional de esgotamento sanitário (cuja dimensão corresponde ao diâmetro do orifício da estrutura central de interceptação), que por sua vez define a vazão a ser admitida e efetivamente interceptada. Dimensionada somente com base no aporte da vazão de esgotos sanitários, a estrutura física da CTS admitirá, além desta vazão, o aporte adicional de águas pluviais até determinado limite, a partir do qual ocorrerá o extravasamento. Assim, em períodos chuvosos, em função do desempenho hidráulico da singularidade do orifício e da declividade e do diâmetro da tubulação de interligação é que a CTS mostrar-se-á mais ou menos efetiva no sentido da interceptação das vazões afluentes.

Por outro lado, a efetividade do emprego da solução de CTS não é somente dependente da intensidade, da duração e da frequência de eventos pluviométricos, mas também de características da própria bacia hidrográfica e da dinâmica de

propagação da vazão em períodos de chuva. Eventos frequentes de maior intensidade e duração, bem como dinâmicas mais intensas de propagação da vazão em períodos de chuva tornam a solução CTS menos efetiva.

Neste sentido, complementarmente, a análise técnica contempla a avaliação de desempenho das estruturas de CTS em função da maior ou menor quantidade de deflúvios interceptados no tempo, tanto sob a perspectiva da vazão como da carga poluidora. Sabe-se que em períodos chuvosos, em função da diluição que a vazão de água pluvial exerce sobre a vazão de esgotos sanitários, ocorre a redução da concentração de poluentes na parcela da vazão extravasada. Dependendo da concentração resultante desta mistura, pode-se obter um “Grau de Efetividade” limitado sob a perspectiva da vazão, mas não necessariamente sob a perspectiva da carga poluidora. A seguir, o Quadro 2 indica os resultados estatísticos do “Grau de Efetividade de Interceptação” alcançados para o conjunto de CTS propostas.

Quadro 2: “Grau de Efetividade de Interceptação” do conjunto de CTS propostas

Conjunto CTS Propostas	Grau de Efetividade de Interceptação (% ≥)	
	Vazão	Carga de DBO ou P
Percentil 10%	96	99
Percentil 25%	85	97
Percentil 50%	62	92
Percentil 75%	26	72
Percentil 90%	8	35
Média aritmética	56	80

Obs: Para esclarecimento do Quadro 2, por exemplo: 10% das CTS propostas apresentam “Graus de Efetividade de Interceptação” de Vazão e de Carga de DBO e P respectivamente iguais ou superiores a 96% e 99%; 50% das CTS propostas apresentam “Graus de Efetividade de Interceptação” de Vazão e da Carga de DBO e P respectivamente iguais ou superiores a 62% e 92%.

Considerações gerais

O presente documento constitui o Relatório Final do estudo de engenharia “Análise da viabilidade técnica e econômica da implantação de estruturas de captação de esgotos sanitários em tempo seco (CTS) e de tratamento de deflúvios poluídos (UTR) no âmbito da Área de Planejamento 4 da Cidade do Rio de Janeiro”, objeto do contrato estabelecido entre a COMPANHIA ESTADUAL DE ÁGUAS E ESGOTOS (CEDAE) e a Fundação COPPETEC/UFRJ, por intermédio do Depto. de Recursos Hídricos e Meio Ambiente da Escola Politécnica da UFRJ.

O estudo tem como objetivo a análise técnica e econômica da implantação de estruturas de captação de esgotos sanitários em tempo seco, doravante denominadas “captações em tempo seco” (CTS), e de tratamento de deflúvios poluídos, doravante denominadas “unidades de tratamento de rios” (UTR), no âmbito da Área de Planejamento 4 da Cidade do Rio de Janeiro (AP-4).

O sistema de esgotamento sanitário da Barra da Tijuca e Baixada de Jacarepaguá tem o Emissário Submarino da Barra da Tijuca como elemento de disposição final dos esgotos sanitários. Um conjunto de estações elevatórias distribuídas pela extensão territorial da AP-4 promove a transposição dos esgotos sanitários entre as diversas bacias de esgotamento sanitário, permitindo que estes alcancem, conjuntamente, a estação elevatória principal da Barra da Tijuca (Elevatória Principal), e desta, a Estação de Tratamento de Esgotos da Barra da Tijuca (ETE Barra).

Em que pese a gradual e progressiva expansão do sistema de esgotamento sanitário da região, é possível observar a veiculação de esgotos sanitários pelo sistema de drenagem pluvial local, acarretando o comprometimento ambiental da respectiva bacia hidrográfica. De forma geral, e especificamente para o caso da AP-4, tem-se os seguintes fatores como causas primárias do problema da poluição por esgotos sanitários:

- A desintegração do tecido urbano formal e regular, causada pela expansão desordenada da cidade, principalmente caracterizada pela ocupação e pelo uso indevido do solo e pela construção generalizada de habitação em áreas irregulares e *non aedificandi*;
- Implementação de políticas e estratégias públicas de desenvolvimento e expansão do tecido urbano formal, baseadas na horizontalização da cidade e na direção de áreas desprovidas de infraestrutura em geral, e em especial, de esgotamento sanitário.

São dois os tipos convencionais de sistemas coletivos de esgotamento sanitário: o sistema separador absoluto e o sistema unitário. O primeiro, adotado no Brasil, e de forma pioneira na cidade do Rio de Janeiro, encontra na hidrologia urbana e no regime típico de chuvas tropicais, as principais justificativas de sua utilização. Já o sistema do tipo unitário encontra razões de natureza principalmente históricas como justificativa para sua utilização em países de clima temperado. Independentemente da tipologia adotada, sistemas de esgotamento sanitário constituem estruturas hidráulicas complexas e conferir plena eficácia aos mesmos sempre dependerá de diversas condicionantes. Embora falhas estruturais, operacionais e de manutenção possam comprometer a sua eficiência, a ocupação e o uso desordenado e indevido do solo, assim como o desatendimento aos requisitos previstos na legislação municipal para obras e edificações, são fatores que prejudicam sensivelmente a obtenção da eficácia desejada para o sistema convencional de esgotamento sanitário.

De forma conceitual, os itens 1 e 2 do presente relatório esclarecem a distinção entre os sistemas do tipo separador absoluto e unitário, bem como as causas que usualmente comprometem a eficácia dos mesmos, e que, em última análise, justificam a adoção de estratégia e soluções complementares, alternativas e não ortodoxas, tais como as CTS e UTR, no sentido de garantir maior eficiência quanto ao controle da poluição por esgotos sanitários.

No caso dos sistemas do tipo separador, em que a veiculação dos esgotos sanitários e das águas pluviais ocorre através de condutos e malhas hidráulicas distintas, é usual o emprego de estruturas complementares de interceptação de esgotos sanitários indevidamente presentes no sistema de drenagem pluvial. Denominadas “captações em tempo seco”, mediante desenho e dimensionamento hidráulico próprios, estas estruturas possuem a finalidade de em tempo não chuvoso, dito tempo seco, interceptarem e propiciarem a transferência dos esgotos sanitários desde o sistema de drenagem pluvial e para o sistema de esgotos sanitários. De forma bastante ampla, o item 3 discute especificidades quanto aos diferentes tipos e modelos de CTS, bem como aspectos inerentes ao projeto, operação e manutenção destas unidades.

O sistema de esgotamento sanitário da Barra da Tijuca e Baixada de Jacarepaguá não foge ao entendimento geral sobre a complexidade dos sistemas hidráulicos urbanos, o que resta agravado pelo fato da região da AP-4 abarcar 201 aglomerados subnormais (6 destes não contribuem para o mesmo sistema de esgotamento sanitário, porém para a bacia da Baía da Guanabara), indicador da ocupação e do uso desordenado e indevido do solo, assim como do desatendimento aos requisitos construtivos previstos pela legislação municipal para obras e edificações.

A quase totalidade da bacia drenante da AP-4 contribui para o complexo lagunar da Baixada de Jacarepaguá e Barra da Tijuca, por intermédio de 11 sub-bacias hidrográficas, tendo como exutório final o canal da Joatinga e a ligação do mesmo com o mar. Somente uma pequena porção territorial do Recreio dos Bandeirantes (sub-bacia Zona dos Canais) tem como exutório final o Canal de Sernambetiba e a sua ligação com o mar. Os itens 4 e 5 do presente relatório descrevem e ilustram a distribuição dos então 201 aglomerados subnormais dentre as 12 sub-bacias de drenagem que compõem a bacia drenante da AP-4 para o mar, bem como indicam as respectivas vazões e cargas brutas de poluentes geradas por cada um deles e, conseqüentemente, potencialmente veiculadas pelos sistemas de drenagem pluvial.

De forma a contribuir para o planejamento de ações que visem auxiliar a reversão do quadro de comprometimento ambiental do sistema lagunar da Baixada de Jacarepaguá e Barra da Tijuca, o presente estudo objetiva promover a devida análise técnica e econômica da implantação de estruturas de CTS e/ou UTR no âmbito da Área de Planejamento 4 da Cidade do Rio de Janeiro (AP-4). A estratégia para a definição dos locais de implantação das estruturas de CTS e/ou UTR terá como principal referência e enfoque, a interceptação dos esgotos sanitários principalmente advindos das áreas onde se localizam os 201 aglomerados subnormais da região. Para tanto, o estudo contempla o desenvolvimento das seguintes atividades:

- Item 6: Proposta de localização das estruturas de CTS em galerias de águas pluviais (GAP) – Metodologia e Resultados;
- Item 7: Proposta de localização das estruturas de CTS em calhas fluviais (córregos, canais e rios) – Metodologia e Resultados;
- Item 8: Proposta de localização dos pontos de recepção das vazões de tempo seco no sistema de esgotamento sanitário – Metodologia e Resultados;

- Item 9: Definição da interligação hidráulica entre as estruturas de CTS e o sistema de esgotamento sanitário – Metodologia e Resultados.

O item 10 discute a efetividade temporal do emprego de CTS em função do regime de chuvas da região da AP-4, e para tanto contempla: a modelagem de série hidrológica sintética representativa; a aplicação de modelo chuva-vazão para as bacias de drenagem contribuintes a cada estrutura de CTS; o balanço hídrico no entorno de cada CTS; a definição de volumes de esgotos e massas de poluentes interceptados e extravasados de acordo com cada evento da série sintética; e por fim, a definição do grau de efetividade de cada CTS.

A avaliação técnica e econômica do emprego de CTS no âmbito da Área de Planejamento 4 da Cidade do Rio de Janeiro (AP-4) é finalizada com a estimativa dos custos de capital – CAPEX (Item 11) e dos custos de operação e manutenção – OPEX (Item 12). Todas as informações de interesse do estudo encontram-se finalmente reunidas no Item 13: Consolidação dos Resultados.

Fruto de inovação da engenharia nacional, a tecnologia de tratamento de deflúvios (águas fluviais) poluídos e contaminados por meio de processo de flotação por ar dissolvido, denominada Unidade de Tratamento de Rio (UTR) ou Estação de Flotação FLOTFLUX® - DT Engenharia, vem nos últimos anos sendo experimentada em projetos piloto e aplicada em projetos em escala real visando a melhoria da qualidade da água de cursos d'água superficiais de centros urbanos brasileiros.

A discussão sobre a tecnologia Flotação FLOTFLUX® - DT Engenharia e sua aplicabilidade para o caso da bacia drenante da Barra da Tijuca e Baixada de Jacarepaguá encontra-se reunida no Item 14 do presente relatório, e contempla a descrição dos princípios da tecnologia de flotação por ar dissolvido, a configuração da tecnologia Flotação FLOTFLUX® - DT Engenharia, as avaliações de desempenho e operacional e a efetividade ambiental de unidades existentes na cidade do Rio de Janeiro, e por fim, as indicações de locais em que a tecnologia possa ser potencialmente aplicada no contexto da bacia drenante da Barra da Tijuca e Baixada de Jacarepaguá.

No sentido de minimizar a poluição dos corpos d'água superficiais locais, desde os mais a montante até os mais a jusante das sub-bacias hidrográficas, as seguintes premissas foram estabelecidas para proposição da implantação das estruturas CTS e de tratamento de deflúvios poluídos, incluindo a solução UTR.

- Enfoque exclusivo sobre a contribuição de esgotos provenientes de aglomerações subnormais;
- Apesar do reconhecimento da ocupação/uso do solo irregular e desordenado, não contemplar ações para a regularização e ordenamento, e concentrar-se sobre soluções para o controle da poluição;
- Priorizar a implantação de estruturas de CTS em relação ao tratamento de deflúvios poluídos, e que inclui a solução UTR;
- Priorizar a implantação de estruturas do tipo CTS-GAP (em que a interceptação ocorre em galerias de águas pluviais do sistema de microdrenagem - GAP) em relação a implantação de estruturas do tipo CTS-Calha Fluvial (em que a interceptação ocorre na calha fluvial de cursos d'água superficiais locais);
- Propor a implantação de estruturas do tipo CTS-Calha Fluvial nos casos em que não se dispuser do sistema de microdrenagem pluvial e, conseqüentemente, não se aplicar o emprego de CTS-GAP;

- Independentemente da tipologia, aproximar a localização das CTS das fontes de poluição (aglomerados subnormais) cujos esgotos sanitários se pretende interceptar;
- Propor solução para o tratamento de deflúvios poluídos por esgotos sanitários não interceptados por estruturas CTS-Calha Fluvial, e que sejam provenientes de aglomerações subnormais de grande porte, situadas preponderantemente na própria calha fluvial de cursos d'água com larguras superiores a 20 metros.
- A proposição de solução de tratamento de deflúvios poluídos, incluindo a solução UTR, somente fará sentido a partir da inviabilidade de remoção da ocupação/uso do solo irregular e desordenado. Ainda assim, por se constituir em estratégia de remediação ambiental, de caráter controverso, e com base em tecnologia de inovação, deve-se garantir consistente e permanente padrão de excelência operacional e de manutenção.

1. O sistema de esgotamento sanitário do tipo separador absoluto

É consensual que o desenvolvimento econômico e social das cidades depende de adequada oferta de infraestrutura urbana e da eficaz prestação de serviços públicos coletivos, e neste contexto também se inserem a infraestrutura e os serviços de esgotamento sanitário.

A sempre recorrente discussão em torno dos temas relacionados à poluição e à contaminação de corpos d'água de maior interesse da RMRJ se deve, principalmente, em função dos graus de oferta e eficiência da infraestrutura urbana e de prestação dos serviços de esgotamento sanitário. Em todo o mundo, desde sempre, centros urbanos dotados de serviços universalizados de esgotamento sanitário, tendem a não transparecer a poluição dos corpos d'água superficiais locais e de interesse e a não comprometer o uso dos mesmos para as mais diferentes finalidades, assim como o contrário é verdadeiro: centros urbanos que ainda não alcançaram a universalização dos serviços de esgotamento sanitário poluem e contaminam os corpos d'água receptores e comprometem sobremaneira o uso dos mesmos.

Esta última é a realidade da grande maioria dos centros urbanos dos países de menor grau de desenvolvimento e que, por diferentes razões, possuem infraestrutura de saneamento ainda incipiente. De uma forma geral, esta também é a realidade do Brasil.

Para o contexto urbano, sistemas de esgotamento sanitário públicos e coletivos justificam-se técnica e economicamente a partir da densidade populacional de 50 habitantes por hectare. A difusão de soluções locais e individualizadas de tratamento de esgotos não se sustenta sob o ponto de vista operacional e de manutenção como estratégia de esgotamento sanitário de centros urbanos¹. Esta é a razão para que a infraestrutura das cidades contemple os elementos que atendam ao esgotamento sanitário de forma coletiva, garantindo o afastamento e o encaminhamento dos mesmos, de forma adequada, perene e sustentável para uma estação de tratamento.

Este modelo universal em que as cidades se baseiam, consiste em uma estrutura hidráulica e urbana constituída por (i) coletores públicos enterrados ao longo dos logradouros e aos quais são interligados os esgotos dos domicílios e demais edificações; (ii) pelas estações elevatórias e de bombeamento, as quais permitem a reunião dos esgotos gerados por diferentes bacias de esgotamento sanitário e a constituição de sistemas com maior área de maior abrangência; (iii) pelo elemento central de transporte dos esgotos então reunidos, no sentido da Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) – denominado coletor-tronco ou coletor principal; (iv) pela própria ETE que serve a todas as bacias de esgotamento sanitário que compõem aquele sistema de esgotamento sanitário; e finalmente, (v) pelo corpo hídrico que receberá, diluirá e assimilará o efluente final tratado na ETE. A Figura 1 ilustra os principais elementos que compõem um sistema convencional de esgotamento sanitário.

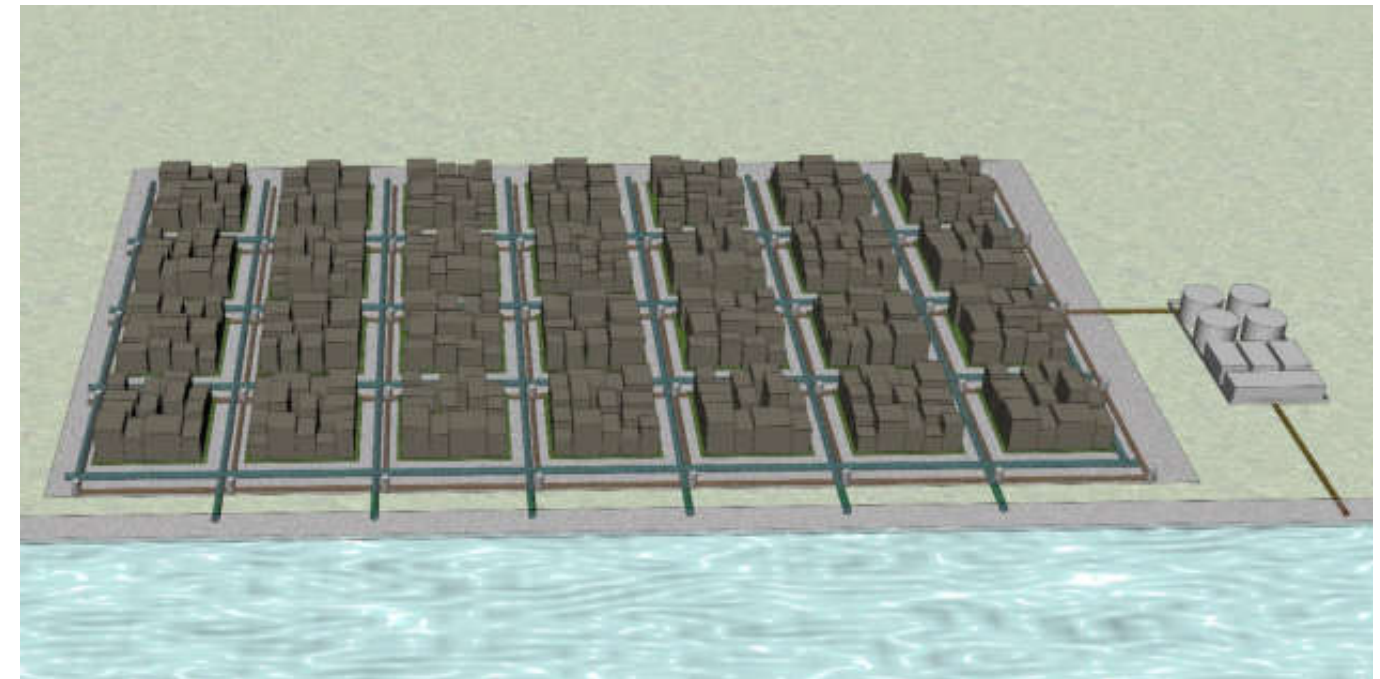


Figura 1: Sistema de esgotamento sanitário do tipo separador absoluto

Embora legítimo, o debate em torno dos temas relacionados aos esgotos sanitários e à poluição das águas mereceria melhor condução, se ao invés de centrado nos efeitos sobre a qualidade das águas dos corpos d'água receptores, o fosse sobre a eficiência e a eficácia da infraestrutura urbana de esgotamento sanitário. Em outras palavras, por exemplo, se ao invés de se debruçar sobre as concentrações de indicadores de contaminação fecal ou de oxigênio dissolvido que um corpo d'água A ou B apresente, mais produtivo seria a discussão se debruçar sobre a realidade da infraestrutura física e das condições de operação e manutenção dos serviços de esgotamento sanitário locais.

Esta proposta tem como justificativa o fato da Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ) ser somente parcialmente provida de infraestrutura urbana de esgotamento sanitário e que os efeitos e problemas socioeconômicos, assim como ambientais advindos de sua inexistência somente serão minimizados, revertidos e extintos, a partir de sua adequada provisão e funcionamento. Esta assertiva que pode parecer óbvia, possui intenção de ressaltar e inverter a lógica coloquial de entendimento da questão, de impor paradigma, e em última análise, de forma categórica, esclarecer o que na verdade não é óbvio: somente a existência e a melhor eficiência de funcionamento da infraestrutura convencional de esgotamento sanitário permitirá a hidrografia urbana da RMRJ alcançar melhor qualidade ambiental.

No sentido de ratificar este entendimento, excelente exemplo possui a própria cidade do Rio de Janeiro. A Zona Sul da cidade, em especial, é atendida por um sistema de esgotamento sanitário há muitos anos consolidado (sistema Zona Sul) e para o qual, de uma forma geral, a dedicação operacional e de manutenção regularmente empreendida é realizada de acordo com padrões mais elevados de prestação dos serviços. Como consequência, de efeito direto e facilmente perceptível, tem-se, em última análise, e também de uma forma geral, a garantia da qualidade ambiental desejada para os

¹ VOLSCHAN JR., I., JORDÃO, E.P., AMARAL, V.M., CUNHA, E.S.R. Effectiveness of Decentralized On-Site Wastewater Treatment and Diffuse Pollution Control in Rio de Janeiro – Brazil. In: 11th International Water Association Conference on Diffuse Pollution, 2007, Belo Horizonte.

corpos d'água de interesse, em especial para as praias de Copacabana, Ipanema e Leblon (quando não diretamente influenciadas pelas águas da Baía da Guanabara).

Sob essa perspectiva, afirma-se que toda e qualquer cidade não pode prescindir da infraestrutura convencional de esgotamento sanitário. Soluções complementares e não ortodoxas – tais como CTS e UTR – poderão se juntar ao que convencionalmente a engenharia sanitária, ambiental e urbana desde sempre oferece para a infraestrutura das cidades. No mundo atual, são enormes as oportunidades de aplicação de tecnologia e inovação dedicada ao ambiente urbano, e há muito o que oferecer para a maior eficiência e a plena eficácia dos sistemas de esgotamento sanitário. Entretanto, condutos hidráulicos enterrados com escoamento de superfície livre e que fazem uso da energia gravitacional são em todo o mundo, desde sempre, o elemento básico dos sistemas de esgotamento sanitário. Aliás, importante lembrar que o emprego do adjetivo “básico” ao substantivo “saneamento”, compoando a denominação “Saneamento Básico”, e que corresponde ao conjunto da infraestrutura sanitária urbana (que além do esgotamento sanitário, contempla o abastecimento de água, a drenagem pluvial e a coleta e destinação final adequada dos resíduos sólidos), sugere que a mesma infraestrutura seja basilar, elementar, fundamental, essencial, imprescindível e indispensável.

Neste contexto, cabe esclarecer que, também universalmente, são dois os tipos convencionais de sistemas de esgotamento sanitário – o sistema separador absoluto (*separate sewer system*) e o sistema unitário (*combined sewer system*). Como ilustra a Figura 2, do primeiro fazem parte as redes de galerias de águas pluviais (*storm sewer*) e de coletores de esgotos sanitários (*sanitary sewer*), enquanto do segundo somente faz parte uma única rede, denominada rede unitária e através da qual águas pluviais e esgotos sanitários são coletados conjuntamente (*combined sewer*).



Figura 2: Sistemas de esgotamento sanitário do tipo unitário e separador absoluto

A principal e maior justificativa para a distinção de aplicação dos dois tipos convencionais de sistemas de esgotamento sanitário – separador absoluto (*separate sewer system*) ou unitário (*combined sewer system*), se deve aos regimes de chuvas que caracterizam e distinguem os climas temperado e tropical.

Enquanto o clima temperado promove, frequentemente, precipitações de baixa intensidade pluviométrica, o clima tropical é sujeito a chuvas de muito elevada intensidade ainda que com frequência limitada ao período mais chuvoso. Assim, de imediato, ressalta-se as principais questões que em geral justificam o fato da engenharia sanitária, ambiental e urbana não recomendar, desde a 2ª metade do século IXX, a adoção de sistemas unitários em regiões de clima tropical:

- Caso o fossem, possuiriam elevadíssima capacidade hidráulica para coletar, transpor bacias e transportar os deflúvios decorrentes da combinação entre as vazões de chuva e de esgotos sanitários, até pelo menos os pontos estratégicos de extravasamento (*combined sewer overflow*);
- Em contrapartida, as galerias de águas pluviais do sistema separador absoluto ao drenarem os deflúvios decorrentes de suas próprias bacias contribuintes, independentemente uma das outras, apresentam, relativamente, capacidades hidráulicas muito inferiores, perfazendo um sistema de lançamento difuso, mais simples e imediato das águas pluviais, muito menos robusto e complexo do que consistiria um sistema unitário se aplicado para uma região de clima tropical;
- Outro fato reside no fenômeno de que a maior velocidade de escoamento hidráulico inibe a deposição de matéria sólida volátil, biodegradável, sujeita a decomposição anaeróbia e a geração de gases mau cheirosos (preponderantemente sulfeto de hidrogênio ou gás sulfídrico – H_2S). Considerando que a dimensão da estrutura hidráulica a ser requerida por um eventual sistema unitário para a drenagem de eventos de elevada intensidade pluviométrica, estaria submetida nos períodos de tempo seco, somente ao aporte da vazão de esgotos sanitários, entende-se que as velocidades de escoamento resultantes seriam aquém daquela necessária ao impedimento da deposição da matéria sólida volátil e biodegradável, o que levaria, consequentemente, ao contínuo assoreamento dos condutos e a geração de odores ruins; e
- Por fim, sendo infrequentes os eventos de elevada intensidade pluviométrica, é irracional supor adequado o emprego de solução de enorme capacidade hidráulica para escoamento das infrequentes grandes vazões de águas pluviais e para uso frequente das pequenas vazões de esgotos sanitários.

Curiosamente, por outro lado, não há razão principalmente técnica para a difusão e o maior emprego de sistemas unitários em regiões de clima temperado. Na verdade, a solução de drenagem combinada das águas de chuva e excretas surge 3.000 A.C como estratégia óbvia e racional, sendo historicamente mantida, e vigorosamente marcada pela famosa “Cloaca de Roma”, e posteriormente, pela implantação, a partir do século XIV, dos sistemas de esgotamento sanitário das principais cidades da Europa, e posteriormente, dos Estados Unidos da América.

Observa-se também que somente a partir da 2ª metade do XIX é que evoluem os estudos hidráulicos e hidrológicos, que anos mais tarde viriam tecnicamente sustentar a proposta de separar águas pluviais e esgotos sanitário, e, por conseguinte, a concepção do então sistema separador absoluto.

Como se insuficientes fossem as justificativas para o emprego do sistema separador absoluto em regiões de clima tropical, no sentido de contrariar, de forma contundente, a simplória alegação de que cidades do hemisfério norte e do mundo mais desenvolvido empregam o sistema unitário, e que por essa razão o hemisfério sul e menos desenvolvido deveria também fazê-lo, cabem ainda os seguintes esclarecimentos:

- Por concepção, sistemas unitários apresentam capacidade hidráulica para o escoamento da vazão resultante da “chuva de projeto” somente no espaço físico urbano sujeito aos efeitos de inundações e enchentes;
- Isto significa que, por concepção, a partir de pontos estrategicamente localizados, o sistema unitário obrigatoriamente conta com estruturas hidráulicas (*CSO - combined sewer overflow*) para o extravasamento de vazões superiores à capacidade que o próprio sistema passará a apresentar a partir daqueles pontos, para jusante e na direção da estação de tratamento de esgotos. Em outras palavras, a capacidade hidráulica do sistema unitário satisfaz a “chuva de projeto” somente até

um determinado ponto, a partir do qual ela é reduzida – em geral, para valores que correspondem de 2 a 4 vezes a vazão de esgotos sanitários;

- O extravasamento de esgotos sanitários através dos “CSO - combined sewer overflow” acarreta em importantes eventos de poluição, inadmissíveis para o atual estágio de desenvolvimento social, econômico e ambiental de cidades do hemisfério norte e do mundo mais desenvolvido, o que veio implicar em severas restrições por parte da legislação ambiental. Baseada em limitações quanto a magnitude, frequência e duração dos extravasamentos, a legislação internacional impõe complexas medidas de controle de poluição, por meio da implantação de reservatórios de detenção e sistemas de tratamento, o que, por conseguinte, depende de vultosos programas de investimento. Como exemplo, em estudo elaborado em 2004, a agência de proteção ambiental dos Estados Unidos da América (EPA) estimava em US\$50,6 bilhões os investimentos ainda necessários para o controle dos extravasamentos através das estruturas de CSO de todo o país²;
- Visando a otimização técnica e econômica de soluções de engenharia que atendam as severas restrições ambientais aos extravasamentos através de “CSO - combined sewer overflow”, passa a ser tendência atual o emprego do sistema separador absoluto em regiões de clima temperado; e
- Por fim, apesar dos motivos expostos, mas simplesmente baseado na atividade básica de cotejamento econômico entre soluções de engenharia, é mister afirmar o sistema separador absoluto como o mais adequado para a realidade de regiões de clima tropical.

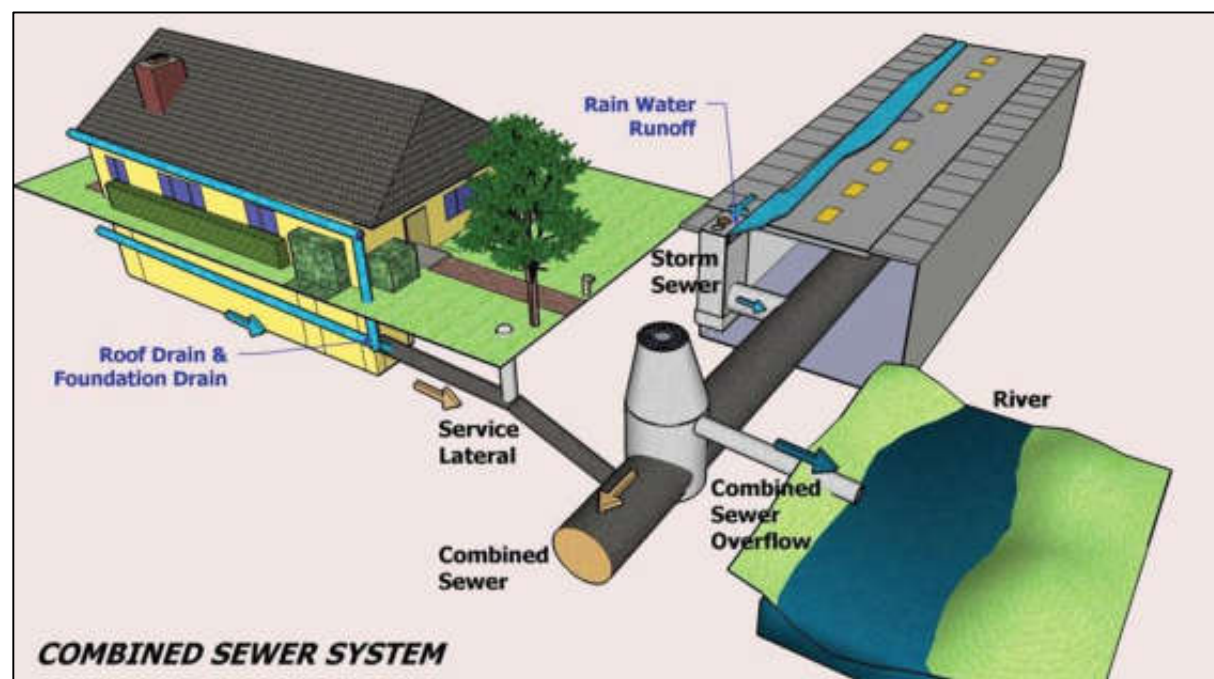


Figura 3: Estrutura de extravasamento dos sistemas unitários (combined sewer overflow)

Complementarmente, importante destacar que seria incorreto afirmar que apesar da inexistência do sistema separador absoluto em importante parcela das áreas urbanas de municípios da RMRJ, os mesmos disponham de sistema unitário

de coleta. Correto seria afirmar que dispõem de galerias de águas pluviais ou de sistema de drenagem pluvial que servem, na inexistência da rede coletora de esgotos do sistema separador absoluto, de forma alternativa e tecnicamente para a coleta e o afastamento dos mesmos.

A inexistência da rede coletora de esgotos do sistema separador absoluto, e que então leva ao uso das galerias de águas pluviais para a coleta e o afastamento dos esgotos, ainda que amparado pela legislação ambiental e urbana, não se constitui, em um sistema unitário ou combinado, como convencionalmente praticado pela engenharia sanitária. O dimensionamento hidráulico-sanitário do sistema unitário convencional obedece a critérios e parâmetros próprios, da mesma forma que também obedece ao dimensionamento hidráulico das galerias de águas pluviais do sistema separador absoluto. Portanto, trata-se de estruturas hidráulicas urbanas distintas e assim devem ser compreendidas. Em geral, galerias de águas pluviais veiculando esgotos sanitários não satisfazem ao critério usual aplicado aos coletores de esgotos quanto a manutenção de tensão trativa mínima de 1,0 Pa.

O uso do sistema de drenagem pluvial para a coleta e o afastamento dos esgotos, e que coloquialmente é denominado sistema misto, prática amplamente difundida e oficialmente regulamentada pela legislação do Estado do Rio de Janeiro (Decreto 22872/96, DZ-215-INEA) e de vários dos seus municípios, não deve ser compreendida como um sistema unitário, pois efetivamente não o é, consistindo simplesmente no aproveitamento da rede existente de galerias de águas pluviais.

Esta prática tem como origem o fato de que o ambiente urbano não pode prescindir de solução de drenagem pluvial, caso contrário enchentes e inundações ocorrem, e assim sendo, dispondo-se simplesmente de infraestrutura para o escoamento de águas pluviais, entende-se ser também possível, porém mediante prévio tratamento, a interligação e o escoamento dos esgotos.

2. O emprego de CTS em sistemas de esgotamento sanitário do tipo separador absoluto

A solução de emprego de captações em tempo seco existe na cidade do Rio de Janeiro desde a implantação do interceptor oceânico do sistema de esgotamento sanitário da Zona Sul, como estruturas que servem para a contenção dos esgotos indevidamente presentes no sistema de drenagem pluvial e a transferência dos mesmos para o sistema de esgotamento sanitário.

Tal medida se justifica, uma vez que a presença de esgotos sanitários prejudica a efetividade do sistema de esgotamento sanitário, dificultando, conseqüentemente, o controle da poluição dos recursos hídricos. A presença de esgotos sanitários no sistema de drenagem pluvial tem origem, principalmente, em (i) ligações clandestinas; (ii) extravasores da rede coletora e de estações elevatórias; e (iii) contribuições de esgotos de aglomerações subnormais - loteamentos irregulares e favelas.

² Report to Congress Impacts and Control of CSOs and SSOs, em https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-10/documents/csosortc2004_full.pdf

(i) Ligações clandestinas

Para o adequado funcionamento do sistema separador absoluto é imprescindível a correção das edificações quanto as suas instalações hidro-sanitárias. Entretanto, é usual que instalações localizadas no pavimento térreo das edificações, a partir das quais os esgotos sanitários são regularmente conectados ao coletor público de esgotos e as águas pluviais às galerias de drenagem pluvial, possam estar indevidamente interconectadas. De forma inadvertida ou irresponsável, interconexões irregulares ocorrem em função de reparos e consertos de iniciativa privada para reversão de entupimentos ou avarias em uma ou outra tubulação.

Ligações clandestinas podem também ocorrer por meio da direta conexão entre a componente pública da ligação predial e a galeria do sistema de drenagem pluvial. Por fim, mas não menos importante, na cobertura das edificações, no pavimento em que é possível maior flexibilidade quanto a localização da instalação de equipamentos hidro-sanitários (pias de cozinha, chuveiros, vasos sanitários) é muito frequente, e também de forma inadvertida ou irresponsável, a conexão privada de instalações de esgotos às instalações de coleta de águas pluviais dos telhados das edificações.

Somente campanhas de inspeção visual remota por meio de equipamentos de filmagem são capazes de identificar, em tempo seco e não chuvoso (na ausência de águas pluviais), a indevida presença de esgotos sanitários em galerias de águas pluviais. Para que um sistema de esgotamento sanitário mantenha elevado padrão de prestação do serviço e evite a presença de ligações clandestinas de esgotos no sistema de drenagem pluvial, campanhas de inspeção devem ser continuamente realizadas.

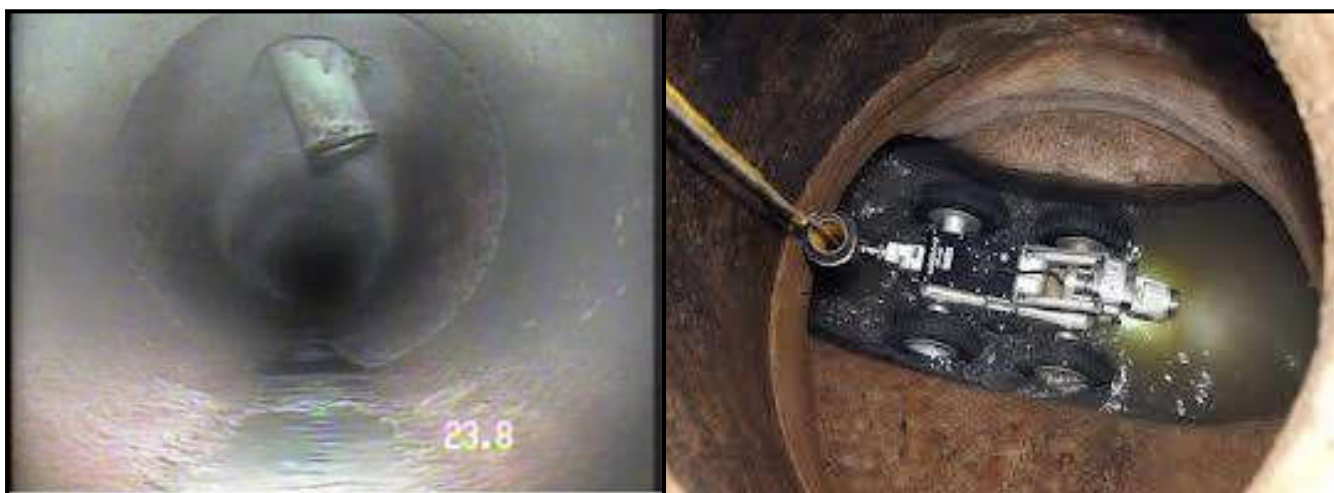


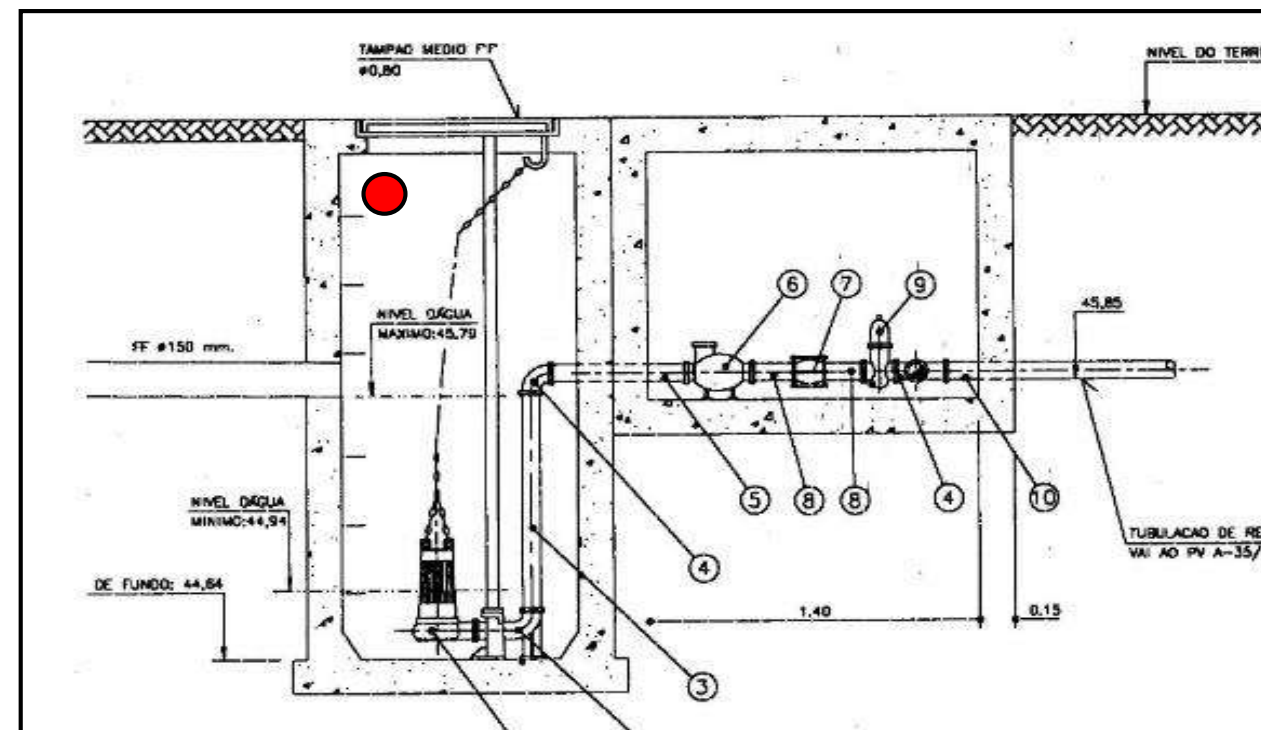
Figura 4: Ligação clandestina de esgotos sanitários em galeria de águas pluviais e equipamento robótico de inspeção

(ii) Extravasores da rede coletora e de estações elevatórias

Em situações emergenciais, durante reparo de coletores esgotos, motivado por entupimento, abatimento ou outra avaria, é usual que o serviço de manutenção promova a interconexão temporária dos esgotos à uma galeria de águas pluviais. Neste caso, entende-se que se trata de um procedimento emergencial, e para tanto, ao fim do reparo, a desconexão dos esgotos à galeria de águas pluviais deve obrigatoriamente ocorrer.

Por outro lado, estações elevatórias são dotadas de bombas eletromecânicas para o recalque dos esgotos para um nível mais elevado ou para local distante e, portanto, são sujeitas a eventual interrupção do fornecimento de energia e eventuais

falhas mecânicas. São extravasores estrategicamente localizados na parte superior dos poços das elevatórias que evitam o afloramento dos mesmos na superfície das calçadas e logradouros, transferindo-os via conexão direta para o sistema de drenagem pluvial. No caso, quanto antes reparado o problema, menor a quantidade de esgotos a ser veiculada pelo



sistema de drenagem pluvial.

Figura 5: Estação elevatória de esgotos sanitários e detalhe do extravasor

(iii) Contribuições de esgotos de aglomerações subnormais - loteamentos irregulares e favelas

Como anteriormente mencionado, para o adequado funcionamento do sistema separador absoluto é imprescindível a correção das edificações quanto as suas instalações hidro-sanitárias. Entretanto, é sabido que em função de sua expansão desordenada, principalmente caracterizada pela ocupação e pelo uso indevido do solo e pela construção de habitação em áreas irregulares e non *aedificandi*, a cidade do Rio de Janeiro é também severamente sujeita à desintegração de seu tecido urbano formal e regular. Neste contexto, infelizmente, impossível assegurar nas habitações de aglomerações subnormais a independência entre as instalações prediais de esgotos sanitários e águas pluviais.

Como consequência, a eficácia e efetividade dos sistemas convencionais de esgotamento sanitário que servem a bacias drenantes de áreas urbanas com favelas e loteamentos irregulares resta sensivelmente prejudicada. A dificuldade quanto ao controle da poluição dos corpos d'água superficiais da cidade do Rio de Janeiro também é devida a impossibilidade de correção construtiva das edificações existentes em aglomerações subnormais. Neste sentido, para o controle da poluição das águas é fundamental e imperativo que o poder público empreenda esforços contínuos e eficazes no sentido do efetivo controle e impedimento da ocupação e de uso irregular do solo. Por outro lado, ainda que de baixa renda, habitações com situação fundiária regularizada devem também ser sujeitas ao exercício da fiscalização e do controle por

parte da administração pública em relação aos padrões construtivos preconizados pela legislação municipal para obras e edificações.

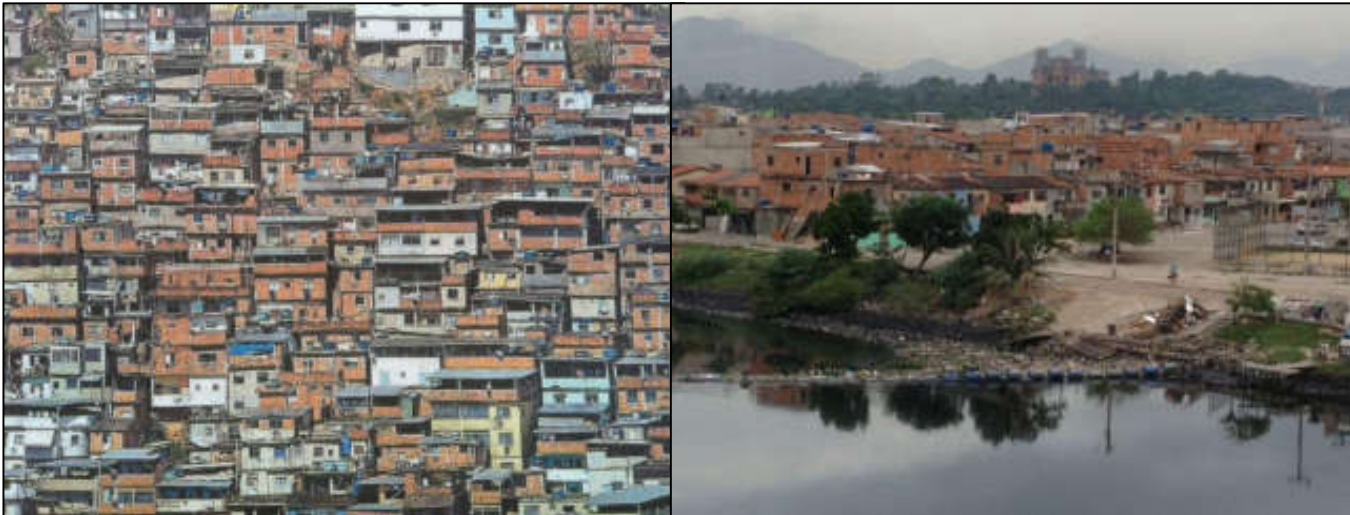


Figura 6: Ocupação desordenada e padrões construtivos típicos de aglomerados subnormais

Para esta realidade específica, é que se destaca o emprego de CTS nos sistemas de micro (galerias de águas pluviais) e meso/macrodrenagem (córregos, riachos, canais) e que visam, durante os períodos de estiagem de chuva, a captação das águas que nele se encontram, as quais de fato consistem em águas de infiltração de base associadas a esgotos sanitários. A estas intervenções dá-se o nome de “captações em tempo seco”, e neste caso, sua funcionalidade é de caráter complementar ao sistema de esgotamento sanitário e visa auxiliar o controle da poluição por esgotos sanitários.

É sabido que mediante o enorme déficit que o país apresenta em relação ao atendimento por sistemas públicos e coletivos de esgotamento sanitário (portanto, separador absoluto), seja usual que em áreas urbanas não dotadas de rede coletora de esgotos sejam utilizadas as galerias de águas pluviais. Mediante o devido licenciamento ambiental, a legislação ambiental e urbana admite que empreendimentos dotados por suas próprias unidades de tratamento de esgotos sejam interligados ao sistema de drenagem pluvial.

Por outro lado, a ocupação irregular do solo urbano também encontra o sistema de drenagem pluvial como elemento de escoamento dos esgotos sanitários, tendo como consequência o deságue difuso e a poluição dos corpos d’água superficiais que compõem os sistemas de meso e macrodrenagem urbana. Assim, visando à proteção da qualidade da água de corpos d’água de interesse e sujeitos ao aporte de esgotos sanitários de áreas urbanas desprovidas de infraestrutura de esgotamento sanitário, estas podem também ser beneficiadas com o emprego de estruturas similares de CTS.

Considerando as razões expostas para a aplicabilidade do sistema separador absoluto na cidade do Rio de Janeiro, bem como as devidas preocupações quanto a transferência de águas de tempo seco para o sistema de esgotamento sanitário (a seguir, detalhes são discutidos no item 4), é importante ter em mente que esta estratégia, quando proposta e aplicada, não se apresente como o objetivo final das ações para a infraestrutura sanitária, mas sim compreendida como um

primeiro passo, de caráter temporário, como meio para o alcance do objetivo final e que sempre será a implantação do sistema separador absoluto.

No caso, cuidados sempre deverão existir no sentido da precaução quanto aos efeitos de abrasão e acumulação de sedimentos carreados pelas águas de tempo seco; quanto à magnitude, duração e frequência dos eventos de extravasamento e consequente poluição e contaminação das águas; bem como em relação a forma de implantação das estruturas hidráulicas de maneira que efetivamente sirvam ao futuro sistema separador absoluto.

Para tanto, e de acordo com cada caso, entende-se que a solução deva ser otimizada de forma que, em um primeiro momento, os elementos e estruturas de contenção, transferência, transporte e tratamento sirvam exclusivamente às vazões de tempo seco, e que em um segundo e definitivo momento sirvam ao pleno funcionamento do sistema separador absoluto.

No caso, poder-se-ia entender que o sistema de esgotamento sanitário estaria sendo construído gradualmente e em etapas, que, em um primeiro momento contaria com os seus definitivos elementos e estruturas de transporte e tratamento, para posteriormente contar com a rede coleta de esgotos convencional do sistema separador absoluto.

Por outro lado, em consonância com a proposta de inversão da lógica coloquial de entendimento da poluição dos corpos d’água urbanos, como anteriormente mencionado, entende-se que em áreas urbanas desprovidas de sistemas convencionais de esgotamento sanitário, não seja tecnicamente coerente o emprego de soluções e a realização de investimentos em estruturas físicas que não configurem, desde um primeiro momento, a implantação, ainda que parcial, do futuro sistema de esgotamento sanitário do tipo separador absoluto.

Entende-se também que em áreas urbanas cujos sistemas de esgotamento sanitário ainda não estejam integralmente implantados, incluindo a execução das ligações domiciliares às redes coletoras de esgotos existentes, deva-se primeiramente beneficiá-las com investimentos que levem à integralização do sistema; neste caso, não faria sentido a realização de investimentos em CTS em detrimento de investimentos para a conexão de domicílios ao sistema de coleta e para a eventual interligação entre coletores já existentes.

A intenção do presente relatório é a de contribuir para a construção do melhor conceito quanto ao emprego de CTS, considerando que sua aplicação deva sempre ocorrer com a devida parcimônia e mediante critérios técnicos razoáveis. De uma forma geral, entende-se que a ênfase técnica empreendida nos últimos anos para a difusão do emprego de CTS suponha a proposta de uma novo e inovador modelo de esgotamento sanitário, adaptado tanto às condições climatológicas locais como ao desordenado ambiente urbano da RMRJ. O relatório tem o desafio de ponderar entre benefícios e aspectos positivos da estratégia e os cuidados e precauções que o modelo requer.

3. Estrutura da CTS: concepção, projeto e operação.

3.1. Elementos componentes

A estrutura física integral de uma CTS é constituída pelos seguintes elementos:

(i) unidade do sistema de micro (galeria de águas pluviais) ou meso/macrodrenagem pluvial (córregos, riachos, rios);

- (ii) dispositivo central de interceptação e principal unidade da estrutura CTS, respectivamente denominadas CTS GAP e CTS Calha Fluvial (a seguir, como descrito no item 4.3), as quais podem ainda ser do tipo anteparo e soleira ou descarga de fundo (a seguir, como descrito no item 4.4);
- (iii) sistema de derivação e interligação da vazão interceptada para o sistema convencional de esgotamento sanitário - por coletor gravitatório ou por conjunto elevatório de bombeamento e recalque (a seguir, como descritos no item 4.7);
- (iv) poço de inspeção ou visita do sistema de esgotamento sanitário convencional e de recepção da vazão interceptada.

O desenho de engenharia das Figura 7 ilustra a estrutura física de uma CTS contemplando todos os elementos que a compõem; como exemplo, no caso, o modelo da figura tem a estrutura central de interceptação do tipo CTS GAP, com descarga de fundo e interligação ao sistema convencional de esgotamento sanitário por conjunto elevatório de bombeamento e recalque.

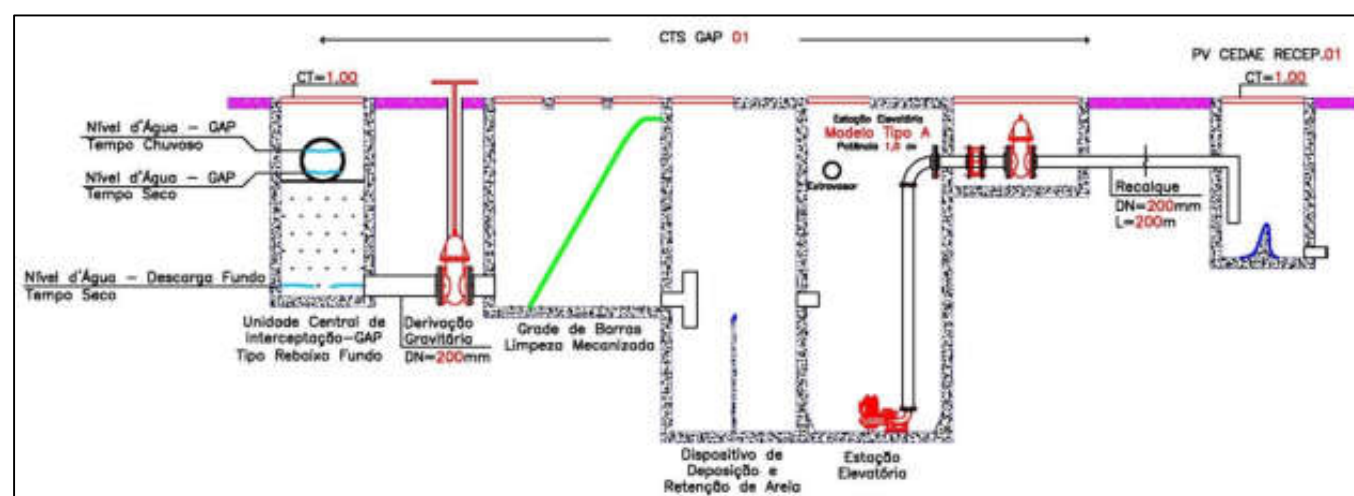


Figura 7: CTS GAP com descarga de fundo e interligação por conjunto elevatório de bombeamento e recalque

3.2. Regime de funcionamento

Independente do modelo de CTS a ser empregado, a estrutura hidráulica tem como principal funcionalidade:

- No tempo seco, interceptar deflúvios poluídos e contaminados – ditos “vazões de tempo seco”, transferi-los ao sistema convencional de esgotamento sanitário e impedir o lançamento/presença dos mesmos em corpos d’água superficiais;
- No tempo chuvoso, garantir o extravasamento dos deflúvios resultantes da mistura entre vazões de tempo seco e águas pluviais para corpos d’água superficiais, minimizando o aporte hidráulico dos mesmos ao sistema convencional de esgotamento sanitário.

Observa-se que no tempo chuvoso a estrutura de CTS funcionará como um dispositivo de distribuição da vazão afluyente e, dependendo do modelo do dispositivo central de interceptação e dos respectivos critérios de dimensionamento hidráulico (a seguir, como descrito no item 4.5), o sistema de derivação e interligação ao sistema convencional de esgotamento sanitário estará sempre sujeito, em menor ou maior quantidade, ao aporte de águas pluviais. Os desenhos esquemáticos da Figura 8 ilustram o funcionamento da estrutura de CTS nos períodos de tempo seco e chuvoso.

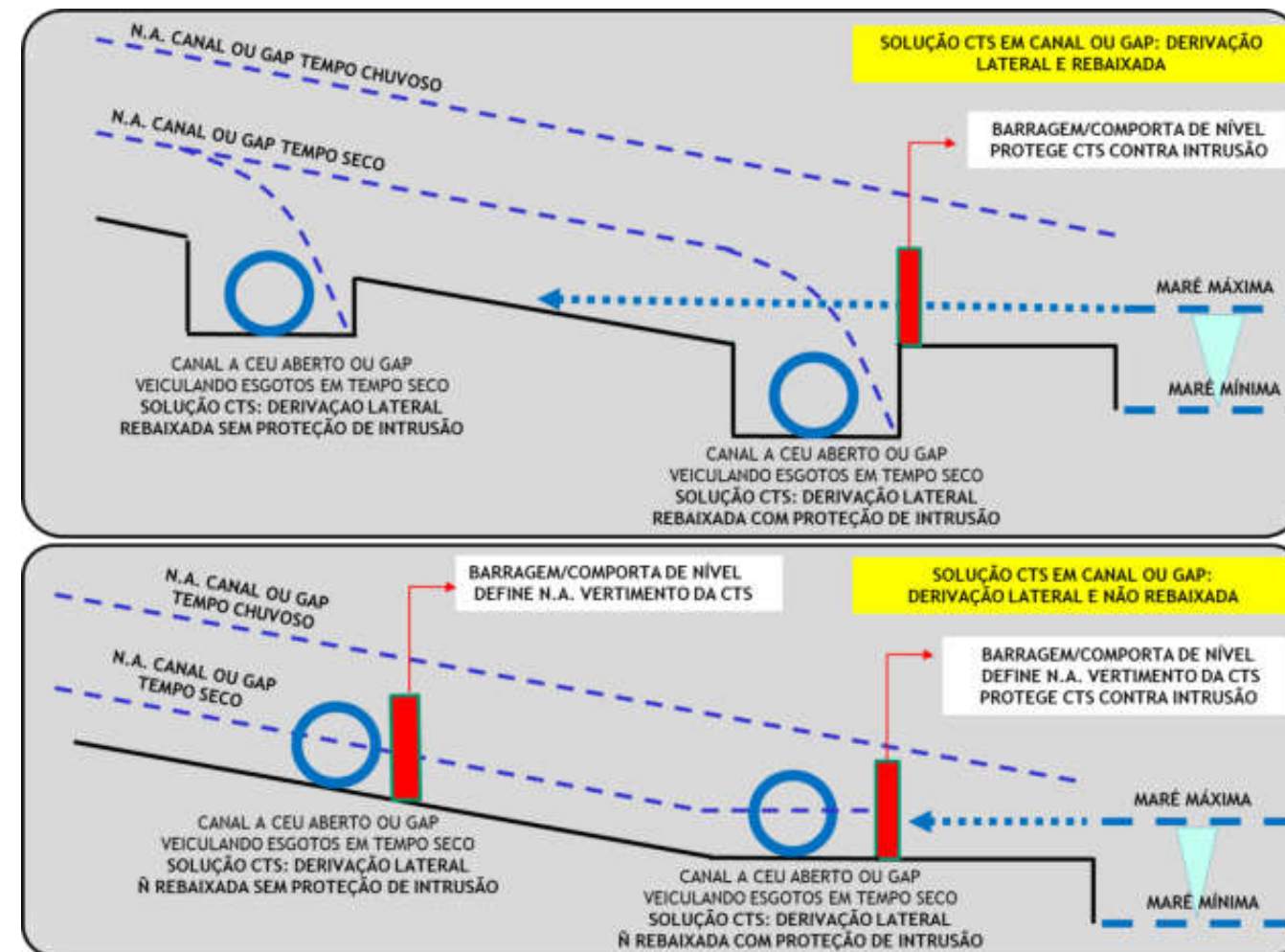


Figura 8: Esquema de funcionamento da estrutura de CTS nos períodos de tempo seco e chuvoso

Teoricamente, no tempo chuvoso, a concentração de poluentes no volume de extravasamento através da CTS é reduzida em função da diluição que a vazão de água pluvial, de magnitude sempre muito maior e qualidade sempre melhor, exerce sobre a vazão de tempo seco. No caso, o mecanismo físico da diluição seria expresso pela seguinte equação simplificada:

$P_{EXT} = (Q_{AP} \times P_{AP} + Q_{TS} \times P_{TS}) / (Q_{AP} + Q_{TS})$, onde P_{EXT} é a concentração de um determinado poluente em decorrência da diluição da vazão de água pluvial (Q_{AP}) sobre a vazão de tempo seco (Q_{TS}).

Ainda que o mecanismo de diluição imponha menor concentração de poluentes no volume de extravasamento, observa-se que a carga veiculada é função da totalidade da vazão, sendo a mesma somente abatida pela parcela que corresponde a vazão interceptada e transferida para o sistema convencional de esgotamento sanitário.

3.3. Classificação da CTS quanto ao local da intervenção

A unidade central da CTS pode ser classificada como do tipo GAP ou Calha Fluvial, de acordo com o local que venha ocorrer a intervenção, respectivamente no sistema de micro (galeria de águas pluviais) ou meso/macrodrenagem pluvial (córregos, riachos, canais, rios).

A definição da localização de implantação da CTS dependerá da quantidade e da distribuição espacial das fontes de aporte de esgotos sanitários ao sistema de micro ou meso/macrodrenagem pluvial; da topografia local; dos potenciais pontos de interligação da CTS ao sistema de esgotamento sanitário; e da viabilidade de execução das obras de implantação, bem como de operação e manutenção de todos os seus dispositivos. A inspeção de campo em período não chuvoso permite a identificação da presença indevida de esgotos no sistema de drenagem pluvial

Da mesma forma como funcionam as ligações prediais no sistema convencional de esgotamento sanitário, entende-se que as CTS devam se localizar, prioritariamente, mais próximas às fontes de aporte indevido de esgotos, no sentido de mais prontamente interceptá-los e transferi-los ao sistema convencional. Este princípio deve sempre nortear o emprego das CTS no sistema de microdrenagem pluvial (CTS GAP), considerando que as intervenções para a construção, operação e manutenção das mesmas sejam relativamente simples.

O mesmo princípio também nortearia o emprego de CTS em calhas de canais, córregos, riachos e pequenos rios a céu aberto (CTS Calha Fluvial); entretanto, otimizar a quantidade de CTS Calha Fluvial a serem empregadas com base em criteriosa distribuição espacial pode favorecer a construção, operação e manutenção destas estruturas relativamente mais complexas. Os desenhos esquemáticos e as fotografias das Figuras 9 e 10 ilustram, respectivamente, o emprego de CTS GAP junto aos pontos de deságue em corpos d'água superficiais e de CTS Calha Fluvial no interior do próprio curso d'água superficial.



Figura 10: CTS Calha Fluvial

Entende-se também que deva sempre se privilegiar o emprego de CTS GAP em detrimento de CTS Calha Fluvial. Enquanto o primeiro modelo impede que vazões poluídas e contaminadas e veiculadas em tempo seco sejam lançadas em corpos d'água superficiais, o segundo modelo não as impede. Entretanto, ocupações irregulares e desordenadas e que resultam na edificação de habitações subnormais em faixas marginais de proteção de cursos d'água, impõem o lançamento difuso e distribuído de esgotos sanitários por sua longitude. A ocupação da faixa marginal de proteção e a situação extrema de ocupação de margens da calha fluvial comprometem a adoção de qualquer solução de interceptação local, e para estes casos, a CTS Calha Fluvial desponta como plausível solução.

3.3.1. CTS GAP

Este é o modelo de CTS mais empregado. Representa a maioria das intervenções, pois interfere no sistema de microdrenagem pluvial e junto aos pontos de deságue das GAP junto aos corpos hídricos superficiais. Conceitualmente, com base no princípio da interceptação mais junto à fonte de aporte indevido de esgotos, deve-se prever uma CTS para cada GAP que veicule vazão poluída e contaminada em tempo seco. O modelo CTS GAP pode ser do tipo anteparo e soleira ou descarga de fundo (a seguir, como descrito no item 3.4).

O adequado funcionamento de CTS GAP depende do regular escoamento do sistema de microdrenagem pluvial. A cota da GAP no ponto de deságue junto ao corpo hídrico receptor deve sempre garantir a descarga livre. Em GAP que apresente permanente comprometimento de escoamento e da descarga livre no corpo hídrico receptor não se deve prever o emprego de CTS. Se afogada, o sentido invertido do escoamento aportará água do corpo hídrico receptor para a GAP, desta para a CTS GAP e para o sistema de esgotamento sanitário, sobrecarregando-o hidráulicamente (a seguir, como se discute no item 3.8.3).



Figura 9: CTS GAP

Para o caso de GAP que não apresente permanente comprometimento de escoamento e de descarga livre no corpo hídrico receptor, mas que esteja sob momentânea influência de eventos hidrológicos atípicos ou de variação do nível de maré, deve-se prever a instalação de válvula de bloqueio de retorno. Assim, nos períodos em que o nível d'água do corpo hídrico encontrar-se em cota superior à da GAP junto ao ponto de deságue, o dispositivo de bloqueio tipo de válvula de retenção de portinhola única (flap) é capaz de impedir o escoamento da água no sentido invertido e o comprometimento hidráulico do sistema de esgotamento sanitário.

Para evitar a retenção de sólidos grosseiros flutuantes e o impedimento do funcionamento regular da válvula de retenção, deve-se atentar para a escolha de modelos com cantos arredondados e/ou chanfrado e para a instalação que garanta seu eixo pivotante sempre acima da geratriz superior da GAP, isentando-o de contato com o material flutuante em tempo de chuvas intensas. O desenho esquemático da Figura 11 ilustra o emprego de dispositivo de bloqueio tipo válvula de retenção de portinhola única (flap) em uma CTS GAP.

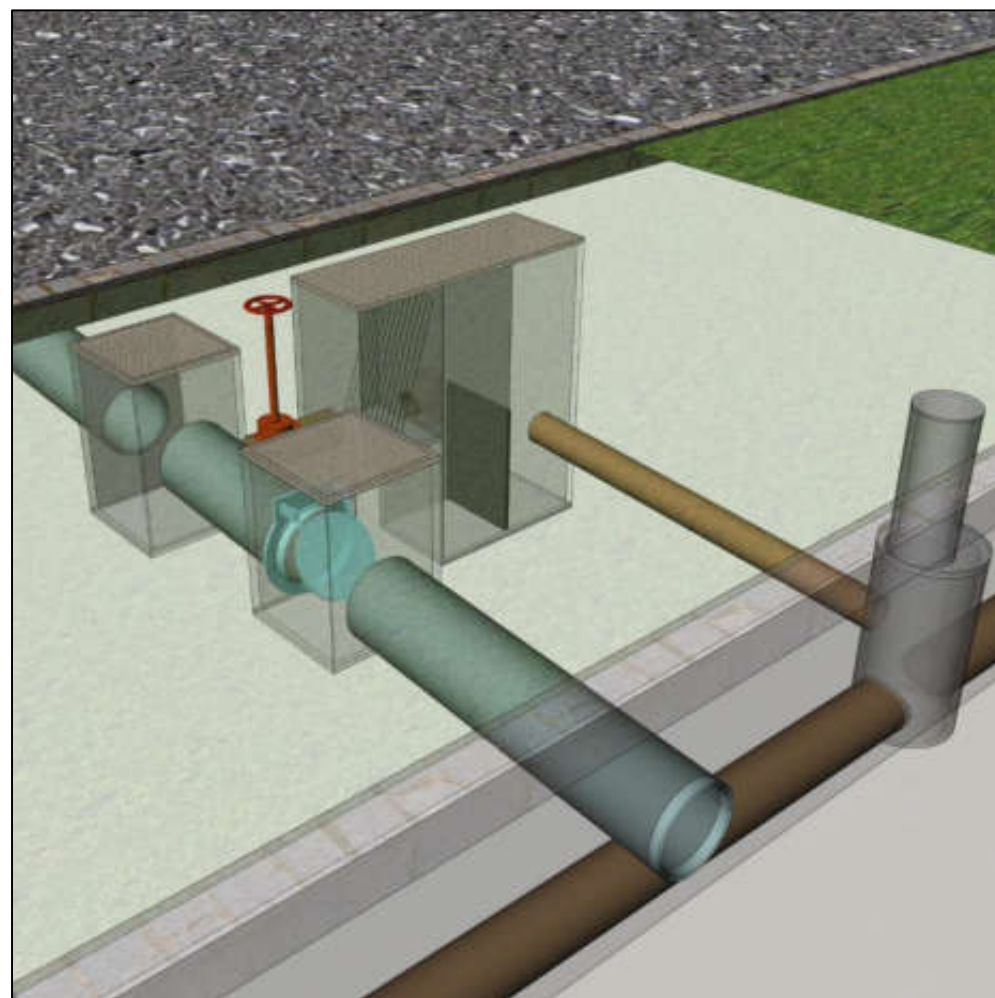


Figura 11: Dispositivo de bloqueio tipo de válvula de retenção de portinhola única (flap) em uma CTS GAP

3.3.2. CTS Calha Fluvial

Como mencionado, invariavelmente, somente o emprego de CTS GAP não é capaz de garantir a interceptação de esgotos sanitários presentes no sistema de micro, meso e macrodrenagem pluvial. Em situações onde edificações localizadas em

faixas marginais de proteção ou nas margens de cursos d'água impedem a adoção de solução de interceptação local, é que desponta a aplicação da solução CTS Calha Fluvial.

CTS Calha Fluvial constituem dispositivos construídos no interior de córregos, riachos e rios. Devido as maiores áreas das bacias contribuintes, as vazões veiculadas pelo sistema de meso e macrodrenagem pluvial apresentam elevadas magnitudes, e consequentemente transportam maiores quantidades de sólidos grosseiros flutuantes e sedimentos. Consequentemente CTS Calha Fluvial apresentam maior complexidade construtiva, operacional e de manutenção que as estruturas de CTS GAP. O modelo CTS Calha Fluvial também pode ser do tipo anteparo e soleira ou descarga de fundo (a seguir, como descrito no item 3.4).

Com a mesma finalidade da válvula de bloqueio aplicada ao caso da GAP CTS, deve a CTS Calha Fluvial ser protegida quanto aos efeitos de variação da maré e do consequente contrafluxo do escoamento. No caso, em situação de elevação do nível da maré, do estabelecimento de condições de remanso e de eventual intrusão salina, o bloqueio da vazão contrária e o impedimento de sobrecarga hidráulica do sistema de esgotamento sanitário seriam devido ao emprego de uma comporta de bloqueio, como ilustra o desenho esquemático da Figura 12.

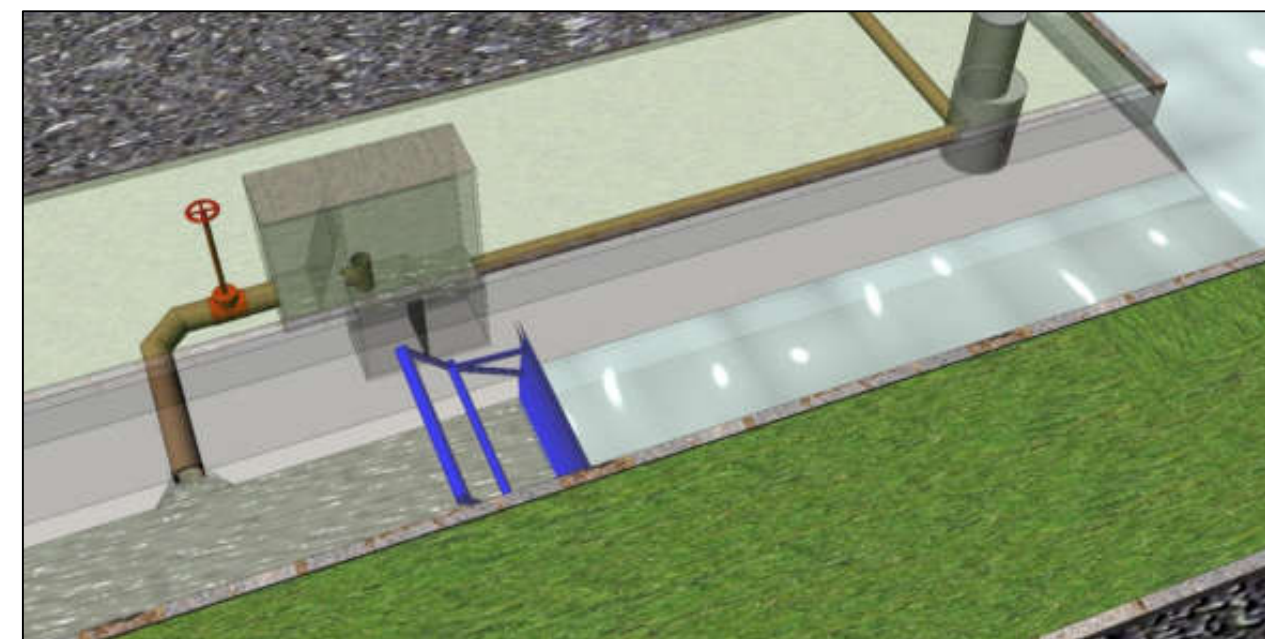


Figura 12: CTS Calha Fluvial dotada de comporta de bloqueio de contrafluxo

3.4. Classificação quanto ao modelo hidráulico da CTS - anteparo e soleira ou descarga de fundo

Além da distinção entre CTS GAP e CTS Calha Fluvial, a estrutura central de interceptação pode em ambos os casos obedecer diferentes modelos hidráulicos, aqui denominados como do tipo anteparo e soleira ou do tipo rebaixo e descarga de fundo. A principal diferença consiste na configuração do perfil longitudinal da estrutura central de interceptação.

No primeiro caso, o impedimento da continuidade do escoamento da vazão de tempo seco e da consequente descarga em um corpo hídrico receptor é devido à instalação de um anteparo de barramento ascendente. Em CTS GAP, este

anteparo consistiria em um vertedor de soleira fixo, construído junto ao fundo da estrutura de interceptação, e em CTS Calha Fluvial, em uma comporta de bloqueio de fluxo da calha fluvial, tal qual a comporta de bloqueio de contrafluxo da maré, porém em sentido contrário.

No segundo caso, não há a instalação de qualquer anteparo. A interceptação se dá em função do vertimento que a estrutura de descarga de fundo impõe obrigatoriamente ao escoamento da vazão de tempo seco. Em ambos os modelos - CTS GAP e CTS Calha Fluvial, os perfis longitudinais da GAP e da calha fluvial são seccionados para a instalação das respectivas estruturas de rebaixamento, capazes de promover a descarga do escoamento pelo fundo.

De forma geral, a interceptação baseada em estrutura de rebaixamento com descarga de fundo tem como principal virtude o fato de não conferir impedimento ao regular escoamento de vazões de águas pluviais quando veiculadas pelos sistemas de micro – no caso de CTS GAP, e de meso e macrodrenagem pluvial – no caso de CTS Calha Fluvial. Por se tratar de intervenção em elementos do sistema de drenagem de águas pluviais, todo impedimento ao escoamento pode resultar, em última análise, em alagamentos e enchentes, e neste sentido deve ser evitado.

Apesar de tratar-se de solução construtiva muito simples e de menor custo de implantação, o anteparo de barramento ascendente em CTS GAP além de conferir redução da seção original da GAP e poder representar impedimento ao escoamento, torna-se um elemento para potencial retenção de sólidos grosseiros flutuantes e acumulação de sedimentos. De qualquer forma, se não rotineiramente limpos de acordo com procedimentos regulares de manutenção (a seguir, como se discute no item 3.8), ambos os modelos podem tornar-se inoperantes em função do entupimento da tubulação de interligação entre a CTS e o sistema de esgotamento sanitário.

Observa-se por outro lado, que nos períodos de chuvas de maior intensidade e de importante elevação do tirante hidráulico, o modelo hidráulico do tipo rebaixamento com descarga de fundo impõe maior sobrecarga hidráulica à tubulação de interligação entre a CTS e o sistema de esgotamento sanitário, levando este último ao maior aporte de águas pluviais.

Por fim, ressalta-se que no caso de emprego de comporta de bloqueio de fluxo da calha fluvial, esta dependerá de atenta intervenção operacional, local ou remota, de acionamento manual ou automático, no sentido de que quando aberta possa completamente aliviar qualquer impedimento ao escoamento de águas pluviais e a ocorrência de alagamentos, enchentes ou inundações a montante. A automação da comporta de bloqueio de fluxo da calha fluvial teria como referência de controle, o nível da água na calha fluvial a montante, em local protegido e sem interferência de ondulações da superfície da água. A comporta deve operar sempre fechada até que o sensor indique o alcance de um nível de água pré-estabelecido e representativo do início de chuva.

Recomenda-se o emprego de comportas do tipo radial, cujo configuração, desenho geométrico e peso próprio da estrutura mecânica garantam a sua natural abertura a partir do alcance de um determinado nível de água e do consequente exercício de uma dada pressão hidrostática. Ademais, este modelo possui sistema de movimentação externo e excêntrico, acima do nível d'água, completamente isento de contato e acumulação de sólidos grosseiros flutuantes.

Em ambos os casos – CTS GAP e CTS Calha Fluvial, as intervenções construtivas de um modelo ou outro apresentariam grau similar de sofisticação e complexidade. Enquanto na CTS GAP, pouco difere a construção dos modelos anteparo

e soleira e descarga de fundo, na CTS Calha Fluvial são também de mesma ordem de sofisticação e complexidade, a implantação da comporta de bloqueio ou a intervenção para rebaixamento de seção da calha fluvial. Somente o desenvolvimento mais detalhado da solução a ser adotada em cada caso e o conhecimento e avaliação dos respectivos custos de capital e requisitos operacionais e de manutenção poderão definir a melhor estratégia quanto ao modelo a ser adotado.

Enquanto os desenhos esquemáticos das Figura 13 e 14 ilustram para o caso de CTS GAP, respectivamente, o emprego do anteparo e vertedor de soleira junto ao fundo e da estrutura de rebaixamento e descarga de fundo, os desenhos esquemáticos das Figuras 15 e 16 ilustram para o caso da CTS Calha Fluvial, respectivamente, o emprego da comporta de bloqueio e da estrutura de rebaixamento e de descarga de fundo.

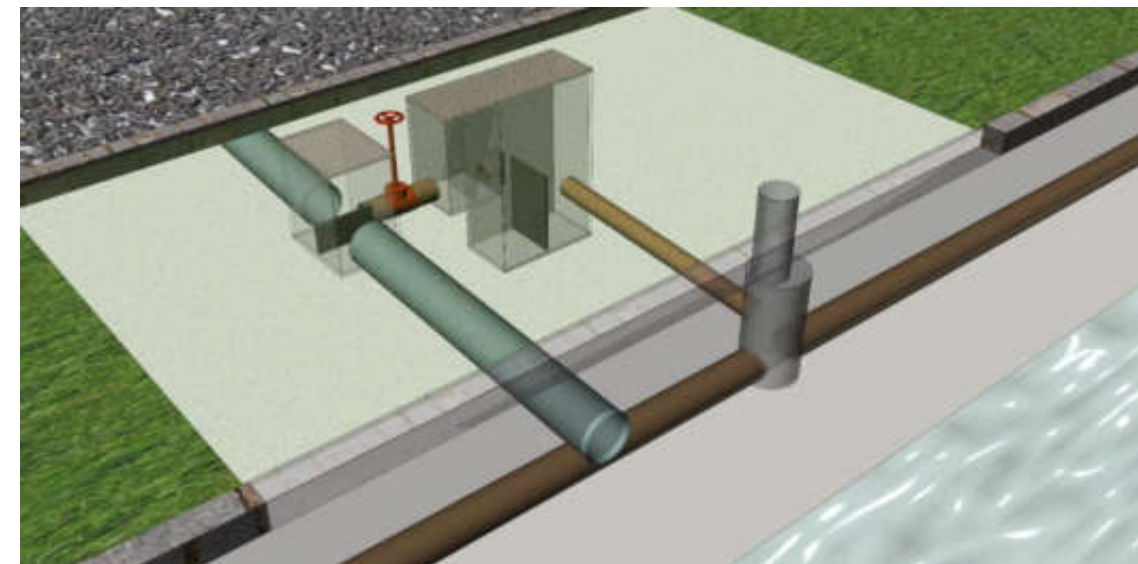


Figura 13: CTS GAP – anteparo e vertedor de soleira junto ao fundo

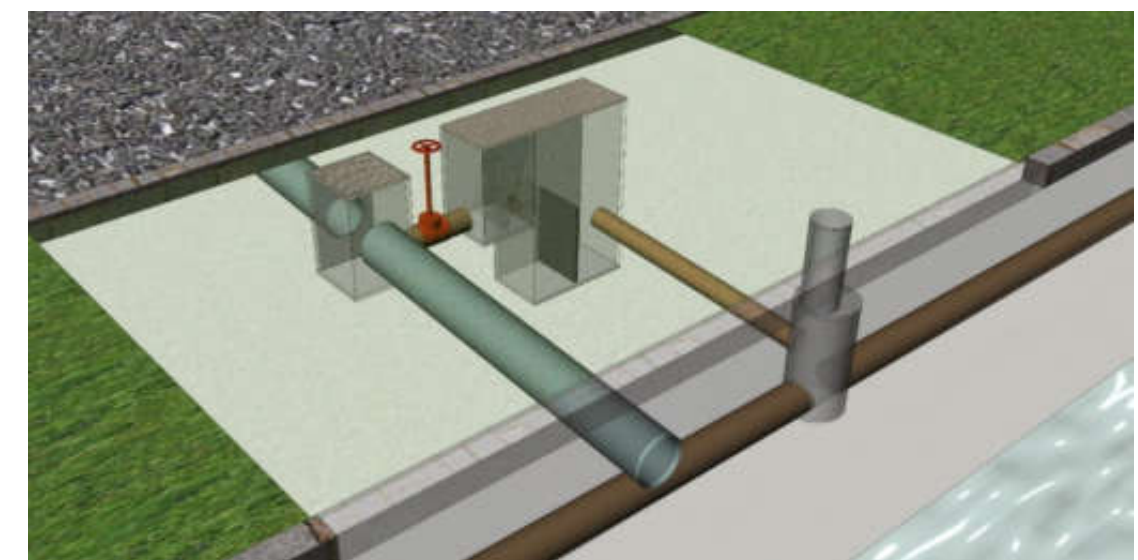


Figura 14: CTS GAP - estrutura de rebaixamento e descarga de fundo

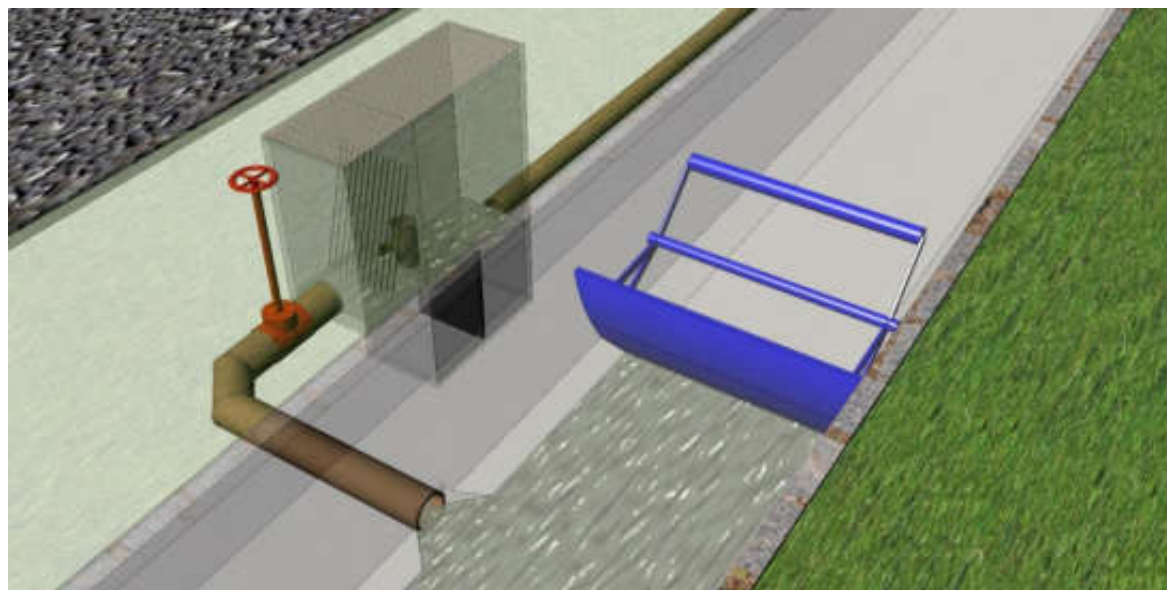


Figura 15: CTS Calha Fluvial - comporta de bloqueio

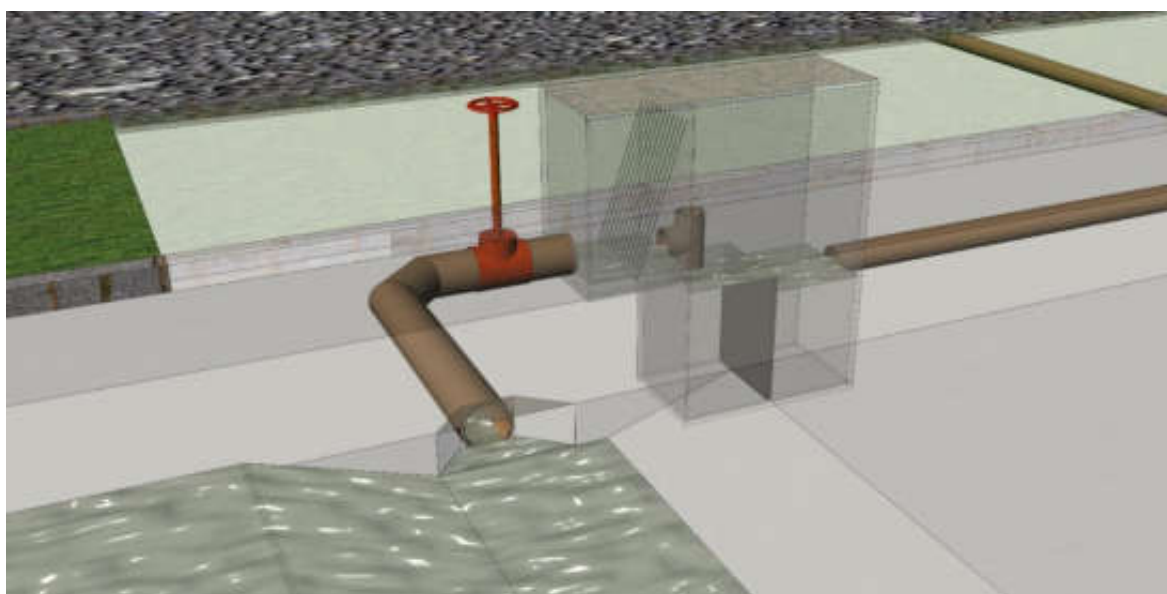


Figura 16: CTS Calha Fluvial -- estrutura de rebaixamento e descarga de fundo

3.5. Dimensionamento hidráulico da CTS

3.5.1. Vazões de dimensionamento

Em linhas gerais, em períodos de tempo seco, enquanto a vazão afluyente a uma CTS-GAP corresponde à contribuição de esgotos sanitários presente na rede de microdrenagem, a vazão afluyente a uma CTS-Calha Fluvial corresponderia ao somatório entre a contribuição de esgotos sanitários e a vazão de permanência, esta última decorrente da recarga de base fluvial, e cuja manutenção durante os períodos secos é devida a descarga da água subterrânea residente no subsolo.

Entretanto, em princípio, e no sentido de evitar a transferência de água pluvial para o sistema convencional de esgotamento sanitário e, conseqüentemente, a sua sobrecarga hidráulica, é que independente da tipologia, a vazão de dimensionamento da CTS é correspondente a vazão de esgotos sanitários.

Por outro lado, a seguir, como descreve o item 3.5.2, a estrutura central da CTS contempla a singularidade hidráulica de um orifício como dispositivo de saída da vazão interceptada e de entrada da tubulação que interliga a própria CTS ao sistema convencional de esgotamento sanitário. O funcionamento hidráulico da CTS é regido pela declividade e pelo diâmetro desta tubulação de interligação (cuja dimensão corresponde ao diâmetro do próprio orifício), que por sua vez define a vazão a ser admitida e efetivamente interceptada. Dimensionada somente com base no aporte da vazão de esgotos sanitários, a estrutura física da CTS admitirá, além desta vazão, o aporte adicional de águas pluviais até determinado limite, a partir do qual ocorrerá o extravasamento. Assim, em períodos chuvosos, em função do desempenho hidráulico da singularidade hidráulica do orifício e da declividade e do diâmetro da tubulação de interligação é que a CTS mostrar-se-á mais ou menos efetiva no sentido da interceptação das vazões afluentes.

Complementarmente, o “Grau de Efetividade” da CTS também será função da dinâmica de propagação da vazão em períodos de chuva, a qual dependerá da declividade e do grau de impermeabilização da bacia, e em última análise, do tempo de concentração. Para dinâmicas mais intensas de propagação da vazão em períodos de chuva, CTS tendem a apresentar menor “Grau de Efetividade”.

Desta forma, entende-se que a vazão de dimensionamento da CTS deva ser definida a partir da vazão de esgotos sanitários a ser interceptada, mas, entretanto, o resultado do seu “Grau de Efetividade” (o item 10 descreve a metodologia empregada para a quantificação do “Grau de Efetividade”) deve ser obrigatoriamente avaliado, uma vez que, sob a perspectiva da vazão, e em função das variáveis mencionadas, o mesmo pode alcançar valor limitado. Por outro lado, observa-se que a otimização do dimensionamento da CTS não significa apenas efetuá-lo com base em um determinado “Grau de Efetividade” desejado, pois, ampliá-lo, significa interceptar maior parcela da vazão afluyente e, conseqüentemente, transferir maior quantidade de águas pluviais ao sistema convencional de esgotamento sanitário e, eventualmente, sobrecarregá-lo hidráulicamente.

Sabe-se também que em períodos chuvosos, em função da diluição que a vazão de água pluvial exerce sobre a vazão de esgotos sanitários, ocorre a redução da concentração de poluentes na parcela da vazão extravasada. Dependendo da concentração resultante desta mistura, pode-se obter um “Grau de Efetividade” limitado sob a perspectiva da vazão, mas não necessariamente sob a perspectiva da carga poluidora.

Quanto à quantificação da contribuição de esgotos sanitários, CTS implantadas mais junto às fontes de aporte tendem a ser dimensionadas para a totalidade da vazão da respectiva bacia de esgotamento sanitário. Quando implantadas mais a jusante, mais afastadas das fontes de aporte, e em bacias providas de sistema de esgotamento sanitário, a quantificação da vazão a ser interceptada corresponderá à totalidade da contribuição da respectiva bacia ou somente da parcela identificada como responsável pelo aporte indevido de esgotos sanitários ao sistema de drenagem pluvial.

Independentemente da dimensão da vazão a se interceptada, a quantificação da contribuição de esgotos sanitários obedece aos quesitos usuais de referência: população contribuinte, geração *percapita* de esgotos e coeficientes de variação de vazão.

Complementarmente, pode-se optar por incorporar à vazão de esgotos sanitários, a vazão decorrente dos minutos iniciais de chuva, responsável pela primeira lavagem da superfície urbanizada (*first flush*) e cuja composição usualmente representa

importante carga de poluição aos corpos d'água superficiais. Quanto maior for a duração da interceptação dos primeiros minutos de chuva, mais efetiva será a CTS no sentido do controle da poluição, e maior será o comprometimento do sistema de esgotamento sanitário em relação à eventual sobrecarga hidráulica e ao aporte de sólidos grosseiros flutuantes e sedimentos.

No caso de CTS Calha Fluvial, a vazão de permanência e decorrente da recarga de base fluvial deve ser definida a partir de estudo hidrológico. Na existência de registros hidrológicos, a vazão de permanência corresponderia à vazão mínima de referência, tal como a $Q_{7,10}$ (menor valor da média de sete vazões diárias consecutivas em um período de 10 anos de observação) ou a $Q_{90\%}$ ou $Q_{95\%}$ (valores que podem ser igualados ou superados em 90% ou 95% do tempo de observação). Caso não existam, de acordo com características geológicas do solo, podem ser adotados valores específicos de contribuição de recarga de base por unidade de área superficial.

3.5.2. Critérios de projeto

a) CTS GAP

A configuração da CTS GAP é semelhante ao de uma estrutura de drenagem pluvial do tipo “boca de lobo”, e obedece aos critérios de dimensionamento de um vertedor e de um orifício. Este último consistirá a singularidade de saída da vazão interceptada e de entrada da tubulação de interligação entre a CTS e o ponto de recepção do sistema de esgotamento sanitário. Esta deve ser projetada como trecho de rede coletora de esgotos, e obedecer aos critérios usuais de dimensionamento: tensão trativa mínima de 1,0 Pa, tirante relativo máximo de 75%, velocidade final inferior a 5,0 m/s e inferior a velocidade crítica.

No caso de CTS GAP do tipo anteparo e soleira, o dimensionamento hidráulico consiste na definição da altura do dispositivo ascendente de interceptação e da cota da soleira do vertedor, o qual corresponderá ao tirante hidráulico que venha se estabelecer na GAP a montante e junto a estrutura central da CTS e de acordo com a vazão que se pretenda interceptar. Em eventos de escoamento de acordo com vazões superiores à de dimensionamento, o vertedor oferecerá perda de carga ao escoamento e sobrelevação do nível d'água na GAP a montante.

No caso da CTS GAP do tipo descarga de fundo, o dimensionamento da unidade consiste na definição do comprimento longitudinal da estrutura de rebaixamento, que por sua vez está relacionado à velocidade de escoamento no trecho da GAP imediatamente a montante da CTS. O escoamento através da estrutura de rebaixamento também obedecerá a um vertedor, de acordo com a trajetória parabólica de um jato.

Em ambos os casos, em eventos de escoamento de acordo com vazões superiores à de dimensionamento, a tubulação de interligação entre a CTS e o ponto de recepção do sistema de esgotamento sanitário funcionará de forma indesejada, em regime de conduto forçado. Embora as pressões internas na tubulação possam não representar maior comprometimento operacional - dificilmente a topografia gerará elevados desníveis, preocupação poderá recair no sentido da sobrecarga hidráulica do sistema de esgotamento sanitário, e no eventual afloramento de parte da vazão ao longo dos logradouros públicos.

Já em relação ao emprego de CTS Calha Fluvial, o cálculo hidráulico para o dimensionamento da tomada também segue aos mesmos conceitos explicitados para o caso de CTS GAP. Em função das maiores vazões de dimensionamento, entende-se somente que neste caso, o vertedor deva ser do tipo lâmina de água aderente à estrutura, evitando-se problemas relacionados à erosão por dissipação de energia.

3.6. Concepção da CTS

A concepção da CTS é função da estratégia de sua localização, no sentido de privilegiar a centralização ou descentralização das unidades; do modelo a ser empregado, se do tipo descarga de fundo ou do tipo anteparo e soleira, do escoamento hidráulico da interligação entre a CTS e o SES convencional, se gravitária ou por bombeamento e recalque.

3.6.1. Quanto a estratégia de localização da CTS

A decisão de centralizar ou descentralizar a implantação de CTS deve observar os custos de implantação e operação envolvidos em cada alternativa e em cada caso. Embora a centralização das CTS proporcione uma redução nos custos de operação e manutenção destas unidades, interligar deságues de GAP visando reduzir o número de CTS pode tornar oneroso o investimento de capital.

A decisão de centralizar ou descentralizar deverá ser tomada sempre de forma individualizada, observando-se características locais tais como: diâmetro dos deságues das GAP, espaçamento entre eles e topografia local. Talvez, unificar alguns deságues para reduzir o número de CTS possa ser vantajoso num cenário de deságues sucessivos de pequeno diâmetro, próximos uns dos outros, locados em terreno com acentuado declive. É possível que em casos como este venha a se obter vantagem econômica com a operação e manutenção de uma unidade, em contraponto ao custo do investimento para interligação dos diversos deságues. Por outro lado, não se espera obter vantagens com centralização das CTS quando o cenário apresentar características opostas às descritas anteriormente.

3.6.2. Quanto ao escoamento hidráulico da interligação entre a CTS e o sistema de esgotamento sanitário

O escoamento hidráulico da interligação entre a CTS e o sistema convencional de esgotamento sanitário pode ser de forma gravitária, por bombeamento e recalque ou pela combinação entre ambos.

A proximidade de trecho de rede coletora de esgotos à CTS é uma indicação para a interligação gravitária. Entretanto, é necessário que o coletor de esgotos se encontre em cota inferior à da GAP e de forma que o desnível seja suficiente para a imposição da declividade mínima requerida pelo seu dimensionamento.

Caso contrário, emprega-se uma instalação de bombeamento e recalque. O ponto de localização da elevatória e de deságue do recalque depende, em cada caso, de avaliação com base em critérios que considerem a topografia local, a forma de ocupação do espaço urbano, complexidade de execução das obras civis, pertinência da aplicação de métodos não destrutivos de construção, disponibilidade de conjuntos motor-bomba que satisfaçam a combinação entre vazões de bombeamento e altura manométrica, etc.

Pode-se admitir a localização da estação elevatória junto a CTS, interligadas por uma curta tubulação, ou dependendo da topografia, mais afastada da CTS e interligadas por coletor de esgotos de maior extensão. No caso em que CTS são implantadas consecutivamente, em GAP paralelas e contribuinte à um mesmo corpo hídrico receptor, é usual interligá-las através de um interceptor gravitatório e atendido por uma única estação elevatória. Os desenhos esquemáticos das Figura 17 e 18 ilustram respectivamente os casos de CTS GAP com descarga de fundo e interligação gravitatória e de CTS Calha Fluvial com descarga de fundo e interligação por bombeamento e recalque.

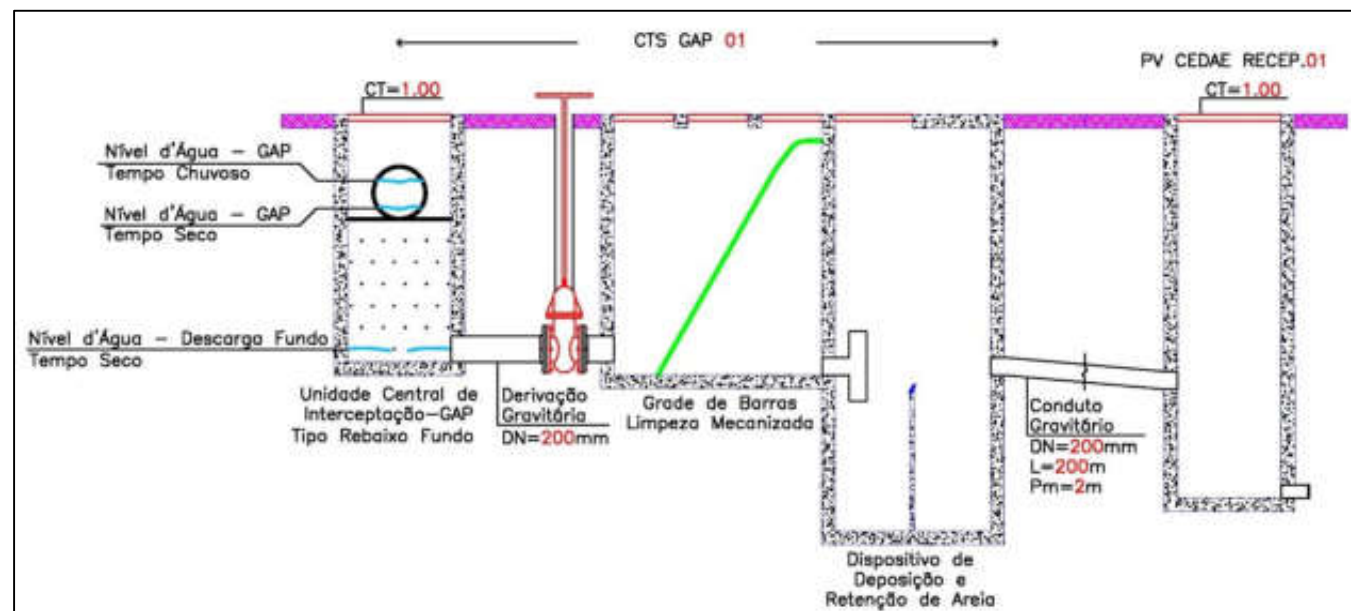


Figura 17: CTS GAP com descarga de fundo e interligação gravitatória

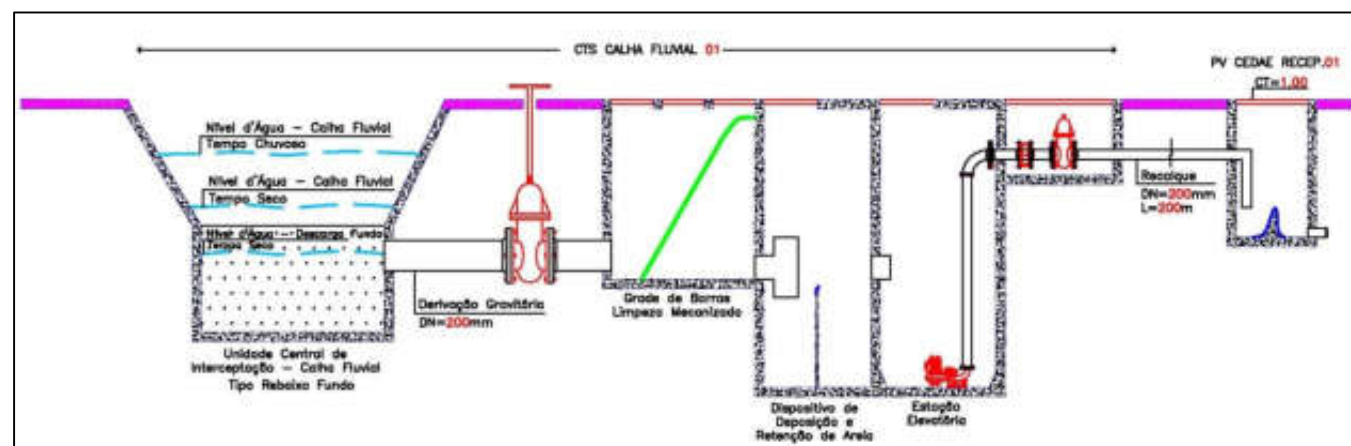


Figura 18: CTS Calha Fluvial com descarga de fundo e interligação por bombeamento e recalque

3.7. Impactos positivos da solução CTS

Como mencionado, a estrutura hidráulica da CTS tem como principal funcionalidade a interceptação de deflúvios poluídos e contaminados brutos em períodos de tempo seco. A interceptação e transferência dos mesmos para o sistema convencional de esgotamento sanitário evita a poluição e a continuidade do comprometimento ambiental de bacias hidrográficas urbanas. Dependendo das condições de projeto e do funcionamento hidráulico da estrutura de CTS, mesmo em períodos chuvosos, parcela da vazão de águas pluviais, incluindo o *first flush* da superfície urbanizada, será também interceptada.

A efetividade do emprego da solução de CTS é dependente da intensidade, da duração e da frequência de eventos pluviométricos. Eventos frequentes de maior intensidade e duração tornam a solução CTS menos efetiva. O Item 10 contempla a determinação do grau de efetividade das estruturas de CTS planejadas para a interceptação de deflúvios poluídos e contaminados na região da AP-4.

3.8. Impactos negativos da solução CTS

A concepção da estrutura CTS enquanto solução hidráulica pode incorrer em eventuais impactos negativos sobre os elementos a montante e a jusante do dispositivo central de interceptação, da seguinte forma:

3.8.1. Sobre a GAP a montante

A concepção da estrutura CTS GAP incorpora o uso da rede de microdrenagem pluvial como elemento de coleta e transporte de vazões de tempo seco, em sua maior parte constituída por esgotos sanitários. Nos períodos de tempo seco, em função de menores velocidades de escoamento, sólidos orgânicos em suspensão sedimentam e depositam-se no fundo dos condutos.

a) Tensão trativa

Corresponde a tensão tangencial exercida pelo líquido sobre a superfície interna do conduto. É função do peso da massa d'água, por conseguinte, do volume de água, do tirante hidráulico e da declividade do conduto e da vazão. A tensão trativa é capaz de arrastar sólidos eventualmente depositados no fundo dos condutos. Redes coletoras de esgotos sanitários são dimensionadas para garantir tensão trativa mínima de 1,0 Pa em tubulações em geral (0,6 Pa em tubulações em PVC).

Galerias de águas pluviais não são dimensionadas mediante critério da tensão trativa. Normalmente, para a definição do perfil longitudinal destes condutos utiliza-se critérios que garantem velocidades mínimas e máximas de escoamento. Na cidade do Rio de Janeiro, preconiza-se velocidades mínimas de escoamento compreendidas entre 0,8 e 1,0 m/s (RIO ÁGUAS, 2010³). Essa abordagem implica na imposição de declividades muito inferiores às que se aplicam regularmente aos coletores de esgotos sanitários.

³ Instruções Técnicas para Elaboração de Estudos Hidrológicos e Dimensionamento Hidráulico de Sistemas de Drenagem Urbana. RIO ÁGUAS, 2010.

Em geral, vazões de tempo seco impõem tensão trativa inferior à 1,0 Pa em galerias de águas pluviais e sólidos eventualmente depositados não são arrastados; consequentemente, acumulam-se. Pode-se afirmar que a autolimpeza destas galerias é comprometida na maioria dos casos, salvo exceções onde as tubulações são assentadas sob maior declividade em função de topografias íngremes.

b) Odor

Sólidos orgânicos são também constituídos por proteínas e aminoácidos, cujas moléculas contemplam radicais de enxofre. Na ausência de oxigênio dissolvido, quando acumulados e depositados no fundo de condutos, sólidos orgânicos são degradados anaerobicamente. Como subproduto da decomposição anaeróbia, a redução de sulfatos leva a geração de sulfeto de hidrogênio (H₂S, gás sulfídrico), de odor fétido e inconveniente ao ambiente circunvizinho.

c) Corrosão

A turbulência do escoamento dos esgotos impõe o desprendimento e a transferência do H₂S da fase líquida para gasosa. Na presença de água e oxigênio, reações químicas sucessivas levam a oxidação do gás sulfídrico e a formação de ácido sulfúrico. A reação entre o ácido sulfúrico e o carbonato de cálcio (cimento) decorre na formação de sulfato de cálcio, de maior volume molecular e expansividade, e indutor da desintegração e corrosão do concreto de galerias de águas pluviais.

- $H_2S + O_2 \rightarrow H_2O + SO$
- $H_2O + O_2 + SO \rightarrow H_2SO_4$
- $H_2SO_4 + CaCO_3 \rightarrow CaSO_4 + H_2CO_3$

d) Vetores

A acumulação de sólidos orgânicos no interior dos condutos representa foco de atração de vetores, em especial insetos e roedores, potenciais veículos de agentes infecciosos ao ser humano.

e) Comprometimento hidráulico

A acumulação de sólidos orgânicos ou inorgânicos no interior dos condutos do sistema de microdrenagem ou em calhas fluviais a céu aberto reduz a seção hidráulica disponível para o escoamento das vazões pluviais de projeto e/ou confere perdas localizadas de carga hidráulica. Como efeito, quando solicitadas, as seções disponíveis podem não satisfazer ao pleno escoamento das vazões de águas pluviais admitidas, decorrendo em pontos de alagamento, enchentes ou inundações.

De uma forma geral, além da limpeza periódica, em trechos mais críticos do sistema de microdrenagem pluvial podem ser aplicados produtos químicos alcalinizantes ou oxidantes no sentido de inibir a biodegradação de sólidos orgânicos acumulados. Efluentes nitrificados de ETEs podem ser utilizados neste sentido.

3.8.2. Sobre a calha fluvial a montante

Da mesma forma, a concepção da estrutura CTS Calha Fluvial incorpora o uso de córregos, riachos e rios que servem ao sistema de meso/macrodrenagem pluvial, como elemento de coleta e transporte de vazões de tempo seco, em sua maior parte constituída por esgotos sanitários. Como ocorre nas galerias de águas pluviais, nos períodos de tempo seco, em função de menores velocidades de escoamento, sólidos orgânicos em suspensão sedimentam e depositam-se no fundo das calhas fluviais.

Além da geração de odores fétidos, da atração de vetores e do eventual comprometimento hidráulico quanto ao escoamento de águas pluviais, vazões de tempo seco poluídas e contaminadas presentes em calhas fluviais comprometem os potenciais usos dos cursos d'água urbanos, expõem condição sanitária adversa, desarmonia paisagística e frustração quanto a qualidade ambiental circunvizinha.

3.8.3. Sobre o SES convencional a jusante: coleta, transporte e tratamento

A concepção da estrutura CTS enquanto solução hidráulica pode incorrer em eventuais impactos negativos a jusante do dispositivo central de interceptação, especificamente sobre os coletores e órgãos acessórios (terminais de limpeza e poços de inspeção e visita) e demais unidades do sistema convencional de esgotamento sanitário, da seguinte forma:

a) Sobrecarga hidráulica

Os eventos pluviométricos consoantes com as características climato-meteorológicas da cidade do Rio de Janeiro resultam na geração de vazões de águas pluviais de grande magnitude, extremas, se comparadas as vazões de esgotos sanitário. Estima-se que vazão pluvial decorrente da drenagem superficial de 1,0 ha equivaleria a vazão de esgotos produzida por uma população de 55.000 habitantes⁴. Para diferentes cenários topográficos (declividades compreendidas entre 0 e 10%) e de densidade populacional (entre 100 e 1.000 hab./ha), Mutti (2015)⁵ comparou a magnitude das vazões de águas pluviais, obtendo valores compreendidos entre 63 e 573 vezes maiores que as vazões de esgotos sanitários.

No sistema separador absoluto, os coletores de esgotos são dimensionados para o escoamento das águas residuárias urbanas e águas de infiltração (introduzidas a partir do lençol freático); o dimensionamento de interceptores e coletores tronco podem ainda prever a recepção de contribuições ditas parasitárias (indevida interligação de águas pluviais provenientes de edificações).

Em princípio, as unidades do sistema de sistema convencional de esgotamento sanitário, a jusante do dispositivo central de interceptação, poderão ou não possuir capacidade nominal para a recepção de vazões em tempo seco. No caso de

⁴ Tsutuya, M.T. Sistema Unitário x Sistema Separador Absoluto. Qual o mais atraente para as condições brasileiras? Ensaio Revista DAE p.41-42. 2009

⁵ Mutti, P. (2015). Avaliação dos princípios da adoção de sistemas de esgotamento sanitário do tipo separador absoluto ou unitário em áreas urbanas de clima tropical. Projeto de Graduação - Curso de Engenharia Ambiental da Escola Politécnica da UFRJ.

CTS GAP, a vazão em tempo seco corresponde notadamente aos esgotos sanitários, associados a eventual infiltração de águas do lençol freático (GAP encontram-se em menores profundidades que os coletores de esgotos e menos expostas a presença do lençol freático). Por outro lado, além dos esgotos sanitários, a vazão em tempo seco em CTS Calha Fluvial é também função da recarga de base do curso d'água, a qual corresponde a vazão de permanência (vazão de referência em termos da $Q_{7,10}$, Q_{90} , ou Q_{95}).

Como se discutirá no 3.10 seguinte, se desprovido de mecanismo de automação, o funcionamento hidráulico do dispositivo central de interceptação é de natureza passiva e sujeito à dinâmica de distribuição hidráulica de parcelas da vazão afluente, entre o conduto de derivação para o sistema convencional e a estrutura de extravasamento através do vertedor. O dimensionamento hidráulico do dispositivo central (como discutido no item 3.5) poderá resultar em maior ou menor sobrecarga hidráulica ao sistema convencional de esgotamento sanitário, mas não será capaz de impedi-la integralmente.

Somente a modelagem hidráulica do sistema convencional de esgotamento sanitário é capaz de identificar e quantificar o seu comprometimento quando sujeito ao aporte de vazões extraordinárias não previstas nas fases pretéritas de concepção e projeto.

A sobrecarga hidráulica do sistema convencional de esgotamento sanitário poderá também ocorrer em situações de contrafluxo hidráulico, da seguinte forma:

- Por elevação do NA na calha fluvial, para cota superior a geratriz inferior da tubulação de deságue de águas pluviais; no caso, haveria contrafluxo no sentido de montante da galeria de águas pluviais, eventual captação pela estrutura de interceptação CTS GAP e sobrecarga hidráulica do sistema convencional de esgotamento sanitário; e
- Em ambientes costeiros, por elevação do nível da maré e intrusão de água salina; no caso, a CTS Calha Fluvial seria diretamente atingida pela intrusão da vazão de contrafluxo decorrente da elevação da maré, e consequentemente, a eventual sobrecarga hidráulica do sistema convencional de esgotamento sanitário.

Neste último caso, usual proteger a estrutura da CTS, e por conseguinte, o sistema convencional de esgotamento sanitário, por meio da instalação de comporta ou barragem de nível. Observa-se que o eventual aporte de água salina, além de impor sobrecarga hidráulica ao sistema de esgotamento sanitário, representa contribuição extremamente corrosiva aos seus equipamentos e peças.

Por fim, importante ainda ressaltar que independentemente da origem do aporte de vazões que representem sobrecarga hidráulica ao sistema convencional, as mesmas podem significar choques de carga hidráulica e orgânica sobre as unidades da estação de tratamento de esgotos, perturbando a manutenção de condições ideais e de equilíbrio, principalmente de processos biológicos de tratamento. De forma ainda mais problemática, no caso de aporte de água salina ter-se-ia o comprometimento dos processos biológicos em função dos efeitos da salinidade sobre a população microbiana.

b) Resíduos sólidos urbanos

Resíduos sólidos urbanos (RSU) invariavelmente alcançam os sistemas de micro e meso/macrodrenagem pluvial, sendo maiores as quantidades de papeis, objetos plásticos e metálicos, materiais têxteis e vegetais carreados em períodos chuvosos. São fatores determinantes da maior ou menor presença de RSU no sistema de drenagem urbana: procedimentos de acondicionamento de RSU; regularidade e qualidade do serviço público de limpeza urbana e de coleta de RSU; ocupação irregular e desordenada do tecido urbano por aglomerações subnormais; hábitos, costumes e graus de conscientização e educação ambiental da população. A transferência dos RSU para o sistema de microdrenagem pluvial e cursos d'água superficiais depende de características dos eventos de precipitação pluviométrica; características físicas da bacia hidrográfica; e dos dispositivos do sistema de microdrenagem, incluindo sarjetas, bocas de lobo e bueiros.

Estudo anteriormente elaborado pela Fundação COPPETEC/UFRJ⁶ reporta informações obtidas junto a 2ª Gerência de Conservação da Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, sobre a retenção de grandes quantidades de lixo e material mineral em caixas de contenção existentes junto às bases de morros das bacias dos rios Papa-Couve e Comprido após as chuvas, da seguinte forma: Frei Caneca - 14 m³; Mineira - 56 m³; Azevedo Lima - 16 m³; Campos da Paz - 140 m³; Sumaré - 21 m³.

De acordo com CEDAE⁷, a manutenção de captações em tempo seco da zona costeira da cidade do Rio de Janeiro envolve a remoção mensal de aproximadamente 40 m³ de lixo; dentre estas, as unidades existentes no rio Berquó, canal da Rocinha, e rio Carioca são as mais atingidas por cargas de resíduos sólidos urbanos.

Face ao exposto, observa-se que o funcionamento hidráulico dos elementos a jusante da unidade central de interceptação, em ambos os modelos CTS GAP e CTS Calha Fluvial, estará sujeito ao aporte de elevadas quantidades de RSU. Teoricamente, por servirem bacias de drenagem de maior área superficial e por conseguinte maior vazão afluente, CTS Calha Fluvial estarão mais influenciadas pelo aporte de RSU.

Portanto, mostra-se fundamental impedir a introdução e a passagem de RSU para o sistema convencional de esgotamento sanitário, empregando-se para tanto um dispositivo de retenção (gradeamento) a montante deste e a jusante da unidade central de interceptação.

A acumulação de RSU junto as grades implica no impedimento do funcionamento da própria CTS, e confere perda localizada de carga hidráulica e comprometimento do escoamento regular do conduto a montante (GAP ou Calha Fluvial). Assim, as unidades de gradeamento em ambos os modelos de CTS requererão serviços regulares de manutenção.

Complementarmente, no caso da interligação ao sistema de esgotamento sanitário ocorrer por bombeamento e recalque, sugere-se verificar a aplicabilidade da adoção de equipamentos que garantam a passagem de sólidos de maior dimensão ou até mesmo de bombas dotadas de dispositivo próprio de trituração.

⁶ Fundação COPPETEC/UFRJ. Estudo de Avaliação da Aplicabilidade de Unidade de Desarenação no Contexto da Solução “Canal do Mangue - Captação de Esgoto Difuso. 2012.

⁷ Nota Técnica Diretoria de Esgotos - CEDAE

c) Sedimentos

i) Processos erosivos urbanos

Processos erosivos urbanos são decorrentes de ações de natureza hídrica e/ou eólica e função de características geológicas e geotécnicas do solo, da geomorfologia da bacia hidrográfica e da forma de uso e ocupação do espaço urbano. Impactos decorrentes da precipitação de gotas de chuva levam a desagregação das partículas do solo e a expulsão deste material do local de origem, expondo-o às ações hidrodinâmicas do escoamento superficial.

Processos erosivos urbanos são classificados em função da intensidade e da forma como ocorrem, se localizada ou difusa. Em qualquer um dos casos, resultam em importante aporte de matéria sólida aos sistemas de micro e meso/macrodrenagem pluvial. Ainda que de limitada intensidade - denominada erosão laminar, quanto maior a área de abrangência da bacia urbana, mais expressiva a contribuição de matéria sólida.

A diversidade dos mecanismos envolvidos em processos erosivos urbanos torna complexa a simulação de sua totalidade, e impõe grande dificuldade ao levantamento de dados e a formulação de modelos quantitativos. Por exemplo, a taxa de transferência de sedimentos, parâmetro que expressa a relação entre a quantidade de matéria sólida que atinge o sistema de drenagem pluvial urbana e a quantidade de material efetivamente erodida, varia em função da retenção exercida por barreiras naturais ou construídas existentes ao longo do percurso ou da defasagem entre as velocidades de escoamento das massas líquida e sólida.

No sistema separador absoluto, o que se denomina “areia” é tipicamente material mineral, tal como areia, pedrisco, silte, escória, cascalho, até mesmo fibras, oriundos não somente da geração regular dos esgotos domésticos, como também da lavagem de pisos e áreas externas, de ligações clandestinas de águas pluviais, e principalmente da infiltração de água do lençol freático na rede coletora de esgotos. No caso, entende-se como material mineral as partículas inertes presentes nos esgotos sanitários, e cujas dimensões sejam compreendidas entre 0,1 e 0,4 mm.

Já no sistema unitário, a presença de areia é reconhecidamente maior, uma vez que além das fontes de contribuição usuais ao sistema separador absoluto, este também se encontra sujeito ao recebimento da carga de matéria sólida decorrente da lavagem dos logradouros de ambientes públicos e dos telhados e áreas externas das áreas privadas. É possível fazer referência à presença específica de areia nas diferentes tipologias de sistemas de esgotamento sanitário segundo as seguintes quantidades aproximadas (WEF, 1992⁸):

- No caso de sistema separador: 0,4 a 3,7 x 10⁻⁵ m³ areia/m³ de esgoto; e
- No caso de sistema unitário: 0,4 a 18,0 x 10⁻⁵ m³ areia/m³ de esgoto.

Por outro lado, apesar de exíguos, indicadores de natureza empírica têm sido utilizados para quantificação preliminar do potencial de processos erosivos urbanos, como indicam a seguir, os Quadros 1 e 2.

O mesmo estudo elaborado pela Fundação COPPETEC/UFRJ (2012) reporta informações obtidas junto a CEDAE quanto a retenção de grande quantidade de material mineral nas estruturas de captação de tempo seco existentes na zona sul da cidade do Rio de Janeiro, e que requeria serviços de remoção semanal do material contido segundo os seguintes

volumes aproximados: Rio Canoas, São Conrado - 1,5 m³; Rio Pires, São Conrado - 1,4 m³; Canal da Rocinha, São Conrado - 25 m³; Vidigal - 1,2 m³; Estrada da Gávea, Gávea - 1,2 m³; Jardim de Alah, Ipanema - 2,0 m³; Rio Carioca, Flamengo - 1,5 m³.

Quadro 1: Carga sólida para diferentes usos do solo urbano

Uso do solo	Carga Máxima (t/km².ano)	Carga Mínima (t/km².ano)	Concentração SST/evento (mg/L) (*)
Estradas	72	28	250
Industrial/Comercial	137	24	280
Residencial baixa densidade	34	6	100
Residencial média densidade	55	10	187
Residencial alta densidade	76	13	250
Estacionamentos	76	12	-
Parques	59	8	-
Áreas em construção	8.400	2.200	-

Fonte: ELLIS, 1996 apud TUCCI e COLLISCHONN, 2000

Quadro 2: Estimativa de material sólido na rede de drenagem de bacias urbanas brasileiras

Local	Tipo de estimativa	Volume (m³/km².ano)
Rio Tietê, SP	Material dragado	393
Rio Tietê, SP	Leito dos afluentes	1.400
Represa da Pampulha, MG	Assoreamento	2.436
Arroio Dilúvio, RS	Material dragado	750

Fonte: TUCCI e COLLISCHONN, 2000

O mesmo estudo também reporta informações obtidas junto a empresa Águas de Niterói, relativas à operação de 40 captações de tempo seco no município de Niterói, as quais impunham à ETE Icaraí, a contribuição específica de 20,4 x 10⁻⁵ m³ areia/m³ de esgoto, valor superior aos indicados para o sistemas unitários (WEF, 1992). O Quadro 3 resume a contribuição específica de material mineral às ETEs operadas pela mesma empresa no município de Niterói, e nesta pode-se observar o volume cerca de 5 vezes maior na ETE Icaraí, unidade que recebia as maiores contribuições de interceptações de tempo seco.

Quadro 3: Contribuição específica de material mineral às ETEs do município de Niterói.

ETE	Vazão média esgotos		Vazão areia (m³/mês)	Contribuição específica (m³ areia/m³ esgoto)
	(L/s)	m³/mês		
Icaraí	850	2.203.200	450	0,0002042
Itaipu	80	207.360	10	0,0000482
Camboinhas	80	207.360	10	0,0000482
Barreto	50	129.600	5	0,0000385
Toque-Toque	250	648.000	20	0,0000309

⁸ WEF, Manual of Practice no. 8, 1992

A Figura 19 ilustra a estrutura da captação de tempo seco localizada no canal Ari Parreiras, em Niterói, e que permite em tempo seco, o desvio da vazão fluvial para a ETE Icaraí. Pode-se observar o material mineral acumulado e separado na lateral da calha fluvial, aguardando remoção.

Em face da presença em maior quantidade de material mineral, tendem ser de maior magnitude os problemas decorrentes da deposição e dos efeitos abrasivos do material mineral nos elementos que compõem o sistema unitário de esgotamento sanitário. Não obstante, ainda que sujeito a menor presença de areia, o sistema separador absoluto também convive com as mesmas preocupações.



Figura 19: Estrutura de CTS localizada no canal Ari Parreiras – Águas de Niterói

ii) Em relação à deposição na rede coletora de esgotos

Como já discutido, visando o arraste de sólidos orgânicos eventualmente sedimentados, preconiza-se garantir a tensão trativa mínima de 1,0 Pa para o dimensionamento de coletores de esgotos. Trechos de rede coletora de menor diâmetro e declividade inferior a 0,004m/m são mais sensíveis à deposição e ao acúmulo de material mineral pesado⁷. Como indica o Quadro 4 seguinte, o arraste de partículas de material mineral pesado, com dimensão maior que os sólidos orgânicos (> 0,2 mm), requereriam a imposição de valores de tensão trativa maiores do que 1,0 Pa.

Quadro 4: Tensão trativa requerida para arraste de partículas minerais

Caraterísticas da água	Diâmetro médio d50 (mm)					
	0,1	0,2	0,5	1,0	2,0	5,0
	Tensão trativa (Pa)					
Isenta de sedimentos finos	1,2	1,3	1,5	2,0	2,9	6,0
Pouca quantidade de sedimentos finos	2,4	2,5	2,7	2,9	3,9	8,1
Muita quantidade de sedimentos finos	3,8	3,8	4,1	4,4	5,4	9,0

Fonte: LENCASTRE, 1983 apud TOMAZ, 2011

A premissa utilizada no dimensionamento da rede coletora do sistema separador absoluto transfere para os desarenadores e para a etapa de tratamento preliminar dos esgotos, já nas ETEs, a função da remoção de “areia” do esgoto bruto afluente. No caso, entende-se não haver maior preocupação quanto à eventual deposição de areia nos coletores de esgotos e no poço das estações elevatórias, porém admite-se preocupação quanto à deposição e efeitos abrasivos sobre as unidades da ETE.

Por outro lado, entende-se que a garantia do arraste do material mineral pesado em galerias de águas pluviais teria como referência a manutenção de uma dada velocidade mínima de escoamento. Como já mencionado, diretrizes da Rio Águas

preconizam velocidades mínimas de escoamento compreendidas entre 0,8 e 1,0 m/s para o sistema de microdrenagem pluvial da cidade do Rio de Janeiro.

Para evitar a deposição de grandes quantidades de material mineral, o acelerado comprometimento das seções hidráulicas de escoamento e a realização de frequentes serviços de limpeza e desobstrução, mostra-se fundamental a proteção do sistema convencional de esgotamento sanitário, empregando-se um dispositivo de deposição e retenção de areia a montante deste e a jusante da unidade central de interceptação.

iii) Em relação à deposição nas estações elevatórias

Em geral, existe grande preocupação em relação à deposição de material mineral nos poços das estações elevatórias de esgotos, uma vez que a acumulação continuada de sedimentos pode até inviabilizar, por aterramento, o funcionamento do dispositivo de sucção das bombas. Outra preocupação reside no fato de que a acumulação de matéria sólida mineral possa ocorrer na própria voluta da bomba ou em pontos específicos das tubulações de sucção e de recalque, conferindo perda de carga ao escoamento e até o entupimento das mesmas. A Figura 20 ilustra situações de grave acumulação de areia no poço de sucção, bem como na própria voluta do equipamento de bombeamento.



Figura 20: Acumulação de areia no poço de sucção e na voluta do equipamento de bombeamento

Também de acordo com Fundação COPPETEC/UFRJ (2012), tem-se como sempre positiva a experiência da CEDAE com a remoção de areia em suas estações de tratamento, quando recebendo exclusivamente a contribuição da rede coletora do sistema separador. Por outro lado, menciona que sistemas do tipo separador absoluto sujeitos ao aporte de vazões oriundas da rede de microdrenagem pluvial urbana não apresentariam o mesmo desempenho, destacando os casos das ETEs Pavuna e Sarapuí, em função da grande quantidade de conexões de águas pluviais existentes em ambos os sistemas de esgotamento sanitário. Para ilustração, são reportados os seguintes casos:

- Operação de limpeza do poço da elevatória de esgoto bruto da ETE Sarapuí, em setembro de 2012, na qual 38 m³ de areia foram manualmente removidos, quantidade semelhante às que ocorriam quando ambas as ETEs tratavam exclusivamente as águas do sistema de mesodrenagem da região;

- Frequente interrupção de funcionamento da elevatória da ETE Orquídea, também sujeita ao aporte de águas fluviais e ao excessivo carregamento de material mineral pesado; e
- Paralisação da unidade de desarenação da ETE São Gonçalo, ocorrida também em 2012, em decorrência de forte tempestade pluviométrica, em que o elevado aporte de material mineral (12 m³ em uma noite) travou a operação dos raspadores de fundo e da rosca lavadora e removedora do desarenador.

TSUTYA (2005)⁹ observa que o desenvolvimento tecnológico dos equipamentos de bombeamento associado às pesquisas hidráulicas aplicadas às elevatórias de esgoto oferece inovações aos projetos hidráulicos, no sentido de evitar a acumulação de areia nos poços de sucção, sugerindo:

- Quando possível, a instalação de caixa de pé-sedimentação da areia – limitada a 6,0 metros de profundidade em função do alcance do equipamento *vac-all*;
- A instalação de sistema de mistura e agitação da areia no próprio poço de sucção, seja por sistemas mecânicos ou por sistema de recirculação dos esgotos a partir da própria tubulação de recalque;
- alteração do formato geométrico do fundo do poço de sucção, impondo inclinações de 60° em relação à horizontal, voltadas para o ponto de sucção da bomba – no caso de bomba submersível, ou ainda, voltadas para um outro poço menor e complementar - tipo trincheira, aonde ocorreria a efetiva acumulação de areia e operação da sucção da bomba autoescorvante, como ilustram os desenhos da Figura 21; recomenda-se para ambos os casos que as superfícies das paredes e do fundo devam ser lisas para evitar a aderência de matéria sólida.

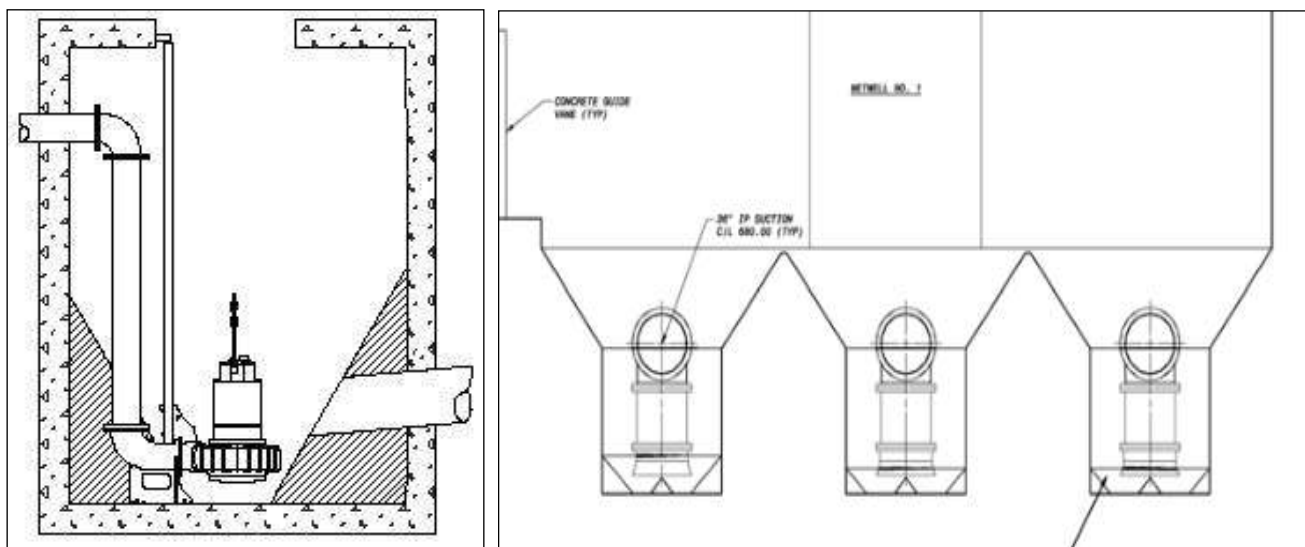


Figura 21: Formatos geométricos sugeridos para os poços de sucção - Fonte: BLACK & VEATCH (2010)

iv) Em relação à deposição em unidades da ETE

A remoção da “areia” é de fundamental importância para a proteção das unidades das estações de tratamento de esgotos, especificamente quanto ao objetivo de evitar abrasão nos equipamentos e tubulações, impedir deposição e acúmulos em

pontos indesejados, reduzir a possibilidade de avarias e obstrução, e facilitar o manuseio e o transporte das fases líquida e sólida na própria ETE.

Assim, para evitar a elevada deposição de material mineral nos poços das estações elevatórias e unidades da ETE e a realização de frequentes serviços de limpeza e manutenção, reitera-se a importância da proteção do sistema convencional de esgotamento sanitário, empregando-se um dispositivo de deposição e retenção de areia a montante deste e a jusante da unidade central de interceptação.

v) Em relação ao potencial abrasivo

O material mineral presente no esgoto bruto apresenta potencial extremamente abrasivo aos dispositivos e equipamentos mecânicos existentes nas estações elevatórias e ETEs. Dentre outros constituintes, a sílica encontra-se em grande quantidade no material mineral, e em função de sua elevada dureza, compreendida entre 570 e 590 BHN (unidade Brinell), constitui-se no principal elemento causador de abrasão.

O desgaste por abrasão ocorre em função da presença de partículas minerais no campo de atrito entre o líquido e a superfície metálica de equipamentos e demais dispositivos, acarretando perda progressiva de material, e consequentemente, perda de eficiência do equipamento, até a sua completa interrupção operacional.

É no conjunto motor-bomba da estação elevatória, e especificamente na extremidade das aletas do impulsor, que usualmente ocorre o maior desgaste mecânico e perda de material pela abrasão devido à matéria sólida mineral. Não obstante, é também comum o comprometimento das superfícies do bocal de sucção e da voluta, e ainda do trecho inicial tubulação de recalque. As fotografias da Figura 22 ilustram o desgaste da superfície metálica de componentes de equipamentos de bombeamento de esgotos, causado por efeito abrasivo de material mineral.

Assim, da mesma forma, para evitar o desgaste por abrasão de equipamentos e demais dispositivos, é imperativa a proteção do sistema convencional de esgotamento sanitário, empregando-se um dispositivo de deposição e retenção de areia a montante deste e a jusante da unidade central de interceptação.

Complementarmente, também para prevenção do efeito de abrasão, é recomendável o emprego de revestimento cerâmico das superfícies metálicas do conjunto motor-bomba, principalmente da voluta e do impulsor. Peças mecânicas em aço com alto teor de cromo (*hard iron*), com muito maior resistência à abrasão, podem também ser empregadas, embora apresentem custos muito superiores àqueles necessários para execução de novos revestimentos cerâmicos, quando estes se fizerem necessários.

⁹ Tsutuya, M.T. Inovações Tecnológicas para Projetos de Estações Elevatórias de Esgoto. In : 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Campo Grande. 2005



Figura 22: Efeitos de abrasão sobre peças de equipamentos de bombeamento

3.8.4. Sobre o corpo d'água receptor

a) Efetividade da estrutura CTS: Cargas de poluentes não evitadas sobre os corpos d'água jusante

A efetividade da CTS pode ser mensurada em função da maior ou menor quantidade de deflúvios interceptados, uma vez que a transferência dos mesmos para o sistema convencional de esgotamento sanitário evita a poluição e a continuidade do comprometimento ambiental de bacias hidrográficas urbanas.

Como discutido no item 3.5.1, o funcionamento hidráulico da CTS é regido pela declividade e pelo diâmetro da tubulação de interligação entre a CTS e o sistema convencional de esgotamento sanitário (cuja dimensão corresponde ao diâmetro do próprio orifício), que por sua vez define a vazão a ser admitida e efetivamente interceptada. Dimensionada somente com base no aporte da vazão de esgotos sanitários, a estrutura física da CTS admitirá, além desta vazão, o aporte adicional de águas pluviais até determinado limite, a partir do qual ocorrerá o extravasamento. Assim, em períodos chuvosos, em função do desempenho hidráulico da singularidade hidráulica do orifício e da declividade e do diâmetro da tubulação de interligação é que a CTS mostrar-se-á mais ou menos efetiva no sentido da interceptação das vazões afluentes.

A efetividade do emprego da solução de CTS não é somente dependente da intensidade, da duração e da frequência de eventos pluviométricos, mas também de características da própria bacia hidrográfica e da dinâmica de propagação da vazão em períodos de chuva. Eventos frequentes de maior intensidade e duração, bem como dinâmicas mais intensas de propagação da vazão em períodos de chuva tornam a solução CTS menos efetiva.

Sabe-se também que em períodos chuvosos, em função da diluição que a vazão de água pluvial exerce sobre a vazão de esgotos sanitários, ocorre a redução da concentração de poluentes na parcela da vazão extravasada. Dependendo da concentração resultante desta mistura, pode-se obter um “Grau de Efetividade” limitado sob a perspectiva da vazão, mas não necessariamente sob a perspectiva da carga poluidora.

A avaliação da efetividade do funcionamento da CTS depende da modelagem de série hidrológica sintética que represente o regime pluviométrico local; da aplicação de modelo chuva-vazão para as bacias de drenagem contribuintes a cada estrutura de CTS; do balanço hídrico no entorno de cada CTS; e da definição de volumes de esgotos e massas de poluentes interceptados e extravasados de acordo com cada evento da série sintética. **A seguir**, o item 10 contempla a determinação do grau de efetividade das estruturas de CTS planejadas para a interceptação de deflúvios poluídos e contaminados na região da AP-4.

b) Filosofia e tecnologia de controle de extravasamentos aplicadas ao sistema unitário

A avaliação da efetividade do funcionamento de estruturas de CTS visando conferir maior eficiência ao sistema separador absoluto, encontra aplicação análoga para o caso do funcionamento de estruturas de extravasamento típicas do sistema unitário.

Denominadas *combined sewer overflow* (CSO), localizadas em pontos estratégicos do sistema unitário, estas estruturas servem ao extravasamento de vazões superiores à capacidade hidráulica do sistema para jusante, na direção da estação de tratamento de esgotos. Por princípio, a capacidade hidráulica do sistema unitário satisfaz a “chuva de projeto” somente até um determinado ponto, estrategicamente definido, a partir do qual ela é reduzida – em geral, para valores equivalentes a 2 a 4 vezes a vazão de esgotos sanitários.

O extravasamento de esgotos sanitários através de *combined sewer overflow* acarreta em importantes eventos de poluição, inadmissíveis para o atual estágio de desenvolvimento social, econômico e ambiental de cidades do hemisfério norte e do mundo mais desenvolvido, o que veio implicar em severas restrições por parte da legislação ambiental. Dentre os critérios aplicados para o controle dos extravasamentos, destaca-se a limitação da vazão dos mesmos em função da área da bacia drenante (L/s.ha) ou da própria vazão de esgotos ($n \times Q_{esg.}$) e da frequência de ocorrência (quantidade de eventos/tempo). Como consequência, a filosofia preconizada pela legislação ambiental internacional, impõe complexas medidas de controle de poluição, por meio de reservatórios de retenção e/ou sistemas de tratamento específicos, cuja implantação obviamente depende de vultosos programas de investimento.

A tecnologia especificamente empregada para o tratamento de *combined sewer overflow* contempla técnicas que empregam princípios gravitacionais de separação; de vórtice; técnicas de gradeamento, peneiramento e filtração. Nos Estados Unidos, a legislação da EPA ainda impõe requisitos de tratamento primário e desinfecção dos extravasamentos. A tecnologia que emprega princípios de vórtice é a que apresenta maior desenvolvimento e aplicação, sendo diversos os modelos patenteados pela indústria. Em geral, se caracteriza pela entrada do afluente e saída do efluente de forma tangencial à câmara principal da unidade, impondo à água um movimento de circulação interna, segundo velocidade de escoamento capaz de promover a concentração de sólidos, por efeito de vórtice, em sua porção central. É capaz de não somente promover a remoção de sólidos minerais, como também o abatimento das cargas de sólidos em suspensão e de matéria orgânica presentes nos esgotos sanitários.

As Figuras 23 e 24 ilustram modelos que empregam o princípio do vórtice para o abatimento de poluição veiculada através de estruturas de *combined sewer overflow*, típicas em sistemas unitários, e que de forma análoga, encontrariam

aplicabilidade de emprego para o caso dos extravasamentos de estruturas de CTS, típicas do sistema do tipo separador absoluto.

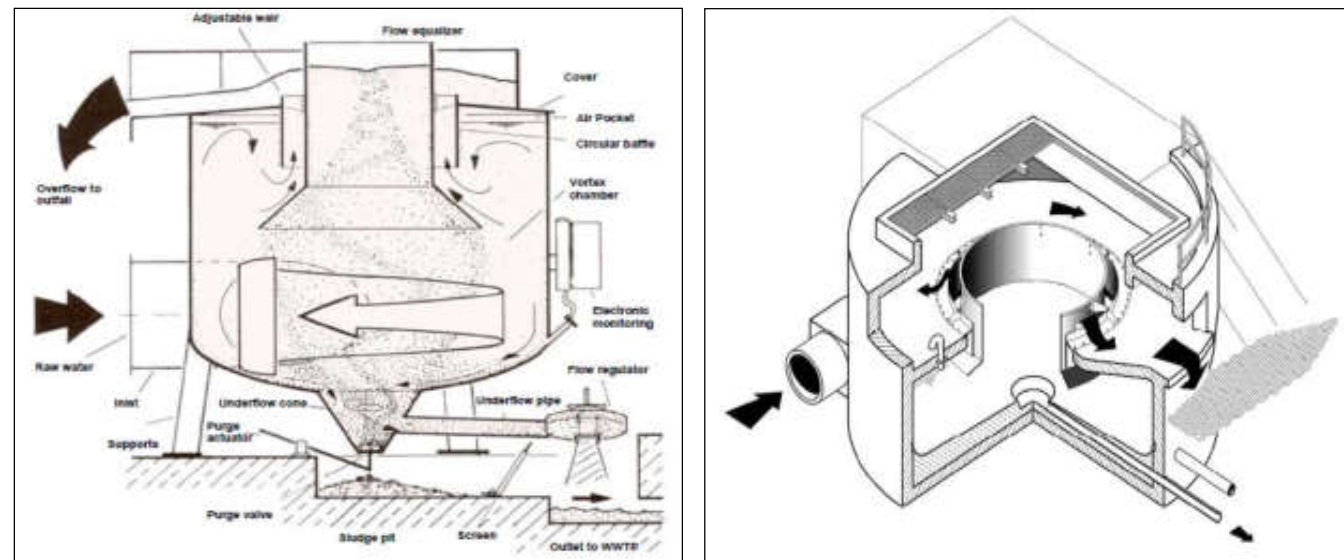


Figura 23: Modelo HYDROVEX® FluidSep Vortex Separator - John Meunier Co. (Canadá)

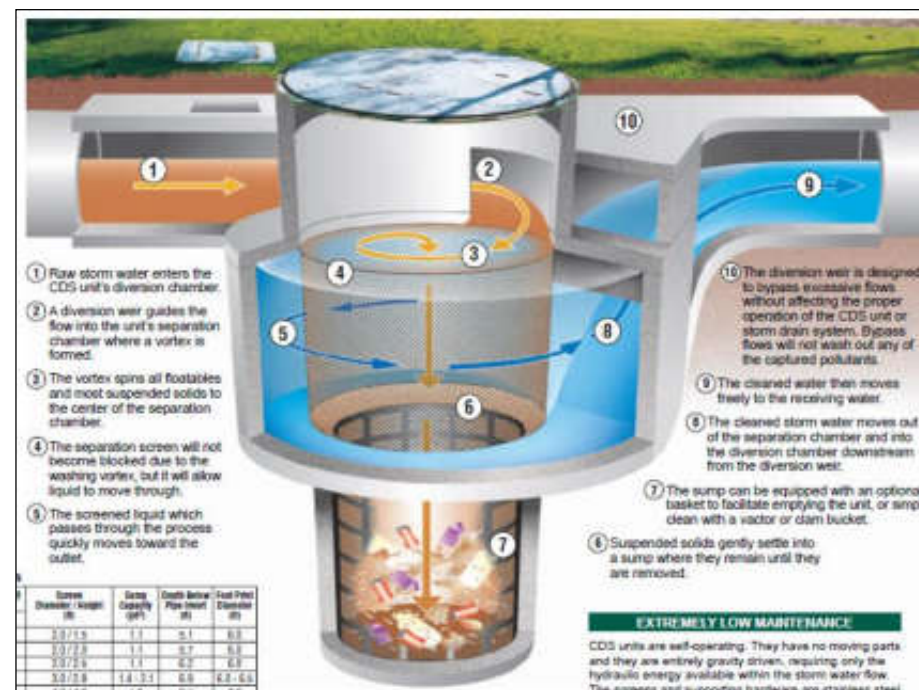


Figura 24: Modelo CDS Hydrodynamic Separation – Contech® Engineered Solutions (Canadá)

- Geração de odor fétido devido a presença de sólidos orgânicos adsorvidos aos sólidos minerais pesados depositados no dispositivo de retenção a jusante da unidade central de interceptação;
- Tráfego de viaturas que servirão ao serviço de manutenção e operação da CTS;
- Desvalorização imobiliária da área no entorno.

3.9. Quanto ao traçado do interceptor

Como já discutido anteriormente, além do emprego visando conferir maior eficiência ao sistema separador absoluto, a estrutura CTS pode também ser implantada nos casos em que as áreas urbanas ainda sejam desprovidas da infraestrutura do sistema separador absoluto. Entende-se que, ao menos nos períodos de tempo seco, garantiria-se a interceptação dos esgotos sanitários veiculados por galerias de águas pluviais ou pequenos córregos e riachos e, por conseguinte, a proteção da qualidade da água de outros corpos d'água de interesse.

Esta estratégia, quando aplicada, não deve ser compreendida como o objetivo final de implementação da infraestrutura sanitária urbana, mas como um primeiro passo, de caráter temporário, como meio para a implantação gradual do sistema separador absoluto. No caso, poder-se-ia entender que o sistema de esgotamento sanitário estaria sendo construído gradualmente e em etapas, que em um primeiro momento contaria com os seus definitivos elementos e estruturas de transporte e tratamento, para posteriormente contar com a rede coleta de esgotos convencional do sistema separador absoluto.

No caso, implicitamente, poder-se-ia também entender que a concepção da estrutura CTS atenderia não somente à estratégia de proteção mais imediata da qualidade da água de outros corpos d'água de interesse, mas também a sua funcionalidade futura, enquanto estrutura que também conferiria maior eficiência ao sistema separador absoluto, quando definitivamente implantado.

Neste contexto, aspectos conceituais e fundamentos hidráulicos e construtivos impõem a necessidade de melhor discussão e embasamento técnico quanto à solução específica de implantação de interceptores de esgotos no interior de calhas de cursos d'água, como ilustram as fotografias da Figura 25. Apesar desta estratégia, alternativa à solução convencional de implantação externa às calhas fluviais e ao longo de suas margens, poder viabilizar, temporariamente, a interceptação, o transporte e o tratamento de vazões em tempo seco, a mesma não deve, em princípio, e salvo Impedimento técnico muito relevante, ser compreendida como elemento hidráulico definitivo quando integralizado o sistema separador absoluto.

3.8.5. Impactos ao ambiente circunvizinho

Impactos negativos ao ambiente urbano circunvizinho poderão ocorrer em função da instalação de CTS, notadamente:

- Impacto visual - diferentemente de ETEs usualmente localizadas em áreas com circulação limitada de pedestres e veículos, as estruturas de CTS são localizadas em áreas sujeitas a mobilidade urbana;



Figura 25: Interceptores de esgotos no interior de calhas de cursos d'água

3.10. Qualidade do projeto/obra de engenharia

De acordo com o já exposto, a CTS consiste em uma estrutura de funcionamento passivo, sujeita à dinâmica de distribuição hidráulica de parcelas da vazão afluyente entre o conduto de derivação para o sistema convencional de esgotamento sanitário e a soleira de extravasamento através do vertedor. O dimensionamento hidráulico da unidade, como discutido no item 3.5 anterior, resultará na definição das parcelas a serem efetivamente interceptadas e extravasadas.

Por conseguinte, para atendimento ao que indicar a modelagem hidráulica do sistema convencional de esgotamento sanitário, quanto a limitação de sua capacidade nominal no ponto de recepção de vazão de tempo seco, tornam-se fundamentais ao adequado funcionamento da CTS, a precisão de seu dimensionamento hidráulico e a qualidade técnica do respectivo projeto de engenharia e obras civis.

3.11. Requisitos de operação e manutenção da estrutura CTS

A adequada operação e manutenção da estrutura de CTS depende de recursos humanos, material ferramental e equipamentos. As unidades de gradeamento e de deposição e retenção de material mineral pesado requerem atenção vigiada e serviços frequentes de limpeza.

Para um conjunto de estruturas de CTS, recomenda-se manter contrato específico e contínuo de equipamentos do tipo *vac-all* e *sewer-jet*, integralmente dedicado aos serviços de manutenção preditiva, preventiva e corretiva das unidades. Mediante programação previamente definida, deve ser estabelecida a rotina ideal dos serviços, incluindo o rastelamento manual das grades. A programação deve ser planejada de forma a garantir o monitoramento e a eventual intervenção após eventos chuvosos. A rotina dos serviços de manutenção pode ser estabelecida de acordo com cada bacia de esgotamento sanitário.

De uma forma geral, os serviços dedicados de manutenção devem dispor de operadores volantes providos de veículos para vistoria, diagnóstico e limpeza pontual – tipo *vac-all* e *sewer-jet*. Os equipamentos devem ainda conter mangotes de 3

e 4”, mangueira de 1”, ferramentas tipo “saca tampão”, enxada, picareta e espátula apropriada para limpeza do fundo do poço de visita.

3.12. Prestação dos serviços de esgotamento sanitário utilizando CTS

A aplicação de estrutura de CTS invariavelmente ocorre em uma unidade do sistema de micro (galeria de águas pluviais) ou de meso/macrodrenagem pluvial (córregos, riachos, rios). Na cidade do Rio de Janeiro, enquanto a gestão da operação e manutenção dos sistemas de micro e meso/macrodrenagem é exercida pela Rio Águas, a gestão da infraestrutura de esgotamento sanitário cabe à CEDAE.

O emprego de estruturas visando conferir maior eficiência ao sistema separador absoluto é refém de vácuo institucional em relação à gestão da operação e da manutenção destas unidades, uma vez que:

- A origem do problema é também decorrente do uso desordenado e indevido do solo e do desatendimento aos requisitos construtivos previstos pela legislação municipal para obras e edificações;
- A função da CTS consiste na interceptação de esgotos sanitários, de forma geral, atribuição da CEDAE;
- A implantação da CTS ocorre no sistema de drenagem pluvial, cuja gestão é atribuição da Rio Águas;
- Seu emprego ter como principal finalidade, a melhoria da qualidade da água de corpos d'água de interesse, atribuição repartida entre a Secretaria Municipal de Meio Ambiente (ou equivalente) e o INEA.

Na prática, a operação e a manutenção da maioria das estruturas CTS existentes na zona costeira da cidade do Rio de Janeiro é realizada pela CEDAE, embora algumas unidades sejam de responsabilidade da Rio Águas (por exemplo, praia do Leme). Por outro lado, usualmente por intermédio da Secretaria Municipal de Habitação, a Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro é quem conduz programas e projetos de implantação de infraestrutura de saneamento em favelas.

Especificamente em relação ao objetivo do presente Estudo, que visa analisar técnica e economicamente a implantação de CTS no sentido da interceptação de esgotos sanitários provenientes de aglomerações subnormais localizada na AP-4, ressalta-se acordo institucional vigente que confere à CEDAE a atribuição do esgotamento sanitário em comunidades atendidas por Unidades de Polícia Pacificadora (UPP).

No presente caso da AP-4, de acordo com o que preconiza a Lei Federal 11.445/2007 (Diretrizes do Saneamento Básico), o princípio da sustentabilidade econômico-financeira da prestação dos serviços integrados de drenagem pluvial urbana e esgotamento sanitário, dependerá de iniciativa do poder público quanto ao aporte de capital para implantação das estruturas CTS, como também da remuneração por parte dos usuários quanto a prestação dos serviços de operação e manutenção das mesmas unidades, de acordo com os respectivos custos e envolvimento e responsabilidades dos órgãos envolvidos. Da mesma forma, outros mecanismos de planejamento, regulação e econômicos-sociais que prevê a Lei Federal 11.445/2007 devem ser resgatados e avaliados no contexto da AP-4 e da implantação de estruturas CTS.

Por fim, de uma forma geral, dada a complexidade da ocupação desordenada do tecido urbano do município do Rio de Janeiro, entende-se que o razoável e coerente emprego de estruturas de CTS enquanto solução de engenharia, a compreensão e o entendimento da oportunidade e efetividade da aplicação das mesmas, bem como a reorganização institucional da gestão das águas urbanas municipais, devam buscar a racionalidade, objetividade e pragmatismo, de

forma a conferir, em última análise, eficácia à prestação dos serviços de esgotamento sanitário e o alcance da proteção ambiental dos corpos d'água de interesse.

3.13. Custos – CAPEX e OPEX

Os custos de capital (CAPEX) para implantação das CTS dependem da forma de interligação entre o dispositivo central de interceptação e o PV de recepção do sistema convencional de esgotamento sanitário, podendo ser dividido de acordo com as seguintes principais unidades:

- (i) Dispositivo central de interceptação e principal unidade da estrutura CTS (CTS GAP ou CTS Calha Fluvial);
- (ii) Interligação entre o dispositivo central de interceptação e o sistema convencional de esgotamento sanitário - se por gravidade, por extensão da tubulação de derivação; se por recalque, por conjunto elevatório de bombeamento;

Os custos de capital relativos a cada CTS planejada no contexto da AP-4 são função do pré-dimensionamento hidráulico das principais unidades e da apropriação de custos de obras civis. Já os custos de operação e manutenção (OPEX) de CTS são principalmente função da demanda de energia elétrica exercida pelos conjuntos motor-bomba das estações elevatórias e da força tarefa dedicada à operação e manutenção das estruturas, a qual envolve recursos humanos, material ferramental e equipamentos, como discutido no item 3.11 anterior. De acordo com a experiência da própria CEDAE, estima-se que os serviços de operação e manutenção de CTS para o caso da AP-4 devam ser planejados de acordo com os seguintes parâmetros: (i) frequência semanal de manutenção da CTS: 3 limpezas/semana (limpeza diária para CTS de grande porte); (ii) produtividade diária da equipe de manutenção: 5 CTS/d; (iii) carga de manutenção por equipe: 10 CTS.

3.14. Prestação dos serviços de esgotamento sanitário em aglomerados subnormais

Como discutido no item 2 anterior, é o regime de chuvas de muito elevada, mas de infrequente intensidade pluviométrica que justifica a aplicação do sistema de esgotamento sanitário do tipo separador absoluto. Obviamente, o amparo técnico e a confirmação desta justificativa dependem da dimensão da área de contribuição da bacia de drenagem e da respectiva vazão de águas pluviais. Como de uma forma geral as áreas de contribuição de bacias hidrográficas urbanas se configuram de acordo com grandes dimensões, tem-se o regime pluviométrico como elemento determinante para a adoção do sistema separador absoluto.

O saneamento ambiental em favelas é fruto de dedicação e experiências por parte da CEDAE, da Secretaria Municipal de Habitação, notadamente por meio dos programas Favela-Bairro e Morar Carioca, e mais recentemente por parte da Secretaria de Obras do Estado/EMOP, no contexto de obras componentes do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC). Em todos os casos, o emprego do sistema separador absoluto sempre norteou as diretrizes para o esgotamento sanitário de favelas.

Entretanto, dada as características de desintegração do tecido urbano formal, do uso e ocupação desordenada do solo, e do desatendimento aos padrões construtivos habitacionais, para as quais contribui a difusão de conjuntos de aglomerações subnormais, é de fundamental importância a discussão sobre a aplicabilidade do sistema separador absoluto para atendimento ao esgotamento sanitário de favelas, considerando, principalmente, que a contribuição de vazões de drenagem pluvial estaria compreendida aos limites do domínio das mesmas.

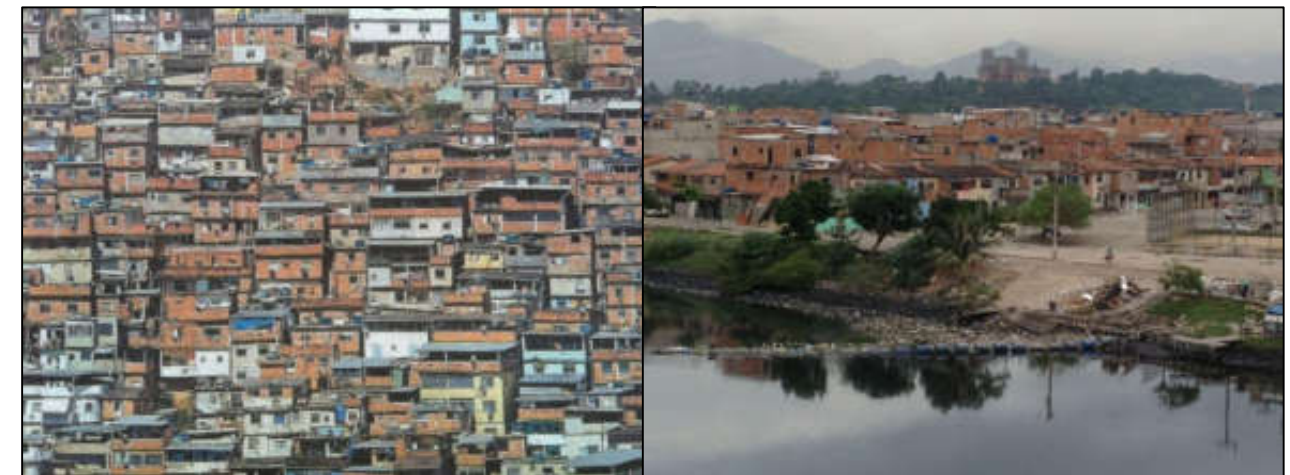


Figura 26: Ocupação desordenada e padrões construtivos típicos de aglomerados subnormais

4. Caracterização dos aglomerados subnormais: localização, demografia, vazões de esgotos sanitários e cargas brutas de poluição – Representação em planta

O sistema de esgotamento sanitário da Barra da Tijuca e Baixada de Jacarepaguá não foge ao entendimento geral sobre a complexidade dos sistemas hidráulicos urbanos, o que resta agravado pelo fato da região da AP-4 abarcar 201 aglomerados subnormais (6 destes não contribuem para o mesmo sistema de esgotamento sanitário, porém para a bacia da Baía da Guanabara), indicador da ocupação e do uso desordenado e indevido do solo, assim como do desatendimento aos requisitos construtivos previstos pela legislação municipal para obras e edificações.

A quase totalidade da bacia drenante da AP-4 contribui para o complexo lagunar da Baixada de Jacarepaguá e Barra da Tijuca, por intermédio de 11 sub-bacias hidrográficas, tendo como exutório final o canal da Joatinga e a ligação do mesmo com o mar. Somente uma pequena porção territorial do Recreio dos Bandeirantes (sub-bacia Zona dos Canais) tem como exutório final o Canal de Sernambetiba e a sua ligação com o mar.

O objeto do presente relatório consiste na análise técnica e econômica da implantação de estruturas de CTS e/ou UTR, de acordo com estratégia de localização que privilegie a interceptação dos esgotos sanitários principalmente advindos das áreas onde se localizam os 201 aglomerados subnormais das 12 bacias contribuintes ao complexo lagunar e ao mar.

A definição dos dados e informações necessárias para a devida caracterização dos aglomerados subnormais da região teve como referência:

- Código SABREN - Sistema de Assentamentos de Baixa Renda: obtido em SIURB/DataRio – PCRJ;
- Localização do aglomerado subnormal na AP-4: obtido em SIURB/DataRio – PCRJ

- Sub-bacia hidrográfica contribuinte ao complexo lagunar da Barra da Tijuca e Jacarepaguá e na qual se insere o aglomerado subnormal: levantamento e definição por parte da equipe UFRJ/CEDAE;
- Curso(s) d'água receptor(es) da(s) microbacia(s) de drenagem do aglomerado subnormal: levantamento equipe UFRJ/CEDAE;
- Área superficial total do aglomerado subnormal (m²): levantamento equipe UFRJ/CEDAE;
- População do aglomerado subnormal - Ano 2010 (hab.): obtido em SIURB/DataRio – PCRJ;
- Horizonte de atendimento do estudo – 20 anos: definição por parte da equipe UFRJ/CEDAE;
- Critério de crescimento demográfico – taxa de crescimento geométrico de 1,7%, adoção com base em critério de projeto já adotado pela PCRJ para população de baixa renda (*Tabela 3261/IPP - Projeção Populacional 2013-2020 para a Cidade do Rio de Janeiro: uma aplicação do método AiBi*);
- Área superficial de microbacias do aglomerado subnormal (m²): levantamento equipe UFRJ/CEDAE;
- Consumo percapita de água (200 L/hab.d); coeficientes de retorno (80%) e de variação diária (1,2) e horária da vazão (1,5); carga orgânica unitária percapita (54gDBO/hab.d); carga percapita de P (1,5gP/hab.d): definição equipe UFRJ/CEDAE.

A Figura 27 ilustra a localização dos 201 aglomerados subnormais da AP-4, a distribuição dos mesmos entre as 12 sub-bacias de drenagem da região da AP-4 e a respectiva hidrografia. Outras 4 aglomerações subnormais que se encontram localizadas além dos limites da AP-4, mas que contribuem para o complexo lagunar da Baixada de Jacarepaguá e Barra da Tijuca, foram incorporadas ao presente estudo, o que elevaria a quantidade total para 205 aglomerações subnormais. Entretanto, de acordo com informações cadastrais oficiais da CEDAE, os aglomerados subnormais denominados Vila Amizade, Comandante Luís Souto, Chacrinha do Mato Alto, Covanca e Estrada Meriguava já são dotados de sistema convencional de esgotamento sanitário e, conseqüentemente, não serão objeto de solução de CTS para a interceptação das respectivas vazões de tempo seco. E por fim, desconsiderando as 6 aglomerações da AP-4 que não contribuem para o mesmo sistema de esgotamento sanitário (porém para a bacia da Baía da Guanabara), tem-se o universo final de 194 aglomerados subnormais.

O Quadro 5 apresenta as principais referências para caracterização das 194 aglomerações subnormais objeto final do presente estudo, a saber: subbacia hidrográfica, código SABREN, área superficial, população 2018 e 2018, vazão de esgotos sanitários 2018 e 2038, cargas brutas de DBO e fósforo 2018 e 2038.

5. Caracterização das sub-bacias hidrográfica: aglomerados subnormais, vazões de esgotos sanitários e cargas brutas de poluição - Representação unifilar

Para cada uma das sub-bacias de drenagem da região da AP-4, as Figuras 28 a 39 a seguir ilustram diagramas de representação unifilar das contribuições de vazões de esgotos e cargas brutas de poluentes provenientes das 194 aglomerações subnormais. Os diagramas também apresentam as cargas de poluentes brutas e sequencialmente acumuladas a jusante e ao longo dos cursos d'água.

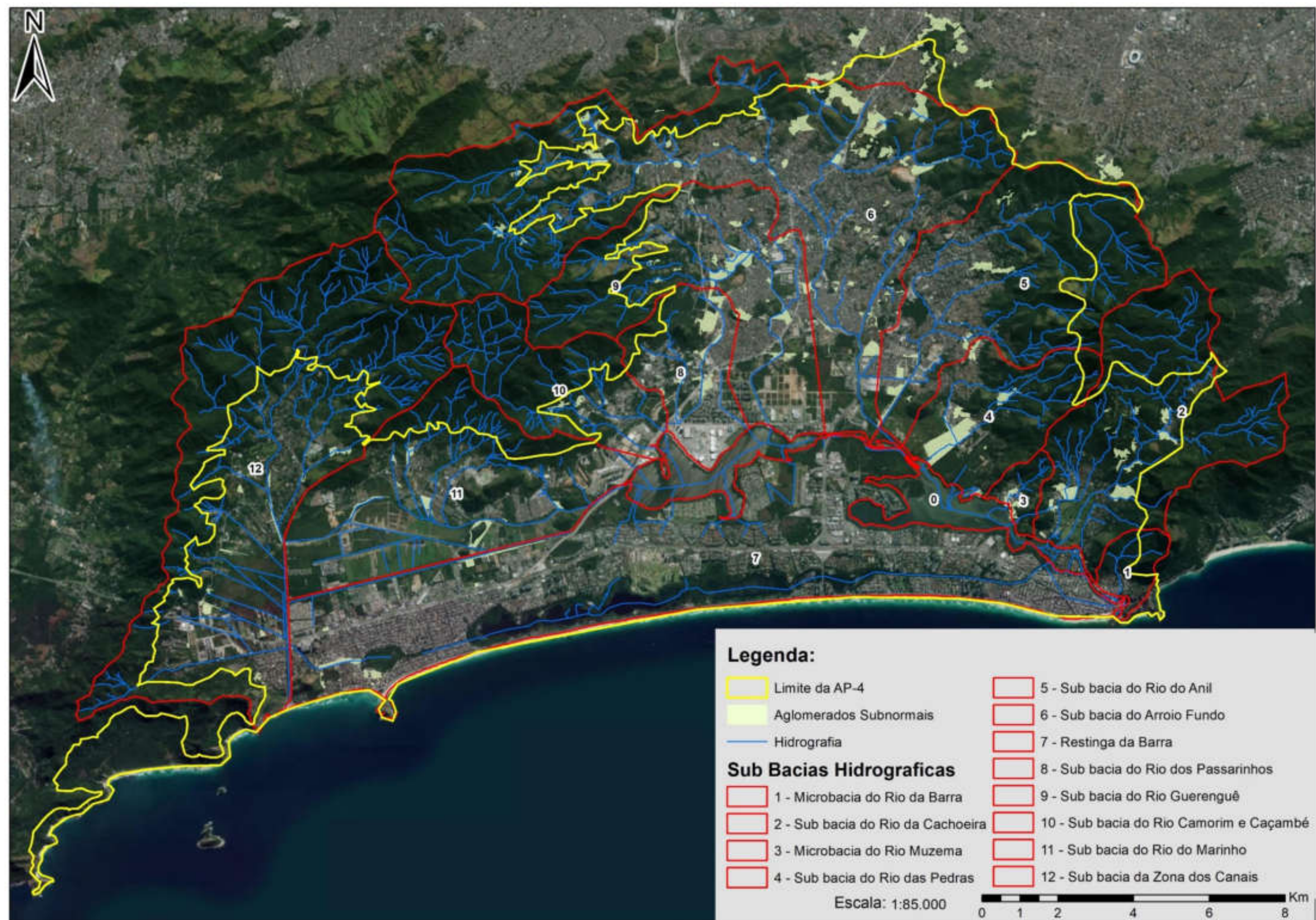


Figura 27: Localização e distribuição dos 201 aglomerados subnormais da região da AP-4 entre as 12 sub-bacias de drenagem.

Quadro 5: Dados e informações para a caracterização dos 194 aglomerados subnormais objeto do estudo (incluídas 4 aglomerações subnormais localizadas além dos limites da AP-4 mas nos limites da bacia de esgotamento sanitário, e excluídas outras 11, sendo 5 já dotadas de sistema convencional de esgotamento sanitário e outras 6 que contribuem para a bacia da Baía da Guanabara).

Sub-bacia	Código SABREN	Comunidade	Contribuição - Corte natural	Microbacia de Drenagem	Área Total (m²)	Área parcial (m²)	População (hab)		Vazão de esgoto (L/s)		Carga orgânica bruta (L) (kgDBO/d)		Carga orgânica bruta acumulada (L) (kgDBO/d)		Lttotal sub-bacia (kgDBO/d)		L/Ltotal sub-bacia (%)	Carga de fósforo (kgP/d)		Carga de fósforo acumulada (L) (kgP/d)		P total sub-bacia (kgP/d)	
							2018	2038	2018	2038	2018	2038	2018	2038	2018	2038		2018	2038	2018	2038	2018	2038
Rio Muzema	462	Cambalacho	Rio Muzema	462	29.863	29.863	1.691	2.373	5,6	7,9	91	128	301	423	400	530	22,8%	3	5	11	16	15	20
	361	Angu Duro	Lagoa da Tijuca	361 A	18.274	4.934	565	211	1,9	0,7	31	11	357	470			7,6%	1	0	13	17		
				361 B		13.340	414	582	1,4	1,9	22	31	-	-			-	1	1	-	-		
	370	Muzema	Afluentes sem nome	370 A	87.969	65.977	3.892	5.462	13,0	18,2	210	295	210	295			52,5%	8	11	8	11		
			Rio Muzema	370 B		7.917	470	660	1,6	2,2	25	36	327	459			6,3%	1	1	12	17		
			Lagoa da Tijuca	370 C		13.195	794	1.114	2,6	3,7	43	60	400	530			10,7%	2	2	15	20		
Rio da Barra	777	Lagoa da Barra	Lagoa da Barra	777	1.747	1.747	77	108	0,3	0,4	4	6	4	6	4	6	100,0%	0	0	0	0	0	0
Rio da Cachoeira	775	Açude da Solidão	Rio Solidão	775	3.315	3.315	69	96	0,2	0,3	4	5	4	5	1.095	1.536	0,3%	0	0	0	0	41	57
	774	Vale Encantado	Rio Taquara	774	6.307	6.307	52	72	0,2	0,2	3	4	3	4			0,3%	0	0	0	0		
	805	Rua Rodrigo da Silva, 91	Rio Itanhanguá	805	1.965	1.965	34	48	0,1	0,2	2	3	2	3			0,2%	0	0	0	0		
	806	Estrada do Soberbo, 176	Afluentes sem nome	806	5.886	5.886	33	47	0,1	0,2	2	3	2	3			0,2%	0	0	0	0		
	803	Estrada do Soberbo, 267	Afluentes sem nome	803	6.740	6.740	23	32	0,1	0,1	1	2	1	2			0,1%	0	0	0	0		
	804	Rua Rodrigo da Silva, 910	Rio C	804	20.936	20.936	206	289	0,7	1,0	11	16	11	16			1,0%	0	1	0	1		
	443	Vila da Paz (RA - Barra da Tijuca)	Rio Itanhanguá	443	6.656	6.656	631	885	2,1	3,0	34	48	558	783			3,1%	1	2	21	29		
	373	Sítio do Pai João	Rio Amendoeira	373	70.177	70.177	2.886	4.049	9,6	13,5	156	219	524	736			14,2%	6	8	19	27		
			Rio Itanhanguá																				
	374	Tijuquinha	Rio Leandro	374	100.044	100.044	6.680	9.373	22,3	31,2	361	506	368	517			33,0%	13	19	14	19		
			Rio Itanhanguá																				
			Rio Amendoeira																				
65	Estrada do Tijuacu	Rio Cachoeira	65	57.410	57.410	1.324	1.858	4,4	6,2	71	100	75	106	6,5%	3	4	3	4					
369	Floresta da Barra da Tijuca	Rio Cachoeira	369	155.880	155.880	3.932	5.518	13,1	18,4	212	298	212	298	19,4%	8	11	8	11					

Sub-bacia	Código SABREN	Comunidade	Contribuição - Corte natural	Microbacia de Drenagem	Área Total (m²)	Área parcial (m²)	População (hab)		Vazão de esgoto (L/s)		Carga orgânica bruta (L) (kgDBO/d)		Carga orgânica bruta acumulada (L) (kgDBO/d)		Lttotal sub-bacia (kgDBO/d)		L/Ltotal sub-bacia (%)	Carga de fósforo (kgP/d)		Carga de fósforo acumulada (L) (kgP/d)		P total sub-bacia (kgP/d)	
							2018	2038	2018	2038	2018	2038	2018	2038	2018	2038		2018	2038	2018	2038	2018	2038
			Riacho Pedra Bonita																				
Rio da Cachoeira	773	Sítio da Biquinha	Rio Cachoeira	773	23.237	23.237	275	386	0,9	1,3	15	21	240	337	1.095	1.536	1,4%	1	1	9	12	41	57
	397	Fazenda	Rio Cachoeira	397	35.716	35.716	508	713	1,7	2,4	27	39	314	440			2,5%	1	1	12	16		
	396	Agrícola	Rio Cachoeira	396	59.552	59.552	578	812	1,9	2,7	31	44	271	381			2,9%	1	2	10	14		
	398	Furnas	Rio Cachoeira	398	20.063	20.063	274	384	0,9	1,3	15	21	286	402			1,4%	1	1	11	15		
	68	Mata Machado	Rio Cachoeira	68	68.990	68.990	2.574	3.612	8,6	12,0	139	195	214	301			12,7%	5	7	8	11		
	628	Vila Santa Terezinha	Lagoa da Tijuca	628	9.070	9.070	192	270	0,6	0,9	10	15	569	798			0,9%	0	1	21	30		
Rio Guerengüê	472	André Rocha	Rio Sem Nome	472	25.723	25.723	1.007	1.412	3,4	4,7	54	76	748	1049	1.520	2.133	69,0%	2	3	28	39	56	79
	667	27 de Setembro	Rio Sem Nome	667	8.575	8.575	461	648	1,5	2,2	25	35	773	1084			71,3%	1	1	29	40		
	668	Rua André Rocha, nº 2.630 B	Rio Sem Nome	668	6.724	6.724	277	389	0,9	1,3	15	21	788	1105			72,7%	1	1	29	41		
	475	Vila Clarim	Rio Sem Nome	475	4.592	4.592	287	403	1,0	1,3	15	22	15	22			1,4%	1	1	1	1		
	473	Vilar São Sebastião	Rio Sem Nome	473	4.823	4.823	251	352	0,8	1,2	14	19	29	41			2,7%	1	1	1	2		
	598	Parque das Palmeiras	Rio Monjolo	598	7.135	7.135	258	362	0,9	1,2	14	20	14	20			1,3%	1	1	1	1		
	430	Vila Getúlio Vargas	Rio Monjolo	430	3.090	3.090	348	489	1,2	1,6	19	26	66	93			6,1%	1	1	2	3		
	917	Comunidade Campo da Paz	Rio Monjolo	917 A	10.668	1.280	73	103	0,2	0,3	4	6	18	25			1,7%	0	0	1	1		
				917 B		9.388	543	762	1,8	2,5	29	41	47	66			4,4%	1	2	2	2		
	474	Alto Bela Vista	Rio Sem Nome	474	29.941	29.941	1.701	2.386	5,7	8,0	92	129	121	170			11,2%	3	5	4	6		
	924	Caminho Novo da Represa	Rio do Engenho Novo	924	8.749	8.749	85	119	0,3	0,4	5	6	20	27			1,8%	0	0	1	1		
	916	Caminho do Fincão	Rio do Engenho Novo	916	13.333	13.333	87	122	0,3	0,4	5	7	5	7			0,4%	0	0	0	0		
	915	Caminho da Cachoeira	Rio do Engenho Novo	915	18.587	18.587	190	267	0,6	0,9	10	14	15	21			1,4%	0	1	1	1		
	926	Parque da Comunidade Vila Arco Íris	Rio Monjolo	926	18.063	18.063	463	649	1,5	2,2	25	35	91	128			8,4%	1	1	3	5		
	759	Vila Arco Íris	Rio do Areal	759	149.908	149.908	2.198	3.084	7,3	10,3	119	167	210	294			19,4%	4	6	8	11		
			Rio Guerengüê																				
			Rio do Monjolo																				
	918	Avenida Sampaio Correa	Rio do Areal	918 A	24.165	16.784	111	155	0,4	0,5	6	8	6	8			0,6%	0	0	0	0		
				918 B		7.381	49	68	0,2	0,2	3	4	9	12			0,8%	0	0	0	0		

Sub-bacia	Código SABREN	Comunidade	Contribuição - Corte natural	Microbacia de Drenagem	Área Total (m²)	Área parcial (m²)	População (hab)		Vazão de esgoto (L/s)		Carga orgânica bruta (L) (kgDBO/d)		Carga orgânica bruta acumulada (L) (kgDBO/d)		Ltotal sub-bacia (kgDBO/d)		L/Ltotal sub-bacia (%)	Carga de fósforo (kgP/d)		Carga de fósforo acumulada (L) (kgP/d)		P total sub-bacia (kgP/d)	
							2018	2038	2018	2038	2018	2038	2018	2038	2018	2038		2018	2038	2018	2038	2018	2038
	666	Vale do Ipê	Rio Guereguê	666	49.077	49.077	1.640	2.301	5,5	7,7	89	124	573	803			52,9%	3	5	21	30		
Rio Guereguê	592	Entre Rios	Rio do Engenho Novo	592	75.047	75.047	2.120	2.974	7,1	9,9	114	161	266	373	1.520	2.133	24,5%	4	6	10	14	56	79
			Rio do Areal																				
	870	Rua André Rocha	Arroio Pavuna	870	3.940	3.940	166	233	0,6	0,8	9	13	898	1260			132,6%	4	5	53	75		
	434	Comunidade São Francisco de Assis	Arroio Pavuna	434	40.961	40.961	1.944	2.729	6,5	9,1	105	147	1437	2016			112,7%	10	13	45	63		
	262	Vila Sapê	Arroio Pavuna	262	83.953	83.953	4.772	6.696	15,9	22,3	258	362	1221	1713			118,6%	2	3	48	67		
	590	A.M. do Vale do Curicica	Arroio Pavuna	590 A	73.691	42.004	1.169	1.641	3,9	5,5	63	89	1284	1802			122,9%	2	2	49	69		
			Arroio Pavuna	590 B		31.687	874	1.226	2,9	4,1	47	66	1332	1868			82,1%	4	5	33	46		
	470	Santa Anastácia	Rio Guereguê	470	33.203	33.203	1.878	2.635	6,3	8,8	101	142	889	1248			3,80%	3	5	72	102		
	471	Santa Efigênia	Rio Grande	471	44.649	44.649	1.721	2.415	5,7	8,1	93	130	1957	2744			138,2%	2	3	55	78		
	255	Outeiro (RA - Jacarepaguá)	Arroio Pavuna	255	34.440	34.440	1.126	1.580	3,8	5,3	61	85	1497	2101			139,8%	1	1	56	79		
	919	Vila da Conquista	Arroio Pavuna	919	12.893	12.893	318	447	1,1	1,5	17	24	1514	2125			140,3%	0	0	56	79		
	1018	Caminho do Outeiro	Arroio Pavuna	1018	2.504	2.504	100	140	0,3	0,5	5	8	1520	2133			6,0%	2	3	2	3		
	428	Vila Santa Clara	Rio Sem Nome	428	15.330	15.330	1.210	1.699	4,0	5,7	65	92	65	92									
Rio Camorim e Caçambé	658	São Gonçalo do Amarante	Rio Caçambé	658	35.360	35.360	333	468	1,1	1,6	18	25	18	25	96	135	18,6%	1	1	1	1	4	5
			Rio Camorim																				
			Rio São Gonçalo																				
	659	Morro do Camorim	Rio Camorim	659	39.062	39.062	1.454	2.041	4,8	6,8	79	110	79	110			58,0%	3	4	3	4		
Rio dos Passarinhos	466	Santa Maura	Rio dos Passarinhos	466	14.466	14.466	637	893	2,1	3,0	34	48	101	142	1.056	1.482	3,3%	1	2	4	5	39	55
	433	Vila Pitimbu	Rio dos Passarinhos	433	15.930	15.930	868	1.218	2,9	4,1	47	66	67	93			4,4%	2	2	2	3		
	467	Virgolândia	Rio dos Passarinhos	467	8.959	8.959	364	511	1,2	1,7	20	28	20	28			1,9%	1	1	1	1		
	465	Abadianas	Rio Pavuninha	465	26.000	26.000	1.096	1.538	3,7	5,1	59	83	751	1054			5,6%	2	3	28	39		
	464	Asa Branca	Rio Pavuninha	464	76.215	76.215	3.773	5.295	12,6	17,7	204	286	955	1340			19,3%	8	11	35	50		
	661	Curicica II	Rio Pavuninha	661	8.761	8.761	298	418	1,0	1,4	16	23	665	933			1,5%	1	1	25	35		
	869	Vila União (RA - Jacarepaguá)	Rio Pavuninha	869	21.182	21.182	1.254	1.760	4,2	5,9	68	95	648	910			6,4%	3	4	24	34		
	468	Vila Calmete	Rio Pavuninha	468	19.535	19.535	510	715	1,7	2,4	28	39	692	971			2,6%	1	1	26	36		

Sub-bacia	Codigo SABREN	Comunidade	Contribuição - Corte natural	Microbacia de Drenagem	Área Total (m²)	Área parcial (m²)	População (hab)		Vazão de esgoto (L/s)		Carga orgânica bruta (L) (kgDBO/d)		Carga orgânica bruta acumulada (L) (kgDBO/d)		Lttotal sub-bacia (kgDBO/d)		L/Ltotal sub-bacia (%)	Carga de fósforo (kgP/d)		Carga de fósforo acumulada (L) (kgP/d)		P total sub-bacia (kgP/d)	
							2018	2038	2018	2038	2018	2038	2018	2038	2018	2038		2018	2038	2018	2038	2018	2038
Rio dos Passarinho	469	Vila União da Curicica	Rio Pavuninha	469	37.045	37.045	1.747	2.452	5,8	8,2	94	132	581	815	1.056	1.482	8,9%	3	5	22	30	39	55
	429	Curicica	Rio Pavuninha	429	2.587	2.587	144	202	0,5	0,7	8	11	486	683			0,7%	0	0	18	25		
	591	Parque Dois Irmãos	Rio Pavuninha	591	180.796	180.796	7.758	10.887	25,9	36,3	419	588	479	672			39,7%	16	22	18	25		
	650	Antiga Creche	Rio Pavuninha	650 A	91.531	28.375	1.106	1.552	3,7	5,2	60	84	60	84			5,7%	2	3	2	3		
			Rio Sem Nome	650 B		63.157	2.440	3.423	8,1	11,4	132	185	132	185			8,7%	5	7	5	7		
Arroio Fundo	922	Estrada do Pau da Fome	Rio Sem Nome	922	15.430	15.430	104	146	0,3	0,5	6	8	6	8	2.446	3.430	0,23%	0	0	0	0	91	126
			Rio Sem Nome														0,28%	0	0	0	0		
	923	Caminho dos Calharins	Rio Calhariz	923	11.671	11.671	126	177	0,4	0,6	7	10	7	10			0,94%	1	1	33	46		
	431	Vila Santa Mônica	Rio Grande	431	13.045	13.045	425	596	1,4	2,0	23	32	884	1241			0,34%	0	0	18	26		
	925	Vila Rio Grande	Rio Grande	925	8.698	8.698	156	219	0,5	0,7	8	12	492	691			2,79%	3	4	23	32		
	248	Estrada do Meringuava II	Rio Grande	248	21.209	21.209	1.263	1.772	4,2	5,9	68	96	619	869			2,64%	2	3	32	45		
	254	Nova Aurora	Rio Grande	254	25.121	25.121	1.197	1.679	4,0	5,6	65	91	861	1208			1,47%	1	2	1	2		
	247	Estrada do Catonho I	Rio Sem Nome	247	20.777	20.777	668	937	2,2	3,1	36	51	38	53			0,08%	0	0	0	0		
	1039	Estrada do Catonho, n°14	Rio Sem Nome	1039	5.543	5.543	35	50	0,1	0,2	2	3	2	3			1,46%	1	2	20	29		
	478	Jardim Boiúna	Rio Grande	478	10.826	10.826	660	926	2,2	3,1	36	50	551	773			0,94%	1	1	19	27		
	252	Loteamento São Sebastião	Rio Grande	252	7.048	7.048	425	596	1,4	2,0	23	32	515	723			4,22%	4	5	18	25		
	1005	Comunidade Corumau	Rio Grande	1005	28.492	28.492	1.909	2.679	6,4	8,9	103	145	484	679			2,16%	2	3	3	5		
	476	A.M. e Comunidade Nª. Sª. de Fátima	Rio Grande	476	14.586	14.586	978	1.372	3,3	4,6	53	74	89	124			2,11%	2	3	12	17		
	250	Shangrilá	Rio Grande	250	29.348	29.348	956	1.342	3,2	4,5	52	72	328	460			0,33%	0	0	1	2		
	921	Santa Maria II	Rio Pequeno	921	7.248	7.248	151	212	0,5	0,7	8	11	31	44			0,63%	1	1	2	2		
	914	Estrada do Rio Pequeno (próxima à rua 1)	Rio Pequeno	914	4.522	4.522	284	399	0,9	1,3	15	22	46	65			1,49%	1	2	2	3		
	1007	Lote 1.000	Rio Sem Nome	1007	19.030	19.030	676	948	2,3	3,2	37	51	53	74			0,16%	0	0	1	1		
			Rio Sem Nome														0,77%	1	1	6	8		
	1101	Estrada do Boiúna, nº 1546	Rio Sem Nome	1101	8.199	8.199	73	103	0,2	0,3	4	6	17	23			0,31%	0	0	5	7		
	586	Condomínio Vila Darcy Vargas	Rio dos Teixeiras	586	17.154	17.154	349	490	1,2	1,6	19	26	163	228									
	1004	Estrada do Boiúna, nº 1.118	Rio dos Teixeiras	1004	6.468	6.468	141	198	0,5	0,7	8	11	144	202									

Sub-bacia	Codigo SABREN	Comunidade	Contribuição - Corte natural	Microbacia de Drenagem	Área Total (m²)	Área parcial (m²)	População (hab)		Vazão de esgoto (L/s)		Carga orgânica bruta (L) (kgDBO/d)		Carga orgânica bruta acumulada (L) (kgDBO/d)		Ltotal sub-bacia (kgDBO/d)		L/Ltotal sub-bacia (%)	Carga de fósforo (kgP/d)		Carga de fósforo acumulada (L) (kgP/d)		P total sub-bacia (kgP/d)	
							2018	2038	2018	2038	2018	2038	2018	2038	2018	2038		2018	2038	2018	2038	2018	2038
			Rio Sem Nome																				
Arroio Fundo	1003	Estrada do Boiúna, nº 2.354	Rio Sem Nome	1003	10.472	10.472	160	225	0,5	0,8	9	12	9	12	2.446	3.430	0,35%	0	0	0	0	91	126
	967	Solar dos Teixeiras	Rio Sem Nome	967	35.915	35.915	968	1.358	3,2	4,5	52	73	52	73			2,14%	2	3	2	3		
	1038	A.M. Amigos dos Teixeiras	Rio Sem Nome	1038	37.929	37.929	855	1.200	2,9	4,0	46	65	98	138			1,89%	2	2	4	5		
			Rio dos Teixeiras																				
	477	Santa Maria	Rio Sem Nome	477 A	158.193	36.384	697	978	2,3	3,3	38	53	136	191			1,54%	1	2	5	7		
			Rio Pequeno																				
			Rio dos Teixeiras	477 B																			
	577	Parque da Pedra Branca	Rio sem Nome	577	75.002	75.002	433	607	1,4	2,0	23	33	23	33			0,96%	1	1	1	1		
	749	Caminho do Rio Pequeno	Rio Sem Nome	749	20.702	20.702	424	595	1,4	2,0	23	32	23	32			0,94%	1	1	1	1		
			Rio Pequeno																				
	479	Morro Bela Vista	Rio Covanca	479	84.137	84.137	810	1.136	2,7	3,8	44	61	87	123			1,79%	2	2	3	5		
			Arroio Banca da Velha																				
	763	Rua Monsenhor Marques, nº 277	Arroio Banca da Velha	763	2.023	2.023	32	45	0,1	0,2	2	2	10	13			0,07%	0	0	0	0		
	1099	Rua Camatia, nº 241	Arroio Banca da Velha	1099	4.412	4.412	145	204	0,5	0,7	8	11	8	11			0,32%	0	0	0	0		
	948	Rua Moença	Arroio da Banca Velha	948 A	10.975	6.365	386	542	1,3	1,8	21	29	-	-			0,85%	1	1	-	-		
				948 B		4.609	275	385	0,9	1,3	15	21	51	71			0,61%	1	1	2	3		
	482	Cond. Paço do Lumiar	Rio Estiva	482	16.858	16.858	554	778	1,8	2,6	30	42	44	61			1,22%	1	2	2	2		
	296	Vila Nossa Senhora da Paz	Rio Estiva	296 A	9.816	4.928	254	357	0,8	1,2	14	19	14	19			0,56%	1	1	1	1		
			Arroio Banca da Velha	296 B		4.889	252	354	0,8	1,2	14	19	64	90			0,56%	1	1	2	3		
	947	Morada do Sol	Arroio da Banca Velha	947	7.454	7.454	506	710	1,7	2,4	27	38	92	129			1,12%	1	1	3	5		
	760	Rua Sargento Paulo Moreira	Arroio da Banca Velha	760 A	22.584	16.875	487	684	1,6	2,3	26	37	36	50			1,08%	1	1	1	2		
			Canal	760 B		5.710	163	228	0,5	0,8	9	12	9	12			0,36%	0	0	0	0		
	762	Vacaria	Rio Grande	762	1.743	1.743	46	64	0,2	0,2	2	3	887	1244			0,10%	0	0	33	46		
	761	Avenida Guia Lopes	Rio Grande	761	4.472	4.472	126	177	0,4	0,6	7	10	893	1254			0,28%	0	0	33	46		
	495	Portugal Pequeno	Rio Tindiba	495	6.224	6.224	167	235	0,6	0,8	9	13	916	1283			0,37%	0	0	34	48		

Sub-bacia	Codigo SABREN	Comunidade	Contribuição - Corte natural	Microbacia de Drenagem	Área Total (m²)	Área parcial (m²)	População (hab)		Vazão de esgoto (L/s)		Carga orgânica bruta (L) (kgDBO/d)		Carga orgânica bruta acumulada (L) (kgDBO/d)		Lttotal sub-bacia (kgDBO/d)		L/Ltotal sub-bacia (%)	Carga de fósforo (kgP/d)		Carga de fósforo acumulada (L) (kgP/d)		P total sub-bacia (kgP/d)	
							2018	2038	2018	2038	2018	2038	2018	2038	2018	2038		2018	2038	2018	2038	2018	2038
Arroio Fundo	494	Rua Mirataia	Rio Grande	494	4.682	4.682	126	177	0,4	0,6	7	10	1816	2546	2.446	3.430	0,28%	0	0	67	94	91	126
	378	Associação Belfast São Geraldo	Rio Estiva	378	14.469	14.469	487	683	1,6	2,3	26	37	115	161			1,08%	1	1	4	6		
	688	Loteamento Josué	Rio Estiva	688	16.728	16.728	827	1.160	2,8	3,9	45	63	88	124			1,83%	2	2	3	5		
	645	Beirada do Rio	Rio Grande	645	10.178	10.178	389	546	1,3	1,8	21	30	1837	2575			0,86%	1	1	68	95		
	414	Moquiço (RA - Cidade de Deus)	Rio Grande	414	6.227	6.227	499	701	1,7	2,3	27	38	1864	2613			1,10%	1	1	69	97		
	876	Rua Moisés, nº 87	Arroio da Banca Velha	876	7.924	7.924	672	943	2,2	3,1	36	51	242	339			1,48%	1	1	9	12		
	920	Vila O - Conj. Vila Nova Cruzada	Rio Grande	920	6.676	6.676	392	550	1,3	1,8	21	30	2373	3328			0,86%	1	1	88	123		
	597	Vila Nova Esperança	Arroio Fundo	597 A	111.187	13.342	758	1.063	2,5	3,5	41	57	2414	3386			1,67%	2	2	89	125		
				597 B		10.007	584	820	1,9	2,7	32	44	2446	3430			1,29%	1	2	91	126		
				597 C		87.838	4.957	6.956	16,5	23,2	268	376	-	-			10,95%	10	14	-	-		
	768	Pantanal I (RA - Jacarepaguá)	Arroio Banca da Velha	768 A	7.345	5.289	170	239	0,6	0,8	9	13	98	138			0,38%	0	0	4	5		
			Canal	768 B		2.057	65	92	0,2	0,3	4	5	193	272			0,14%	0	0	7	10		
	875	Pantanal	Arroio Banca da Velha	875	10.206	10.206	219	307	0,7	1,0	12	17	205	288			0,48%	0	1	8	11		
	767	Praça da Bíblia	Arroio Banca da Velha	767	10.244	10.244	613	860	2,0	2,9	33	46	275	385			1,35%	1	2	10	14		
	766	Rua Daniel	Arroio Banca da Velha	766	9.092	9.092	115	161	0,4	0,5	6	9	281	394			0,25%	0	0	10	14		
	249	Inácio do Amaral	Canal	249 A	10.955	8.874	611	858	2,0	2,9	33	46	55	77			1,35%	1	2	2	3		
				249 B		2.081	142	199	0,5	0,7	8	11	8	11			0,31%	0	0	0	0		
	769	Rua Agostinho Gama	Canal	769	5.040	5.040	368	516	1,2	1,7	20	28	80	113			0,81%	1	1	3	4		
	563	Quintanilha	Canal	563	5.692	5.692	102	143	0,3	0,5	6	8	60	85			0,23%	0	0	2	3		
	564	Rua São Jorge	Córrego Panela	564	6.615	6.615	265	371	0,9	1,2	14	20	22	31			0,59%	1	1	1	1		
			Canal																				
	1098	Rua Albano, nº 252	Rio Tindiba	1098	3.487	3.487	340	477	1,1	1,6	18	26	205	288			0,75%	1	1	8	11		
	1103	Rua Vale do Paraíso	Rio Pararso	1103	4.239	4.239	133	186	0,4	0,6	7	10	7	10			0,29%	0	0	0	0		
	662	Chácara do Tanque	Rio Covanca	662	43.752	43.752	2.549	3.577	8,5	11,9	138	193	731	1024			5,63%	5	7	27	38		
			Rio Tindiba																				
	1083	Rua José Braga	Rio Covanca	1083	2.467	2.467	66	93	0,2	0,3	4	5	120	168			0,15%	0	0	4	6		

Sub-bacia	Código SABREN	Comunidade	Contribuição - Corte natural	Microbacia de Drenagem	Área Total (m²)	Área parcial (m²)	População (hab)		Vazão de esgoto (L/s)		Carga orgânica bruta (L) (kgDBO/d)		Carga orgânica bruta acumulada (L) (kgDBO/d)		Lttotal sub-bacia (kgDBO/d)		L/Ltotal sub-bacia (%)	Carga de fósforo (kgP/d)		Carga de fósforo acumulada (L) (kgP/d)		P total sub-bacia (kgP/d)	
							2018	2038	2018	2038	2018	2038	2018	2038	2018	2038		2018	2038	2018	2038	2018	2038
Arroio Fundo	427	Chácara Flora	Rio Sem Nome	427 A	171.462	48.009	972	1.324	3,2	4,4	52	71	52	71	2.446	3.430	2,15%	2	3	2	3	91	126
			Não contribui para SES	427 B		121.738	2.302	3.230	7,7	10,8	124	174	-	-			5,08%	5	6	-	-		
	253	Morro do Piolho	Rio Grande	253 A	160.358	139.512	2.578	3.618	8,6	12,1	139	195	796	1118			5,69%	5	7	29	41		
			Rio Sem Nome	253 B		20.847	381	534	1,3	1,8	21	29	-	-			0,84%	1	1	-	-		
	238	Barão	Rio Tindiba	238 A	222.323	33.348	578	811	1,9	2,7	31	44	-	-			1,28%	1	2	-	-		
				238 B		84.483	1.504	2.110	5,0	7,0	81	114	81	114			3,32%	3	4	3	4		
				238 C		104.492	1.825	2.561	6,1	8,5	99	138	180	252			4,03%	4	5	7	9		
	960	Amigos da Aerobita	Rio Tindiba	960	9.770	9.770	136	191	0,5	0,6	7	10	187	263			0,30%	0	0	7	10		
	480	Inácio Dias (RA - Jacarepaguá)	Rio Covanca	480	45.777	45.777	810	1.136	2,7	3,8	44	61	44	61			1,79%	2	2	2	2		
	239	Caminho do Waldemar	Rio Covanca	239 A	61.360	57.679	245	344	0,8	1,1	13	19	108	151			0,54%	0	1	4	6		
				239 B		3.682	17	24	0,1	0,1	1	1	109	153			0,04%	0	0	4	6		
	242	Caxangá	Rio Tindiba	242	12.518	12.518	308	432	1,0	1,4	17	23	593	831			0,68%	1	1	22	31		
	595	Ladeira da Reunião	Rio Covanca	595 A	53.278	12.254	313	440	1,0	1,5	17	24	524	736			0,69%	1	1	19	27		
			Rio Tindiba	595 B		41.024	1.033	1.450	3,4	4,8	56	78	175	246			2,28%	2	3	6	9		
	589	Morro da Reunião	Rio Covanca	589	16.346	16.346	136	191	0,5	0,6	7	10	116	163			0,30%	0	0	4	6		
	435	Fazenda Mato Alto	Rio Tindiba	435	137.178	137.178	3.384	4.748	11,3	15,8	183	256	388	545			7,47%	7	9	14	20		
	644	Bela Vista do Mato Alto	Rio Tindiba	644	73.002	73.002	2.207	3.097	7,4	10,3	119	167	507	712			4,87%	4	6	19	26		
	1100	Rua Pereiro, nº 471	Rio Sem Nome	1100	7.675	7.675	73	103	0,2	0,3	4	6	13	18			0,16%	0	0	0	1		
Rio das Pedras	544	Estrada do Quitite	Rio do Retiro	544	33.738	33.738	961	1.348	3,2	4,5	52	73	52	73	4.110	5.767	1,3%	2	3	2	3	152	214
	205	Rua Araticum, nº 832	Rio do Retiro	205	26.287	26.287	727	1.020	2,4	3,4	39	55	91	128			1,0%	1	2	3	5		
	560	Estrada do Sertão	Rio das Pedras	560	86.176	86.176	1.291	1.811	4,3	6,0	70	98	70	98			1,7%	3	4	3	4		
			Rio do Retiro														13,1%	20	28	23	33		
	587	A.M. e Amigos de Rio das Pedras	Rio do Retiro	587	68.196	68.196	9.936	13.943	33,1	46,5	537	753	628	881			82,4%	125	176	151	211		
	256	Rio das Pedras	Rio das Pedras	256	547.504	547.504	62.726	88.021	209,1	293,4	3387	4753	4067	5707									
Rio do Retiro																							
Rio das Pedras	907	Estrada de Jacarepaguá, nº 2.679	Rio Sem Nome	907	4.591	4.591	41	58	0,1	0,2	2	3	2	3	4.110	5.767	0,1%	0	0	0	0	152	214

Sub-bacia	Código SABREN	Comunidade	Contribuição - Corte natural	Microbacia de Drenagem	Área Total (m²)	Área parcial (m²)	População (hab)		Vazão de esgoto (L/s)		Carga orgânica bruta (L) (kgDBO/d)		Carga orgânica bruta acumulada (L) (kgDBO/d)		Ltotal sub-bacia (kgDBO/d)		L/Ltotal sub-bacia (%)	Carga de fósforo (kgP/d)		Carga de fósforo acumulada (L) (kgP/d)		P total sub-bacia (kgP/d)		
							2018	2038	2018	2038	2018	2038	2018	2038	2018	2038		2018	2038	2018	2038	2018	2038	
Rio das Pedras	908	Regata	Lagoa da Tijuca	908	24.943	24.943	758	1.064	2,5	3,5	41	57	41	57			1,0%	2	2	2	2			
			Rio Sem Nome																					
Rio do Anil	764	Engenho da Serra	Rio Sem Nome	764	33.166	33.166	186	260	0,6	0,9	10	14	10	10	721		1.008	0,7%	0	1	0	0	27	37
	913	Avenida Menezes Cortes (com Estrada dos Três Rios)	Rio Sangrador	913	2.276	2.276	57	80	0,2	0,3	3	4	3	4				0,4%	0	0	0	0		
	1043	Estrada de Jacarepaguá, nº 6.590	Rio Quitite	1043	2.002	2.002	124	174	0,4	0,6	7	9	100	140				0,9%	0	0	4	5		
	809	Rua Aldo Rangel, nº 198	Rio Quitite	809	3.155	3.155	186	260	0,6	0,9	10	14	18	25				1,4%	0	1	1	1		
	432	Nova Esperança (RA - Jacarepaguá)	Rio Quitite	432	2.630	2.630	148	207	0,5	0,7	8	11	8	11				1,1%	0	0	0	0		
	237	Araticum	Rio do Retiro	237 A	46.982	28.659	1.599	2.244	5,3	7,5	86	121	142	200				12,0%	3	4	5	7		
			Vala da Antartida																					
			Rio do Papagaio	237 B														18.323	1.035	1.452	3,5	4,8		
	550	Estrada do Engenho d'Água, nº 260 Fundos	Rio do Anil	550	1.822	1.822	53	74	0,2	0,2	3	4	289	401				0,4%	0	0	11	15		
	240	Canal do Anil	Rio do Anil	240	127.614	127.614	5.490	7.704	18,3	25,7	296	416	716	1000				41,1%	11	15	27	37		
			Canal Isabel Domingos																					
	318	Tirol	Rio São Francisco	318 A	147.103	26.479	544	763	1,8	2,5	29	41	29	41				4,1%	1	2	1	2		
				318 B		42.660	849	1.191	2,8	4,0	46	64	75	106				6,4%	2	2	3	4		
			Rio Sem Nome	318 C		27.950	564	791	1,9	2,6	30	43	30	43				4,2%	1	2	1	2		
				318 D		48.544	983	1.380	3,3	4,6	53	75	-	-				-	2	3	-	-		
	549	Avenida das Lagoas	Rio do Anil	549	23.559	23.559	1.232	1.729	4,1	5,8	67	93	355	494				9,2%	2	3	13	18		
	801	A.M. Novo Rio de Jacarepaguá	Canal Isabel Domingos	801	41.902	41.902	1.189	1.668	4,0	5,6	64	90	64	90				8,9%	2	3	2	3		
Rio do Anil																								
808	Estrada Curipós, nº 310	Rio do Anil	808	8.184	8.184	102	143	0,3	0,5	6	8	721	1008	0,8%	0	0	27	37						
Rio do Marinho	365	Caminho do Bicho	Canal do Portela	365	106	106	4	6	0,0	0,0	0	0	266	373	893	1.253	0,02%	0	0	10	14	33	46	
	366	Caminho do Marinho	Rio do Marinho	366	24.510	24.510	1.072	1.504	3,6	5,0	58	81	58	81			6,48%	2	3	2	3			
			Rio Firmino																					

Sub-bacia	Código SABREN	Comunidade	Contribuição - Corte natural	Microbacia de Drenagem	Área Total (m²)	Área parcial (m²)	População (hab)		Vazão de esgoto (L/s)		Carga orgânica bruta (L) (kgDBO/d)		Carga orgânica bruta acumulada (L) (kgDBO/d)		Ltotal sub-bacia (kgDBO/d)		L/Ltotal sub-bacia (%)	Carga de fósforo (kgP/d)		Carga de fósforo acumulada (L) (kgP/d)		P total sub-bacia (kgP/d)	
							2018	2038	2018	2038	2018	2038	2018	2038	2018	2038		2018	2038	2018	2038	2018	2038
Rio do Marinho	828	Comunidade Solar da Montanha de Jacarepaguá	Canal	828	4.834	4.834	253	355	0,8	1,2	14	19	14	19	893	1.253	1,53%	1	1	1	1	33	46
	795	Bosque Mont Serrat	Rio Vargem Pequena 1	795	42.264	42.264	1.934	2.714	6,4	9,0	104	147	104	147			11,70%	4	5	4	5		
	756	Hélio Oiticica	Canal do Pasto	756	8.692	8.692	206	289	0,7	1,0	11	16	11	16			1,25%	0	1	0	1		
	1035	Rua Paulo Roberto Matheus, Lote 7	Canal do Pasto	1035	7.208	7.208	86	121	0,3	0,4	5	7	16	22			0,52%	0	0	1	1		
	546	Palmares	Rio Vargem Pequena 2	546	58.538	58.538	1.402	1.967	4,7	6,6	76	106	76	106			8,48%	3	4	3	4		
	1012	Comunidade Luz Divina	Rio Cancela	1012	2.906	2.906	135	190	0,5	0,6	7	10	7	10			0,82%	0	0	0	0		
	458	Santa Luzia	Canal do Portela	458	39.749	39.749	1.067	1.498	3,6	5,0	58	81	58	81			6,45%	2	3	2	3		
	1036	Vista da Pedra	Canal do Portela	1036	4.041	4.041	115	161	0,4	0,5	6	9	266	373			0,70%	0	0	10	14		
	459	A.M. e Amigos do Fontela	Canal do Urubu	459 A	107.182	47.160	836	1.173	2,8	3,9	45	63	259	364			5,06%	2	2	10	13		
			Canal do Portela	459 B		60.022	1.056	1.482	3,5	4,9	57	80	57	80			6,39%	2	3	2	3		
Restinga da Barra	776	Ilha da Gigóia - Lote 500	Canal de Marapendi	776	881	881	111	156	0,4	0,5	6	8	12	17	547	768	1,1%	0	0	0	1	20	28
	616	Ilha da Gigóia	Canal de Marapendi	616	1.088	1.088	111	156	0,4	0,5	6	8	6	8			1,1%	0	0	0	0		
	372	Rua São Tillon	Canal de Marapendi	372	1.983	1.983	133	186	0,4	0,6	7	10	19	27			1,3%	0	0	1	1		
	799	A.M. Barra América	Canal do Cortado	799	4.173	4.173	227	318	0,8	1,1	12	17	498	699			1,4%	0	1	18	26		
	362	Vista Alegre do Recreio	Canal do Cortado	362	10.830	10.830	789	1.107	2,6	3,7	43	60	111	155			4,8%	2	2	4	6		
	794	Avenida dos Eucaliptos, 28	Canal do Cortado	794	3.036	3.036	136	191	0,5	0,6	7	10	59	83			0,8%	0	0	2	3		
	251	Vila Nova (RA - Barra da Tijuca)	Canal do Cortado	251	3.029	3.029	161	227	0,5	0,8	9	12	68	96			1,0%	0	0	3	4		
	663	Servidão D	Canal do Cortado	663	1.033	1.033	23	32	0,1	0,1	1	2	112	157			0,1%	0	0	4	6		
	368	Canal do Cortado	Canal do Cortado	368	110.214	110.214	5.863	8.227	19,5	27,4	317	444	428	601			35,5%	12	16	16	22		
	649	Vila Doutor Crespo	Canal do Cortado	649	2.534	2.534	252	354	0,8	1,2	14	19	52	73			1,5%	1	1	2	3		
	371	Restinga	Rio Sem Nome	371	13.986	13.986	711	998	2,4	3,3	38	54	38	54			4,3%	1	2	1	2		
	974	Avenida Guiomar Novaes	Canal das Taxas	974	1.215	1.215	136	191	0,5	0,6	7	10	37	51			1,3%	0	0	1	2		
	548	Rua 8W, 500	Canal das Taxas	548 A	19.448	8.363	231	324	0,8	1,1	12	17	12	17			2,3%	0	1	0	1		
				548 B		11.085	312	438	1,0	1,5	17	24	29	41			3,1%	1	1	1	2		
Restinga da Barra	367	Canal das Tachas	Canal das Taxas	367	78.894	78.894	5.224	7.331	17,4	24,4	282	396	319	447	547	768	51,5%	10	15	12	17	20	28
	556	Parque Chico Mendes	Canal das Taxas	556	75.659	75.659	3.879	5.443	12,9	18,1	209	294	528	741			38,3%	8	11	20	27		

Sub-bacia	Código SABREN	Comunidade	Contribuição - Corte natural	Microbacia de Drenagem	Área Total (m²)	Área parcial (m²)	População (hab)		Vazão de esgoto (L/s)		Carga orgânica bruta (L) (kgDBO/d)		Carga orgânica bruta acumulada (L) (kgDBO/d)		Lttotal sub-bacia (kgDBO/d)		L/Ltotal sub-bacia (%)	Carga de fósforo (kgP/d)		Carga de fósforo acumulada (L) (kgP/d)		P total sub-bacia (kgP/d)	
							2018	2038	2018	2038	2018	2038	2018	2038	2018	2038		2018	2038	2018	2038	2018	2038
Zona dos Canais	755	Comunidade Bandeirantes	Rio Porto	-	18.445	18.445	298	418	1,0	1,4	16	23	16	23	496	696	3,2%	1	1	1	1	18	24
	647	Cascatinha	Canal Morro do Btruno	-	57.899	57.899	1.330	1.866	4,4	6,2	72	101	72	101			14,5%	3	4	3	4		
	1034	Da Curva	Rio Morto	-	11.365	11.365	95	133	0,3	0,4	5	7	77	108			1,0%	0	0	3	4		
	1011	Rua Zenitildes Alves Meira, nº L33	Rio Vargem Grande	-	1.304	1.304	40	56	0,1	0,2	2	3	18	26			0,4%	0	0	1	1		
	363	Beira do Canal	Rio Vargem Grande	-	47.579	47.579	1.412	1.981	4,7	6,6	76	107	245	344			15,4%	3	4	9	13		
	390	Rio Morto	Rio Vargem Grande	-	26.296	26.296	1.372	1.925	4,6	6,4	74	104	92	130			14,9%	3	4	3	5		
	648	Grota Funda	Rio Sem Nome	-	13.661	13.661	149	209	0,5	0,7	8	11	8	11			1,6%	0	0	0	0		
	387	Estrada dos Bandeirantes, nº 29.192	Rio Sem Nome	-	13.077	13.077	137	193	0,5	0,6	7	10	7	10			1,5%	0	0	0	0		
	376	Vila dos Crentes	Rio Bonito	-	18.170	18.170	703	987	2,3	3,3	38	53	38	53			7,7%	1	2	1	2		
	973	Estrada do Pontal, nº 3.561	Rio Piabas	-	1.545	1.545	49	69	0,2	0,2	3	4	39	55			0,5%	0	0	1	2		
	455	Caeté	Rio Piabas	-	5.210	5.210	142	199	0,5	0,7	8	11	37	51			1,5%	0	0	1	1		
	1010	Comunidade Novo Lar	Rio Sem Nome	-	17.703	17.703	314	440	1,0	1,5	17	24	25	35			3,4%	1	1	1	1		
			Rio Piabas	-																			
	364	Cachorro Sentado	Rio Piabas	-	16.996	16.996	535	750	1,78	2,5	29	41	29	41			5,8%	1	1	1	1		
	388	A.M. do Rio Bonito	Rio Sem Nome	-	24.701	24.701	724	1.016	2,41	3,4	39	55	64	90			7,9%	1	1	2	3		
	1044	Vila Taboinha	Rio Sem Nome	-	45.260	45.260	545	765	1,82	2,5	29	41	94	131			5,9%	1	1	3	4		
	646	Estrada do Pontal (Caité)	Canal de Sermambetiba	-	28.136	28.136	158	222	0,53	0,7	9	12	496	696			1,7%	0	0	18	24		

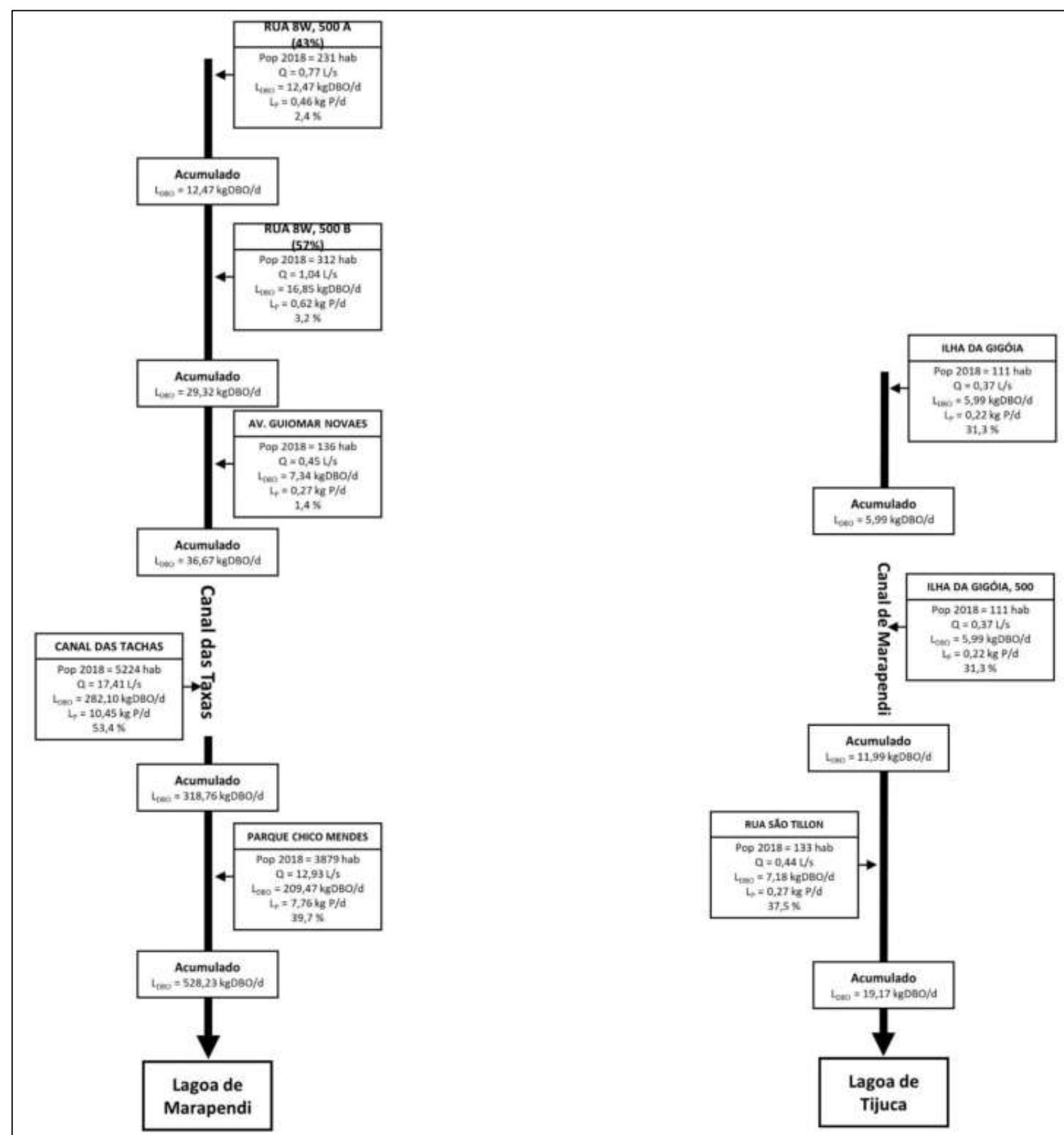


Figura 28: Diagramas de representação unifilar das contribuições de vazões de esgotos e cargas de poluentes provenientes das 194 aglomerações subnormais objeto do estudo - Bacia Restinga da Barra

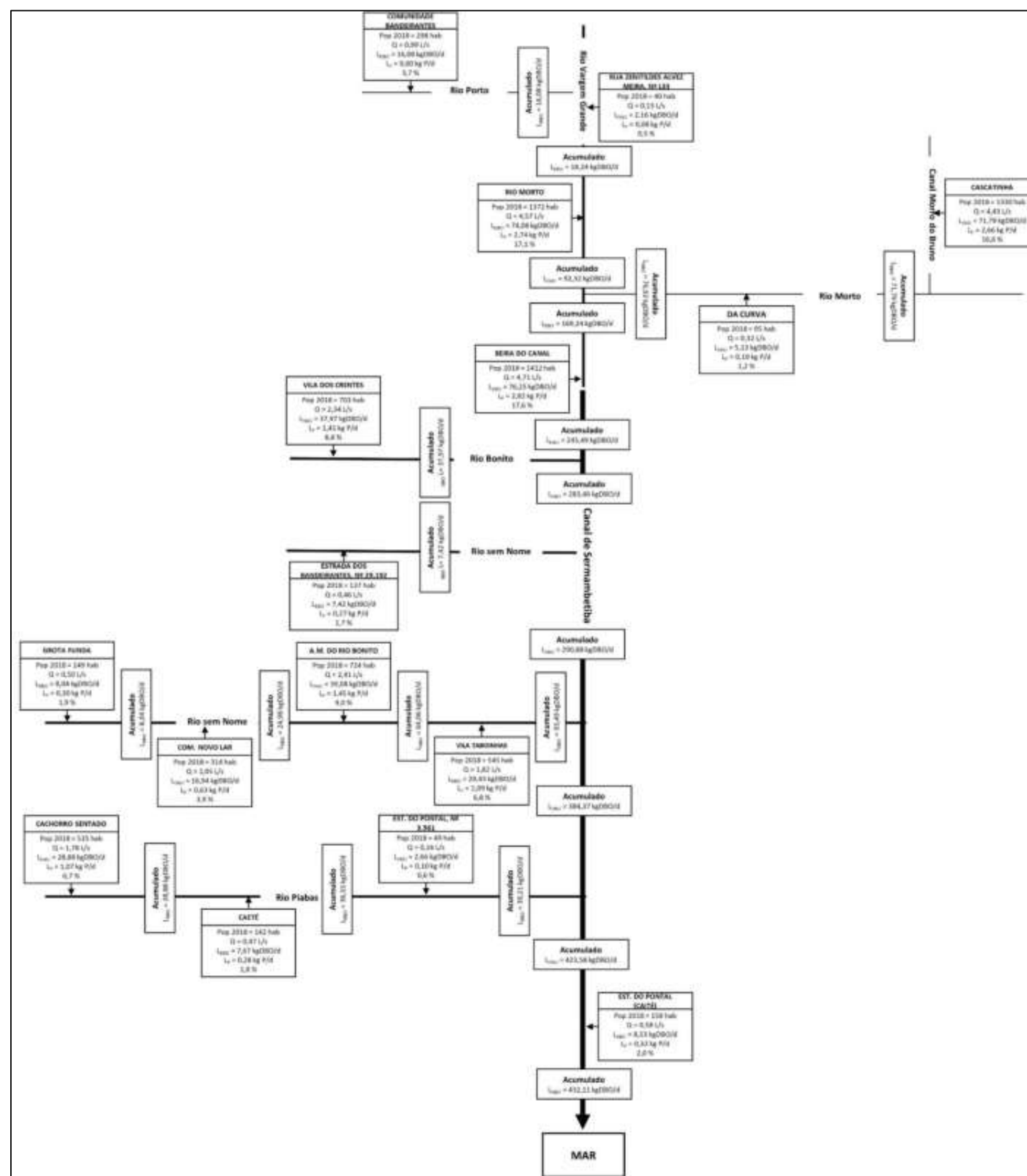


Figura 29: Diagramas de representação unifilar das contribuições de vazões de esgotos e cargas de poluentes provenientes das 194 aglomerações subnormais objeto do estudo – Baía Zona dos Canais (para o Canal de Sernambetiba e o mar)

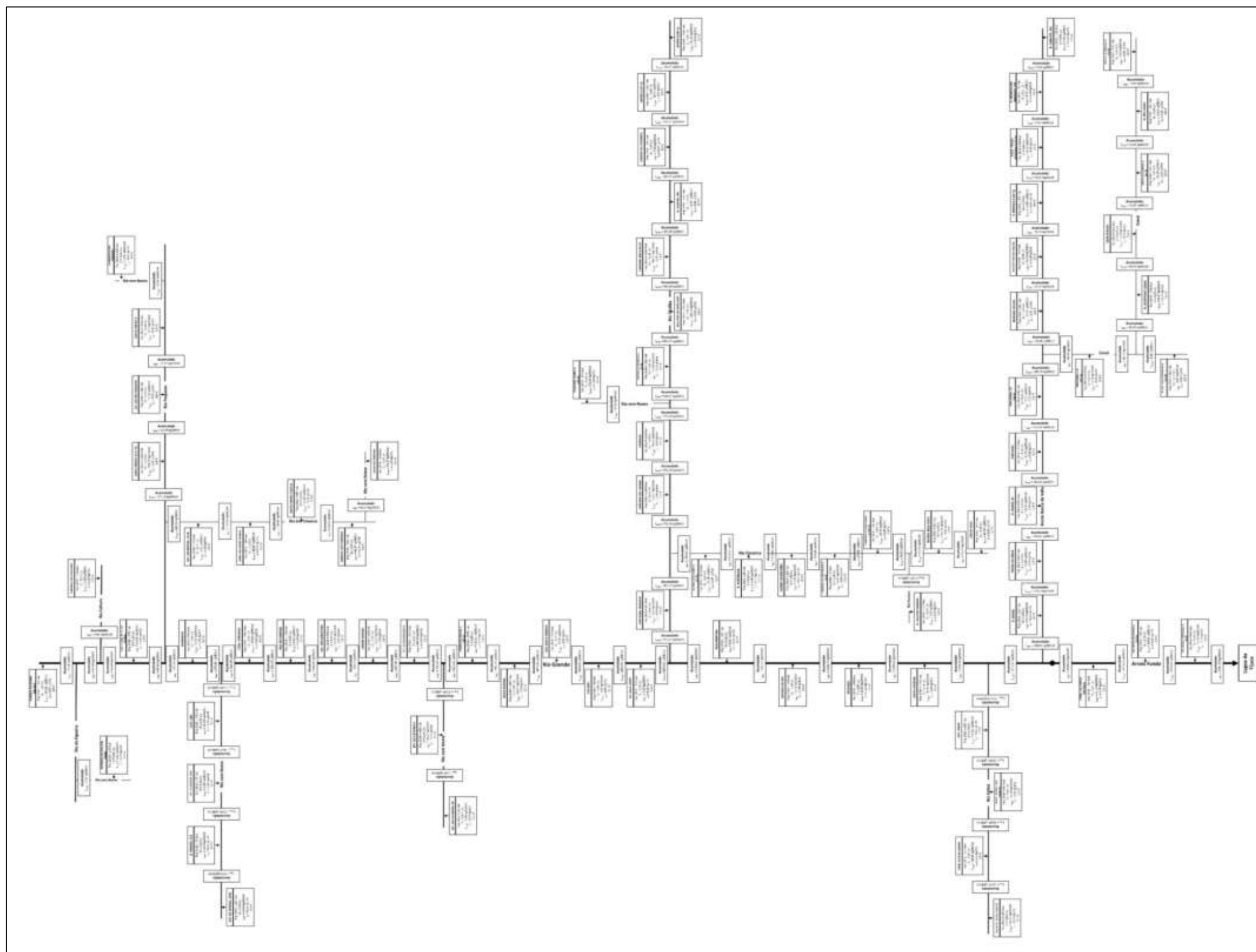


Figura 30: Diagramas de representação unifilar das contribuições de vazões de esgotos e cargas de poluentes provenientes das 194 aglomerações subnormais objeto do estudo – Bacia Arroio Fundo

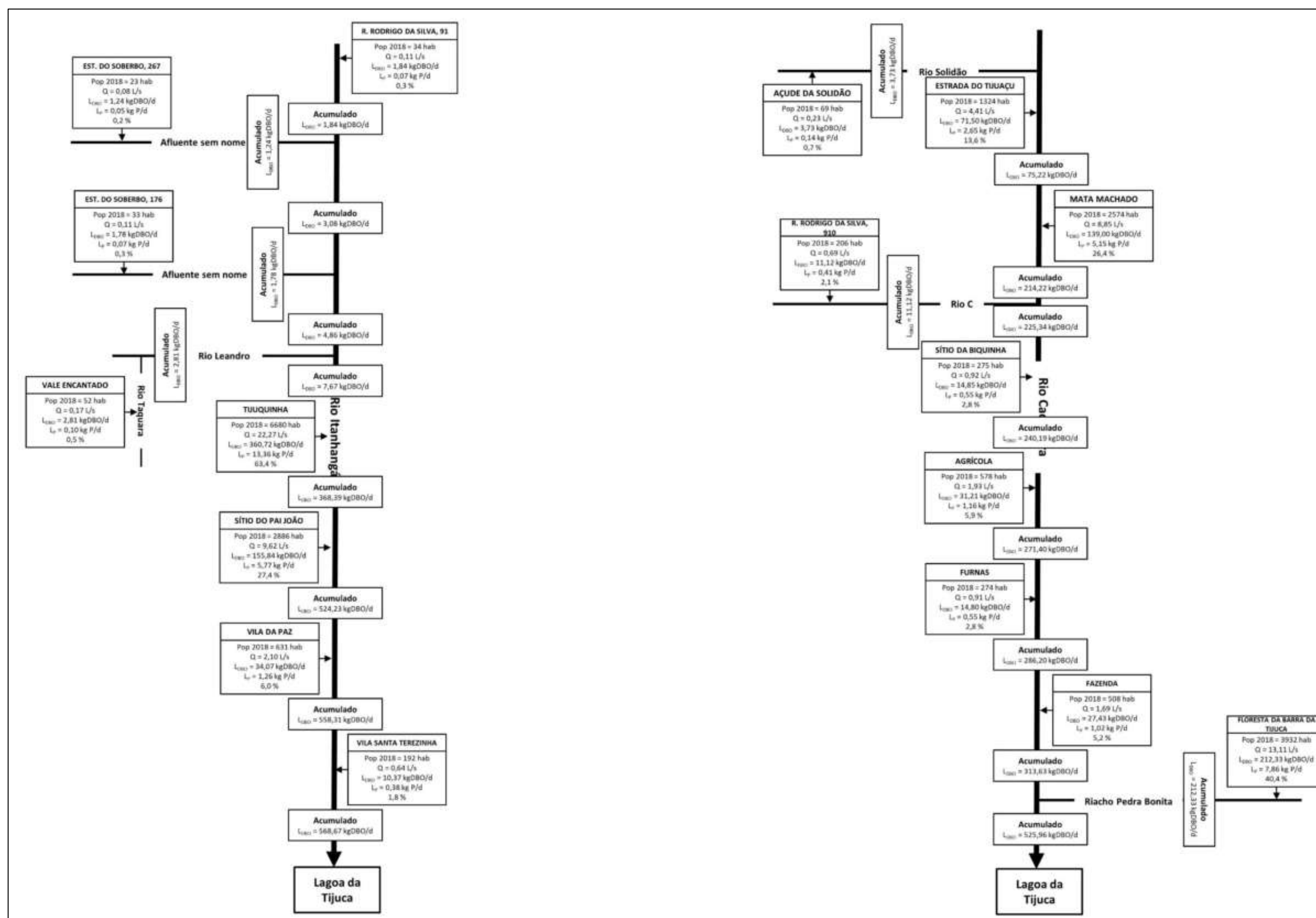


Figura 31: Diagramas de representação unifilar das contribuições de vazões de esgotos e cargas de poluentes provenientes das 194 aglomerações subnormais objeto do estudo – Bacia do Rio Cachoeira

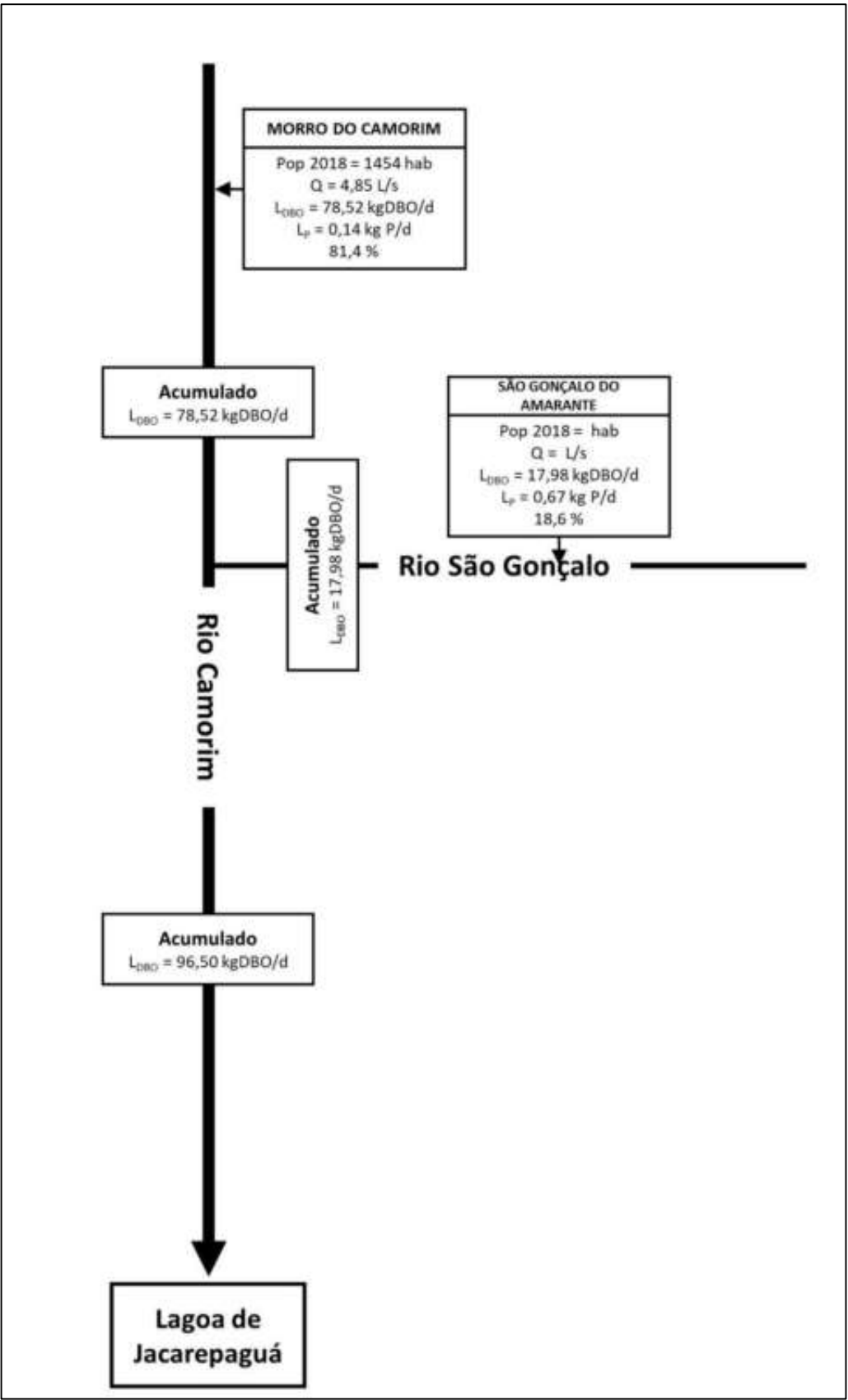


Figura 32: Diagramas de representação unifilar das contribuições de vazões de esgotos e cargas de poluentes provenientes da 194 aglomerações subnormais objeto do estudo – Bacia dos Rios Camorim e Caçambé

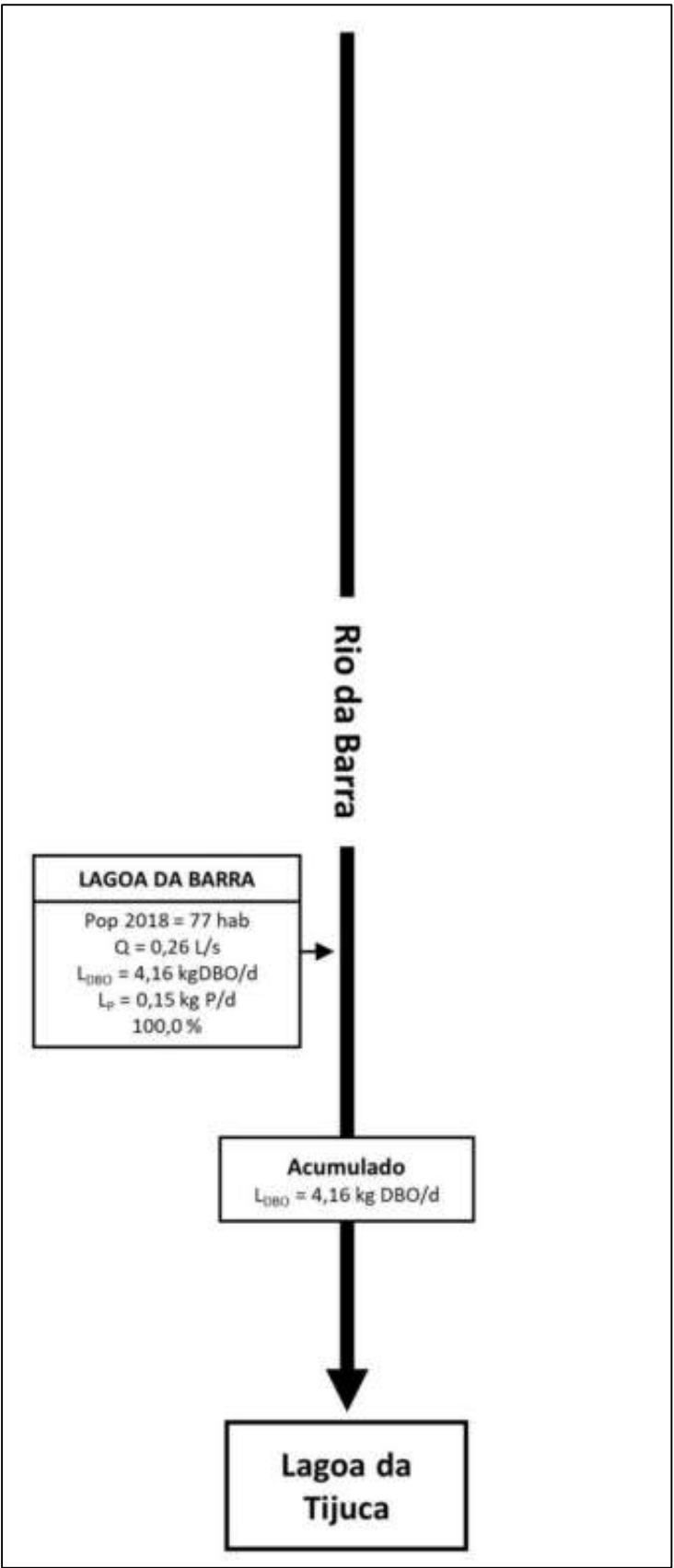


Figura 33: Diagramas de representação unifilar das contribuições de vazões de esgotos e cargas de poluentes provenientes das 194 aglomerações subnormais objeto do estudo – Bacia do Rio da Barra

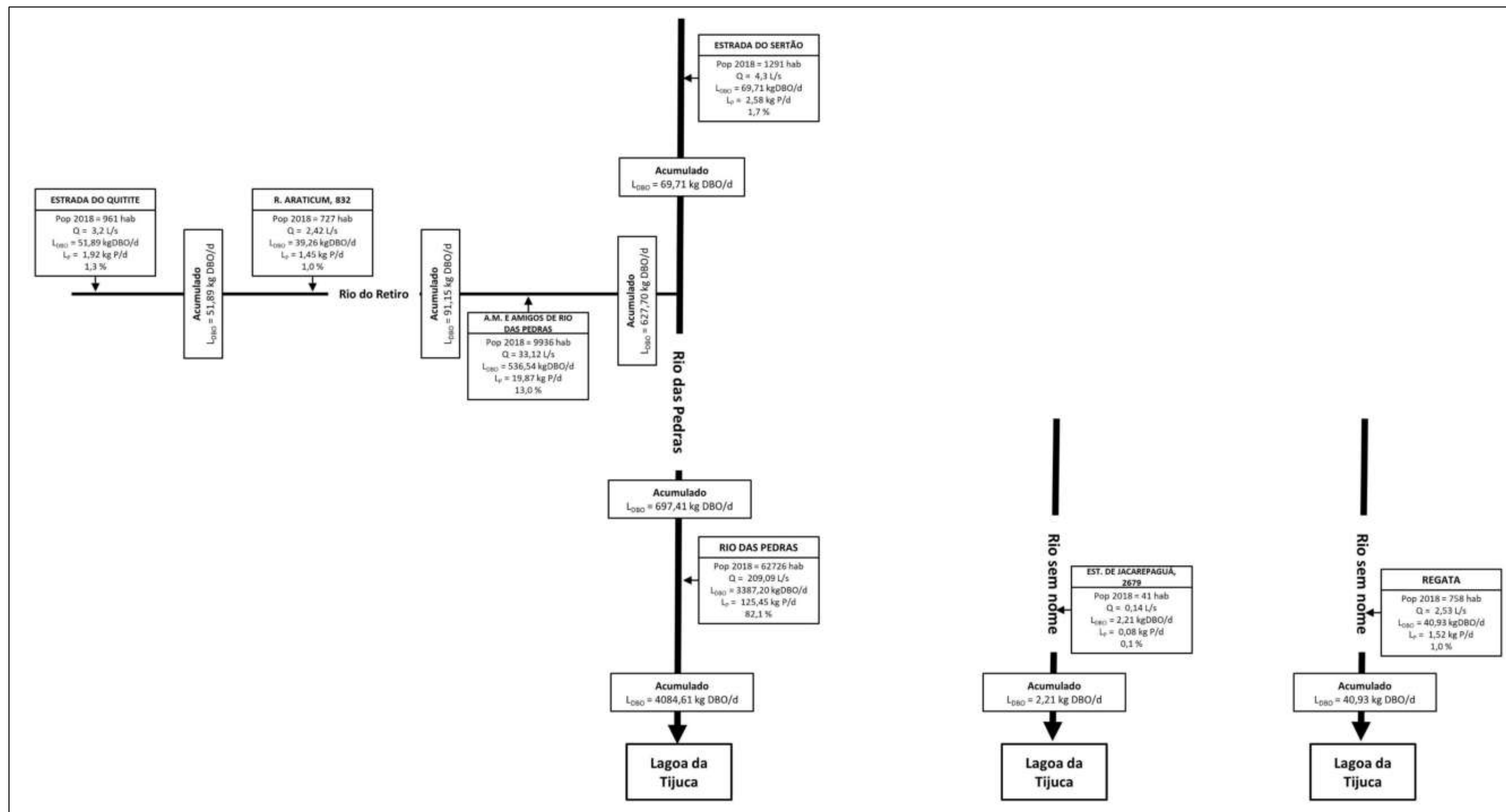


Figura 34: Diagramas de representação unifilar das contribuições de vazões de esgotos e cargas de poluentes provenientes das 194 aglomerações subnormais objeto do estudo – Bacia do Rio das Pedras

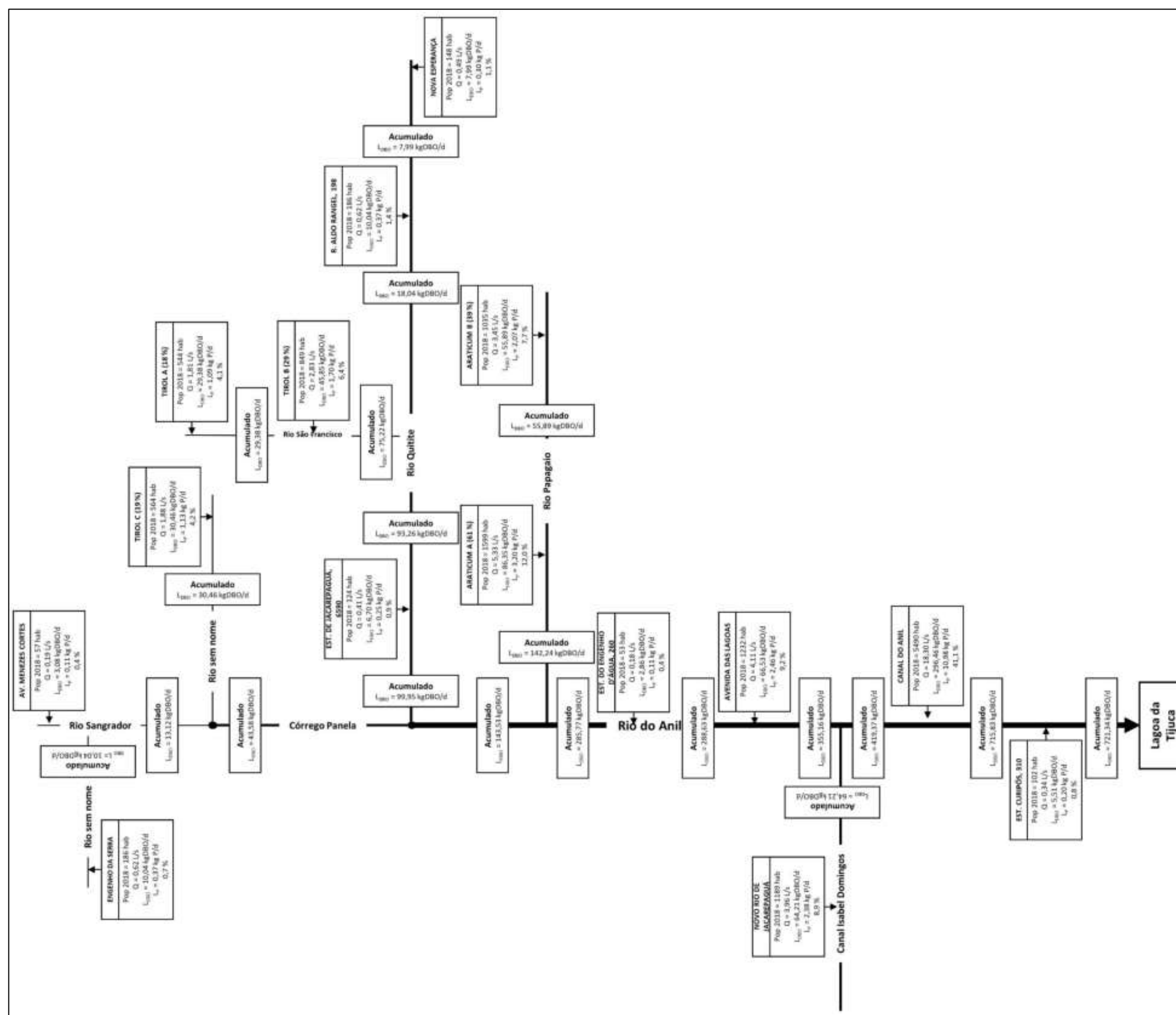


Figura 35: Diagramas de representação unifilar das contribuições de vazões de esgotos e cargas de poluentes provenientes das 194 aglomerações subnormais objeto do estudo – Bacia do Rio do Anil

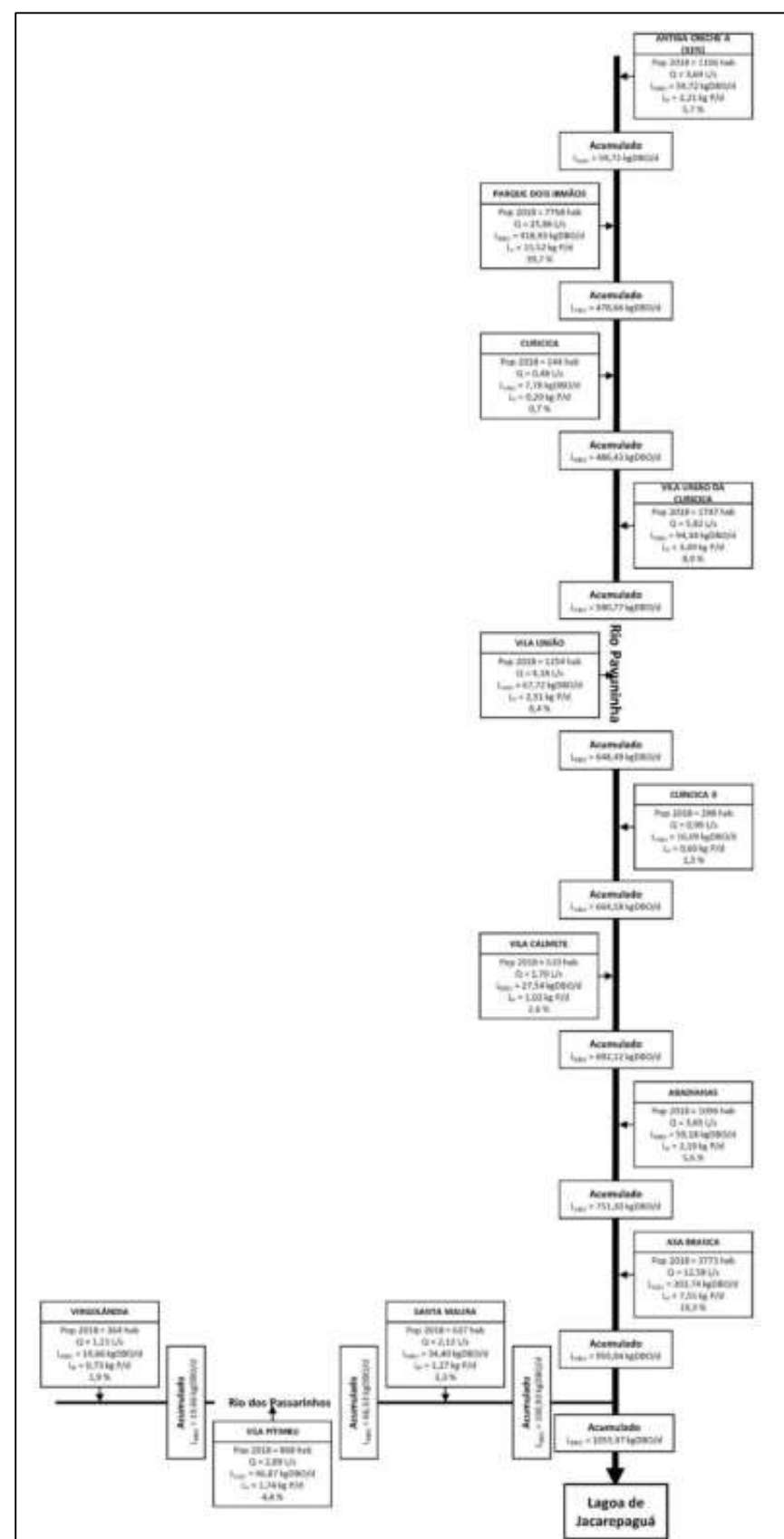


Figura 36: Diagramas de representação unifilar das contribuições de vazões de esgotos e cargas de poluentes provenientes das 194 aglomerações subnormais objeto do estudo – Bacia do Rio dos Passarinhos

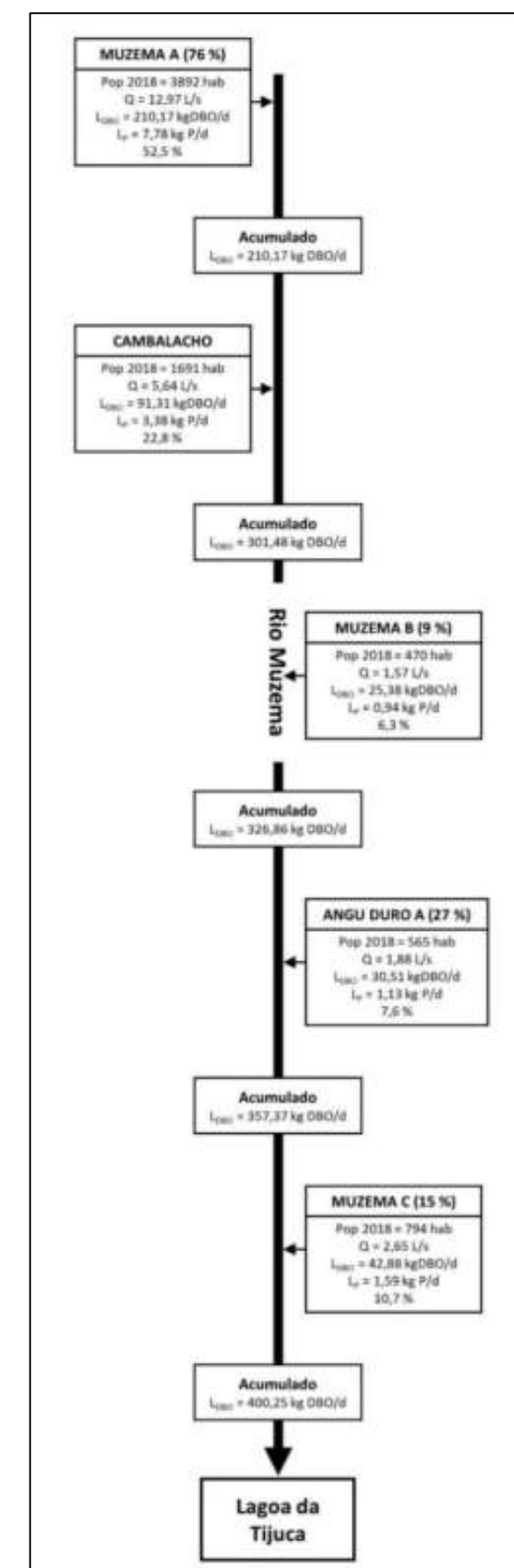


Figura 37: Diagramas de representação unifilar das contribuições de vazões de esgotos e cargas de poluentes provenientes das 194 aglomerações subnormais objeto do estudo – Bacia do Rio Muzema

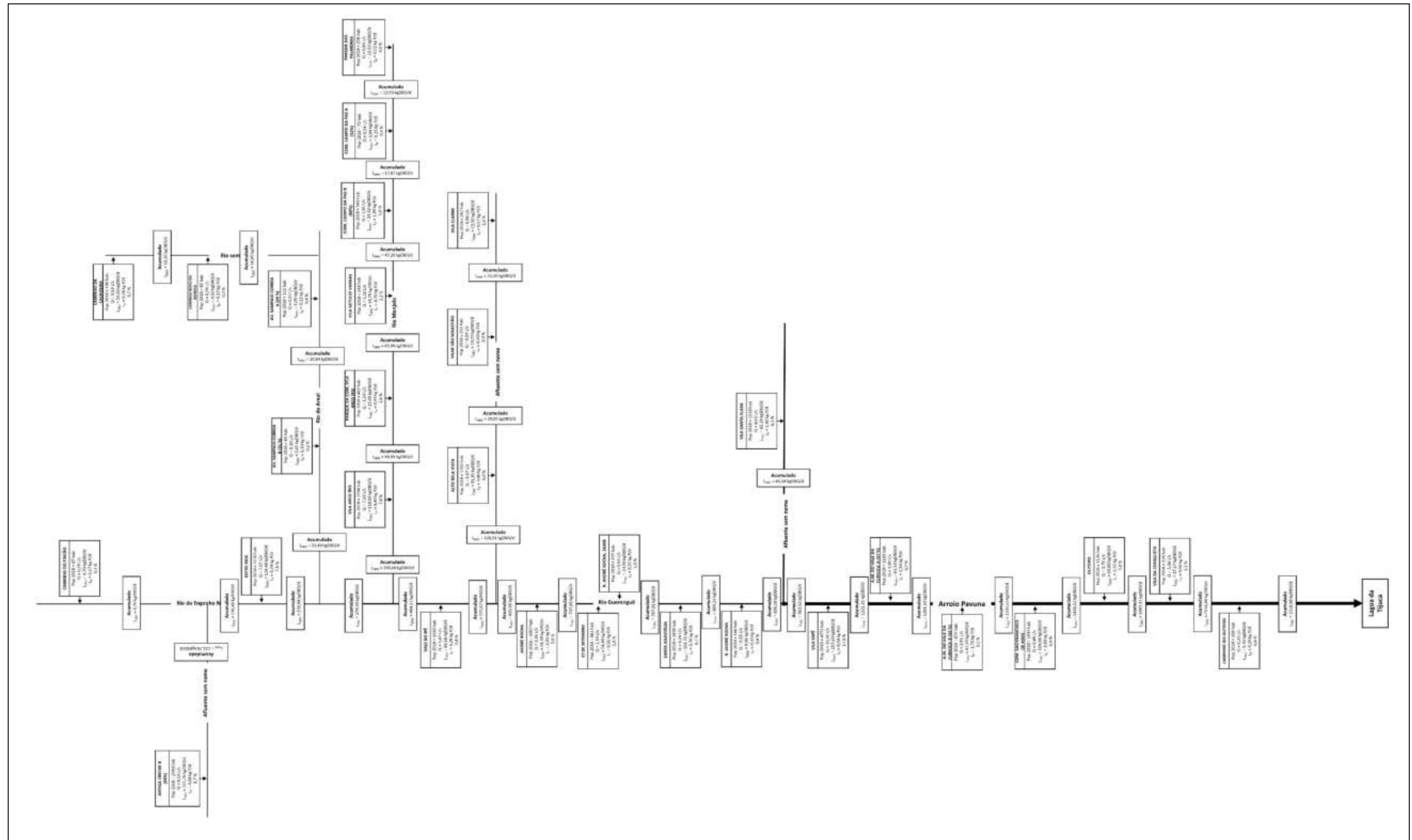


Figura 38: Diagramas de representação unifilar das contribuições de vazões de esgotos e cargas de poluentes provenientes das 194 aglomerações subnormais objeto do estudo – Bacia do Rio Guerengüê

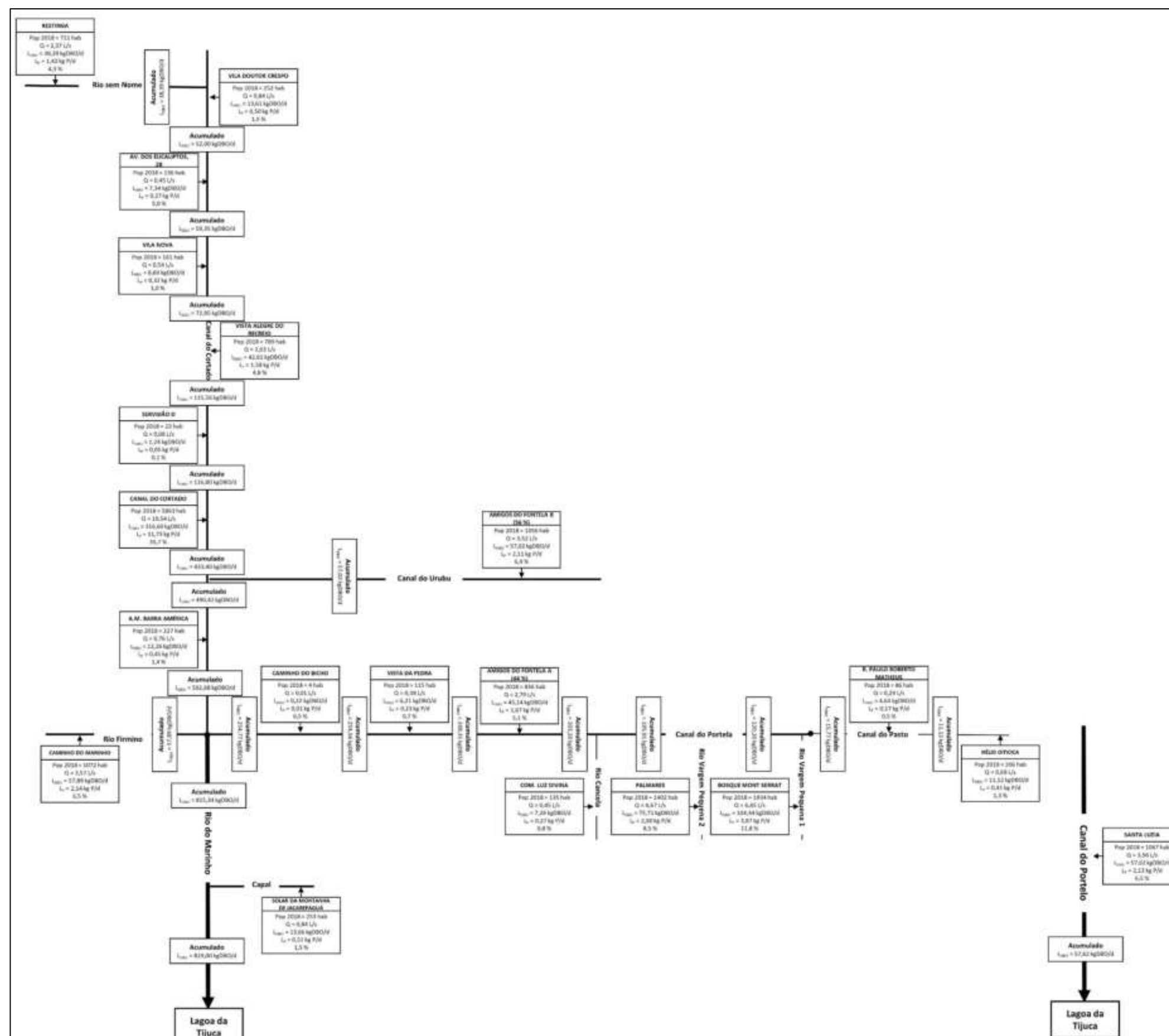


Figura 39: Diagramas de representação unifilar das contribuições de vazões de esgotos e cargas de poluentes provenientes das 194 aglomerações subnormais objeto do estudo – Bacia do Rio Marinho

6. Proposta de localização das estruturas de CTS em galerias de águas pluviais (CTS GAP) – Metodologia e Resultados

No sentido de minimizar a poluição dos corpos d'água superficiais locais, desde os mais a montante até os mais a jusante das sub-bacias hidrográficas, as seguintes premissas foram estabelecidas para proposição da implantação das estruturas CTS e de tratamento de deflúvios poluídos, incluindo a solução UTR.

- Enfoque exclusivo sobre a contribuição de esgotos provenientes de aglomerações subnormais;
- Apesar do reconhecimento da ocupação/uso do solo irregular e desordenado, não contemplar ações para a regularização e ordenamento, e concentrar-se sobre soluções para o controle da poluição;
- Priorizar a implantação de estruturas de CTS em relação ao tratamento de deflúvios poluídos, e que inclui a solução UTR;
- Priorizar a implantação de estruturas do tipo CTS-GAP (em que a interceptação ocorre em galerias de águas pluviais do sistema de microdrenagem - GAP) em relação a implantação de estruturas do tipo CTS-Calha Fluvial (em que a interceptação ocorre na calha fluvial de cursos d'água superficiais locais);
- Propor a implantação de estruturas do tipo CTS-Calha Fluvial nos casos em que não se dispuser do sistema de microdrenagem pluvial e, consequentemente, não se aplicar o emprego de CTS-GAP;
- Independentemente da tipologia, aproximar a localização das CTS das fontes de poluição (aglomerados subnormais) cujos esgotos sanitários se pretende interceptar;
- Propor solução para o tratamento de deflúvios poluídos por esgotos sanitários não interceptados por estruturas CTS-Calha Fluvial, e que sejam provenientes de aglomerações subnormais de grande porte, situadas preponderantemente na própria calha fluvial de cursos d'água com larguras superiores a 20 metros.
- A proposição de solução de tratamento de deflúvios poluídos, incluindo a solução UTR, somente fará sentido a partir da inviabilidade de remoção da ocupação/uso do solo irregular e desordenado. Ainda assim, por se constituir em estratégia de remediação ambiental, de caráter controverso, e com base em tecnologia de inovação, deve-se garantir consistente e permanente padrão de excelência operacional e de manutenção.

Como discutido anteriormente, as CTS podem ser implantadas na própria infraestrutura de microdrenagem pluvial, interligadas às galerias de águas pluviais (CTS GAP), como também nas calhas de córregos, riachos e pequenos cursos d'água superficiais (CTS Calha Fluvial).

Com base em informações topológicas extraídas de base georeferenciada do SIURB/DataRio – PCRJ e no uso da ferramenta *FlowDirection-Arcgis*, foram preliminarmente definidas as áreas de contribuição das microbacias de drenagem no limite de cada aglomerado subnormal, como exemplifica a ilustração da Figura 40. O Apêndice 3 reúne as bases extraídas da ferramenta *FlowDirection-Arcgis* para o conjunto de aglomerações subnormais objeto do estudo.

Por outro lado, de acordo com o Sistema Digital de Cadastro, Projetos e Estudos de Drenagem Pluvial da Fundação Rio-Águas (SISARQ), foram extraídas informações quanto a existência e a localização de poços de inspeção e/ou visita do sistema de microdrenagem pluvial no entorno de cada um dos 194 aglomerados subnormais. O acesso ao SISARQ-Rio-Águas para a extração de informações válidas para a totalidade dos aglomerados subnormais foi realizado na sede

da própria Rio-Águas, ao longo de 4 semanas de trabalho de parte da equipe UFRJ/CEDAE. Com o mesmo propósito, informações adicionais e complementares foram obtidas com base em informações visuais extraídas do aplicativo *Google Street View*.



Figura 40: Definição das áreas de contribuição das microbacias de drenagem no limite de cada aglomerado subnormal com emprego de ferramenta FlowDirection-Arcgis

O mapa da Figura 41 ilustra os pontos de localização inicialmente sugeridos e aqueles posteriormente definidos para a implantação de CTS na infraestrutura do sistema de microdrenagem pluvial (CTS-GAP). O desenvolvimento desta atividade teve como resultado a definição pela implantação de 86 CTS-GAP.

A seguir, de acordo com cada uma das sub-bacias hidrográficas, o Quadro 6 indica para cada uma das CTS GAP sugeridas, quais sejam as coordenadas geográficas, as aglomerações subnormais cujas contribuições de esgotos sanitários pretende-se interceptar, as respectivas microbacias de drenagem no limite de cada aglomerado subnormal, vazões de esgotos e cargas de poluentes afluentes.

Para a definição do tipo de CTS ser empregada - anteparo e soleira ou rebaixo e descarga de fundo, partiu-se do princípio de que esta última possui a virtude de não conferir impedimento ao regular escoamento de vazões de águas pluviais quando veiculadas pelos sistemas de micro – no caso de CTS GAP, e de meso e macrodrenagem pluvial – no caso de CTS Calha Fluvial. Por se tratar de intervenção em elementos do sistema de drenagem de águas pluviais, reconhece-se que todo impedimento ao escoamento pode resultar, em última análise, em alagamentos e enchentes, e neste sentido deve ser evitado. Complementarmente, entende-se que o anteparo de barramento ascendente além de conferir redução da seção original e representar impedimento ao regular escoamento, torna-se ainda um elemento para potencial retenção de sólidos grosseiros flutuantes e acumulação de sedimentos.

Por outro lado, reconhece-se também que em períodos de chuvas de maior intensidade e de importante elevação do tirante hidráulico, o modelo hidráulico do tipo rebaixamento com descarga de fundo impõe maior sobrecarga hidráulica à tubulação de interligação entre a CTS e o sistema de esgotamento sanitário, levando este último ao maior aporte de águas pluviais.

Independentemente de qualquer redefinição do critério adotado no âmbito deste estudo, mas frente ao paradoxo de evitar o comprometimento do sistema de drenagem pluvial e a sobrecarga hidráulica do sistema de esgotamento sanitário, optou-se por sugerir o seguinte:

- CTS-GAP com interligação por bombeamento e recalque: tipo rebaixo e descarga de fundo; no caso, o extravasor da elevatória evitaria a sobrecarga hidráulica do sistema de esgotamento sanitário;
- CTS-GAP com interligação por gravidade: tipo anteparo e soleira; no caso, apesar de comprometer o sistema de drenagem pluvial, aliviaria a carga hidráulica do sistema de esgotamento sanitário (solução passível de avaliação e revisão);
- CTS-Calha Fluvial, independente da interligação, sempre do tipo rebaixo e descarga de fundo; no caso, por se tratar de eventual comprometimento do sistema de meso e macrodrenagem pluvial e de solução dependente de adequado controle operacional das comportas.

O mapa da Figura 41 ilustra poços de inspeção/visita inicialmente sugeridos e aqueles posteriormente definidos como ideais para a localização das CTS-GAP. Da mesma forma, o Quadro 6 indica para o conjunto de CTS GAP quais sejam os respectivos pontos de recepção das vazões em tempo seco. Adianta-se que a maioria dos pontos de recepção das vazões em tempo seco correspondem poços de inspeção/visita do sistema convencional de esgotamento sanitário, embora alguns casos tenham como ponto de recepção estações elevatórias já existentes no sistema convencional ou a própria estrutura central de uma outra CTS a jusante.

7. Proposta de localização das estruturas de CTS em córregos, canais e riachos (CTS Calha Fluvial) – Metodologia e Resultados

Para a interceptação de vazões de esgotos e cargas de poluentes não contempladas por CTS GAP no sistema de microdrenagem pluvial, foi complementarmente proposta a implantação de estruturas tipo CTS Calha Fluvial em

córregos, canais, riachos e pequenos cursos d'água superficiais. O mapa da Figura 42 ilustra os pontos de localização sugeridos para a implantação das CTS Calha Fluvial. O desenvolvimento desta atividade teve como resultado a definição pela implantação de 49 CTS-Calha Fluvial¹⁰.

O mesmo Quadro 6 indica para cada uma das CTS Calha Fluvial propostas, quais sejam as coordenadas geográficas, as aglomerações subnormais cujas contribuições de esgotos sanitários pretende-se interceptar, as respectivas microbacias de drenagem no limite de cada aglomerado subnormal, vazões de esgotos e cargas de poluentes afluentes, e ainda a vazão de permanência dos cursos d'água decorrente da recarga de base por influência do aquífero freático.

8. Proposta de localização dos pontos de recepção das vazões de tempo seco no sistema de esgotamento sanitário – Metodologia e Resultados

Paralelamente ao trabalho efetuado sobre o SISARQ-Rio-Águas, outra parte da equipe UFRJ/CEDAE se dedicou sobre o sistema de cadastro da CEDAE, na sede da própria CEDAE, no sentido da identificação e definição dos pontos do sistema de esgotamento sanitário ideais para a recepção das vazões em tempo seco.

Em cada caso, a estratégia para a definição dos pontos ideais para a recepção das vazões em tempo seco considerou não somente quesitos relacionados a planialtimetria (extensão e desnível geométrico da interligação), como também a capacidade hidráulica do sistema a jusante para a recepção das respectivas contribuições.

O mapa da Figura 43 ilustra os pontos do sistema de esgotamento sanitário inicialmente sugeridos e aqueles posteriormente definidos como ideais para a recepção das vazões em tempo seco. Da mesma forma, o Quadro 6 indica para o conjunto de CTS GAP e CTS Calha Fluvial quais sejam os respectivos pontos de recepção das vazões em tempo seco. Adianta-se que a maioria dos pontos de recepção das vazões em tempo seco correspondem poços de inspeção/visita do sistema convencional de esgotamento sanitário, embora alguns casos tenham como ponto de recepção estações elevatórias já existentes no sistema convencional ou a própria estrutura central de uma outra CTS a jusante.

9. Definição da interligação hidráulica entre as estruturas de CTS e o sistema de esgotamento sanitário – Metodologia e Resultados

A definição do modelo de escoamento hidráulico da interligação entre a CTS e o sistema convencional de esgotamento sanitário - de forma gravitória, por bombeamento e recalque ou pela combinação entre ambos, obedeceu critérios convencionais aplicados ao desenvolvimento de projetos de engenharia desta natureza, tais como topografia local, a forma de ocupação do espaço urbano, complexidade de execução das obras civis, pertinência da aplicação de métodos não destrutivos de construção, disponibilidade de conjuntos motor-bomba que satisfaçam a combinação entre vazões de bombeamento e altura manométrica, etc.

A proximidade do trecho de rede coletora de esgotos à CTS e em cota inferior à da GAP serviu como indicação para a adoção de interligação gravitória. Caso contrário, adotou-se o emprego de instalação de bombeamento e recalque.

atenderiam às seguintes aglomerações subnormais: Anil, Rio das Pedras e Canal do Cortado. Assim, o conjunto remanescente de CTS-Calha Fluvial totaliza 46 unidades. Consequentemente, o conjunto de CTS GAP e CTS Calha Fluvial totaliza 132 unidades.

¹⁰ Posteriormente, com base na avaliação da largura das calhas fluviais e do propósito de interceptação de contribuições provenientes de aglomerações subnormais mais complexas, de grande porte, e situadas preponderantemente na própria calha fluvial de cursos d'água com larguras superiores a 20 metros, optou-se por excluir do elenco de CTS-Calha Fluvial sugeridas, as unidades que

Admitiu-se a localização da estação elevatória junto à CTS, interligadas por uma curta tubulação gravitária, ou no caso de topografia favorável, mais afastada da CTS e interligadas por coletor gravitário de esgotos de maior extensão.

A concepção e respectivos arranjos das soluções de interceptação da contribuição de 178 aglomerados subnormais¹¹ por meio de 86 CTS-GAP e 46 CTS-Calha Fluvial encontram-se apresentadas nos mapas-resumo que formam o Apêndice 1. Com base em representação em planta e na forma de diagrama unifilar, os 178 mapas-resumo destacam a localização de cada aglomeração subnormal em sua respectiva sub-bacia hidrográfica, a solução de engenharia empreendida para a interceptação dos esgotos sanitários, incluindo a localização da CTS GAP e/ou Calha Fluvial e a estrutura de interligação gravitária e/ou por bombeamento e recalque ao sistema de esgotamento sanitário. O Quadro 6 consolida o conjunto de informações sobre a forma de interligação hidráulica entre cada CTS e o respectivo ponto de recepção no sistema de esgotamento sanitário.

Visando a estimativa dos investimentos requeridos para a implantação do empreendimento (CAPEX), as interligações entre todas as 132 estruturas de CTS e o sistema convencional de esgotamento sanitário foram rigorosamente prédimensionadas: estações elevatórias, tubulações de recalque e gravitárias e travessias por métodos construtivos não destrutivos (MND). Os resultados deste pré-dimensionamento, as conclusões do estudo da efetividade do funcionamento das CTS, e a estimativa de CAPEX formam o Apêndice 2.

¹¹ Por não contribuir para o Sistema Lagunar, mas diretamente para o mar, a sub-bacia da Zona dos Canais (16 aglomerações subnormais) não encontra-se contemplada na Versão 0 do presente relatório. Consequentemente, das 194 aglomerações subnormais objeto do estudo, somente 178 são contempladas pelo Apêndice 1.

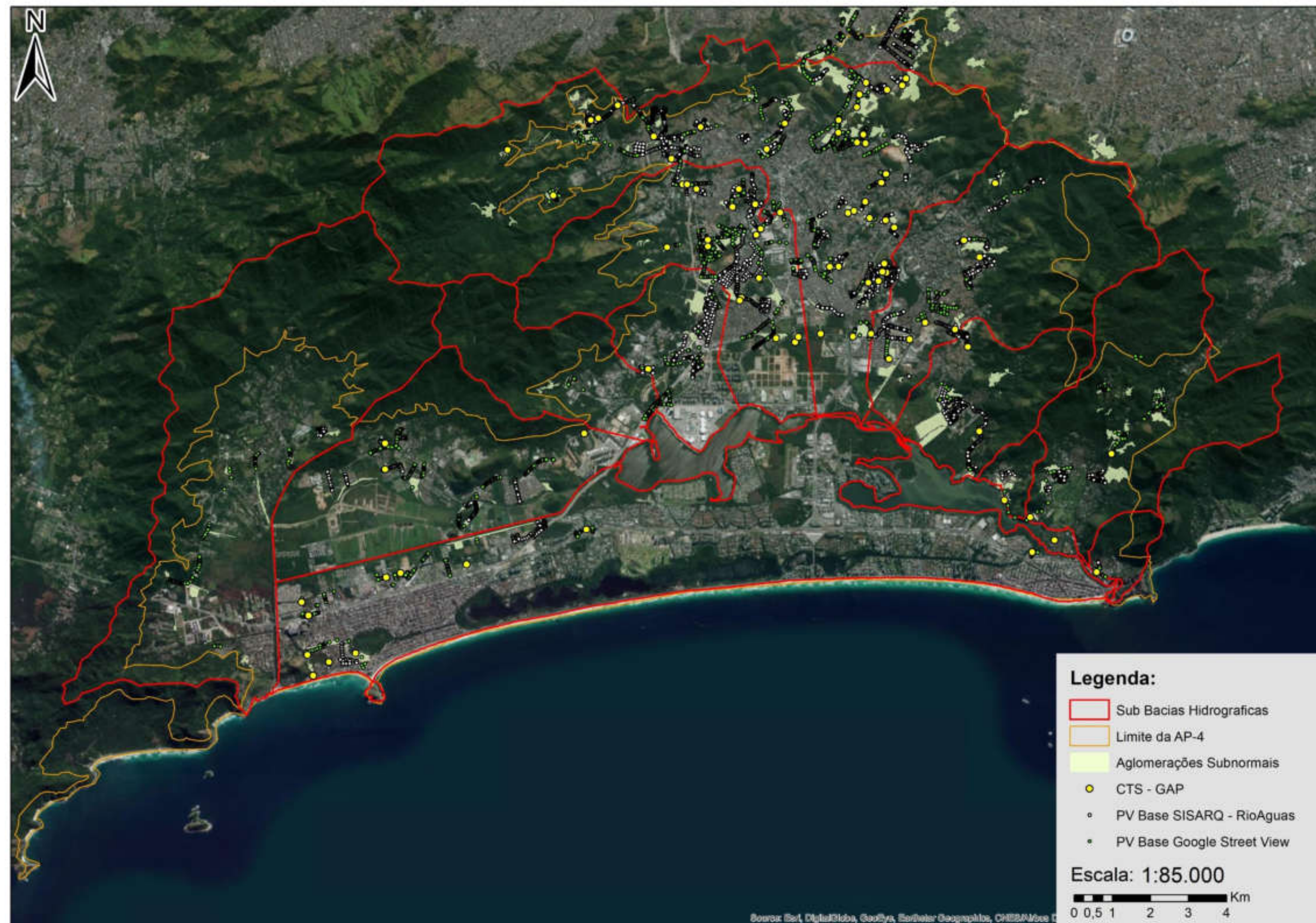


Figura 41: Pontos de localização inicialmente sugeridos e aqueles posteriormente definidos para a implantação de CTS na infraestrutura do sistema de microdrenagem pluvial (CTS-GAP)

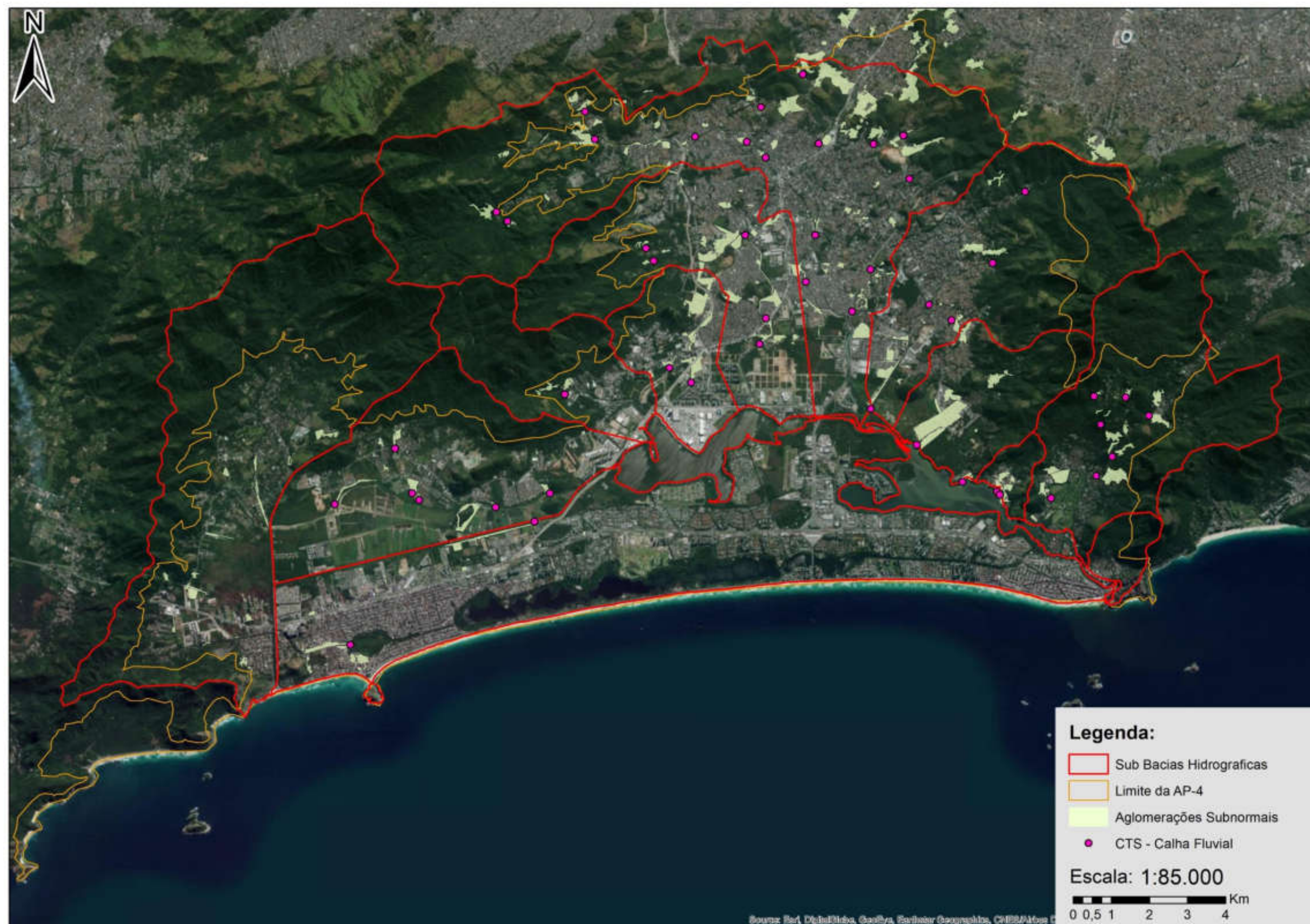


Figura 42: Pontos de localização sugeridos para a implantação de CTS em córregos, canais, riachos e pequenos cursos d'água superficiais (CTS Calha Fluvial)

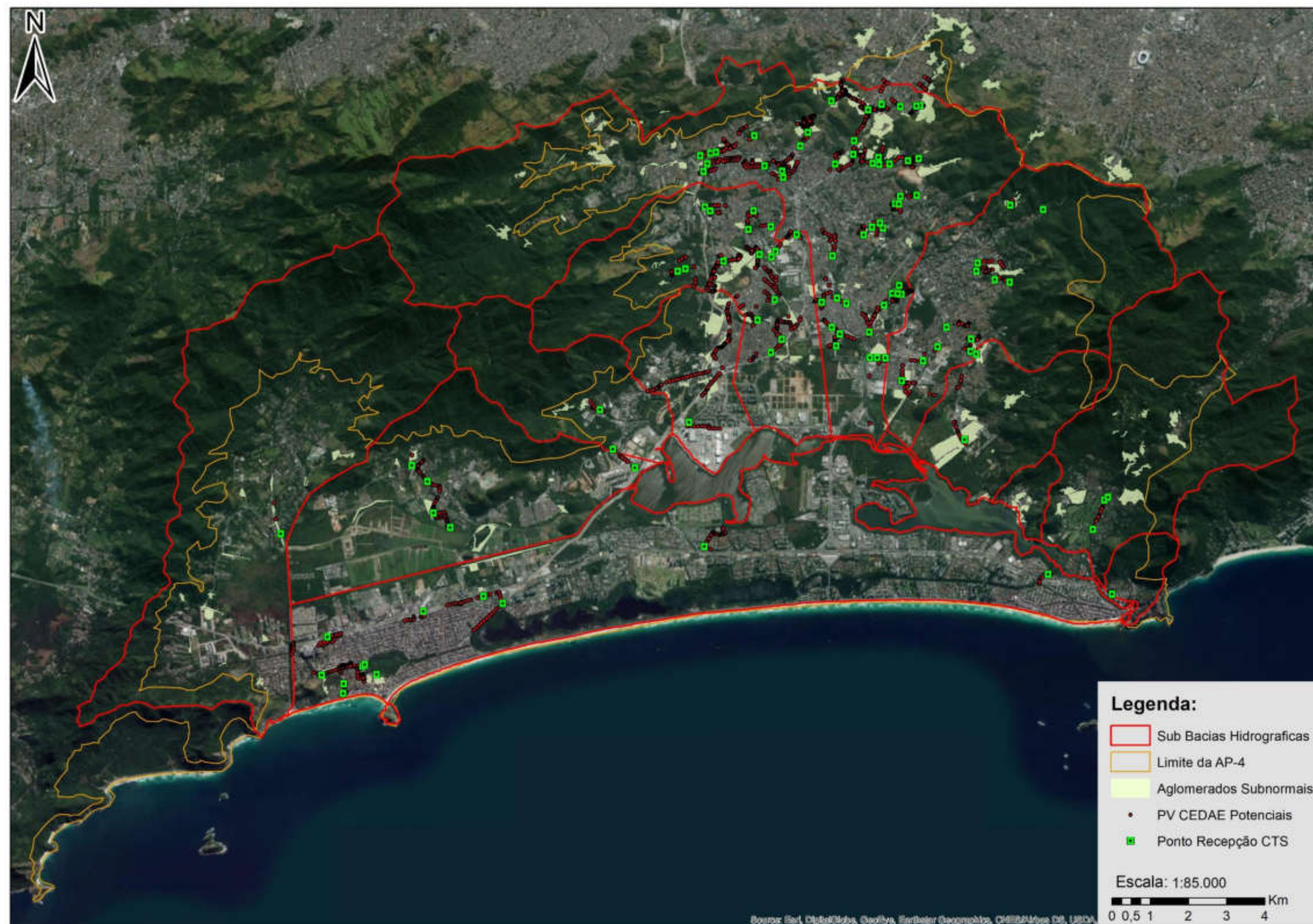


Figura 43: Pontos de localização inicialmente sugeridos e aqueles posteriormente definidos como ideais para a recepção das vazões em tempo seco

10. Efetividade do emprego de CTS em função do regime de chuvas da região da AP-4

Como já mencionado, a efetividade da CTS pode ser mensurada em função da maior ou menor quantidade de deflúvios interceptados, uma vez que a transferência dos mesmos para o sistema convencional de esgotamento sanitário evita a poluição e a continuidade do comprometimento ambiental de bacias hidrográficas urbanas.

Como discutido no item 3.5.1, o funcionamento hidráulico da CTS é regido pela declividade e pelo diâmetro da tubulação de interligação entre a CTS e o sistema convencional de esgotamento sanitário (cuja dimensão corresponde ao diâmetro do orifício da estrutura central de interceptação), que por sua vez define a vazão a ser admitida e efetivamente interceptada. Dimensionada somente com base no aporte da vazão de esgotos sanitários, a estrutura física da CTS admitirá, além desta vazão, o aporte adicional de águas pluviais até determinado limite, a partir do qual ocorrerá o extravasamento. Assim, em períodos chuvosos, em função do desempenho hidráulico da singularidade hidráulica do orifício e da declividade e do diâmetro da tubulação de interligação é que a CTS mostrar-se-á mais ou menos efetiva no sentido da interceptação das vazões afluentes.

A efetividade do emprego da solução de CTS não é somente dependente da intensidade, da duração e da frequência de eventos pluviométricos, mas também de características da própria bacia hidrográfica e da dinâmica de propagação da vazão em períodos de chuva. Eventos frequentes de maior intensidade e duração, bem como dinâmicas mais intensas de propagação da vazão em períodos de chuva tornam a solução CTS menos efetiva.

Sabe-se também que em períodos chuvosos, em função da diluição que a vazão de água pluvial exerce sobre a vazão de esgotos sanitários, ocorre a redução da concentração de poluentes na parcela da vazão extravasada. Dependendo da concentração resultante desta mistura, pode-se obter um “Grau de Efetividade” limitado sob a perspectiva da vazão, mas não necessariamente sob a perspectiva da carga poluidora.

A avaliação da efetividade do funcionamento da CTS depende da modelagem de série hidrológica sintética que represente o regime pluviométrico local; da aplicação de modelo chuva-vazão para as bacias de drenagem contribuintes a cada estrutura de CTS; do balanço hídrico no entorno de cada CTS; e da definição de volumes de esgotos e massas de poluentes interceptados e extravasados de acordo com cada evento da série sintética. A seguir, o item 10 contempla a determinação do grau de efetividade das estruturas de CTS planejadas para a interceptação de deflúvios poluídos e contaminados na região da AP-4.

Estudos hidrológicos de escoamentos superficiais são realizados visando maior entendimento do regime hidrológico-fluvial de uma bacia hidrográfica, de modo a subsidiar o desenvolvimento de instrumentos para o seu planejamento, bem como o desenvolvimento de empreendimentos e projetos de estruturas hidráulicas.

Em locais onde existam postos fluviométricos, com dados de vazão ou de leitura de régua e resumos de descarga, as vazões de projeto poderão ser calculadas através da utilização de métodos estocásticos, assumindo-se probabilidade de ocorrência a cada evento. Não sendo possível a utilização de dados provenientes de postos fluviométricos, devem ser utilizados modelos hidrológicos de chuva-vazão para o cálculo das vazões de projeto, tal como se aplica no presente estudo.

10.1. Modelagem hidrológica e ferramentas de suporte à decisão

Os problemas encontrados na modelagem hidrológica e hidráulica para simulação contínua de microtempestades são muito mais complexos do que aqueles tidos como padrão e baseados em grandes eventos raros, não somente pela existência de controles distribuídos em toda a bacia hidrográfica, mas também porque o balanço hídrico é dependente das condições antecedentes da bacia hidrográfica. Especificamente, as condições de umidade ou encharcamento do solo antes da chuva são extremamente importantes para sistemas baseados em armazenamento.

Visando contornar a complexidade do problema, o uso de modelos empíricos com base física, tais como os métodos do Departamento de Agricultura dos EUA - USDA NRCS (antigo SCS) perfazem a abordagem mais comum para simulação de condições de projeto. O método SCS consiste importante ferramenta de planejamento, sensível às condições específicas do local, e oferece grande quantidade de dados baseados em características do solo, inclinação e uso da terra. Casos em que somente dados relativos aos tipos de solo e declividades encontram-se disponíveis, tornam atraente o método do número de curva do *USDA*, possibilitando que diferentes condições de superfície sejam simuladas e comparadas visando melhor análise.

Para modelagem mais detalhada, os métodos que simulam explicitamente o fenômeno do armazenamento parecem ser os mais aplicáveis para modelagem de sistemas distribuídos de micro tempestades, porém dependem de razoáveis estimativas em relação aos parâmetros de armazenamento. O modelo *USEPA-SWMM* se utiliza de elemento de armazenamento não-linear para simulação de hidrograma de escoamento superficial e pode ser aplicado para a simulação de propagação e de derivação hidráulica em tubulações, canais abertos e tanques de armazenamento.

10.2. Geração de série sintética de precipitação pluviométrica

Em geral, com base na adoção de um menor período de retorno e uma menor duração da precipitação, os projetos de engenharia de sistemas urbanos convencionais de drenagem pluvial admitem algum grau de risco de falha, e que leve a ocorrência de eventos de extravasamentos, inundações e enchentes.

A aplicação de modelos para a geração de elementos climáticos simulados permite a caracterização do padrão dos eventos e do perfil da precipitação no espaço e no tempo, e desempenha papel relevante para o planejamento estratégico das atividades operacionais que envolvam estruturas hidráulicas complexas e dependentes de sistemas hidrológicos, como é o caso do sistema de drenagem pluvial da Baixada de Jacarepaguá e Barra da Tijuca.

Registros hidrológicos contínuos permitem a melhor compreensão e conhecimento da duração dos eventos e, conseqüentemente, garantem maior segurança quanto ao padrão de distribuição das chuvas a ser adotado para uso em modelos do tipo chuva-vazão. Com base na magnitude da intensidade pluviométrica e no escoamento superficial nas galerias de águas pluviais, fez-se a simulação do comportamento hidráulico das CTS com base em série temporal contínua.

A opção pelo critério de simulação de uma série sintética de dados tem como fundamento a avaliação do potencial de extravasamento que as estruturas de CTS podem apresentar, considerando a probabilidade de que o volume total

precipitado a partir de eventos sucessivos diários, pudesse superar o volume de armazenamento dimensionado somente com base na intensidade máxima provável relativa a um determinado período de retorno.

O procedimento utilizado para a geração das séries sintéticas de precipitação foi baseado na metodologia desenvolvida por OLIVEIRA (2003)¹⁴; e com base em programa computacional denominado CLIMABR. De acordo com registros hidrológicos consistidos sobre a região do projeto, baseados em precipitação pluviométrica de precipitação diária, duração do evento e respectiva intensidade pluviométrica, bem como a precipitação pluviométrica acumulada ao longo dos eventos diários sucessivos, foi gerada a série sintética de 10 anos sequenciais de chuva. A Figura 45: *Quantidade de dias chuvosos - históricos observados e simulados pela série sintética CLIMABR*

apresenta os resultados das médias históricas observadas e as médias sintéticas geradas pelo CLIMABR. A 45 apresenta a comparação entre a quantidade de dias chuvosos históricos observados e os valores gerados pelo CLIMABR.

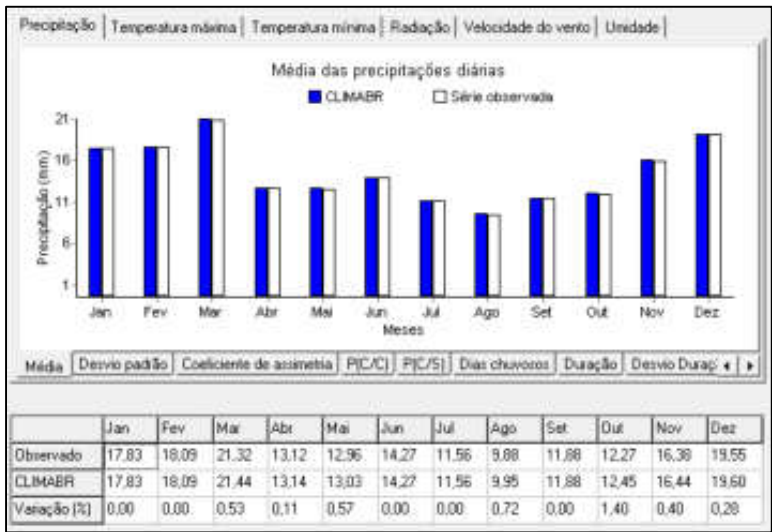


Figura 44 Médias de precipitações diárias - históricas observadas e simuladas pela série sintética CLIMABR

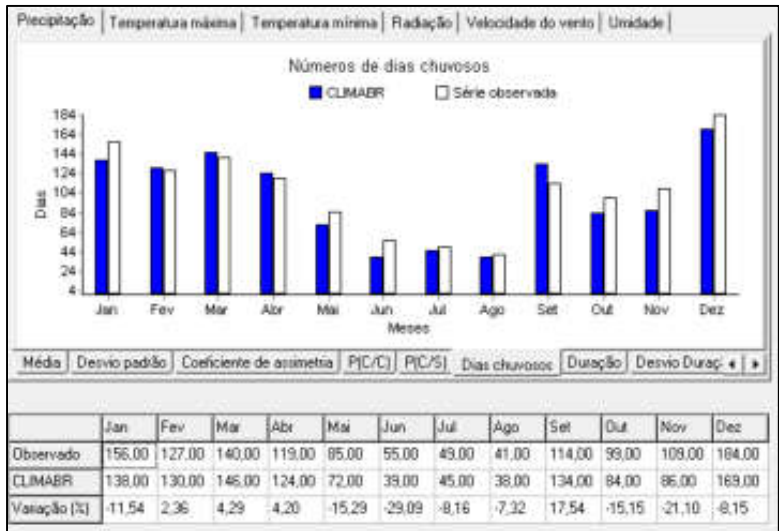


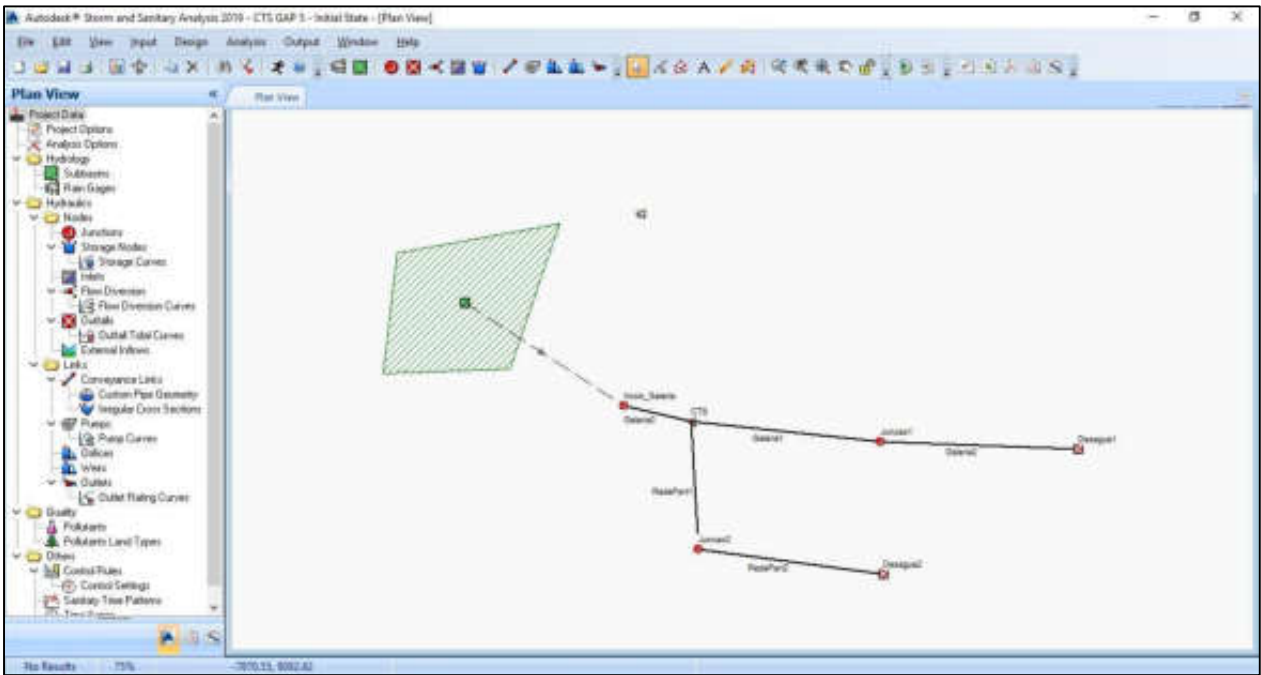
Figura 45: Quantidade de dias chuvosos - históricos observados e simulados pela série sintética CLIMABR

10.3. Modelo de Simulação Autodesk® Storm and Sanitary Analysis

O Autodesk® Storm and Sanitary Analysis (SSA) é a forma mais genérica de um programa computacional que reúne diferentes modelos hidráulicos. É amplamente utilizado em todo o mundo para o planejamento, análise e gestão de projetos relacionados aos sistemas de drenagem de águas urbanas. Permite estimar cargas de poluentes de origem difusa ou pontual. É um modelo quali-quantitativo de simulação hidrodinâmica dos fenômenos chuva-vazão, escoamento e transporte de poluentes, usado para eventos isolados ou contínuos. O escoamento no sistema de tubulações, canais, dispositivos de armazenamento e tratamento, bombas e reguladores, é resolvido utilizando modelo hidrodinâmico aplicável a diversos regimes de fluxo, tais como remanso, regime rapidamente variado e inversão de fluxo.

O modelo controla a quantidade e a qualidade do escoamento gerado dentro de cada sub-bacia. As vazões, níveis, declividades, profundidades e qualidade da água em cada conduto ou junção durante cada intervalo discreto do período de simulação (no caso, adotado 15 minutos), estão disponíveis no arquivo de *output*. Na presente avaliação de efetividade funcional das CTS, foram utilizadas a opção *PA SWMM* para o método hidrológico e o método de infiltração tipo *SCS Curve Number*.

Enquanto as imagens das Figuras 46 e 47 ilustram o ambiente de entrada do modelo Autodesk® Storm and Sanitary Analysis em que ocorre o lançamento das estruturas hidráulicas, no caso, respectivamente correspondentes às CTS-GAP e CTS-Calha Fluvial, as imagens das Figuras 48 a 51 ilustram, respectivamente, os ambientes de saída (arquivo de *output*) relativos ao comportamento temporal das vazões efetivamente interceptadas e extravasadas e concentrações de DBO e Fósforo das parcelas extravasadas.



¹⁴ OLIVEIRA, V.P.S. Modelo para geração de séries sintéticas de precipitação. 2003. 156 f. Tese (Doutorado em Recursos Hídricos e Ambientais) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG, 2003.

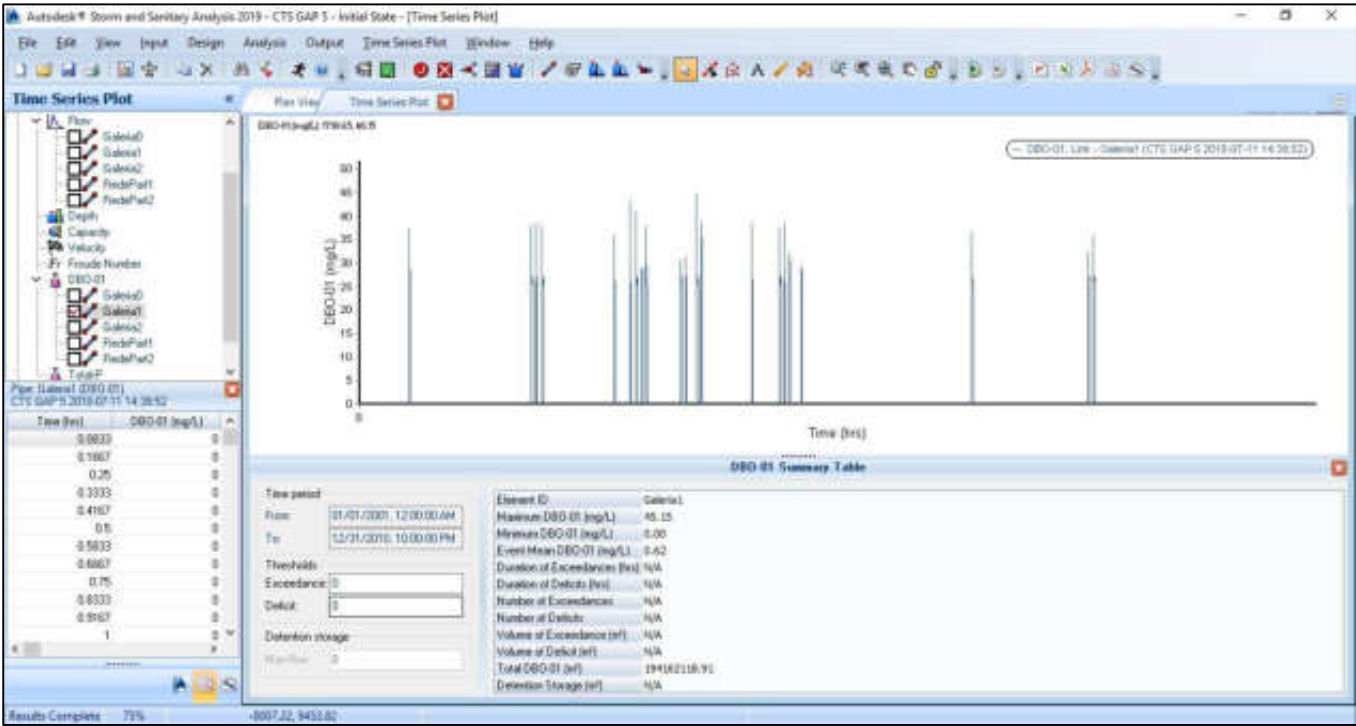
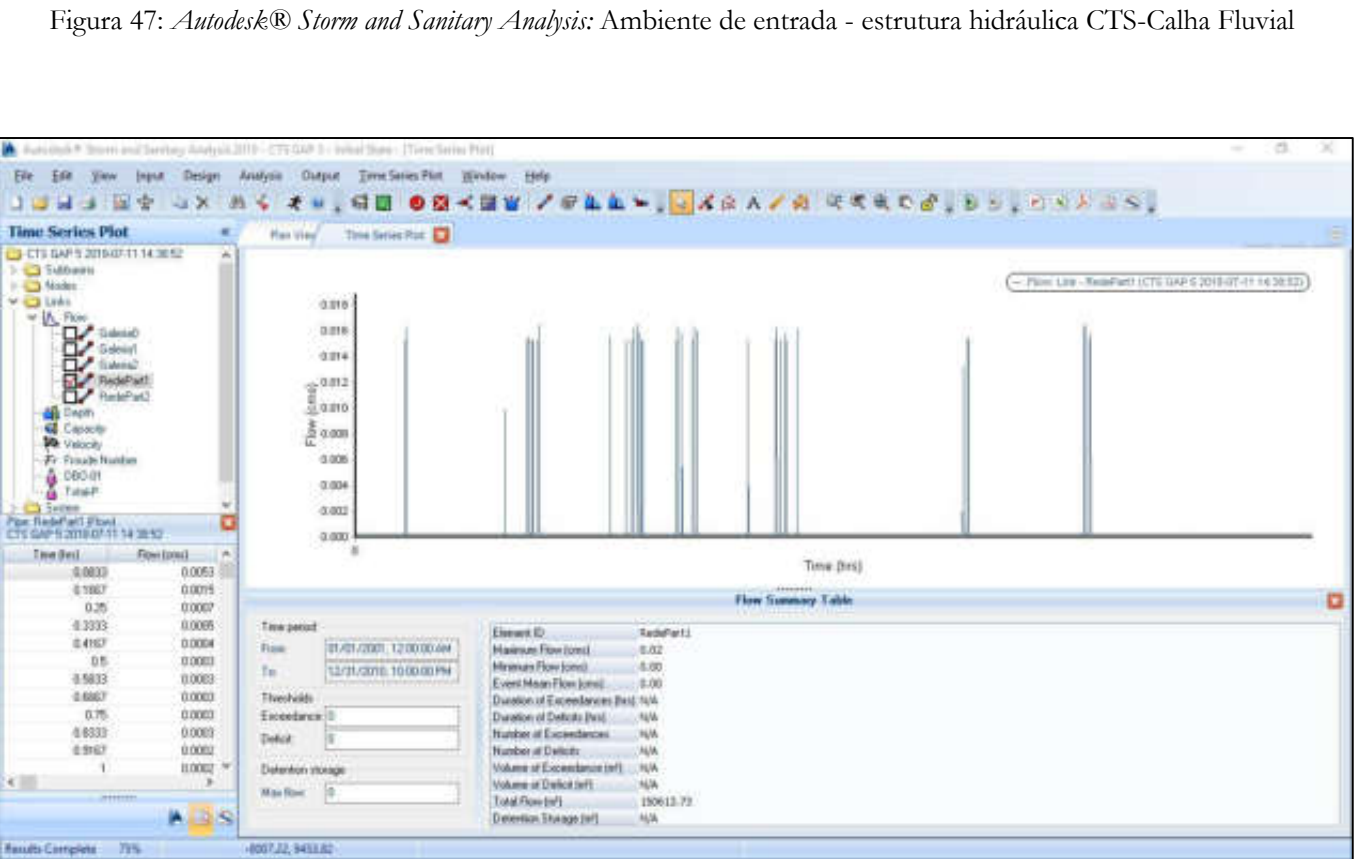
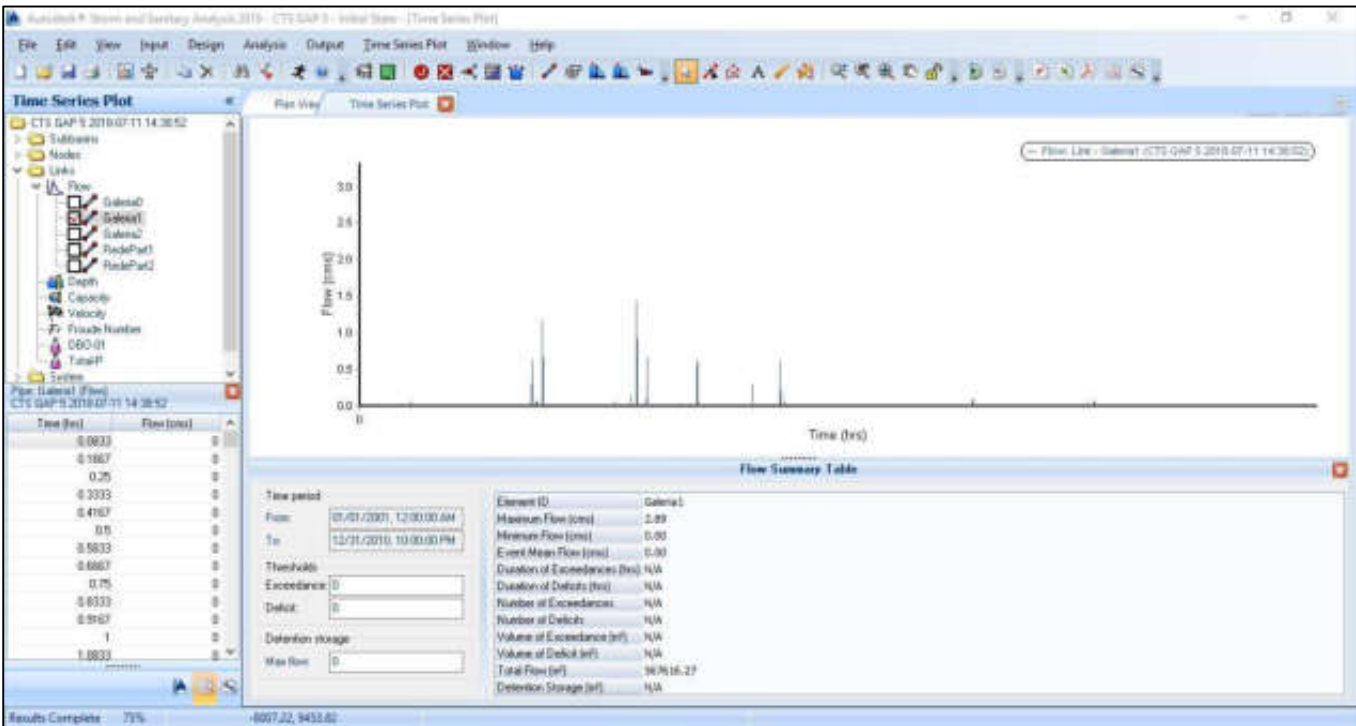
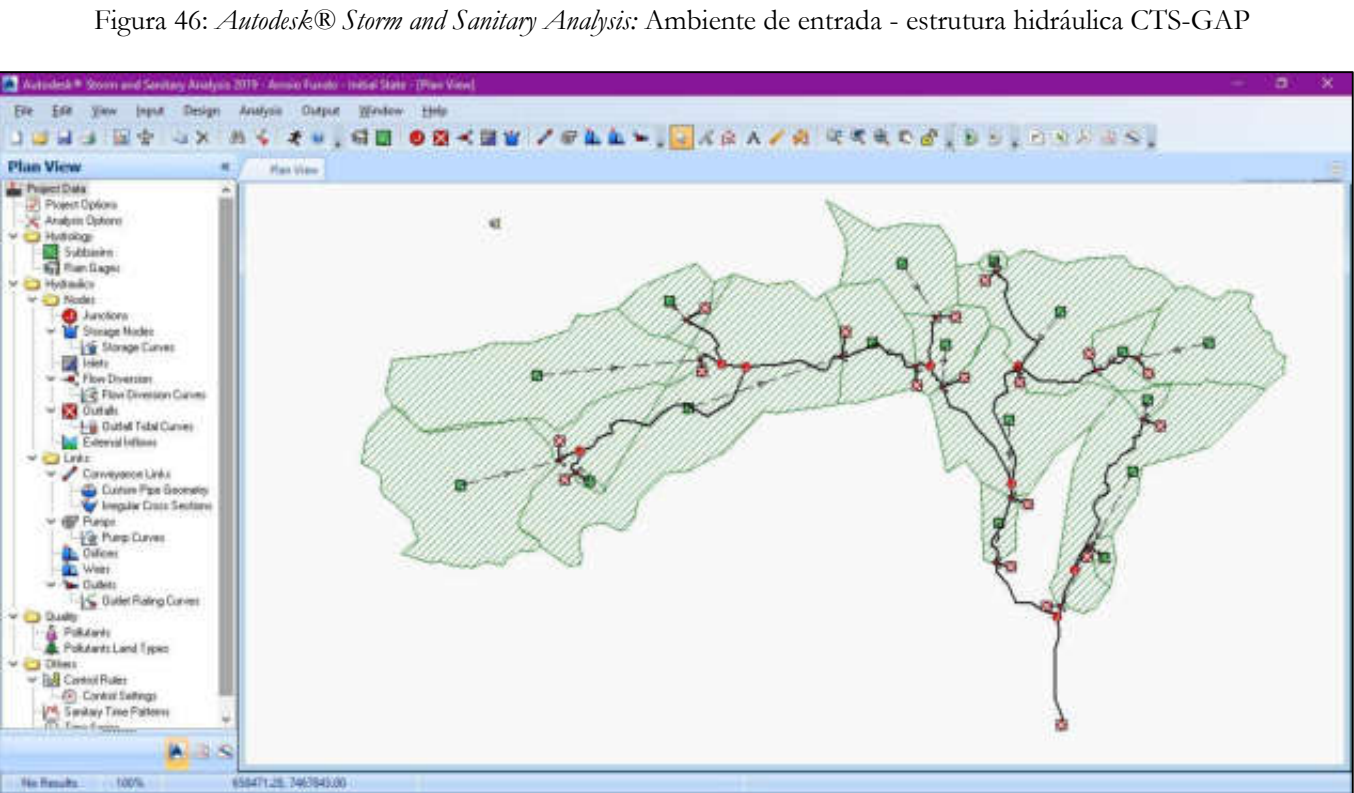


Figura 48: Autodesk® Storm and Sanitary Analysis: Ambiente de saída – vazão interceptada

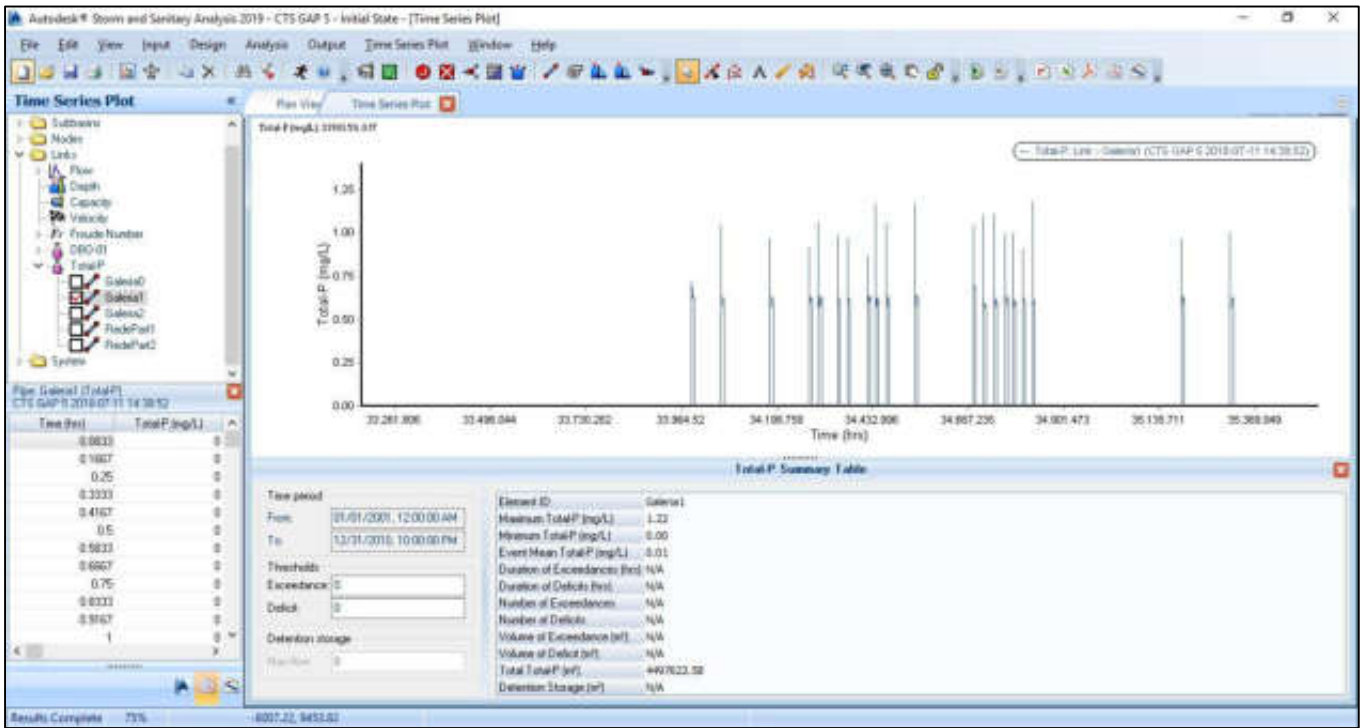


Figura 51: Autodesk® Storm and Sanitary Analysis: Ambiente de saída – P parcela extravasada

10.4. Tempo de concentração

Tempo de concentração é o tempo que decorre desde o início da chuva, até que toda a bacia passe a contribuir para uma dada seção considerada. Esse tempo corresponde a um tempo inicial de entrada, ou tempo requerido pelo escoamento superficial para fluir superficialmente, até atingir o primeiro dispositivo de drenagem a montante, e mais um tempo de percurso que equivale ao tempo decorrente desde a entrada neste dispositivo até o ponto de interesse.

Diversas fórmulas empíricas produzem estimativa de cálculo do tempo de concentração; para o percurso sobre o talvegue, os métodos do *Califórnia Culverts Practice*, Dooge, George Ribeiro e fórmula de Kirpich; para percurso sobre o terreno natural, as fórmulas de Kerby ou *EPA-SWMM*; para canais, o Método Cinemático. No presente trabalho foi adotada a fórmula *EPA-SWMM*, como expressa a Equação seguinte.

$T_c = 0.94 \times L^{0.6} \times n^{0.6} \times i^{0.4} \times S^{-0.3}$, onde:

- Tc: Tempo de Concentração (min)
- L: Comprimento do escoamento (m)
- n: Coeficiente de rugosidade de Manning
- i: Intensidade da chuva (mm/h)
- S: declividade (m/m)

10.5. Distribuição temporal das precipitações

No modelo CLIMABR o perfil instantâneo de precipitação é obtido individualmente para cada evento considerado, utilizando-se para este fim uma função dupla exponencial. A função dupla exponencial consiste numa exponencial crescente do início do evento até o momento em que ocorre a intensidade de precipitação máxima e, a partir deste, uma

outra exponencial decrescente descreve o comportamento do perfil até o fim do evento. Na presente avaliação, por simplificação, adotou-se a distribuição temporal recomendada pelo Depto. de Estradas da Flórida (FDOT), ajustada para bacias de uso misto, grande quantidade de áreas alagadas, muitas rodovias, e com base em chuvas intensas com forte influência de efeitos oceânicos, de acordo com curvas específicas de distribuição para as durações de 1, 2, 4, 8 e 24 horas. Para durações de chuva indicadas pela série sintética, de acordo com valores não similares aos que sugere o FDOT, foram adotadas distribuições de Huff. Para ilustrar, a Figura 52: Distribuição temporal de precipitações – modelo FDOT52 apresenta os dados numéricos tabulados das curvas de distribuição sugeridas pelo FDOT para a duração de 4 horas.

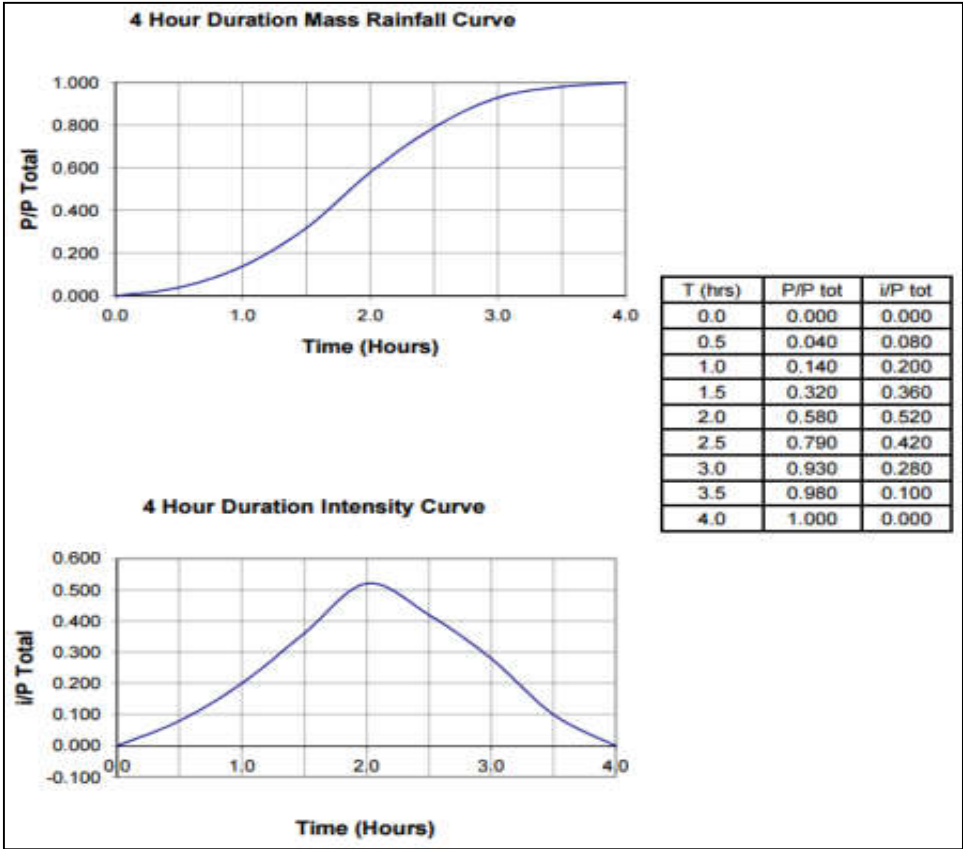


Figura 52: Distribuição temporal de precipitações – modelo FDOT para duração de 4 horas

10.6. Resultados da aplicação do modelo de cálculo da efetividade das CTS

Os 132 mapas-resumo que compõem o Apêndice 2 contemplam para cada uma das 132 CTS, quais sejam os resultados da aplicação do modelo do cálculo de efetividade, contemplando: quantidade de dias chuvosos, quantidade anual de extravasamentos, média mensal de extravasamento total, média mensal de extravasamento período seco (Abr- Set), média mensal de extravasamento período chuvoso (Out–Mar), vazão média total afluyente, vazão média total interceptada, vazão média percentual interceptado, vazão média total extravasada, vazão média percentual extravasada, vazão média – média extravasada, vazão média – específica extravasada, carga orgânica média total afluyente, carga orgânica média total interceptada, carga orgânica média total extravasada, carga orgânica média – média diária extravasada, população

equivalente da carga orgânica, carga fósforo média total afluente, carga fósforo média total interceptada, carga fósforo média total extravasada, carga fósforo média – média diária extravasada.

A seguir, os diagramas unifilares apresentados nas Figuras 53 a 64 também indicam os resultados da aplicação do modelo de cálculo da efetividade das CTS, contemplando as cargas brutas afluente, interceptadas e extravasadas em cada CTS, bem como, conseqüentemente, as cargas sequencialmente veiculadas a jusante e ao longo do curso d'água.

Por fim, o Quadro 6 consolida os resultados da aplicação do modelo de cálculo da efetividade de todas as CTS. Ressalta-se que os mesmos se referem ao dimensionamento das CTS com base na interceptação, exclusivamente, da vazão de esgotos sanitários proveniente de cada aglomerado subnormal.

Sob a perspectiva das vazões interceptadas, verifica-se grande variação dos resultados do “Grau de Efetividade” alcançado pelo conjunto de CTS. Como já preconizado, o “Grau de Efetividade” de interceptação de vazão é função da (i) razão entre vazões de esgotos sanitários e águas pluviais, que por sua vez é função do adensamento populacional e da área superficial da bacia de contribuição; e (ii) da dinâmica de propagação das vazões de águas pluviais, que por sua vez é função da declividade e do grau de impermeabilização da bacia, e em última análise, do tempo de concentração.

Assim, a minimização do “Grau de Efetividade” de interceptação de vazão é função da menor contribuição de esgotos sanitários, maior vazão de águas pluviais, menor adensamento populacional, maior área superficial da bacia de contribuição, maior dinâmica de propagação das vazões de águas pluviais, maior declividade e menor grau de impermeabilização da bacia, e do menor tempo de concentração. Por outro lado, sob a perspectiva da carga de poluição, os resultados são ainda dependentes do potencial de diluição que a vazão de água pluvial exerce sobre a vazão de esgotos sanitários, e que impõe importante redução da concentração de poluentes na parcela da vazão extravasada.

Os resultados obtidos demonstram que apesar da vazão de dimensionamento da CTS dever ser definida a partir da vazão de esgotos sanitários, evitando a interceptação de águas pluviais e a eventual sobrecarga do sistema de esgotamento sanitário, é extremamente pertinente a avaliação de seu desempenho com base na determinação do seu “Grau de Efetividade”. Estruturas de CTS avaliadas como pouco efetivas temporalmente, tornam-se sem sentido funcional e, em princípio, inviáveis tecnicamente.

Como já discutido, a otimização do dimensionamento da CTS não significaria efetua-lo com base em um determinado “Grau de Efetividade” desejado, pois, ampliá-lo, também significaria interceptar maior parcela da vazão afluente e, conseqüentemente, transferir maior quantidade de águas pluviais ao sistema convencional de esgotamento sanitário e, eventualmente, sobrecarregá-lo hidráulicamente. Por outro lado, reavaliar a vazão de dimensionamento da CTS com base na admissão de alguma parcela da vazão de águas pluviais pelo sistema de esgotamento sanitário pode se constituir estratégia adequada para o projeto de engenharia das CTS.

Independentemente dos resultados alcançados, e visando a análise da viabilidade econômica da implantação de estruturas de CTS no contexto da AP-4, o presente estudo mantém a proposta de implantação das 132 CTS como anteriormente indicada e da forma como detalhada no Quadro 6 seguinte.

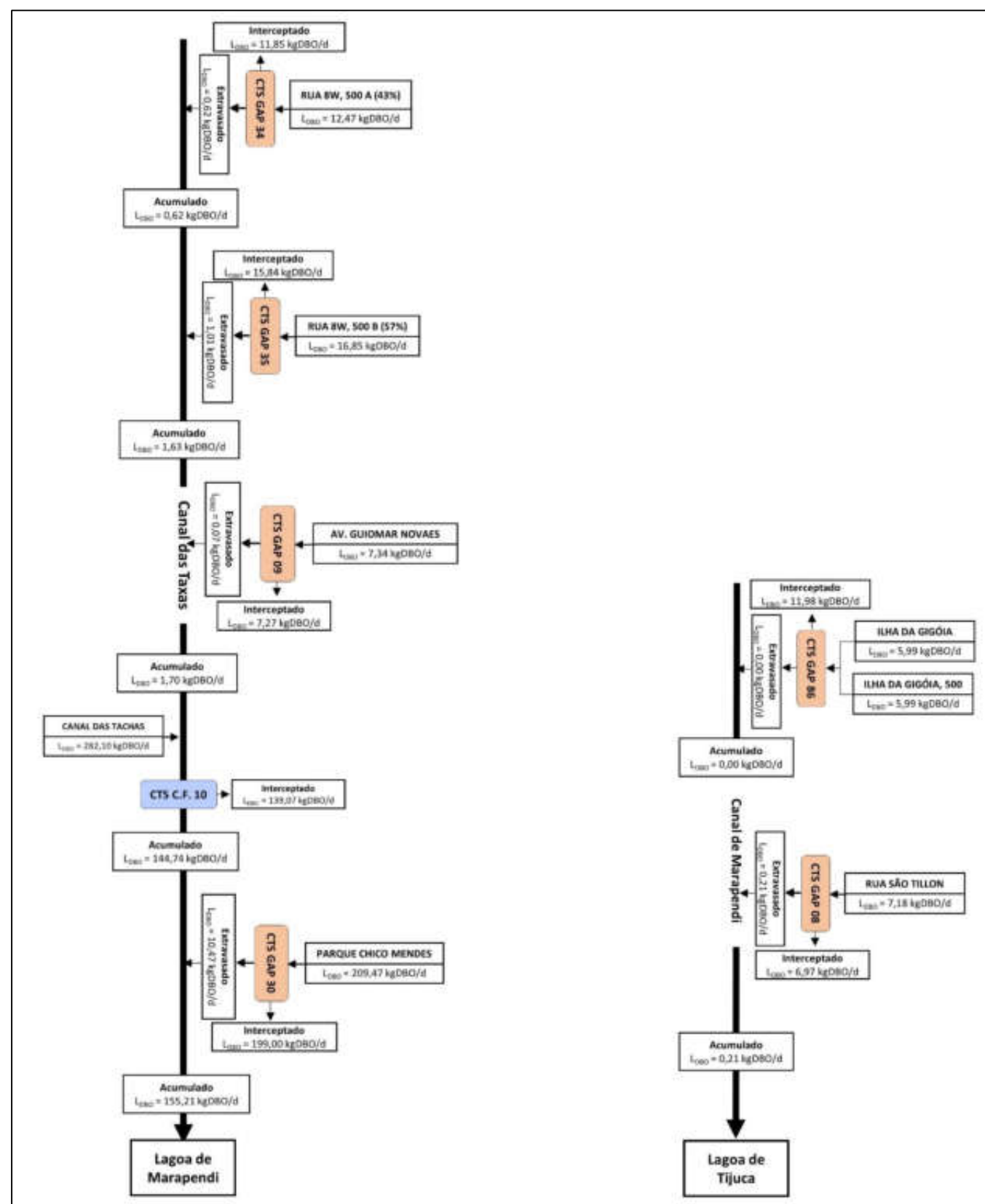


Figura 53: Diagramas de representação unifilar das contribuições de vazões de esgotos e cargas de poluentes provenientes das 194 aglomerações subnormais objeto do estudo - Bacia Restinga da Barra

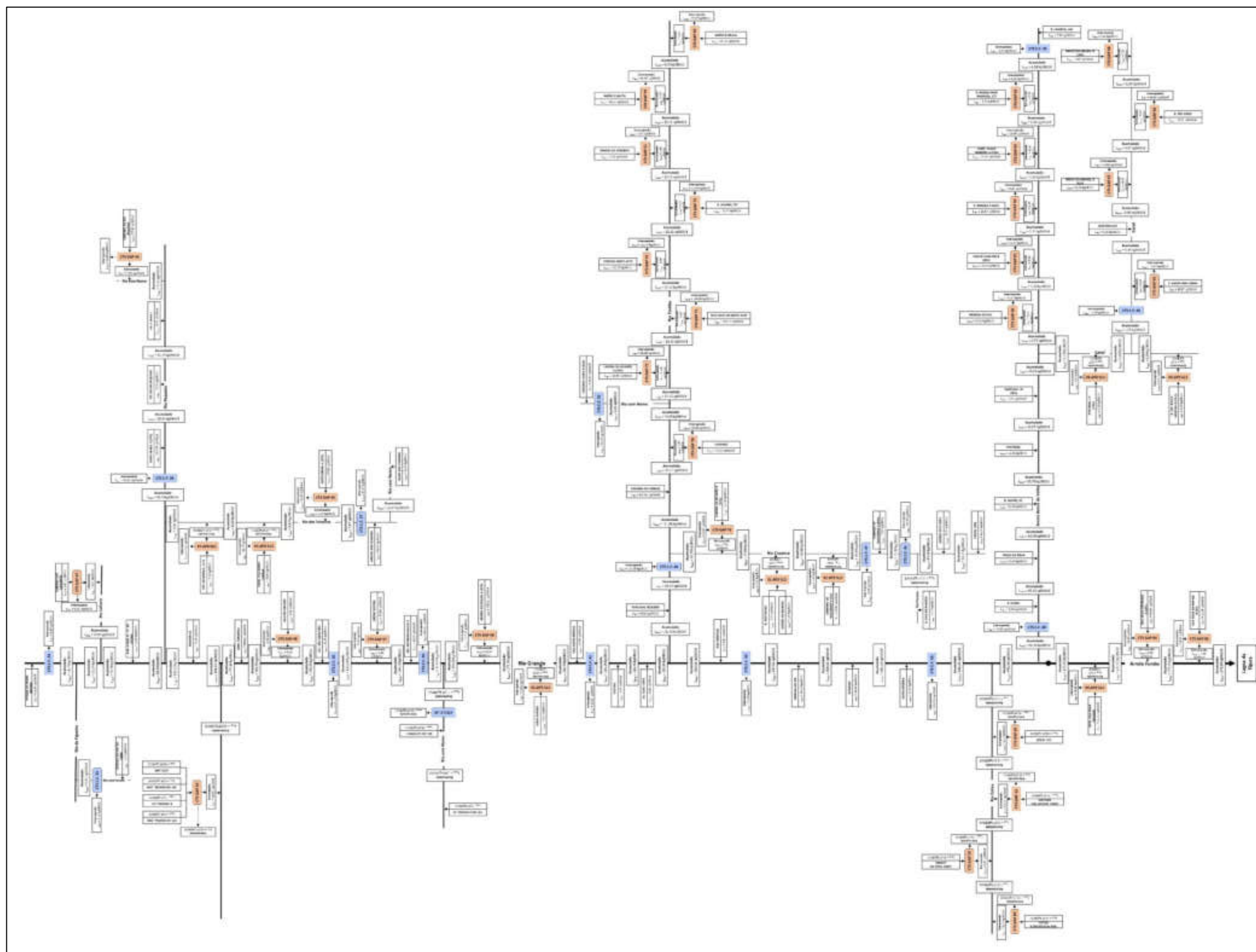


Figura 54: Diagramas de representação unifilar das contribuições de vazões de esgotos e cargas de poluentes provenientes das 194 aglomerações subnormais objeto do estudo – Bacia Arroio Fundo

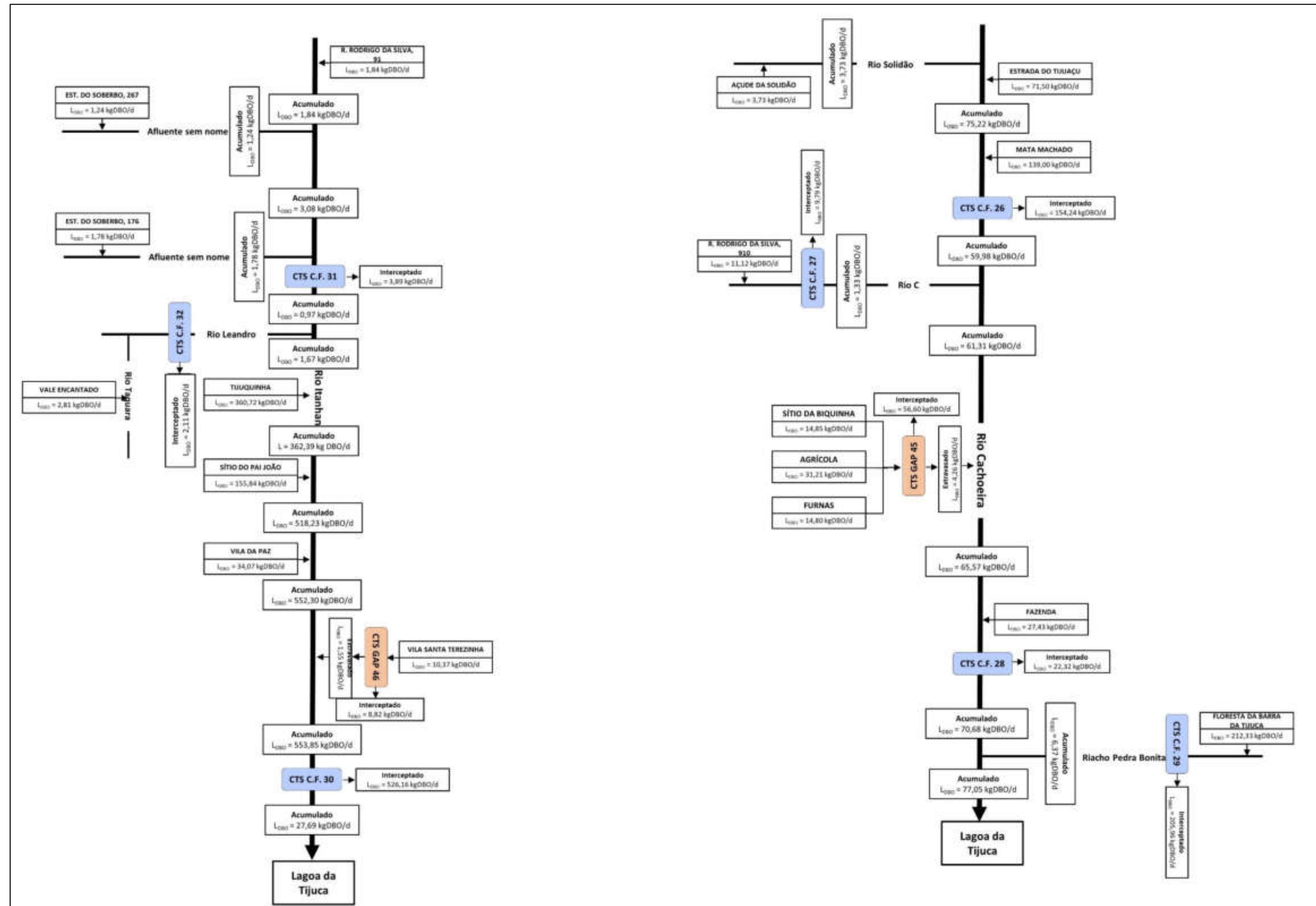


Figura 55: Diagramas de representação unifilar das contribuições de vazões de esgotos e cargas de poluentes provenientes das 194 aglomerações subnormais objeto do estudo – Bacia do Rio Cachoeira

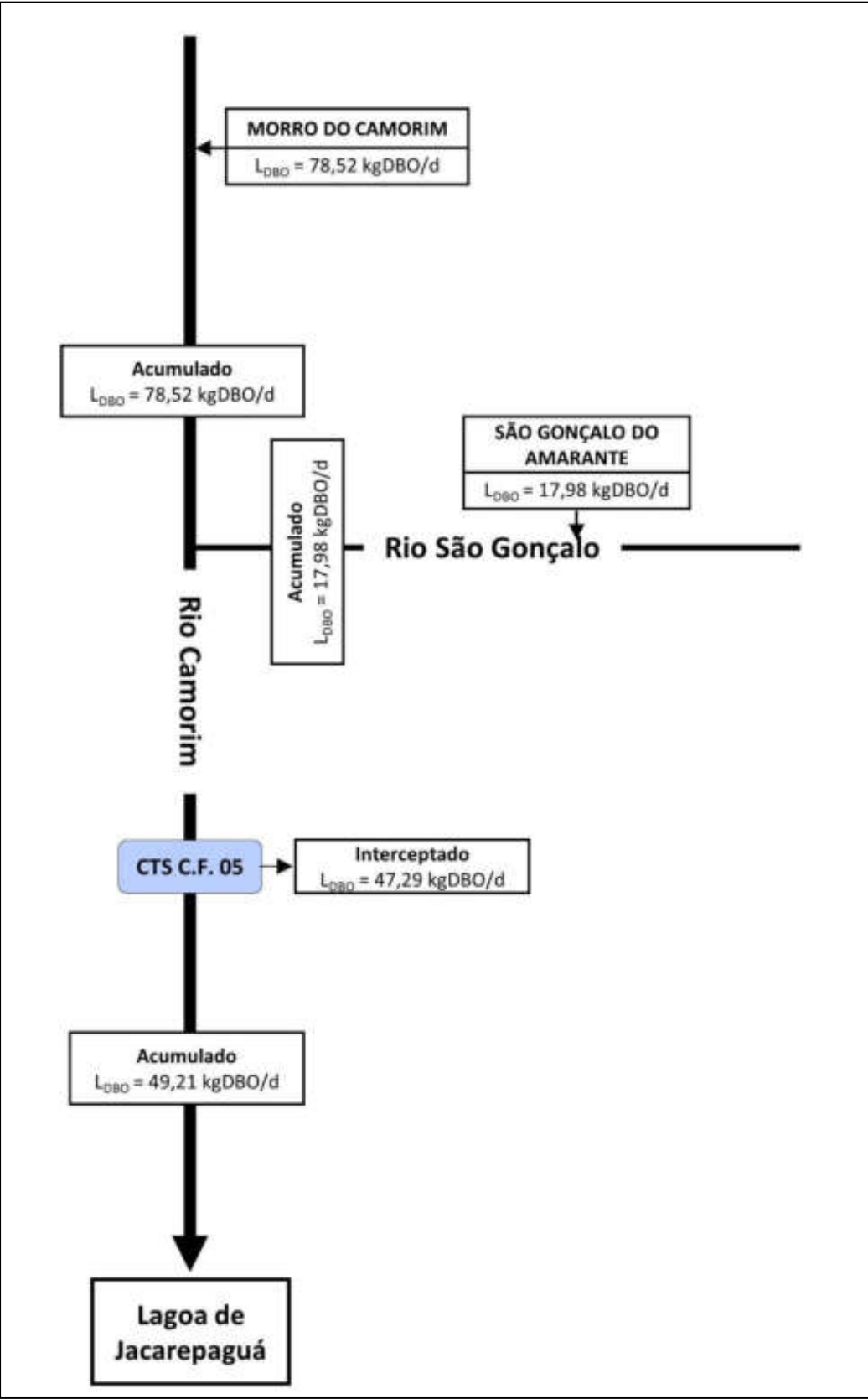


Figura 56: Diagramas de representação unifilar das contribuições de vazões de esgotos e cargas de poluentes provenientes da 194 aglomerações subnormais objeto do estudo – Bacia dos Rios Camorim e Caçambé

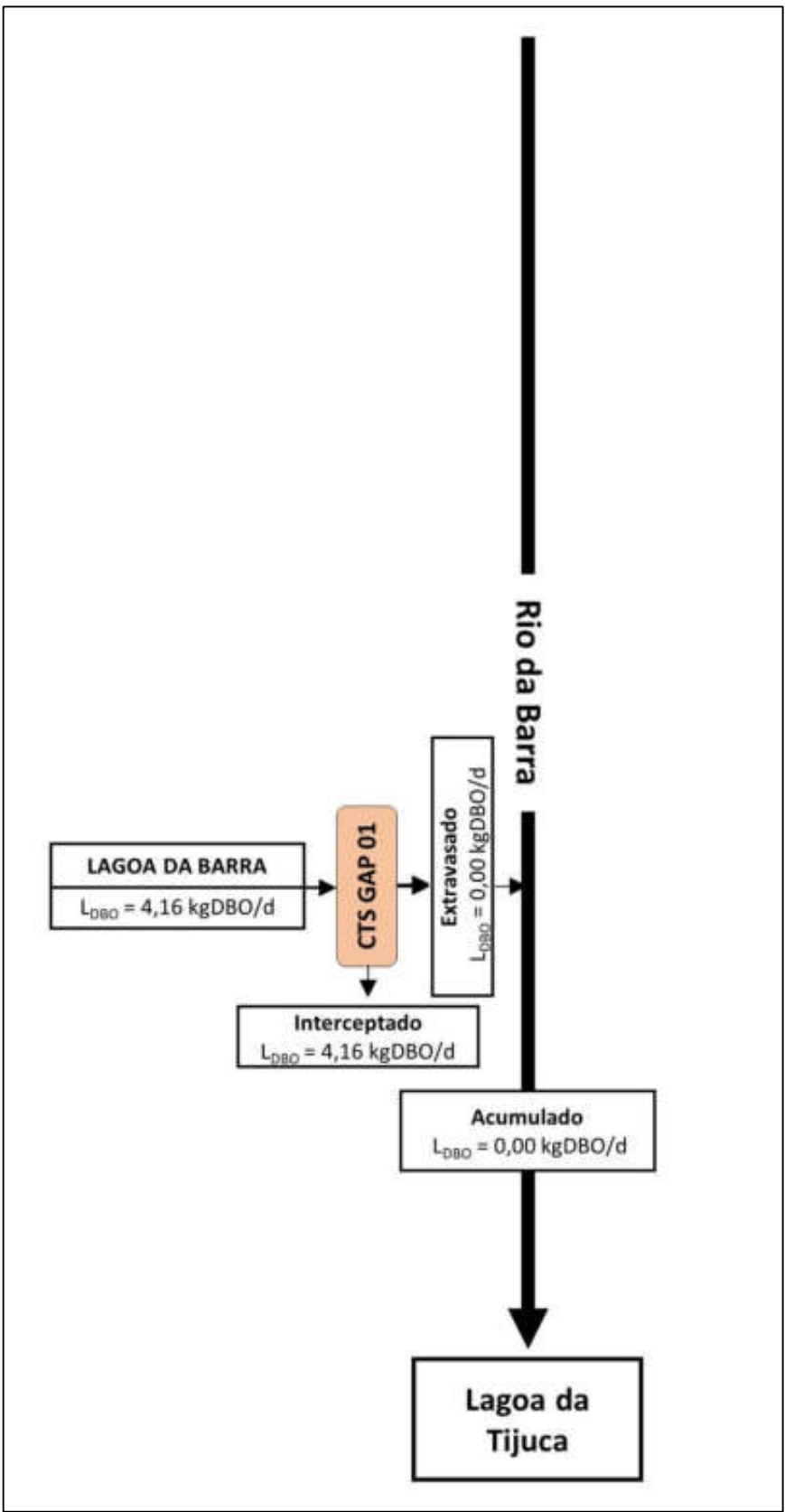


Figura 57: Diagramas de representação unifilar das contribuições de vazões de esgotos e cargas de poluentes provenientes das 194 aglomerações subnormais objeto do estudo – Bacia do Rio da Barra

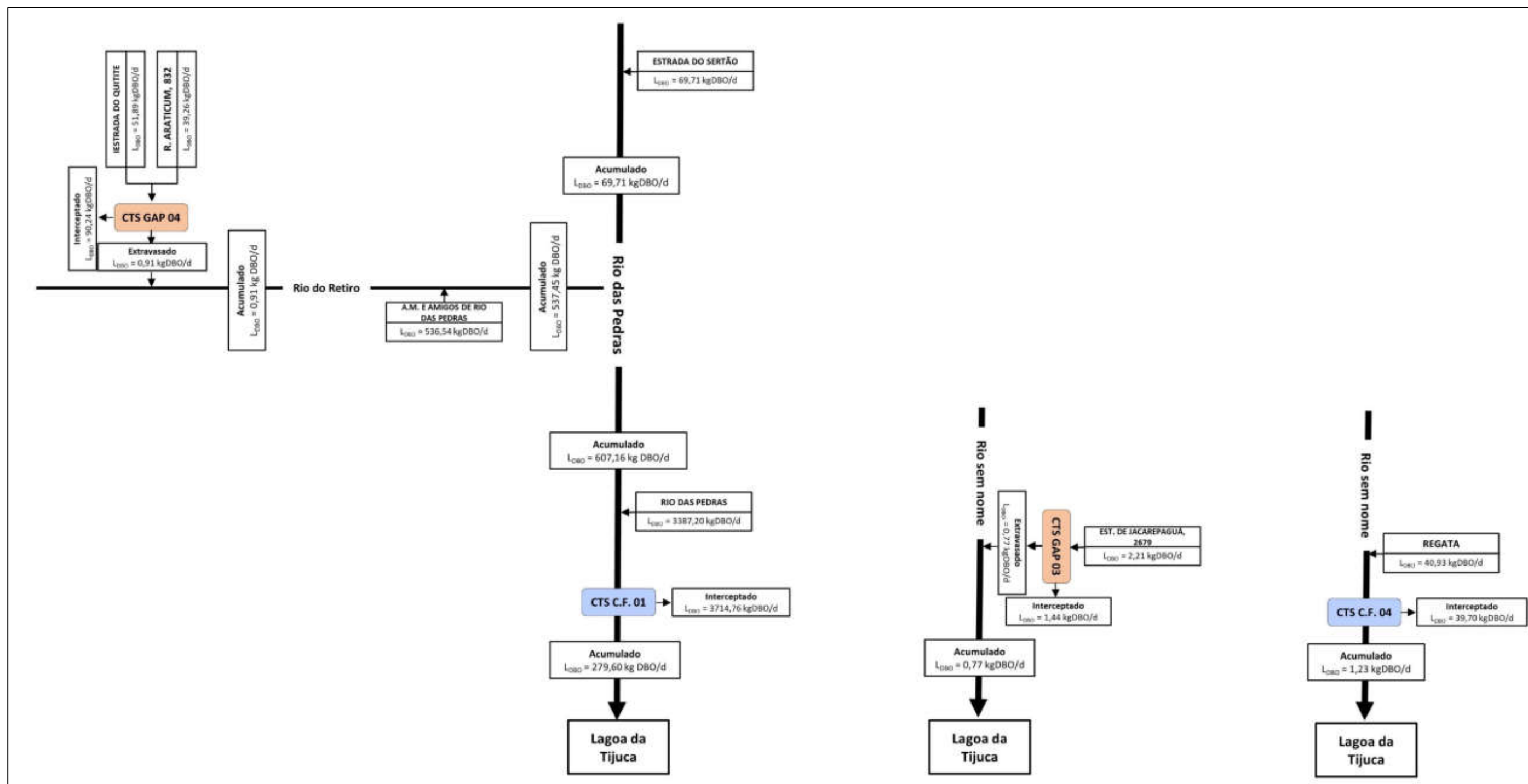


Figura 58: Diagramas de representação unifilar das contribuições de vazões de esgotos e cargas de poluentes provenientes das 194 aglomerações subnormais objeto do estudo – Bacia do Rio das Pedras

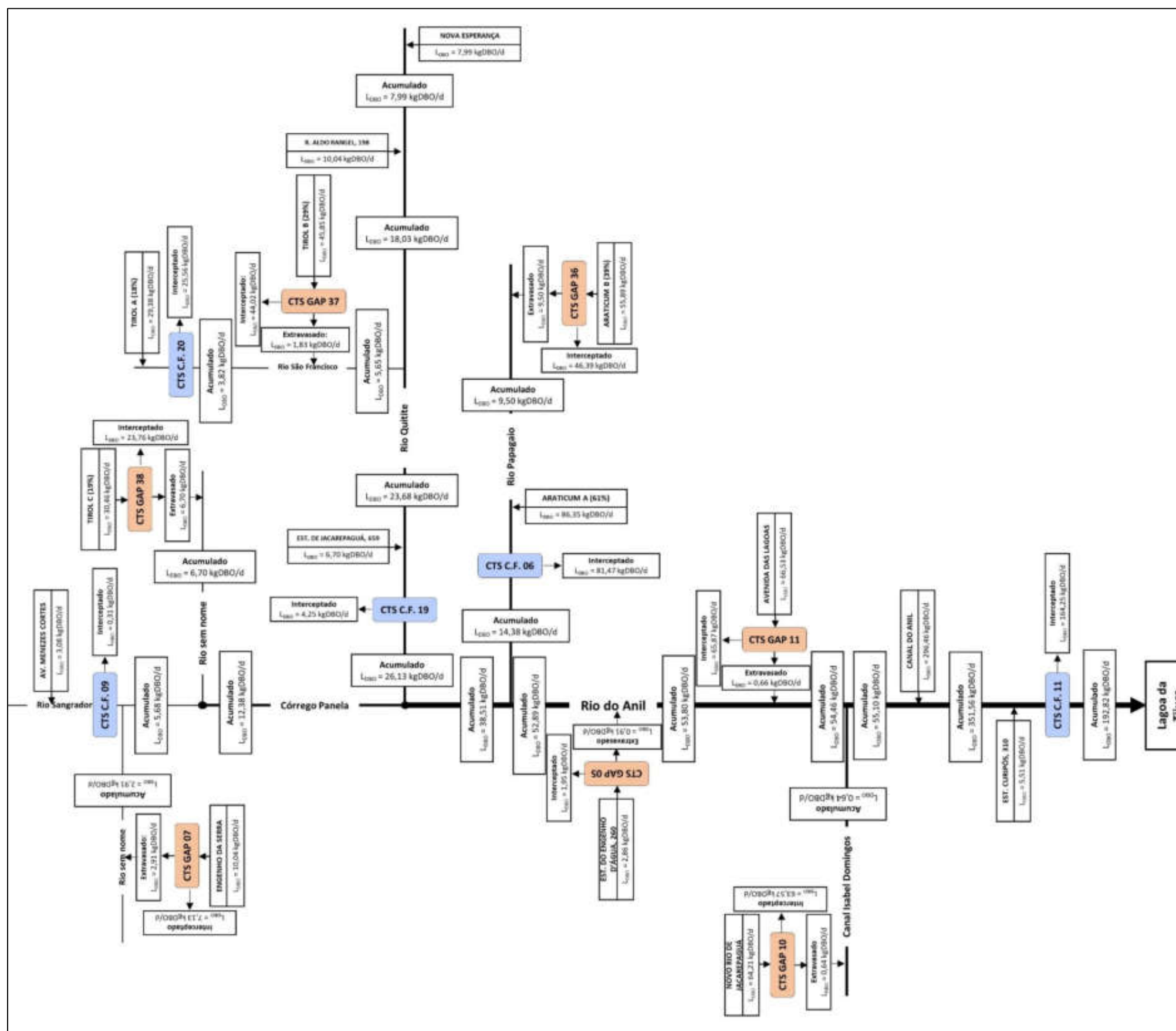


Figura 59: Diagramas de representação unifilar das contribuições de vazões de esgotos e cargas de poluentes provenientes das 194 aglomerações subnormais objeto do estudo – Bacia do Rio do Anil

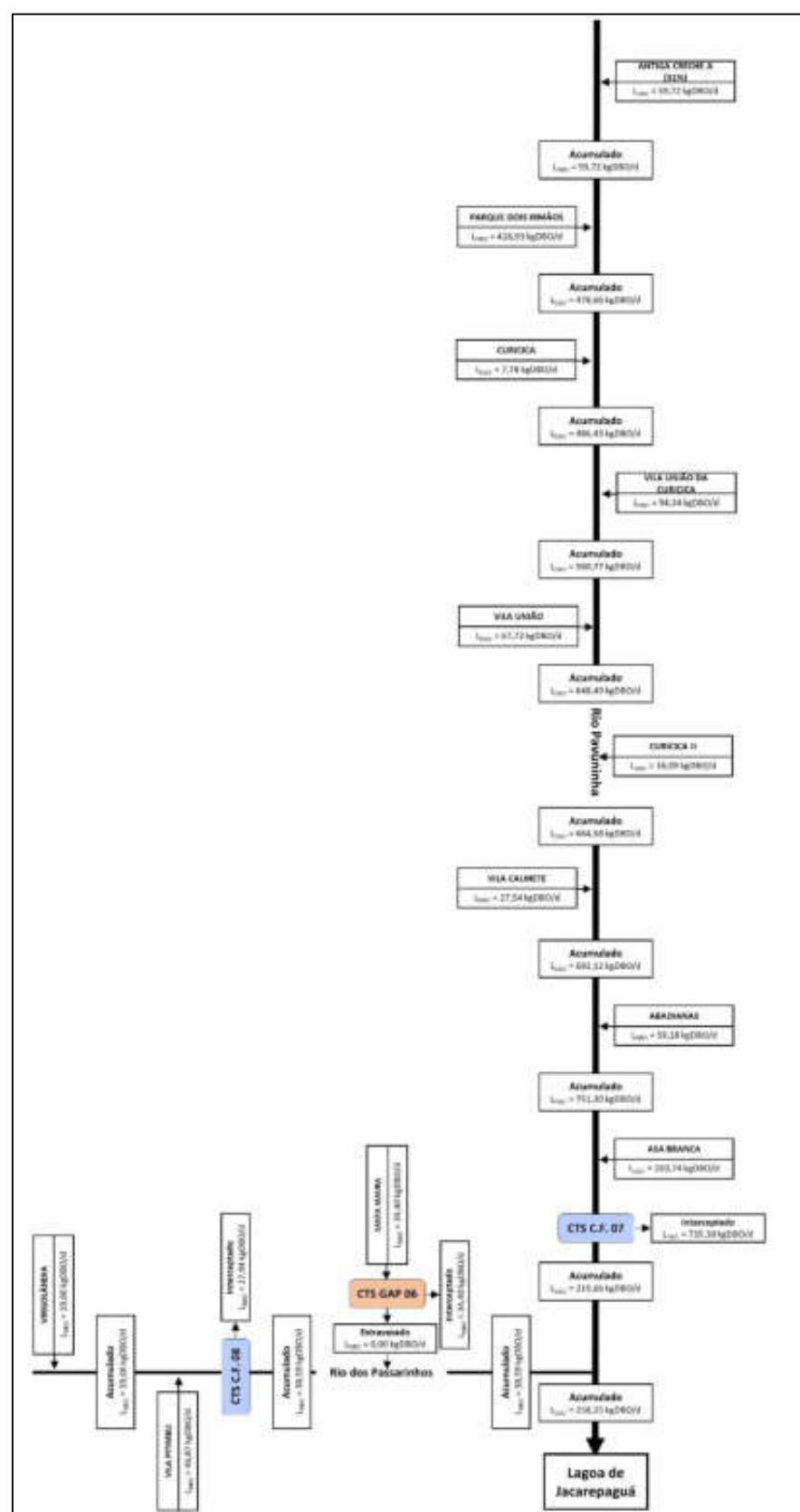


Figura 60: Diagramas de representação unifilar das contribuições de vazões de esgotos e cargas de poluentes provenientes das 194 aglomerações subnormais objeto do estudo – Bacia do Rio dos Passarinhos

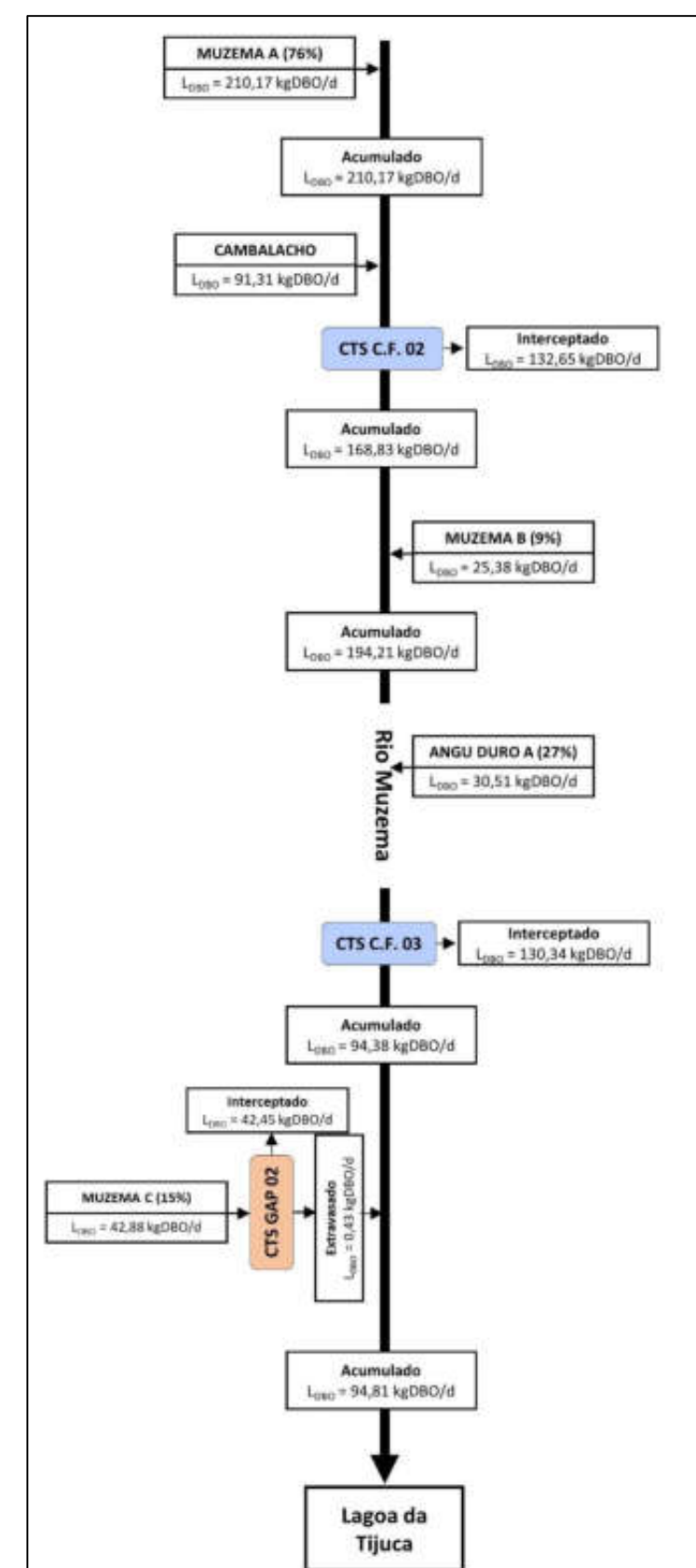


Figura 61: Diagramas de representação unifilar das contribuições de vazões de esgotos e cargas de poluentes provenientes das 194 aglomerações subnormais objeto do estudo – Bacia do Rio Muzema

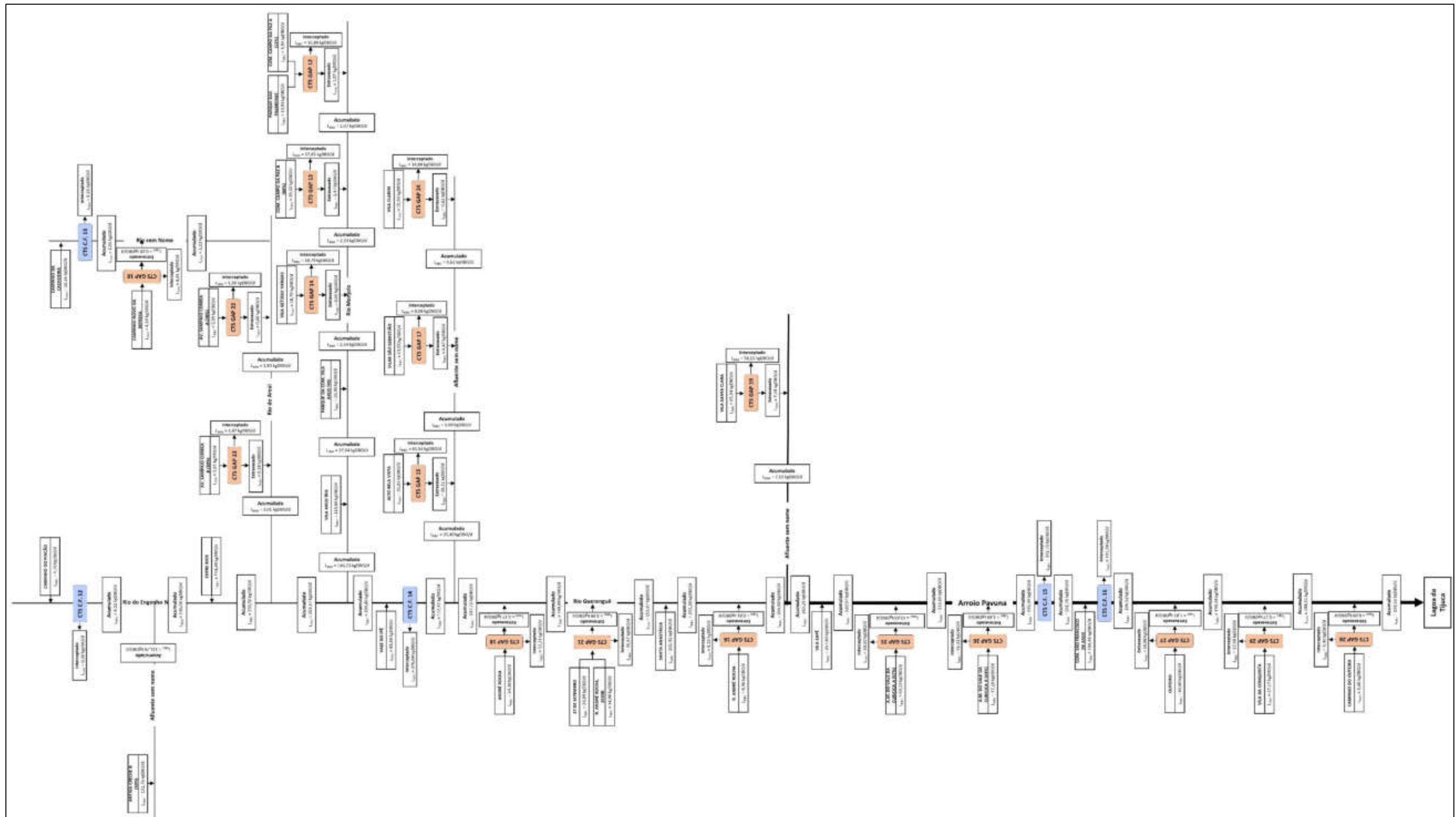


Figura 62: Diagramas de representação unifilar das contribuições de vazões de esgotos e cargas de poluentes provenientes das 194 aglomerações subnormais objeto do estudo – Bacia do Rio Guerengué

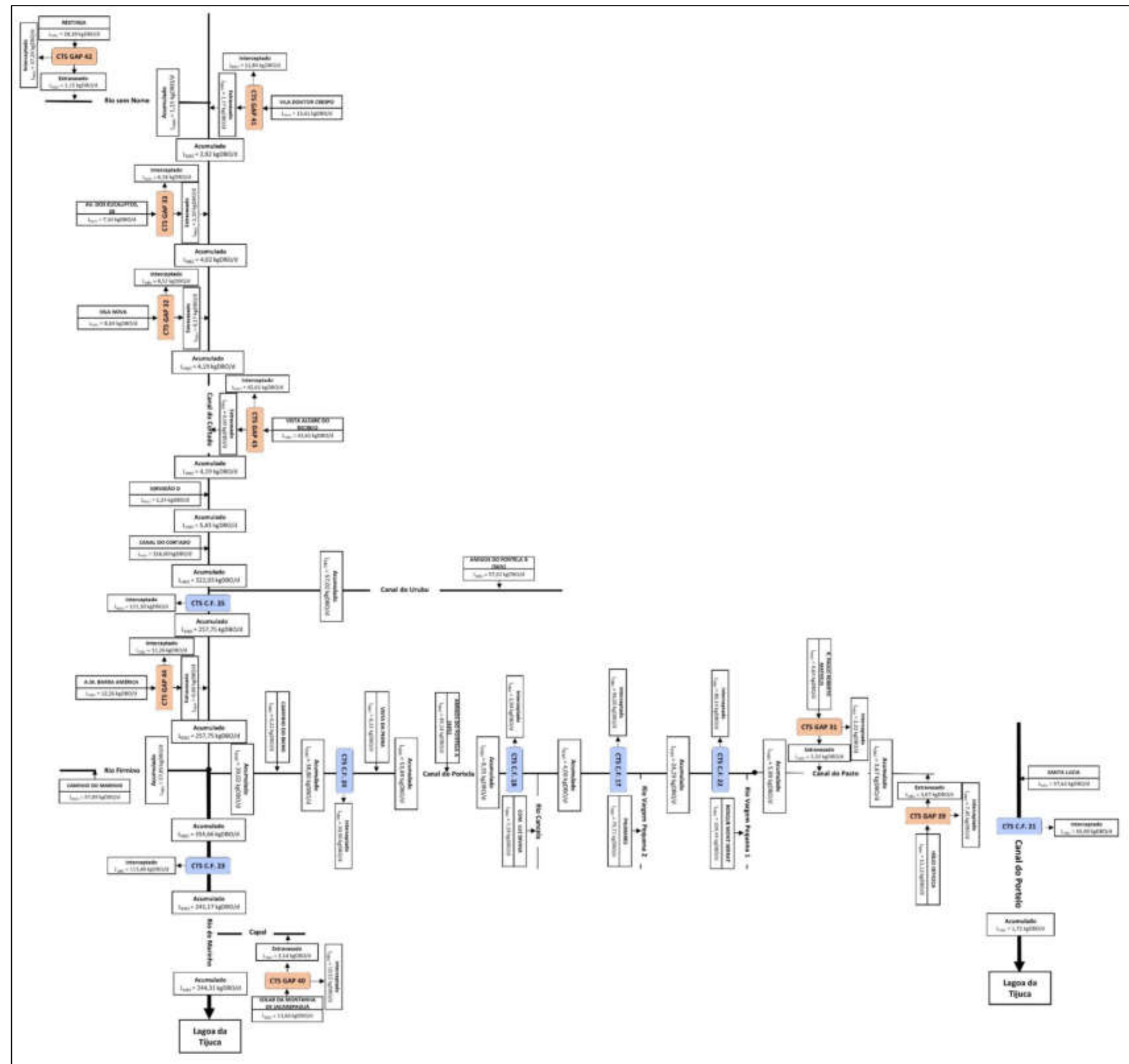


Figura 63: Diagramas de representação unifilar das contribuições de vazões de esgotos e cargas de poluentes provenientes das 194 aglomerações subnormais objeto do estudo – Bacia do Rio Marinho

Quadro 6: Consolidação do conjunto de informações de interesse das CTS

Subbacia	CTS	Aglomeração subnormal	Vazão Esgotos Afluentes (m³/ano)		Carga Afluente		Código Recepção CEDAE	Tipo de Interligação	Efetividade da CTS (Ano 2018) - Conforme Item 11 (121 dias chuvosos no ano, de acordo com a série sintética gerada)																			
					Orgânica (kgDBO/d)	Fósforo (kgP/d)			Eventos de Extravasamentos (un)					Vazão					Concentração Extravasamento (mg/L)		Carga Anual (kg/ano)							
			2018	2038	2018	2018			Média mensal - Período (un.)			Interceptada		Extravasada				DBO				Fósforo						
									Total Ano (un.)	Extravas. dias chuvosos (%)	Ano	Seco	Chuva	(m³/ano)	%	(m³/ano)	%	Média (L/s.)	Média Específica (L/s.ha)	DBO	P	Interceptada	%	Extravasada	%	População Equivalente (hab.)	Interceptada	Extravasada
Arroio Fundo	CTS Calha Fluvial 33	Estrada do Pau da Fome	30,0	42,1	69,0	0,3	CTS GAP 47	G	17	59	1,4	0,1	0,2	14.683,7	58	10.516,0	42	0,3	0,03	26	0,6	2.827	91	274	9	14	90	6
	CTS Calha Fluvial 34	Parque da Pedra Branca	124,7	174,9	2.180,9	2,2	CTS GAP 47	G	21	67	1,8	0,1	0,2	53.390,8	7	742.635,3	93	23,5	0,04	26	0,6	11.399	37	19.102	63	969	363	429
	CTS Calha Fluvial 35	Chácara Flora	261,1	366,4	311,8	2,1	425.49	G	19	63	1,6	0,1	0,2	99.228,3	87	14.591,6	13	0,5	0,03	31	0,7	23.801	98	445	2	23	762	11
	CTS Calha Fluvial 36	Shangrilá	1.229,2	1.724,8	9.627,0	14,2	923.4	R	360	49	30,0	3,1	3,0	424.327,0	12	3.089.545,8	88	98,0	0,09	26	0,6	102.590	56	81.638	44	4.142	3.275	1.895
		Loteam. São Sebastião																										
		A.M. e Comunidade e Nª. Sª. de Fátima																										
		Comunidade e Corumau																										
	CTS Calha Fluvial 37	Solar dos Teixeiras	525,0	736,8	950,7	4,4	CTS GAP 54	G	21	67	1,8	0,1	0,2	196.217,5	57	150.778,9	43	4,8	0,04	29	0,7	47.385	92	4.395	8	223	1.515	105
		A.M. Amigos dos Teixeiras																										
	CTS Calha Fluvial 38	Santa Maria	790,9	1.109,9	3.004,7	7,6	923.39	G/R	21	67	1,8	0,1	0,2	292.038,0	27	804.662,4	73	25,5	0,04	27	0,6	71.132	77	21.657	23	1.099	2.270	497
		Estrada do Rio Pequeno																										
		Santa Maria II																										
	CTS Calha Fluvial 39	Estrada do Catonho I	202,5	284,2	998,7	2,1	247.7	R	22	68	1,8	0,1	0,3	81.928,7	22	282.607,0	78	9,0	0,04	26	0,6	18.370	71	7.422	29	377	586	169
		Estrada do Catonho, nº14																										
	CTS Calha Fluvial 40	Estrada do Meringuava	363,8	510,5	9.454,1	8,6	923.50	R	29	66	2,4	0,2	0,3	183.622,3	5	3.267.132,3	95	103,6	0,45	26	0,6	36.307	30	86.452	70	4.386	1.165	1.991

Subbacia	CTS	Aglomeração subnormal	Vazão Esgotos Afluente (m³/ano)		Carga Afluente		Código Recepção CEDAE	Tipo de Interligação	Efetividade da CTS (Ano 2018) - Conforme Item 11 (121 dias chuvosos no ano, de acordo com a série sintética gerada)																			
					Orgânica (kgDBO/d)	Fósforo (kgP/d)			Eventos de Extravasamentos (un)					Vazão					Concentração Extravasamento (mg/L)		Carga Anual (kg/ano)							
			2018	2038	2018	2018			Total Ano (un.)	Extravas. dias chuvosos (%)	Média mensal - Período (un.)			Interceptada		Extravasada					DBO				Fósforo			
											Ano	Seco	Chuva	(m³/ano)	%	(m³/ano)	%	Média (L/s.)	Média Específica (L/s.ha)	DBO	P	Interceptada	%	Extravasada	%	População Equivalente (hab.)	Interceptada	Extravasada
	CTS Calha Fluvial 41	Vila Santa Mônica	122,4	171,7	10.280,3	7,2	431.6	R	30	67	2,5	0,2	0,3	67.187,4	2	3.685.124,0	98	116,9	0,83	26	0,6	12.767	12	96.153	88	4.878	405	2.210
	CTS Calha Fluvial 42	Rua Mirataia	133,9	187,9	13.888,0	9,3	494.1	R	30	67	2,5	0,2	0,3	71.148,0	1	4.997.984,5	99	158,5	0,35	26	0,6	12.976	9	130.152	91	6.603	411	2.999
Portugal Pequeno																												
Avenida Guia Lopes																												
Vacaria																												
	CTS Calha Fluvial 43	Moquiço	751,6	1.054,7	14.657,6	14,6	645.9	R	35	66	2,9	0,2	0,4	296.377,1	6	5.053.638,0	94	160,2	2,33	26	0,6	70.148	35	132.831	65	6.739	2.239	3.084
Santa Efigênia																												
Beirada do Rio																												
	CTS Calha Fluvial 44	Morro Bela Vista	788,5	1.106,5	1.854,5	6,9	479.14	R	22	68	1,8	0,1	0,3	290.904,1	43	385.996,1	57	12,2	0,04	28	0,7	70.945	87	10.846	13	550	2.269	254
Inácio Dias																												
Rua Vale do Paraíso																												
	CTS Calha Fluvial 45	Rua Camatia, nº 241	41,9	58,8	143,1	0,4	1099.1	R	19	68	1,6	0,1	0,2	21.762,5	42	30.461,2	58	1,0	0,03	130	0,6	783	16	3.972	84	202	126	18
	CTS Calha Fluvial 46	Quintanilha	29,4	41,2	119,3	0,3	249.21	R	18	67	1,5	0,1	0,2	16.938,1	39	26.622,7	61	0,8	0,03	26	0,6	2.819	80	692	20	35	89	16
	CTS Calha Fluvial 47	Caminho do Waldemar	70,7	99,2	1.443,8	1,5	239.9	G	22	68	1,8	0,1	0,3	38.543,7	7	488.461,1	93	15,5	0,16	27	0,6	7.639	36	13.327	64	676	242	309
	CTS Calha Fluvial 48	Chácara do Tanque	734,1	1.030,2	3.315,7	7,4	662.24	R	28	68	2,3	0,2	0,3	274.829,0	23	935.411,4	77	29,7	0,06	28	0,6	65.653	72	25.900	28	1.314	2.100	607
	CTS Calha Fluvial 49	Rua Daniel	484,9	680,4	2.088,3	4,9	766.4	G/R	22	86	1,8	0,1	0,3	187.849,7	25	574.363,4	75	18,2	0,04	27	0,6	44.381	74	15.374	26	780	1.418	353
Praça da Bíblia																												
Pantanal I																												
Pantanal																												
Rua Moisés, nº 87																												

Subbacia	CTS	Aglomeração subnormal	Vazão Esgotos Afluente (m³/ano)		Carga Afluente		Código Recepção CEDAE	Tipo de Interligação	Efetividade da CTS (Ano 2018) - Conforme Item 11 (121 dias chuvosos no ano, de acordo com a série sintética gerada)																			
					Orgânica (kgDBO/d)	Fósforo (kgP/d)			Eventos de Extravasamentos (un)					Vazão					Concentração Extravasamento (mg/L)		Carga Anual (kg/ano)							
			2018	2038	2018	2018			Média mensal - Período (un.)			Interceptada		Extravasada				DBO			Fósforo							
									Total Ano (un.)	Extravas. dias chuvosos (%)	Ano	Seco	Chuva	(m³/ano)	%	(m³/ano)	%	Média (L/s.)	Média Específica (L/s.ha)	DBO	P	Interceptada	%	Extravasada	%	População Equivalente (hab.)	Interceptada	Extravasada
	CTS GAP 47	Caminho dos Calharins	36,3	50,9	84,5	0,4	CTS GAP 48	G/R	27	81	2,3	0,9	3,7	18.063,9	59	12.779,6	41	0,4	0,07	29	0,7	4.425	92	367	8	19	142	9
	CTS GAP 48	Vila Rio Grande	44,9	63,1	72,0	0,4	923.39	G	26	81	2,2	0,8	3,6	19.749,3	75	6.539,0	25	0,2	0,07	31	0,8	4.845	96	206	4	10	155	5
	CTS GAP 49	Morada do Sol	145,8	204,5	218,9	1,3	947.12	R	29	80	2,4	1,0	3,9	58.862,3	74	21.051,3	26	0,7	0,08	37	1,0	14.469	95	784	5	40	463	20
	CTS GAP 50	Rua Moença	79,1	111,0	85,4	0,7	948.11	G	10	90	0,8	0,2	1,4	30.646,3	98	507,2	2	0,0	0,02	37	1,0	7.560	100	19	0	1	243	0
	CTS GAP 51	Amigos da Aerobita	39,2	55,0	81,4	0,4	960.1	G	27	81	2,3	0,9	3,7	18.777,7	63	10.950,6	37	0,3	0,07	29	0,7	4.608	94	319	6	16	147	8
	CTS GAP 52	Estrada do Boiúna, nº 2.354	283,0	397,1	1.163,9	3,4	923.1	G	37	77	3,1	1,4	4,8	109.394,5	26	315.413,9	74	10,0	0,10	47	1,3	26.596	64	14.755	36	749	851	405
Lote 1.000																												
Rua Pereiro, nº 471																												
Estrada do Boiúna, nº 1546																												
	CTS GAP 53	Estrada do Boiúna, nº 1.118	40,6	56,9	90,4	0,5	CTS GAP 54	G	23	84	1,9	0,6	3,2	21.680,7	66	11.298,2	34	0,4	0,06	29	0,7	5.250	94	329	6	17	168	8
	CTS GAP 54	Condomíni o Vila Darcy Vargas	100,5	141,1	125,6	0,9	923.19	G/R	23	83	1,9	0,6	3,2	40.451,5	88	5.383,6	12	0,2	0,06	36	0,9	9.976	98	192	2	10	319	5
		Estrada do Boiúna, nº 1.118																										
	CTS GAP 55	Santa Maria	200,8	281,8	232,5	1,7	CTS GAP 54	G	28	80	2,3	0,9	3,7	76.552,9	90	8.322,1	10	0,3	0,05	46	1,3	18.916	98	385	2	20	605	11
	CTS GAP 56	Caminho do Rio Pequeno	122,0	171,2	220,1	1,1	CTS CALHA FLUVIA L 38	G/R	32	79	2,6	1,1	4,2	49.839,1	62	30.497,7	38	1,0	0,09	34	0,9	12.267	92	1.045	8	53	393	27
	CTS GAP 57	Jardim Boiúna	190,0	266,6	303,2	1,7	923.6	R	33	79	2,7	1,2	4,3	74.231,3	67	36.440,1	33	1,2	0,09	38	1,0	18.301	93	1.382	7	70	586	36
	CTS GAP 58	Morro do Piolho	109,7	153,9	338,5	1,2	##### #	R	33	79	2,8	1,2	4,4	49.222,1	40	74.316,5	60	2,4	0,09	33	0,8	11.988	83	2.466	17	125	384	62

Subbacia	CTS	Aglomeração subnormal	Vazão Esgotos Afluente (m³/ano)		Carga Afluente		Código Recepção CEDAE	Tipo de Interligação	Efetividade da CTS (Ano 2018) - Conforme Item 11 (121 dias chuvosos no ano, de acordo com a série sintética gerada)																		
					Orgânica (kgDBO/d)	Fósforo (kgP/d)																					
			2018	2038	2018	2018			Eventos de Extravasamentos (un)					Vazão					Concentração Extravasamento (mg/L)		Carga Anual (kg/ano)						
									Total Ano (un.)	Extravas. dias chuvosos (%)	Média mensal - Período (un.)			Interceptada		Extravasada					DBO				Fósforo		
											Ano	Seco	Chuva	(m³/ano)	%	(m³/ano)	%	Média (L/s.)	Média Específica (L/s.ha)	DBO	P	Interceptada	%	Extravasada	%	População Equivalente (hab.)	Interceptada
CTS GAP 59	Nova Aurora	344,6	483,6	767,3	3,4	431.2	R	35	79	2,9	1,2	4,6	134.924,7	48	145.131,7	52	4,6	0,09	47	1,3	32.899	83	6.870	17	349	1.053	189
CTS GAP 60	Loteament o Josué	238,1	334,1	382,9	2,2	688.7	R	32	80	2,6	1,1	4,2	94.406,9	68	45.347,6	32	1,4	0,09	43	1,2	23.119	92	1.967	8	100	739	53
CTS GAP 61	Associação Belfast São Geraldo	140,2	196,7	179,2	1,2	688.13	G/R	27	81	2,2	0,9	3,6	55.493,2	85	9.933,0	15	0,3	0,07	38	1,0	13.685	97	382	3	19	438	10
CTS GAP 62	Rua Monsenhor Marques, nº 277	9,2	13,0	90,9	0,2	763.3	G	30	80	2,5	1,0	4,0	8.972,3	27	24.197,8	73	0,8	0,08	26	0,6	2.185	78	632	22	32	70	14
CTS GAP 63	Rua Sargento Paulo Moreira	140,5	147,7	156,2	1,2	947.13	R	20	84	1,7	0,5	2,8	54.255,6	95	2.752,0	5	0,1	0,05	42	1,1	13.413	99	114	1	6	429	3
CTS GAP 64	Rua Sargento Paulo Moreira	46,9	65,8	60,8	0,4	CTS GAP 63	G/R	18	84	1,5	0,5	2,5	19.981,1	90	2.204,9	10	0,1	0,05	31	0,8	4.913	99	69	1	3	157	2
CTS GAP 65	Rua Agostinho Gama	105,9	148,6	112,9	0,9	769.1	G	18	85	1,5	0,5	2,5	40.175,7	97	1.038,2	3	0,0	0,04	47	1,3	9.918	100	49	0	2	318	1
CTS GAP 66	Rua São Jorge	76,2	106,9	93,4	0,7	563.8	G	22	83	1,8	0,6	3,0	30.535,6	90	3.555,1	10	0,1	0,06	36	0,9	7.509	98	128	2	7	241	3
CTS GAP 67	Inácio do Amaral	176,1	247,1	202,0	1,5	249.30	R	24	83	2,0	0,7	3,3	68.025,4	92	5.720,1	8	0,2	0,06	43	1,2	16.799	99	247	1	13	538	7
CTS GAP 68	Inácio do Amaral	40,9	57,4	63,6	0,4	249.30	G	21	84	1,8	0,6	3,0	18.771,2	81	4.457,7	19	0,1	0,05	30	0,7	4.603	97	132	3	7	147	3
CTS GAP 69	Barão	433,1	607,8	529,1	3,6	238.7	R	33	78	2,8	1,2	4,3	161.800,5	84	31.330,6	16	1,0	0,09	55	1,6	39.971	96	1.729	4	88	1.280	49
CTS GAP 70	Barão	525,7	737,7	709,0	4,5	238.22	G	34	77	2,8	1,3	4,4	196.440,9	76	62.361,2	24	2,0	0,09	58	1,6	48.433	93	3.592	7	182	1.551	103
CTS GAP 71	Bela Vista do Mato Alto	635,5	891,8	638,9	5,1	426.19	G	11	89	1,0	0,2	1,7	232.847,7	100	362,1	0	0,0	0,03	112	3,5	58.023	100	41	0	2	1.856	1
CTS GAP 72	Fazenda Mato Alto	974,6	1.367,6	976,6	7,8	426.19	G	9	90	0,8	0,2	1,4	356.348,0	100	123,0	0	0,0	0,02	172	5,5	88.937	100	21	0	1	2.844	1
CTS GAP 73	Rua Albano, nº 252	98,0	137,5	142,1	0,9	1098.9	R	29	80	2,4	0,9	3,8	39.965,1	77	11.892,1	23	0,4	0,08	34	0,9	9.859	96	408	4	21	315	10
CTS GAP 74	Caminho do Waldemar	4,8	6,8	119,4	107,2	239.12	G	25	78	2,1	1,2	4,2	6.254,4	14	37.309,7	86	1,2	0,09	26	0,6	476	33	954	67	48	39.118	22
CTS GAP 75	Morro da Reunião	58,4	81,9	137,2	0,6	239.21	G	30	80	2,5	1,0	4,0	27.038,3	54	23.048,9	46	0,7	0,08	30	0,7	6.619	91	694	9	35	212	17
	Rua José Braga																										

Subbacia	CTS	Aglomeração subnormal	Vazão Esgotos Afluente (m³/ano)		Carga Afluente		Código Recepção CEDAE	Tipo de Interligação	Efetividade da CTS (Ano 2018) - Conforme Item 11 (121 dias chuvosos no ano, de acordo com a série sintética gerada)																			
					Orgânica (kgDBO/d)	Fósforo (kgP/d)			Eventos de Extravasamentos (un)					Vazão					Concentração Extravasamento (mg/L)		Carga Anual (kg/ano)							
			2018	2038	2018	2018			Total Ano (un.)	Extravas. dias chuvosos (%)	Média mensal - Período (un.)			Interceptada		Extravasada					DBO				Fósforo			
											Ano	Seco	Chuva	(m³/ano)	%	(m³/ano)	%	Média (L/s.)	Média Específica (L/s.ha)	DBO	P	Interceptada	%	Extravasada	%	População Equivalente (hab.)	Interceptada	Extravasada
	CTS GAP 76	Ladeira da Reunião	297,6	417,6	603,8	2,8	595.12	R	34	78	2,8	1,2	4,5	115.996,3	53	104.388,5	47	3,3	0,09	44	1,2	28.418	86	4.596	14	233	909	125
	CTS GAP 77	Ladeira da Reunião	90,3	126,6	150,4	0,9	595.18	G	29	80	2,5	1,0	3,9	37.634,3	69	17.258,2	31	0,5	0,08	33	0,8	9.247	94	569	6	29	297	14
	CTS GAP 78	Caxangá	88,7	124,5	142,4	0,8	242.11	G	29	81	2,4	0,9	3,9	36.980,9	71	15.009,7	29	0,5	0,08	33	0,8	9.089	95	496	5	25	292	12
	CTS GAP 79	Condomíni o Paco do Lumiar	159,6	224,0	184,1	1,4	482.11	R	24	83	2,0	0,7	3,3	61.875,4	92	5.329,6	8	0,2	0,06	42	1,1	15.282	99	223	1	11	489	6
	CTS GAP 80	Vila Nossa Senhora da Paz	73,2	102,7	96,1	0,7	296.1	G	22	83	1,8	0,6	3,0	30.499,3	87	4.590,8	13	0,1	0,06	33	0,8	7.491	98	152	2	8	240	4
	CTS GAP 81	Vila Nossa Senhora da Paz	72,6	101,9	84,2	0,6	296.12	G	21	83	1,8	0,6	2,9	28.553,4	93	2.169,0	7	0,1	0,00	38	1,0	7.034	99	83	1	4	226	2
	CTS GAP 82	Pantanal I	49,1	68,9	75,3	0,5	768.3	G	27	81	2,2	0,8	3,6	20.878,4	76	6.607,0	24	0,2	0,00	33	0,8	5.123	96	216	4	11	164	5
	CTS GAP 83	Vila O - Conj. Vila Nova Cruzada	112,8	158,3	116,6	0,9	920.12	R	7	92	0,6	0,1	1,0	42.397,8	100	167,7	0	0,0	0,00	44	1,2	10.510	100	7	0	0	336	0
	CTS GAP 84	Vila Nova Esperança	218,2	306,1	222,1	1,8	597.2	G	7	93	0,6	0,1	1,1	80.867,1	100	194,8	0	0,0	0,00	59	1,7	20.083	100	12	0	1	643	0
	CTS GAP 85	Vila Nova Esperança	168,2	236,1	224,9	1,5	597.6	G	31	80	2,6	1,1	4,2	64.902,0	79	17.189,7	21	0,5	0,08	45	1,2	15.977	95	779	5	40	511	21
Restinga da Barra	CTS Calha Fluvial 10	Canal das Tachas	1.504,5	2.111,3	11.609,6	17,5	367.54	R	345	47	28,8	3,1	2,7	487.073,7	11	3.750.418,8	89	118,9	0,10	30	0,8	108.156	49	112.637	51	5.715	3.456	2.919
	CTS GAP 08	Rua São Tillon	38,3	53,7	60,0	0,4	372.3	#N/D	21	85	1,8	0,5	3,0	18.024,4	82	3.873,6	18	0,1	0,05	29	0,7	4.407	97	114	3	6	141	3
	CTS GAP 09	Avenida Guiomar Novaes	39,2	55,0	48,8	0,4	974.12	#N/D	14	85	1,1	0,4	1,9	16.270,5	91	1.549,5	9	0,0	0,03	32	0,8	3.999	99	49	1	3	128	1
	CTS GAP 30	Parque Chico Mendes	1.117,0	1.567,5	1.233,8	9,3	556.EEE	R	30	80	2,5	1,0	3,9	409.530,0	91	40.800,1	9	1,3	0,07	128	4,0	101.030	95	5.234	5	266	3.232	163
	CTS GAP 32	Vila Nova	46,5	65,2	63,9	0,4	CTS GAP 33	G	18	85	1,5	0,5	2,6	19.575,0	84	3.733,0	16	0,1	0,04	32	0,8	4.805	98	120	2	6	154	3
	CTS GAP 33	Avenida dos Eucaliptos, 28	39,2	55,0	152,0	0,5	251.1	G/R	24	81	2,0	0,8	3,3	22.246,0	40	33.222,6	60	1,1	0,06	28	0,7	5.404	85	946	15	48	173	22
	CTS GAP 34	Rua 8W, 500	66,5	93,2	106,4	0,6	548.10	R	24	81	2,0	0,8	3,2	28.077,9	72	10.762,1	28	0,3	0,06	31	0,8	6.910	95	337	5	17	222	8
	CTS GAP 35	Rua 8W, 500	89,9	426,8	150,7	0,8	548.1	G	25	81	2,1	0,8	3,4	37.113,1	67	17.896,3	33	0,6	0,06	32	0,8	9.130	94	580	6	29	293	14

Subbacia	CTS	Aglomeração subnormal	Vazão Esgotos Afluente (m³/ano)		Carga Afluente		Código Recepção CEDAE	Tipo de Interligação	Efetividade da CTS (Ano 2018) - Conforme Item 11 (121 dias chuvosos no ano, de acordo com a série sintética gerada)																			
					Orgânica (kgDBO/d)	Fósforo (kgP/d)																						
			2018	2038	2018	2018			Eventos de Extravasamentos (un)					Vazão					Concentração Extravasamento (mg/L)		Carga Anual (kg/ano)							
									Total Ano (un.)	Extravas. dias chuvosos (%)	Média mensal - Período (un.)			Interceptada		Extravasada					DBO			Fósforo				
Ano	Seco	Chuva	(m³/ano)	%	(m³/ano)	%	Média (L/s.)	Média Específica (L/s.ha)			DBO	P	Interceptada	%	Extravasada	%	População Equivalente (hab.)	Interceptada	Extravasada									
	CTS GAP 41	Vila Doutor Crespo	72,6	101,8	205,0	0,8	CTS GAP 42	R	25	81	2,1	0,8	3,4	34.705,8	46	40.126,9	54	1,3	0,06	31	0,8	8.444	87	1.246	13	63	271	31
	CTS GAP 42	Restinga	204,8	287,4	254,4	1,8	371.8	R	22	81	1,9	0,7	3,0	79.495,3	86	13.352,5	14	0,4	0,05	43	1,2	19.589	97	580	3	29	627	16
	CTS GAP 43	Vista Alegre do Recreio	227,2	318,8	238,7	1,9	362.1	R	13	84	1,1	0,4	1,9	85.341,3	98	1.798,0	2	0,1	0,03	51	1,4	21.143	100	92	0	5	677	3
	CTS GAP 44	A.M. Barra América	65,3	92,0	68,9	0,5	799.3	R	5	91	0,4	0,1	0,7	24.985,4	99	153,1	1	0,0	0,01	35	0,9	6.168	100	5	0	0	198	0
	CTS GAP 86	Ilha da Gigóia	64,0	89,8	67,5	0,5	372.3	R	5	94	0,4	0,1	0,8	24.543,2	100	112,0	0	0,0	0,01	37	0,9	6.055	100	4	0	0	194	0
		Ilha da Gigóia - Lote 500																										
Rio Camorim e Cacambê	CTS Calha Fluvial 05	São Gonçalo do Amarante	514,8	722,4	3.837,5	7,8	658.7	G	30	78	2,5	1,1	3,9	195.359,2	14	1.205.320,1	86	38,2	0,06	41	1,1	47.663	49	49.557	51	2.514	1.524	1.319
		Morro do Camorim																										
Rio da Barra	CTS GAP 01	Lagoa da Barra	22,1	30,9	25,9	0,2	777.7	G	7	90	0,6	0,1	1,1	9.139,2	97	325,5	3	0,0	0,02	30	0,7	2.246	100	10	0	0	72	0
Rio da Cachoeira	CTS Calha Fluvial 26	Estrada do Tijuacu	1.142,4	1.603,2	5.135,0	11,4	806.6	G/R	24	67	2,0	0,1	0,3	421.146,8	22	1.453.127,5	78	46,1	0,04	27	0,6	102.264	72	39.094	28	1.983	3.266	896
		Mata Machado																										
		Açude da Solidão																										
	CTS Calha Fluvial 27	Rua Rodrigo da Silva (altura do nº 910)	59,4	83,3	152,4	0,5	CTS CALHA FLUVIA L 26	G	19	63	1,6	0,1	0,2	26.830,3	48	28.780,5	52	0,9	0,04	26	0,6	5.513	88	760	12	39	175	17
	CTS Calha Fluvial 28	Fazenda	146,3	205,4	4.694,6	4,0	806.6	G	23	70	1,9	0,1	0,3	64.497,2	4	1.649.042,5	96	52,3	0,39	27	0,6	13.602	24	44.168	76	2.241	433	1.011
	CTS Calha Fluvial 29	Floresta da Barra da Tijuca	1.132,5	1.589,2	1.398,9	9,2	806.1	R	20	65	1,7	0,1	0,2	414.255,1	81	96.354,1	19	3,1	0,04	35	0,9	102.503	97	3.376	3	171	3.276	85
	CTS Calha Fluvial 30	Sítio do Pai João	2.935,9	4.120,4	4.318,7	24,3	EEE ITANHA NGA	G/R	22	68	1,8	0,1	0,3	1.087.896,6	69	488.422,6	31	15,5	0,04	31	0,8	265.253	95	15.378	5	780	8.491	377
Tijuquinha																												
Vila da Paz																												

Subbacia	CTS	Aglomeração subnormal	Vazão Esgotos Afluente (m³/ano)		Carga Afluente		Código Recepção CEDAE	Tipo de Interligação	Efetividade da CTS (Ano 2018) - Conforme Item 11 (121 dias chuvosos no ano, de acordo com a série sintética gerada)																			
					Orgânica (kgDBO/d)	Fósforo (kgP/d)			Eventos de Extravasamentos (un)					Vazão					Concentração Extravasamento (mg/L)		Carga Anual (kg/ano)							
			2018	2038	2018	2018			Total Ano (un.)	Extravas. dias chuvosos (%)	Média mensal - Período (un.)			Interceptada		Extravasada					DBO				Fósforo			
											Ano	Seco	Chuva	(m³/ano)	%	(m³/ano)	%	Média (L/s.)	Média Específica (L/s.ha)	DBO	P	Interceptada	%	Extravasada	%	População Equivalente (hab.)	Interceptada	Extravasada
	CTS Calha Fluvial 31	Estrada do Soberbo (altura do nº 267)	26,1	36,5	105,3	0,3	806.6	G	19	63	1,6	0,1	0,2	14.037,3	37	24.387,8	63	0,8	0,04	26	0,6	2.478	80	631	20	32	78	14
		Rua Rodrigo da Silva (altura do nº 91)																										
		Estrada do Soberbo (altura do nº 176)																										
	CTS Calha Fluvial 32	Vale Encantado	14,8	20,8	79,3	0,2	CTS CALHA FLUVIA L 31	G/R	19	63	1,6	0,1	0,2	9.650,3	33	19.301,2	67	0,6	0,04	26	0,6	1.459	75	495	25	25	46	11
	CTS GAP 45	Agrícola	324,5	455,3	470,0	2,8	CTS CALHA FLUVIA L 28	G	25	80	2,1	0,8	3,3	122.509,6	71	49.058,1	29	1,6	0,06	46	1,3	30.257	93	2.252	7	114	969	62
		Furnas																										
CTS GAP 46	Sítio da Biquinha	Vila Santa Terezinha	55,3	77,8	243,1	0,8	CTS CALHA FLUVIA L 30	R	29	81	2,5	0,9	4,0	34.294,7	39	54.434,7	61	1,7	0,08	27	0,6	8.358	85	1.489	15	76	268	35
Rio das Pedras	CTS Calha Fluvial 01	Rio das Pedras	21.298,4	29.887,4	27.911,8	186,1	256.12	R	31	82	2,6	1,0	4,3	8.150.315,5	80	2.037.474,7	20	64,6	0,08	73	2,1	1.988.302	93	148.159	7	7.517	63.572	4.364
		Estrada do Sertão																										
		A.M. e Amigos de Rio das Pedras																										
	CTS Calha Fluvial 04	Regata	218,3	306,4	273,9	1,9	256.12	G/R	27	83	2,3	0,8	3,7	85.726,0	86	14.246,4	14	0,5	0,08	45	1,2	21.022	97	642	3	33	672	17
	CTS GAP 03	Estrada de Jacarepaguá, nº 2.679	11,9	16,6	211,6	0,4	256.12	G/R	33	79	2,7	1,2	4,3	13.096,7	17	64.146,5	83	2,0	0,09	26	0,6	3.160	65	1.679	35	85	101	38
	CTS GAP 04	Rua Araticum, nº 832	486,1	682,1	524,1	4,0	237.11	G	30	79	2,5	1,0	3,9	181.499,8	95	9.779,3	5	0,3	0,08	69	2,0	44.960	99	679	1	34	1.440	20
Estrada do Quitite																												

Subbacia	CTS	Aglomeração subnormal	Vazão Esgotos Afluente (m³/ano)		Carga Afluente		Código Recepção CEDAE	Tipo de Interligação	Efetividade da CTS (Ano 2018) - Conforme Item 11 (121 dias chuvosos no ano, de acordo com a série sintética gerada)																			
					Orgânica (kgDBO/d)	Fósforo (kgP/d)			Eventos de Extravasamentos (un)					Vazão					Concentração Extravasamento (mg/L)		Carga Anual (kg/ano)							
			2018	2038	2018	2018			Média mensal - Período (un.)			Interceptada		Extravasada			DBO				Fósforo							
									Total Ano (un.)	Extravas. dias chuvosos (%)	Ano	Seco	Chuva	(m³/ano)	%	(m³/ano)	%	Média (L./s.)			Média Específica (L./s.ha)	DBO	P	Interceptada	%	Extravasada	%	População Equivalente (hab.)
Rio do Anil	CTS Calha Fluvial 06	Araticum	460,5	646,2	1.212,4	4,1	237.8	R	20	65	1,7	0,1	0,2	172.472,7	39	270.051,4	61	8,6	0,04	27	0,6	41.650	85	7.301	15	370	1.333	168
	CTS Calha Fluvial 09	Avenida Menezes Cortes	16,5	23,1	2.342,1	1,5	913.1	R	24	67	2,0	0,1	0,3	17.617,7	2	837.231,8	98	26,5	0,04	25	0,6	2.334	10	21.088	90	1.070	72	478
	CTS Calha Fluvial 11	Canal do Anil	1.610,4	2.259,8	9.858,0	17,5	CTS GAP 11	R	361	49	30,1	3,1	3,0	423.347,3	12	3.174.838,3	88	100,7	0,09	38	1,0	102.187	46	119.441	54	6.060	3.271	3.119
		Estrada Curipós, nº 310																										
	CTS Calha Fluvial 19	Nova Esperança	131,6	184,6	1.647,6	2,0	1043.2	G	24	67	2,0	0,1	0,3	83.492,8	14	517.876,2	86	16,4	0,04	26	0,6	2.171	14	13.548	86	687	430	307
		Rua Aldo Rangel, nº 198																										
		Estrada de Jacarepaguá , nº 6.590																										
	CTS Calha Fluvial 20	Tirol	156,5	219,6	401,0	1,4	318.30	R	20	65	1,7	0,1	0,2	62.871,5	43	83.492,8	57	2,6	0,04	26	0,6	14.327	87	2.171	13	110	457	50
	CTS GAP 05	Estrada do Engenho d'Água, nº 260 Fundos	15,2	21,3	193,3	0,4	550.1	G	29	80	2,4	1,0	3,9	13.003,6	18	57.558,0	82	1,8	0,07	26	0,6	3.160	68	1.518	32	77	101	35
	CTS GAP 07	Engenho da Serra	53,4	74,9	324,9	0,7	764.4	G	31	78	2,6	1,2	4,0	26.302,0	22	92.292,5	78	2,9	0,08	29	0,7	6.435	71	2.641	29	134	206	63
	CTS GAP 10	A.M. Novo Rio de Jacarepaguá	342,3	480,3	398,5	2,9	801.1	R	14	89	1,2	0,3	2,1	137.537,6	95	7.903,4	5	0,3	0,03	64	1,8	33.098	99	503	1	26	1.059	15
	CTS GAP 11	Avenida das Lagoas	354,8	497,7	377,3	2,9	549.1	G	20	83	1,7	0,6	2,8	132.735,3	96	4.973,2	4	0,2	0,05	63	1,8	32.842	99	315	1	16	1.051	9
	CTS GAP 36	Araticum	298,0	418,1	603,6	2,8	237.15	G	35	77	3,0	1,4	4,5	111.541,7	51	108.771,3	49	3,4	0,10	51	1,4	27.407	83	5.592	17	284	877	157
	CTS GAP 37	Tirol	244,5	343,1	320,9	2,1	318.26	R	28	79	2,3	1,0	3,7	93.621,4	80	23.506,3	20	0,7	0,07	44	1,2	23.115	96	1.023	4	52	740	28
	CTS GAP 38	Tirol	162,3	227,8	544,0	1,8	318.1	R	31	77	2,6	1,2	4,1	67.206,3	34	131.361,8	66	4,2	0,08	35	0,9	16.451	78	4.637	22	235	526	119

Rio do Marinho	CTS Calha Fluvial 17	Palmares	403,7	566,4	550,2	3,3	546.11	G	19	68	1,6	0,1	0,2	153.340,7	76	47.471,8	24	1,5	0,03	34	0,9	36.594	96	1.634	4	83	1.169	41
	CTS Calha Fluvial 18	Comunidade e Luz Divina	38,9	54,6	1.359,5	1,1	546.11	G	25	68	2,1	0,1	0,3	36.975,9	7	459.224,5	93	14,6	0,07	26	0,6	4.068	26	11.754	74	596	125	293
	CTS Calha Fluvial 21	Santa Luzia	307,4	431,3	413,4	2,5	EEE BEIRA RIO I	G/R	20	80	1,7	0,1	0,3	119.684,8	79	31.219,3	21	1,0	0,03	30	0,7	28.081	97	933	3	47	895	23
	CTS Calha Fluvial 22	Bosque Mont Serrat	557,0	781,7	1.996,6	5,3	EEE MONT SERRAT I	G	29	66	2,4	0,2	0,3	210.620,9	29	518.147,3	71	16,4	0,07	27	0,6	50.084	78	14.012	22	711	1.604	323
	CTS Calha Fluvial 23	Caminho do Bicho	309,8	434,8	7.524,5	7,0	828.10	R	31	68	2,6	0,2	0,4	145.358,3	5	2.601.096,3	95	82,5	0,36	26	0,6	31.927	32	66.907	68	3.395	1.018	1.528
		Caminho do Marinho																										
	CTS Calha Fluvial 24	A.M. e Amigos do Fontela	273,6	384,0	6.291,9	6,0	459.1	G/R	33	64	2,8	0,2	0,4	136.005,2	6	2.160.543,3	94	68,5	0,13	26	0,6	29.077	35	55.104	65	2.796	926	1.254
		Vista da Pedra																										
	CTS Calha Fluvial 25	Canal do Cortado	1.999,4	2.805,6	8.607,3	7,7	368.1	G/R	32	66	2,7	0,2	0,4	193.918,0	6	2.947.749,8	94	93,5	0,33	25	0,6	34.972	32	74.264	68	3.768	1.108	1.704
		A.M. e Amigos do Fontela																										
		Servidão D																										
	CTS GAP 31	Rua Paulo Roberto Matheus, Lote 7	24,7	34,6	686,1	0,9	1035.8	R	41	77	3,4	1,6	5,2	25.178,1	10	225.257,7	90	7,1	0,11	27	0,6	5.970	50	6.070	50	308	191	141
	CTS GAP 39	Hélio Oiticica	59,4	83,3	478,8	1,0	EEE MONT SERRAT I	G	39	78	3,2	1,4	5,1	35.247,8	20	139.503,1	80	4,4	0,11	29	0,7	8.448	67	4.102	33	208	271	98
	CTS GAP 40	Comunidade e Solar da Montanha de Jacarepaguá	72,9	102,2	327,2	0,9	828.1	R	38	77	3,2	1,5	4,8	35.139,5	29	84.280,9	71	2,7	0,11	30	0,7	8.546	77	2.532	23	128	274	61

Río dos Passarinhos	CTS Calha Fluvial 07	Curicica	5.093,6	7.147,7	7.664,7	51,2	460.1	G/R	58	76	4,9	2,3	7,4	1.859.345,7	66	938.280,9	34	29,8	0,15	146	4,6	450.042	77	136.861	23	6.944	14.389	4.293
		Asa Branca																										
		Abadianas																										
		Vila Calmete																										
		Vila União da Curicica																										
		Parque Dois Irmãos																										
		Antiga Creche																										
		Curicica II																										
		Vila União																										
	CTS Calha Fluvial 08	Vila Pitimbu	354,9	497,9	3.749,9	6,8	460.1	R	53	77	4,5	2,1	6,8	153.326,3	11	1.215.402,1	89	38,5	0,14	41	1,1	35.969	42	50.134	58	2.544	1.149	1.335
		Virgolândia																										
Río Guarengué	CTS GAP 06	Santa Maura	183,4	257,3	194,3	1,5	460.1	R	19	85	1,6	0,5	2,7	69.636,3	98	1.288,9	2	0,0	0,05	49	1,4	17.211	100	63	0	3	551	2
	CTS Calha Fluvial 12	Caminho do Fincão	25,1	76,8	2.955,9	1,8	924.1	G	30	63	2,5	0,2	0,3	25.969,7	2	1.052.934,3	98	33,4	0,07	25	0,6	2.360	8	26.682	92	1.354	73	602
	CTS Calha Fluvial 13	Caminho da Cachoeira	54,7	76,8	241,4	0,6	924.1	G	28	64	2,3	0,2	0,3	31.603,0	36	56.521,8	64	1,8	0,06	26	0,6	5.829	80	1.443	20	73	179	33
		Entre Rios	2.551,4	3.580,3	9.575,2	23,8	666.7	R	359	49	29,9	3,1	2,9	921.277,3	26	2.573.655,3	74	81,6	0,12	26	0,6	222.263	77	67.982	23	3.449	7.112	1.591
		Antiga Creche																										
		Vale do Ipê																										
		Vila Arco Íris																										
		Parque da Comunidad e Vila Arco Íris																										
	CTS Calha Fluvial 15	Vila Sapê	1.915,1	2.687,4	11.511,6	21,4	434.9	R	39	64	3,3	0,2	0,4	746.201,5	18	3.455.514,8	82	109,6	0,21	28	0,7	173.583	64	95.947	36	4.868	5.549	2.274
		Santa Anastácia																										
	CTS Calha Fluvial 16	Comunidad e São Francisco de Assis	559,9	786,0	10.722,8	11,2	434.1	G/R	39	64	3,3	0,2	0,4	227.108,0	6	3.686.724,5	94	116,9	0,78	28	0,7	51.985	34	102.259	66	5.188	1.658	2.431
	CTS GAP 12	Parque das Palmeiras	95,3	133,7	146,5	0,9	917.1	G	34	79	2,9	1,2	4,5	38.377,8	72	15.104,8	28	0,5	0,10	37	1,0	9.417	94	555	6	28	302	14
		Comunidad e Campo da Paz																										
	CTS GAP 13	Comunidad e Campo da Paz	251,6	353,1	335,9	2,2	917.1	R	35	79	2,9	1,2	4,6	97.276,2	79	25.341,0	21	0,8	0,10	45	1,2	23.951	95	1.136	5	58	766	31
	CTS GAP 14	Vila Getúlio Vargas	100,3	140,7	105,2	0,8	430.13	R	8	88	0,7	0,2	1,2	38.120,4	99	272,4	1	0,0	0,02	41	1,1	9.433	100	11	0	1	302	0
	CTS GAP 15	Alto Bela Vista	489,8	687,2	1.253,9	5,7	474.6	G	46	77	3,8	1,8	5,9	184.543,8	40	273.113,4	60	8,7	0,17	79	2,4	44.415	67	21.575	33	1.095	1.422	643

	CTS GAP 16	Rua André Rocha	47,8	67,0	118,4	0,5	870.5	R	32	80	2,7	1,1	4,3	23.606,4	55	19.611,3	45	0,6	0,09	29	0,7	5.760	91	578	9	29	184	14
	CTS GAP 17	Vilar São Sebastião	72,2	101,3	459,4	1,1	473.6	G	35	78	2,9	1,3	4,6	36.192,8	22	131.493,1	78	4,2	0,09	32	0,8	8.682	67	4.239	33	215	278	105
	CTS GAP 18	Caminho Novo da Represa	24,4	34,2	44,8	0,3	924.3	G	24	84	2,0	0,6	3,4	12.234,2	75	4.108,3	25	0,1	0,07	29	0,7	2.977	96	120	4	6	95	3
	CTS GAP 19	Vila Santa Clara	348,6	489,1	509,2	3,1	428.10	G	35	79	2,9	1,3	4,6	130.698,3	70	55.145,1	30	1,7	0,09	69	2,0	31.996	89	3.805	11	193	1.023	111
	CTS GAP 20	André Rocha	289,9	406,8	363,1	2,5	472.3	R	32	80	2,7	1,1	4,3	111.807,0	84	20.729,3	16	0,7	0,09	50	1,4	27.474	96	1.034	4	52	879	29
	CTS GAP 21	27 de Setembro	212,7	298,4	388,8	2,0	667.4	R	36	79	3,0	1,2	4,7	87.231,8	61	54.680,6	39	1,7	0,10	42	1,1	21.228	90	2.281	10	116	679	61
		Rua André Rocha, nº 2.630 B																										
	CTS GAP 22	Avenida Sampaio Correa	31,8	44,7	105,3	0,5	918.19	R	29	81	2,4	0,9	3,9	19.761,8	51	18.678,8	49	0,6	0,08	28	0,7	4.756	90	526	10	27	152	12
	CTS GAP 23	Avenida Sampaio Correa	14,0	19,6	46,0	0,2	918.19	R	25	84	2,1	0,7	3,6	9.941,8	59	6.834,3	41	0,2	0,07	27	0,6	2.417	93	183	7	9	77	4
	CTS GAP 24	Vila Clarim	82,8	116,1	117,8	0,8	475.3	G	30	81	2,5	1,0	4,1	33.828,8	79	9.151,3	21	0,3	0,09	36	0,9	8.288	96	334	4	17	266	9
	CTS GAP 25	A.M. do Vale do Curicica	336,8	472,5	691,5	3,4	590.18	G	43	78	3,6	1,6	5,6	131.869,3	52	120.510,6	48	3,8	0,11	66	1,9	31.549	80	7.923	20	402	1.008	231
	CTS GAP 26	A.M. do Vale do Curicica	251,6	353,0	334,7	2,2	590.18	R	34	79	2,8	1,2	4,4	97.800,3	80	24.360,0	20	0,8	0,10	46	1,2	24.039	96	1.109	4	56	769	30
	CTS GAP 27	Outeiro	444,6	623,8	516,0	3,7	CTS CALHA FLUVIA L 16	R	30	82	2,5	0,9	4,0	169.955,5	90	18.383,3	10	0,6	0,09	68	2,0	41.575	97	1.250	3	63	1.331	37
	CTS GAP 28	Caminho do Outeiro	120,4	168,9	126,3	1,0	CTS CALHA FLUVIA L 16	R	8	88	0,7	0,2	1,2	45.753,8	99	334,2	1	0,0	0,02	42	1,1	11.310	100	14	0	1	362	0
	CTS GAP 29	Vila da Conquista	91,7	128,6	111,6	0,8	CTS CALHA FLUVIA L 16	R	19	87	1,5	0,4	2,7	37.595,6	92	3.153,9	8	0,1	0,05	35	0,9	9.202	99	111	1	6	295	3
Rio Muzema	CTS Calha Fluvial 02	Muzema	1.786,7	2.507,2	3.032,5	17,4	CTS GAP 02	R	40	77	3,3	1,5	5,1	666.346,9	60	440.507,3	40	14,0	0,10	34	2,4	162.571	82	35.143	18	1.783	5.317	1.048
		Cambalach o																										
	CTS Calha Fluvial 03	Angu Duro	178,6	250,6	1.281,2	2,6	CTS GAP 02	R	39	77	3,3	1,5	5,0	78.080,1	17	389.545,7	83	12,4	0,11	34	0,9	18.831	58	13.383	42	679	604	339
		Muzema																										
	CTS GAP 02	Muzema	228,7	320,8	255,7	1,9	CTS GAP 46	G/R	27	82	2,3	0,8	3,7	87.068,3	93	6.257,5	7	0,2	0,07	48	1,3	21.527	99	303	1	15	689	8

11. Custos de capital (CAPEX)

Os custos de capital (CAPEX) para implantação das CTS dependem do dispositivo central de interceptação (CTS GAP ou CTS Calha Fluvial) e da forma de interligação entre esta e a unidade de recepção do sistema convencional de esgotamento sanitário - por gravidade, por conjunto elevatório de bombeamento e recalque ou pela combinação entre ambos.

Os mapas que constam no Apêndice 1 apresentam o arranjo da solução de interceptação aplicada para cada uma das 187 aglomerações subnormais. A estimativa de custos de capital de cada CTS foi realizada com base em metodologia e sistema orçamentário da própria CEDAE, tendo como referência o que resumem e expressam os Quadros a seguir:

- Quadro 7: Obras civis da estrutura central de interceptação tipo CTS-GAP, incluindo gradeamento e desarenação, e obras civis da estação elevatória;
- Quadro 8: Obras civis da estrutura central de interceptação tipo CTS-Calha Fluvial, incluindo gradeamento e desarenação, e obras civis da estação elevatória;
- Quadro 9: Conjunto motor bomba e instalações elétricas da estação elevatória;
- Quadro 10: Coletor gravitário;
- Quadro 11: Tubulação de recalque; e
- Quadro 12: Travessias

No caso de CTS GAP, os custos atribuídos pelo sistema orçamentário da CEDAE para a estrutura central de interceptação tiveram como referência a dimensão da respectiva galeria afluente de águas pluviais. Esta informação, especificamente, não se encontrava disponível no Sistema Digital de Cadastro, Projetos e Estudos de Drenagem Pluvial da Fundação Rio-Águas (SISARQ).

Para tanto, com base no estudo *Projeto Executivo de Macrodrenagem da Bacia de Jacarepaguá – Reavaliação das Vazões Máximas, Volume I- Relatório (Stael Sociedade Técnica de Engenharia e Arquitetura Ltda., 1996)*, a estimativa das vazões veiculadas pelas GAP afluentes (para o tempo de recorrência de 10 anos) foi obtida com base nas áreas e vazões das respectivas bacias hidrográficas. Considerando a Equação de Manning, para o tirante hidráulico máximo de 85% e a estimativa das vazões veiculadas pelas GAP afluentes, é que foram então determinados os respectivos diâmetros de interesse. No caso de CTS-Calha Fluvial, os custos atribuídos pelo sistema orçamentário da CEDAE para a estrutura central de interceptação tiveram como referência a largura da respectiva calha fluvial.

Os custos atribuídos pelo sistema orçamentário da CEDAE às obras civis da estação elevatória e aos conjuntos motor-bomba tiveram como referência, em cada caso, os respectivos pares vazão e altura manométrica. A determinação dos custos do coletor gravitário, da tubulação de recalque e das travessias teve como referência o diâmetro das mesmas.

Quadro 7: Obras civis da estrutura central de interceptação tipo CTS-GAP, incluindo gradeamento e desarenação, obras civis e instalações elétricas da estação elevatória (se aplicada)

Diâmetro da GAP afluente (mm)	Estimativa de Custo (R\$/un): Obras civis da estrutura central de interceptação CTS-GAP, incluindo gradeamento e desarenação, e obras civis da estação elevatória			
	Descarga de Fundo		Anteparo e Soleira	
	Sem Recalque	Com Recalque	Sem Recalque	Com Recalque
1500	261.058,76	528.665,02	267.874,02	530.311,57
1200	169.646,89	286.152,53	175.583,26	287.570,19
1000	148.789,93	242.705,00	154.064,45	245.146,16
800	107.152,52	161.314,50	111.802,27	162.443,81
600	82.890,82	120.025,61	87.007,17	121.021,11
400	63.802,50	88.781,40	67.344,57	89.649,04

Quadro 8: Obras civis da estrutura central de interceptação tipo CTS-Calha Fluvial, incluindo gradeamento e desarenação, e obras civis e instalações elétricas da estação elevatória

Estimativa de Custo (R\$/un): Obras civis da estrutura central de interceptação CTS-CF, incluindo gradeamento e desarenação, e obras civis da estação elevatória					
Rios Canalizados			Rios Sem Canalização - In Natura		
Largura da Calha do Canal (até n m)	Sem Recalque	Com Recalque	Largura da Calha do Canal (até n m)	Sem Recalque	Com Recalque
25	304.725,65	647.760,99	12	775.887,06	1.018.694,34
16	184.288,62	379.906,62	11	552.744,29	792.801,53
10	149.929,58	281.818,85	10	415.724,88	550.109,00
8	104.068,76	196.231,92	9	342.529,50	435.769,25
5	78.486,01	141.925,90	6	186.400,74	250.661,28
2	55.785,37	101.802,43	3	91.756,90	137.543,46

Quadro 9: Conjunto motor bomba

Potência (cv)	Conjunto	Conjunto Motor-Bomba (R\$/conjunto)	Instalações Elétricas (R\$/conjunto)	Total (R\$/conjunto)
0,5	1 + 1	19.780,00	8.519,62	28.299,62
1,0	1 + 1	21.160,00	8.519,62	29.679,62
1,5	1 + 1	26.680,00	8.519,62	35.199,62
2,0	1 + 1	26.680,00	8.519,62	35.199,62
3,0	1 + 1	28.520,00	9.179,62	37.699,62
4,0	1 + 1	29.440,00	9.179,62	38.619,62
5,0	1 + 1	30.360,00	9.596,02	39.956,02
7,5	1 + 1	36.800,00	14.150,32	50.950,32
10,0	1 + 1	42.780,00	17.977,56	60.757,56
12,5	1 + 1	48.760,00	18.529,56	67.289,56
15,0	1 + 1	68.080,00	19.035,56	87.115,56
20,0	1 + 1	82.800,00	29.659,76	112.459,76
30,0	1 + 1	110.400,00	33.221,79	143.621,79

Quadro 10: Coletor gravitário

Diâmetro (mm)	Material	Estimativa de Custo (R\$/m) Fornecimento e assentamento de tubulação
600	Concreto	3.344,00
500	Concreto	2.764,00
400	PVC	2.698,00
300	PVC	2.126,00
250	PVC	1.834,00
200	PVC	1.555,00
150	PVC	1.469,00

Quadro 11: Tubulação de recalque

Diâmetro (mm)	Material	Estimativa de Custo (R\$/m) Fornecimento e assentamento de tubulação
500	PEAD	2.764,00
400		2.298,00
300		1.537,00
250		1.176,00
200		935,00
150		907,00
100		588,00

Quadro 12: Travessias

Diâmetro (mm)	Material	Estimativa de Custo (R\$/m) Fornecimento e assentamento de tubulação
500	PEAD	2.946,43
400		2.357,14
300		1.767,86
250		1.473,21
200		1.437,50
150		1.401,79
100		934,52

12. Custos de operação e manutenção (OPEX)

Já os custos de operação e manutenção (OPEX) de cada CTS foram obtidos em função da demanda de energia elétrica exercida pelos conjuntos motor-bomba das estações elevatórias e do custo de contrato padrão de prestação de serviços de operação e manutenção de CTS, e que envolve o emprego de viaturas, recursos humanos, material ferramental, equipamentos e material de reposição.

De acordo com o que apresenta o Quadro 13, os custos de energia elétrica exercido pelas estações elevatórias correspondem às tarifas praticadas pela Light para o consumo efetivo exercido pelos conjuntos motor bomba, de acordo com as seguintes premissas: Subgrupo Tarifário B3 (Tensão secundária classificada como baixa tensão, em rede aérea, carga instalada na unidade consumidora ≤ 75 kW); tarifas de consumo de R\$ 488,73/MWh (vigor no período de

15/03/18 a 14/03/19, inclui desconto ANEEL de 15% para a modalidade Serviço Público); tempo diário de funcionamento do conjunto motor-bomba de 12 horas.

Quadro 13: Custos de energia elétrica exercido pelas estações elevatórias

Potência (cv)	Conjunto	Potência Instalada (kw)	Subgrupo Tarifário B3; R\$488,73/MWh, inclui desconto ANEEL de 15% (modalidade Serviço Público); tempo diário de funcionamento de 12 horas.		
			R\$/d	R\$/mês	R\$/ano
0,5	1 + 1	0,37	4,40	131,96	1.583,49
1,0	1 + 1	0,74	8,80	263,92	3.166,99
1,5	1 + 1	1,1	13,20	395,87	4.750,48
2,0	1 + 1	1,47	17,59	527,83	6.333,98
3,0	1 + 1	2,21	26,39	791,75	9.500,97
4,0	1 + 1	2,94	35,19	1.055,66	12.667,96
5,0	1 + 1	3,68	43,99	1.319,58	15.834,95
7,5	1 + 1	5,52	65,98	1.979,37	23.752,42
10,0	1 + 1	7,35	87,97	2.639,16	31.669,90
12,5	1 + 1	9,19	109,96	3.298,95	39.587,37
15,0	1 + 1	11,03	131,96	3.958,74	47.504,85
20,0	1 + 1	14,71	175,94	5.278,32	63.339,80
30,0	1 + 1	22,06	263,92	7.917,47	95.009,70

Também de acordo de acordo com a experiência da própria CEDAE, estima-se que os serviços de operação e manutenção de CTS para o caso da AP-4 devam ser planejados de acordo com os seguintes parâmetros:

- Frequência semanal de manutenção da CTS: 3 limpezas/semana (limpeza diária para CTS de grande porte);
- Produtividade diária da equipe de O&M: 5 CTS/d;
- Carga de CTS por equipe de O&M: 10 CTS.

De acordo com o sistema orçamentário da própria CEDAE, a estimativa de custo mensal do contrato padrão de prestação de serviços de operação e manutenção de CTS alcançaria R\$ 52.000,00, o que para o conjunto de 10 CTS por equipe de O&M, representaria o custo de O&M de R\$ 5.200,00 por CTS.

Os custos anuais de operação e manutenção foram integralizados para o horizonte de projeto de 20 anos e atualizados para o valor presente, de acordo com a seguinte expressão:

$$P = A \frac{(1 + i)^n - 1}{i \times (1 + i)^n}$$

Onde:

P: Valor presente dos custos anuais de operação e manutenção (integralizados, R\$).

A: Custo anual de operação e manutenção (R\$); de acordo com o que expressa os resultados do Quadro X.

i: Taxa anual de juros; adotada 6,4% (Banco Central em 27/06/2018).

n: Horizonte de projeto, adotado 20 anos.

13. Consolidação dos resultados

O Quadro 12 resume as informações requeridas pelo sistema orçamentário da CEDAE e que serviram de base para a consolidação da orçamentação dos custos de capital e de operação e manutenção de cada uma das 132 CTS. O mesmo Quadro indica os custos de capital (CAPEX) e os custos de operação e manutenção (OPEX) anualizados e integralizados ao valor presente para o horizonte de projeto de 20 anos. Os mapas que compõem o Apêndice 2 detalham a solução

empreendida para as 178 aglomerações subnormais. Para cada uma das 132 CTS propostas, os mapas destacam as aglomerações subnormais cujas contribuições de esgotos sanitários pretende-se interceptar, os resultados do respectivo estudo de efetividade em função do regime de chuvas da AP-4, assim como a estimativa dos custos de capital e de operação e manutenção das mesmas.

Quadro 14: Informações requeridas pelo sistema orçamentário da CEDAE e que serviram de base para a consolidação da orçamentação dos custos de capital e de operação e manutenção de cada uma das 135 CTS:

Código CTS	Custo de Capital																	Custo de Operação e Manutenção					Custo Total
	(Custos Quadro 7 ou 8)		(Custos Quadro 9)		(Quadro 10)				(Quadro 11)				(Quadro 12)				Custo Total CAPEX (ver obs - inclui custos adicionais)	Anual (R\$/ano)			Valor Presente (20 anos)		
	Obras Cíveis Estrutura Central		Conjunto motor-bomba + Inst. Elétricas		Coletor gravitatório				Tubulação de recalque				Travessia					Anual (R\$/ano)					
	CTS_GAP Diâmetro GAP afluente (mm)	Custo/un. (R\$)	Potência (cv)	Custo/un. (R\$)	Diâmetro (mm)	Extensão (m)	Custo/m (R\$)	Custo (R\$)	Diâmetro (mm)	Extensão (m)	Custo/m (R\$)	Custo (R\$)	Diâmetro (mm)	Extensão (m)	Custo/m (R\$)	Custo (R\$)		(Quadro11) Energia elétrica	Contrato Padrão O&M	Custo Anual			
	CTS-CF Largura da calha (m)																						
CTS CF 33	3	91.756,90	-	-	150	639	1.469,00	938.691,00	-	-	-	-	-	-	-	-	1.459.273,90	0,00	62.400,00	62.400,00	1.950.000,00	3.409.273,90	
CTS CF 34	3	91.756,90	-	-	150	1.567	1.469,00	2.301.923,00	-	-	-	-	150	3	1.401,79	3.504,48	3.392.015,89	0,00	62.400,00	62.400,00	1.950.000,00	5.342.015,89	
CTS CF 35	2	55.785,37	-	-	150	370	1.469,00	543.530,00	-	-	-	-	-	-	-	-	848.031,25	0,00	62.400,00	62.400,00	1.950.000,00	2.798.031,25	
CTS CF 36	8	196.231,92	3,0	37.699,62	-	-	-	-	150	93	946,72	88.007,09	-	-	-	-	455.543,16	9.500,97	62.400,00	71.900,97	2.246.905,31	2.702.448,48	
CTS CF 37	5	78.486,01	-	-	150	375	1.469,00	550.875,00	-	-	-	-	-	-	-	-	890.545,83	0,00	62.400,00	62.400,00	1.950.000,00	2.840.545,83	
CTS CF 38	10	281.818,85	5,0	39.956,02	150	136	1.469,00	199.784,00	75	192	778,27	149.427,84	150	57	1.401,79	79.902,03	5.658.986,49	15.834,95	62.400,00	78.234,95	2.444.842,19	8.103.828,68	
					200	2.089	1.555,00	3.248.395,00															
CTS CF 39	5	141.925,90	1,5	35.199,62	-	-	-	-	75	667	778,27	519.106,09	75	15	700,90	10.513,50	1.000.044,33	4.750,48	62.400,00	67.150,48	2.098.452,50	3.098.496,83	
CTS CF 40	8	196.231,92	1,5	35.199,62	-	-	-	-	75	156	778,27	121.410,12	-	-	-	-	499.270,95	4.750,48	62.400,00	67.150,48	2.098.452,50	2.597.723,45	
CTS CF 41	10	281.818,85	0,5	28.299,62	-	-	-	-	50	24	461,43	10.982,03	-	-	-	-	454.357,21	1.583,49	62.400,00	63.983,49	1.999.484,06	2.453.841,28	
CTS CF 42	25	647.760,99	0,5	28.299,62	-	-	-	-	50	9	461,43	4.263,61	-	-	-	-	962.658,78	1.583,49	62.400,00	63.983,49	1.999.484,06	2.962.142,84	
CTS CF 43	25	647.760,99	1,0	29.679,62	-	-	-	-	100	4	606,97	2.367,18	-	-	-	-	961.928,03	3.166,99	62.400,00	65.566,99	2.048.968,44	3.010.896,46	
CTS CF 44	3	137.543,46	1,0	29.679,62	-	-	-	-	150	132	946,72	124.522,08	-	-	-	-	412.819,40	3.166,99	62.400,00	65.566,99	2.048.968,44	2.461.787,84	
CTS CF 45	5	141.925,90	0,5	28.299,62	-	-	-	-	50	499	461,43	230.313,56	50	10	467,27	4.672,70	573.374,66	1.583,49	62.400,00	63.983,49	1.999.484,06	2.572.858,73	
CTS CF 46	8	196.231,92	0,5	28.299,62	-	-	-	-	50	201	461,43	92.932,00	-	-	-	-	449.210,91	1.583,49	62.400,00	63.983,49	1.999.484,06	2.448.694,97	
CTS CF 47	8	104.068,76	-	-	150	28	1.469,00	41.132,00	-	-	-	-	-	-	-	-	205.459,08	0,00	62.400,00	62.400,00	1.950.000,00	2.155.459,08	
CTS CF 48	8	196.231,92	1,0	29.679,62	-	-	-	-	100	3	606,97	1.578,12	-	-	-	-	321.897,87	3.166,99	62.400,00	65.566,99	2.048.968,44	2.370.866,31	

Código CTS	Custo de Capital																	Custo de Operação e Manutenção					Custo Total
	(Custos Quadro 7 ou 8)		(Custos Quadro 9)		(Quadro 10)				(Quadro 11)				(Quadro 12)				Custo Total CAPEX (ver obs - inclui custos adicionais)	Anual (R\$/ano)			Valor Presente (20 anos)		
	Obras Cíveis Estrutura Central		Conjunto motor-bomba + Inst. Elétricas		Coletor gravitário				Tubulação de recalque				Travessia					Anual (R\$/ano)					
	CTS_GAP Diâmetro GAP afluente (mm)	Custo/un. (R\$)	Potência (cv)	Custo/un. (R\$)	Diâmetro (mm)	Extensão (m)	Custo/m (R\$)	Custo (R\$)	Diâmetro (mm)	Extensão (m)	Custo/m (R\$)	Custo (R\$)	Diâmetro (mm)	Extensão (m)	Custo/m (R\$)	Custo (R\$)		(Quadro11) Energia elétrica	Contrato Padrão O&M	Custo Anual			
	CTS-CF Largura da calha (m)																						
CTS CF 49	10	281.818,85	1,0	29.679,62	150	18	1.469,00	26.442,00	100	13	606,97	7.890,61	-	-	-	-	489.350,98	3.166,99	62.400,00	65.566,99	2.048.968,44	2.538.319,42	
CTS GAP 47	400	88.781,40	1,0	29.679,62	150	2.189	1.469,00	3.215.641,00	50	1.578	461,43	728.261,13	50	18	467,27	19.485,00	5.775.815,13	3.166,99	62.400,00	65.566,99	2.048.968,44	7.824.783,57	
													150	8	1.401,79								
CTS GAP 48	400	67.344,57	-	-	150	2.189	1.469,00	3.215.641,00	-	-	-	-	150	4	1.401,79	6.209,93	4.654.211,63	0,00	62.400,00	62.400,00	1.950.000,00	6.604.211,63	
CTS GAP 49	400	88.781,40	1,5	35.199,62	-	-	-	-	50	289	461,43	133.408,64	-	-	-	-	364.206,37	4.750,48	62.400,00	67.150,48	2.098.452,50	2.462.658,87	
CTS GAP 50	400	67.344,57	-	-	150	60	1.469,00	88.140,00	-	-	-	-	-	-	-	-	220.010,67	0,00	62.400,00	62.400,00	1.950.000,00	2.170.010,67	
CTS GAP 51	400	67.344,57	-	-	150	163	1.469,00	239.447,00	-	-	-	-	-	-	-	-	434.110,07	4.750,48	62.400,00	67.150,48	2.098.452,50	2.532.562,57	
CTS GAP 52	1000	154.064,45	-	-	150	789	1.469,00	1.159.041,00	-	-	-	-	150	15	1.401,79	21.026,85	1.887.797,20	0,00	62.400,00	62.400,00	1.950.000,00	3.837.797,20	
CTS GAP 53	400	67.344,57	-	-	150	612	1.469,00	899.028,00	-	-	-	-	150	15	1.401,79	21.026,85	1.397.170,18	4.750,48	62.400,00	67.150,48	2.098.452,50	3.495.622,68	
CTS GAP 54	400	88.781,40	0,5	28.299,62	150	1.680	1.469,00	2.467.920,00	150	139	946,72	131.594,08	150	70	1.401,79	98.125,30	5.902.320,70	1.583,49	62.400,00	63.983,49	1.999.484,06	7.901.804,77	
			0,5	28.299,62	150	348	1.469,00	511.212,00	150	863	946,72	817.019,36						1.583,49	62.400,00	63.983,49	1.999.484,06	1.999.484,06	
CTS GAP 55	400	67.344,57	-	-	150	295	1.469,00	433.355,00	-	-	-	-	-	-	-	-	708.489,89	0,00	62.400,00	62.400,00	1.950.000,00	2.658.489,89	
CTS GAP 56	600	120.025,61	2,0	35.199,62	150	1.206	1.469,00	1.771.614,00	50	1.124	461,43	518.864,19	50	9	467,27	55.672,06	3.539.446,30	6.333,98	62.400,00	68.733,98	2.147.936,87	5.687.383,18	
													150	37	1.401,79								
CTS GAP 57	600	120.025,61	0,5	28.299,62	-	-	-	-	75	97	778,27	75.266,49	-	-	-	-	316.382,29	1.583,49	62.400,00	63.983,49	1.999.484,06	2.315.866,35	
CTS GAP 58	600	120.025,61	0,5	28.299,62	-	-	-	-	50	26	461,43	11.997,18	-	-	-	-	226.856,21	1.583,49	62.400,00	63.983,49	1.999.484,06	2.226.340,27	
CTS GAP 59	800	161.314,50	0,5	28.299,62	-	-	-	-	75	24	778,27	18.515,04	-	-	-	-	294.502,77	1.583,49	62.400,00	63.983,49	1.999.484,06	2.293.986,83	
CTS GAP 60	600	120.025,61	1,0	29.679,62	-	-	-	-	75	315	778,27	244.882,66	-	-	-	-	558.341,86	3.166,99	62.400,00	65.566,99	2.048.968,44	2.607.310,30	
CTS GAP 61	400	88.781,40	1,5	35.199,62	150	111	1.469,00	163.059,00	50	454	461,43	209.410,78	-	-	-	-	702.477,88	4.750,48	62.400,00	67.150,48	2.098.452,50	2.800.930,38	
CTS GAP 62	600	87.007,17	-	-	150	36	1.469,00	52.884,00	-	-	-	-	-	-	-	-	197.946,01	0,00	62.400,00	62.400,00	1.950.000,00	2.147.946,01	
CTS GAP 63	400	88.781,40	2,0	35.199,62	-	-	-	-	50	854	461,43	394.268,86	50	350	467,27	163.544,50	964.739,05	6.333,98	62.400,00	68.733,98	2.147.936,87	3.112.675,93	
CTS GAP 64	400	88.781,40	0,5	28.299,62	150	410	1.469,00	602.290,00	50	163	461,43	75.213,09	-	-	-	-	1.124.336,52	1.583,49	62.400,00	63.983,49	1.999.484,06	3.123.820,58	

Código CTS	Custo de Capital																	Custo de Operação e Manutenção					Custo Total
	(Custos Quadro 7 ou 8)		(Custos Quadro 9)		(Quadro 10)				(Quadro 11)				(Quadro 12)				Custo Total CAPEX (ver obs - inclui custos adicionais)	Anual (R\$/ano)			Valor Presente (20 anos)		
	Obras Civas Estrutura Central		Conjunto motor-bomba + Inst. Elétricas		Coletor gravitário				Tubulação de recalque				Travessia					Anual (R\$/ano)					
	CTS_GAP Diâmetro GAP afluente (mm)	Custo/un. (R\$)	Potência (cv)	Custo/un. (R\$)	Diâmetro (mm)	Extensão (m)	Custo/m (R\$)	Custo (R\$)	Diâmetro (mm)	Extensão (m)	Custo/m (R\$)	Custo (R\$)	Diâmetro (mm)	Extensão (m)	Custo/m (R\$)	Custo (R\$)		(Quadro11) Energia elétrica	Contrato Padrão O&M	Custo Anual			
	CTS-CF Largura da calha (m)																						
CTS GAP 65	400	67.344,57	-	-	150	18	1.469,00	26.442,00	-	-	-	-	-	-	-	-	132.708,00	0,00	62.400,00	62.400,00	1.950.000,00	2.082.708,00	
CTS GAP 66	400	67.344,57	-	-	150	11	1.469,00	16.159,00	-	-	-	-	-	-	-	-	118.157,55	0,00	62.400,00	62.400,00	1.950.000,00	2.068.157,55	
CTS GAP 67	400	88.781,40	0,5	28.299,62	-	-	-	-	50	2	461,43	784,43	-	-	-	-	166.779,61	1.583,49	62.400,00	63.983,49	1.999.484,06	2.166.263,68	
CTS GAP 68	400	67.344,57	-	-	150	308	1.469,00	452.452,00	-	-	-	-	-	-	-	-	735.512,15	0,00	62.400,00	62.400,00	1.950.000,00	2.685.512,15	
CTS GAP 69	600	120.025,61	1,5	35.199,62	-	-	-	-	100	165	606,97	100.095,42	-	-	-	-	361.278,72	4.750,48	62.400,00	67.150,48	2.098.452,50	2.459.731,22	
CTS GAP 70	600	87.007,17	-	-	150	50	1.469,00	73.450,00	-	-	-	-	-	-	-	-	227.046,90	0,00	62.400,00	62.400,00	1.950.000,00	2.177.046,90	
CTS GAP 71	400	67.344,57	-	-	150	329	1.469,00	483.301,00	-	-	-	-	-	-	-	-	816.569,01	0,00	62.400,00	62.400,00	1.950.000,00	2.766.569,01	
					200	17	1.555,00	26.435,00															
CTS GAP 72	400	67.344,57	-	-	200	411	1.555,00	639.105,00	-	-	-	-	200	17	1.437,50	25.012,54	1.035.018,88	0,00	62.400,00	62.400,00	1.950.000,00	2.985.018,88	
CTS GAP 73	400	88.781,40	0,5	28.299,62	-	-	-	-	50	4	461,43	1.831,88	-	-	-	-	168.261,75	1.583,49	62.400,00	63.983,49	1.999.484,06	2.167.745,81	
CTS GAP 74	600	87.007,17	-	-	150	58	1.469,00	85.202,00	-	-	-	-	-	-	-	-	243.675,98	0,00	62.400,00	62.400,00	1.950.000,00	2.193.675,98	
CTS GAP 75	400	67.344,57	-	-	150	33	1.469,00	48.477,00	-	-	-	-	-	-	-	-	163.887,52	0,00	62.400,00	62.400,00	1.950.000,00	2.113.887,52	
CTS GAP 76	800	161.314,50	0,5	28.299,62	-	-	-	-	75	19	778,27	15.106,22	-	-	-	-	289.679,28	1.583,49	62.400,00	63.983,49	1.999.484,06	2.289.163,34	
CTS GAP 77	400	67.344,57	-	-	150	39	1.469,00	57.291,00	-	-	-	-	150	8	1.401,79	11.214,32	192.227,59	0,00	62.400,00	62.400,00	1.950.000,00	2.142.227,59	
CTS GAP 78	400	67.344,57	-	-	150	20	1.469,00	29.380,00	-	-	-	-	-	-	-	-	136.865,27	0,00	62.400,00	62.400,00	1.950.000,00	2.086.865,27	
CTS GAP 79	400	88.781,40	0,5	28.299,62	-	-	-	-	50	6	461,43	2.625,54	-	-	-	-	169.384,78	1.583,49	62.400,00	63.983,49	1.999.484,06	2.168.868,84	
CTS GAP 80	400	67.344,57	-	-	150	151	1.469,00	221.819,00	-	-	-	-	-	-	-	-	409.166,45	0,00	62.400,00	62.400,00	1.950.000,00	2.359.166,45	
CTS GAP 81	400	67.344,57	-	-	150	32	1.469,00	47.008,00	-	-	-	-	-	-	-	-	161.808,89	0,00	62.400,00	62.400,00	1.950.000,00	2.111.808,89	
CTS GAP 82	400	67.344,57	-	-	150	26	1.469,00	38.194,00	-	-	-	-	-	-	-	-	149.337,08	0,00	62.400,00	62.400,00	1.950.000,00	2.099.337,08	
CTS GAP 83	400	88.781,40	1,0	29.679,62	-	-	-	-	50	265	461,43	122.269,72	-	-	-	-	340.634,00	3.166,99	62.400,00	65.566,99	2.048.968,44	2.389.602,44	

Código CTS	Custo de Capital																	Custo de Operação e Manutenção					Custo Total
	(Custos Quadro 7 ou 8)		(Custos Quadro 9)		(Quadro 10)				(Quadro 11)				(Quadro 12)				Custo Total CAPEX (ver obs - inclui custos adicionais)	Anual (R\$/ano)			Valor Presente (20 anos)		
	Obras Civas Estrutura Central		Conjunto motor-bomba + Inst. Elétricas		Coletor gravitário				Tubulação de recalque				Travessia					Anual (R\$/ano)					
	CTS_GAP Diâmetro GAP afluente (mm)	Custo/un. (R\$)	Potência (cv)	Custo/un. (R\$)	Diâmetro (mm)	Extensão (m)	Custo/m (R\$)	Custo (R\$)	Diâmetro (mm)	Extensão (m)	Custo/m (R\$)	Custo (R\$)	Diâmetro (mm)	Extensão (m)	Custo/m (R\$)	Custo (R\$)		(Quadro11) Energia elétrica	Contrato Padrão O&M	Custo Anual			
	CTS-CF Largura da calha (m)																						
CTS GAP 84	400	67.344,57	-	-	150	56	1.469,00	82.264,00	-	-	-	-	150	32	1.401,79	44.857,28	275.169,18	0,00	62.400,00	62.400,00	1.950.000,00	2.225.169,18	
CTS GAP 85	400	67.344,57	-	-	150	73	1.469,00	107.237,00	-	-	-	-	150	5	1.401,79	7.008,95	256.950,59	0,00	62.400,00	62.400,00	1.950.000,00	2.206.950,59	
CTS CF 10	6	250.661,28	5,0	39.956,02	-	-	-	-	150	75	946,72	70.805,19	150	17	1.401,79	23.752,16	545.022,12	15.834,95	62.400,00	78.234,95	2.444.842,19	2.989.864,31	
CTS GAP 8	400	88.781,40	0,5	28.299,62	-	-	-	-	50	6	461,43	2.611,69	-	-	-	-	169.365,19	1.583,49	62.400,00	63.983,49	1.999.484,06	2.168.849,25	
CTS GAP 9	400	67.344,57	-	-	150	20	1.469,00	29.380,00	-	-	-	-	-	-	-	-	136.865,27	0,00	62.400,00	62.400,00	1.950.000,00	2.086.865,27	
CTS GAP 30	800	161.314,50	5,0	39.956,02	-	-	-	-	150	430	946,72	406.890,79	-	-	-	-	860.548,25	15.834,95	62.400,00	78.234,95	2.444.842,19	3.305.390,44	
CTS GAP 32	400	67.344,57	-	-	150	374	1.469,00	549.406,00	-	-	-	-	-	-	-	-	872.702,06	0,00	62.400,00	62.400,00	1.950.000,00	2.822.702,06	
CTS GAP 33	800	161.314,50	0,5	28.299,62	150	659	1.469,00	968.071,00	50	428	461,43	197.598,17	150	370	1.401,79	518.662,30	2.651.633,01	1.583,49	62.400,00	63.983,49	1.999.484,06	4.651.117,07	
CTS GAP 34	600	120.025,61	1,0	29.679,62	-	-	-	-	50	377	461,43	173.774,54	-	-	-	-	457.723,87	3.166,99	62.400,00	65.566,99	2.048.968,44	2.506.692,31	
CTS GAP 35	600	87.007,17	-	-	150	61	1.469,00	89.609,00	-	-	-	-	-	-	-	-	249.911,88	0,00	62.400,00	62.400,00	1.950.000,00	2.199.911,88	
CTS GAP 41	1000	242.705,00	0,5	28.299,62	-	-	-	-	50	518	461,43	238.836,17	50	165	467,27	77.099,55	830.520,58	1.583,49	62.400,00	63.983,49	1.999.484,06	2.830.004,64	
CTS GAP 42	600	120.025,61	2,0	35.199,62	-	-	-	-	75	110	778,27	85.734,22	75	110	700,90	77.211,30	450.211,62	6.333,98	62.400,00	68.733,98	2.147.936,87	2.598.148,49	
CTS GAP 43	400	88.781,40	1,5	35.199,62	-	-	-	-	75	415	778,27	323.246,66	75	56	700,90	39.421,78	688.608,99	4.750,48	62.400,00	67.150,48	2.098.452,50	2.787.061,49	
CTS GAP 44	400	88.781,40	0,5	28.299,62	150	10	1.469,00	14.690,00	50	535	461,43	246.865,05	50	43	467,27	20.267,93	1.316.066,41	1.583,49	62.400,00	67.150,48	2.098.452,50	3.414.518,91	
			1,0	29.679,62	150	10	1.469,00	14.690,00	50	1.055	461,43	486.808,65						3.166,99					
CTS GAP 86	400	88.781,40	1,0	29.679,62	-	-	-	-	50	1.180	461,43	544.487,40	50	51	467,27	23.830,77	971.792,55	3.166,99	62.400,00	65.566,99	2.048.968,44	3.020.760,99	
CTS CF 5	8	104.068,76	-	-	150	593	1.469,00	871.117,00	-	-	-	-	150	16	1.401,79	22.260,43	1.411.386,35	0,00	62.400,00	62.400,00	1.950.000,00	3.361.386,35	
CTS GAP 1	400	67.344,57	-	-	150	10	1.469,00	14.690,00	-	-	-	-	-	-	-	-	116.078,92	0,00	62.400,00	62.400,00	1.950.000,00	2.066.078,92	
CTS CF 26	5	141.925,90	12,5	67.289,56	200	27	1.555,00	41.985,00	200	2.906	1095,94	3.184.801,64	-	-	-	-	13.522.809,88	39.587,37	62.400,00	101.987,37	3.187.105,31	16.709.915,19	
					300	2.879	2.126,00	6.120.754,00															
CTS CF 27	3	91.756,90	-	-	150	811	1.469,00	1.191.359,00	-	-	-	-	150	9	1.401,79	12.762,82	1.833.668,39	0,00	62.400,00	62.400,00	1.950.000,00	3.783.668,39	

Código CTS	Custo de Capital																	Custo de Operação e Manutenção					Custo Total
	(Custos Quadro 7 ou 8)		(Custos Quadro 9)		(Quadro 10)				(Quadro 11)				(Quadro 12)				Custo Total CAPEX (ver obs - inclui custos adicionais)	Anual (R\$/ano)			Valor Presente (20 anos)		
	Obras Cíveis Estrutura Central		Conjunto motor-bomba + Inst. Elétricas		Coletor gravitatório				Tubulação de recalque				Travessia					Anual (R\$/ano)					
	CTS_GAP Diâmetro GAP afluente (mm)	Custo/un. (R\$)	Potência (cv)	Custo/un. (R\$)	Diâmetro (mm)	Extensão (m)	Custo/m (R\$)	Custo (R\$)	Diâmetro (mm)	Extensão (m)	Custo/m (R\$)	Custo (R\$)	Diâmetro (mm)	Extensão (m)	Custo/m (R\$)	Custo (R\$)		(Quadro11) Energia elétrica	Contrato Padrão O&M	Custo Anual			
	CTS-CF Largura da calha (m)																						
CTS CF 28	6	186.400,74	-	-	150	66	1.469,00	96.954,00	-	-	-	-	-	-	-	-	521.278,56	0,00	62.400,00	62.400,00	1.950.000,00	2.471.278,56	
					300	40	2.126,00	85.040,00															
CTS CF 29	5	141.925,90	3,0	37.699,62	-	-	-	-	150	127	946,72	120.223,97	-	-	-	-	424.287,03	9.500,97	62.400,00	71.900,97	2.246.905,31	2.671.192,34	
CTS CF 30	12	1.018.694,34	30,0	143.621,79	500	103	2.764,00	284.692,00	300	1.485	1728,75	2.567.193,75	-	-	-	-	9.231.338,14	95.009,70	62.400,00	157.409,70	4.919.053,12	14.150.391,27	
					500	908	2.764,00	2.509.712,00															
CTS CF 31	3	91.756,90	-	-	150	584	1.469,00	857.896,00	-	-	-	-	-	-	-	-	1.343.758,85	1.583,49	62.400,00	63.983,49	1.999.484,06	3.343.242,92	
CTS CF 32	3	137.543,46	0,5	28.299,62	150	801	1.469,00	1.176.669,00	50	411	461,43	189.647,73	150	141	1.401,79	197.187,86	2.447.026,95	1.583,49	62.400,00	63.983,49	1.999.484,06	4.446.511,01	
CTS GAP 45	800	111.802,27	-	-	150	10	1.469,00	14.690,00	-	-	-	-	150	7	1.401,79	9.778,90	192.823,70	0,00	62.400,00	62.400,00	1.950.000,00	2.142.823,70	
CTS GAP 46	1500	528.665,02	0,5	28.299,62	-	-	-	-	200	1.158	1095,94	1.268.802,62	200	8	1.437,50	10.852,51	2.598.816,97	1.583,49	62.400,00	63.983,49	1.999.484,06	4.598.301,03	
CTS CF 4	3	137.543,46	1,0	29.679,62	150	83	1.469,00	121.927,00	75	534	778,27	415.596,18	75	21	700,90	14.718,90	3.470.073,88	3.166,99	62.400,00	71.900,97	2.246.905,31	5.716.979,19	
			2,0	35.199,62	150	957	1.469,00	1.405.833,00	75	375	778,27	291.851,25						6.333,98					
CTS GAP 3	1200	286.152,53	0,5	28.299,62	150	150	1.469,00	220.350,00	50	447	461,43	206.259,21	50	12	467,27	5.607,24	3.821.120,62	1.583,49	62.400,00	63.983,49	1.950.000,00	5.771.120,62	
					150	1.330	1.469,00	1.953.770,00															
CTS GAP 4	600	87.007,17	-	-	150	329	1.469,00	483.301,00	-	0	-	-	-	-	-	-	1.141.646,30	0,00	62.400,00	62.400,00	1.950.000,00	3.091.646,30	
CTS CF 6	16	379.906,62	1,0	29.679,62	-	-	-	-	100	126	606,97	76.593,54	-	-	-	-	687.944,39	3.166,99	62.400,00	65.566,99	2.048.968,44	2.736.912,83	
CTS CF 9	5	141.925,90	0,5	28.299,62	-	-	-	-	50	85	461,43	39.221,55	50	14	467,27	6.308,15	305.293,63	1.583,49	62.400,00	63.983,49	1.999.484,06	2.304.777,69	
CTS CF 19	5	78.486,01	-	-	-	-	0	0	50	4	-	-	-	-	-	-	250.326,25	0,00	62.400,00	62.400,00	1.950.000,00	2.200.326,25	
CTS CF 20	2	101.802,43	0,5	28.299,62	-	-	-	-	50	42	461,43	19.380,06	-	-	-	-	211.517,19	1.583,49	62.400,00	63.983,49	1.999.484,06	2.211.001,25	
CTS GAP 5	800	111.802,27	-	-	150	33	1.469,00	48.477,00	-	-	-	-	-	-	-	-	376.456,89	0,00	62.400,00	62.400,00	1.950.000,00	2.158.087,45	
CTS GAP 7	800	111.802,27	-	-	-	-	0	0	75	19	-	-	-	-	-	-	208.087,45	0,00	62.400,00	62.400,00	1.950.000,00	#REF!	
CTS GAP 10	600	120.025,61	1,0	29.679,62	-	-	-	-	75	69	778,27	53.436,02	-	-	-	-	287.444,87	3.166,99	62.400,00	65.566,99	2.048.968,44	2.336.413,30	
CTS GAP 11	400	67.344,57	-	-	150	20	1.469,00	29.380,00	-	-	-	-	-	-	-	-	260.748,52	0,00	62.400,00	62.400,00	1.950.000,00	2.210.748,52	

Código CTS	Custo de Capital																	Custo de Operação e Manutenção					Custo Total
	(Custos Quadro 7 ou 8)		(Custos Quadro 9)		(Quadro 10)				(Quadro 11)				(Quadro 12)				Custo Total CAPEX (ver obs - inclui custos adicionais)	Anual (R\$/ano)			Valor Presente (20 anos)		
	Obras Civas Estrutura Central		Conjunto motor-bomba + Inst. Elétricas		Coletor gravitário				Tubulação de recalque				Travessia					Anual (R\$/ano)					
	CTS_GAP Diâmetro GAP afluente (mm)	Custo/un. (R\$)	Potência (cv)	Custo/un. (R\$)	Diâmetro (mm)	Extensão (m)	Custo/m (R\$)	Custo (R\$)	Diâmetro (mm)	Extensão (m)	Custo/m (R\$)	Custo (R\$)	Diâmetro (mm)	Extensão (m)	Custo/m (R\$)	Custo (R\$)		(Quadro11) Energia elétrica	Contrato Padrão O&M	Custo Anual			
	CTS-CF Largura da calha (m)																	(Quadro11) Energia elétrica					
CTS GAP 36	1200	175.583,26	-	-	-	-	0	0	50	6	-	-	-	-	-	-	263.000,76	0,00	62.400,00	62.400,00	1.950.000,00	2.213.000,76	
CTS GAP 37	600	120.025,61	0,5	28.299,62	-	-	-	-	75	17	778,27	13.378,46	-	-	-	-	228.810,72	1.583,49	62.400,00	63.983,49	1.999.484,06	2.228.294,79	
CTS GAP 38	1000	242.705,00	0,5	28.299,62	-	-	-	-	50	43	461,43	20.026,06	-	-	-	-	411.808,42	1.583,49	62.400,00	63.983,49	1.999.484,06	2.411.292,48	
CTS CF 17	5	78.486,01	-	-	150	26	1.469,00	38.194,00	-	-	-	-	-	-	-	-	362.572,54	0,00	62.400,00	62.400,00	1.950.000,00	2.312.572,54	
CTS CF 18	6	186.400,74	-	-	150	238	1.469,00	349.622,00	-	-	-	-	-	-	-	-	758.472,18	15.834,95	62.400,00	78.234,95	2.444.842,19	3.203.314,36	
CTS CF 21	5	141.925,90	5,0	39.956,02	150	777	1.469,00	1.141.413,00	75	1.202	778,27	935.480,54	-	-	-	-	3.196.167,28	15.834,95	62.400,00	78.234,95	2.444.842,19	5.641.009,46	
CTS CF 22	5	78.486,01	-	-	150	73	1.469,00	107.237,00	-	-	-	-	-	-	-	-	329.314,38	0,00	62.400,00	62.400,00	1.950.000,00	2.279.314,38	
CTS CF 23	8	196.231,92	7,5	50.950,32	200	1.173	1.555,00	1.824.015,00	75	37	778,27	28.795,99	75	24	700,90	16.611,33	4.716.154,14	23.752,42	62.400,00	95.653,39	2.989.168,44	7.705.322,57	
			3,0	37.699,62					75	1.496	778,27	1.164.291,92	200	10	1.437,50			9.500,97					
CTS CF 24	8	196.231,92	2,0	35.199,62	150	474	1.469,00	696.306,00	75	308	778,27	239.707,16	75	9	700,90	6.076,80	3.387.878,61	6.333,98	62.400,00	68.733,98	2.147.936,87	5.535.815,49	
					150	831	1.469,00	1.220.739,00															
CTS GAP 31	800	161.314,50	0,5	28.299,62	-	-	-	-	50	1.619	461,43	747.009,03	-	-	-	-	1.325.321,75	1.583,49	62.400,00	63.983,49	1.999.484,06	3.324.805,82	
CTS GAP 39	800	111.802,27	0,0	0,00	150	411	1.469,00	603.759,00	-	-	0	0	-	-	-	-	1.012.519,20		62.400,00	62.400,00	1.950.000,00	2.962.519,20	
CTS GAP 40	600	120.025,61	0,5	28.299,62	-	-	-	-	50	368	461,43	169.940,05	-	-	-	-	450.345,38	1.583,49	62.400,00	63.983,49	1.999.484,06	2.449.829,44	
CTS CF 7	11	792.801,53	15,0	87.115,56	400	297	801.306,00	300	376	1728,75	650.010,00	400	10	2.357,15	57.926,91	3.380.661,40	47.504,85	62.400,00	47.504,85	1.484.526,56	4.865.187,97		
							801.306,00					300	20	1.767,86									
CTS CF 8	6	250.661,28	3,0	37.699,62	-	-	-	-	100	1.245	606,97	755.586,60	100	116	934,53	108.836,97	1.631.190,03	9.500,97	62.400,00	71.900,97	2.246.905,31	3.878.095,34	
CTS GAP 6	400	88.781,40	2,0	35.199,62	-	-	-	-	75	2.104	778,27	1.637.542,34	75	157	700,90	110.041,30	2.648.264,00	6.333,98	62.400,00	68.733,98	2.147.936,87	4.796.200,87	
CTS CF 12	3	91.756,90	-	-	0	0	0,00	0,00	0	0	-	-	-	-	-	-	1.233.591,20	0,00	62.400,00	62.400,00	1.950.000,00	3.183.591,20	
CTS CF 13	3	91.756,90	-	-	0	0	0,00	0,00	0	0	-	-	-	-	-	-	493.597,14	0,00	62.400,00	62.400,00	1.950.000,00	2.443.597,14	
CTS CF 14	6	250.661,28	20,0	112.459,76	-	-	-	-	200	58	1095,94	63.159,02	-	-	-	-	603.186,29	63.339,80	62.400,00	125.739,80	3.929.368,75	4.532.555,04	

Código CTS	Custo de Capital																	Custo de Operação e Manutenção					Custo Total
	(Custos Quadro 7 ou 8)		(Custos Quadro 9)		(Quadro 10)				(Quadro 11)				(Quadro 12)				Custo Total CAPEX (ver obs - inclui custos adicionais)	Anual (R\$/ano)			Valor Presente (20 anos)		
	Obras Civis Estrutura Central		Conjunto motor-bomba + Inst. Elétricas		Coletor gravitário				Tubulação de recalque				Travessia					Anual (R\$/ano)					
	CTS_GAP Diâmetro GAP afluente (mm)	Custo/un. (R\$)	Potência (cv)	Custo/un. (R\$)	Diâmetro (mm)	Extensão (m)	Custo/m (R\$)	Custo (R\$)	Diâmetro (mm)	Extensão (m)	Custo/m (R\$)	Custo (R\$)	Diâmetro (mm)	Extensão (m)	Custo/m (R\$)	Custo (R\$)		(Quadro11) Energia elétrica	Contrato Padrão O&M	Custo Anual			
	CTS-CF Largura da calha (m)																						
CTS CF 15	9	435.769,25	7,5	50.950,32	-	-	-	-	200	12	1095,94	12.964,97	-	-	-	-	707.053,62	23.752,42	62.400,00	86.152,42	2.692.263,12	3.399.316,75	
CTS CF 16	10	550.109,00	3,0	37.699,62	200	176	1.555,00	273.680,00	100	411	606,97	249.598,20	100	93	934,53	86.444,03	1.694.506,15	9.500,97	62.400,00	71.900,97	2.246.905,31	3.941.411,46	
CTS GAP 12	400	67.344,57	-	-	0	0	0,00	0,00	0	0	-	-	-	-	-	-	340.571,50	0,00	62.400,00	62.400,00	1.950.000,00	2.290.571,50	
CTS GAP 13	600	120.025,61	0,5	28.299,62	-	-	-	-	75	68	778,27	52.922,36	-	-	-	-	284.765,34	1.583,49	62.400,00	63.983,49	1.999.484,06	2.284.249,40	
CTS GAP 14	400	88.781,40	0,5	28.299,62	-	-	-	-	50	78	461,43	36.083,83	-	-	-	-	216.728,26	1.583,49	62.400,00	63.983,49	1.999.484,06	2.216.212,32	
CTS GAP 15	1000	154.064,45	-	-	0	0	0,00	0,00	0	0	-	-	-	-	-	-	267.888,44	0,00	62.400,00	62.400,00	1.950.000,00	2.217.888,44	
CTS GAP 16	600	120.025,61	0,5	28.299,62	-	-	-	-	50	3	461,43	1.199,72	-	-	-	-	211.577,80	1.583,49	62.400,00	63.983,49	1.999.484,06	2.211.061,86	
CTS GAP 17	1000	154.064,45	-	-	0	0	0,00	0,00	0	0	-	-	-	-	-	-	257.495,26	0,00	62.400,00	62.400,00	1.950.000,00	2.207.495,26	
CTS GAP 18	400	67.344,57	-	-	0	0	0,00	0,00	0	0	-	-	-	-	-	-	269.897,91	0,00	62.400,00	62.400,00	1.950.000,00	2.219.897,91	
CTS GAP 19	600	87.007,17	-	-	0	0	0,00	0,00	0	0	-	-	-	-	-	-	193.788,74	0,00	62.400,00	62.400,00	1.950.000,00	2.143.788,74	
CTS GAP 20	600	120.025,61	0,5	28.299,62	-	-	-	-	75	26	778,27	20.235,02	-	-	-	-	238.512,75	1.583,49	62.400,00	63.983,49	1.999.484,06	2.237.996,82	
CTS GAP 21	600	120.025,61	0,5	28.299,62	-	-	-	-	75	10	778,27	7.471,39	-	-	-	-	220.452,22	1.583,49	62.400,00	63.983,49	1.999.484,06	2.219.936,28	
CTS GAP 22	600	120.025,61	0,5	28.299,62	-	-	-	-	50	15	461,43	6.902,99	-	-	-	-	219.647,94	1.583,49	62.400,00	63.983,49	1.999.484,06	2.219.132,00	
CTS GAP 23	400	88.781,40	0,5	28.299,62	-	-	-	-	50	250	461,43	115.357,50	50	25	467,27	11.681,75	345.430,18	1.583,49	62.400,00	63.983,49	1.999.484,06	2.344.914,24	
CTS GAP 24	400	67.344,57	-	-	0	0	0,00	0,00	0	0	-	-	-	-	-	-	155.572,98	0,00	62.400,00	62.400,00	1.950.000,00	2.105.572,98	
CTS GAP 25	800	111.802,27	-	-	0	0	0,00	0,00	0	0	-	-	-	-	-	-	228.873,80	0,00	62.400,00	62.400,00	1.950.000,00	2.178.873,80	
CTS GAP 26	600	120.025,61	0,5	28.299,62	-	-	-	-	75	96	778,27	74.496,00	75	33	700,90	23.269,88	348.218,93	1.583,49	62.400,00	63.983,49	1.999.484,06	2.347.702,99	
CTS GAP 27	600	120.025,61	2,0	35.199,62	-	-	-	-	100	488	606,97	295.934,29	100	17	934,53	15.887,01	660.870,84	6.333,98	62.400,00	68.733,98	2.147.936,87	2.808.807,72	
CTS GAP 28	400	88.781,40	1,0	29.679,62	-	-	-	-	50	572	461,43	263.937,96	-	-	-	-	541.094,56	3.166,99	62.400,00	65.566,99	2.048.968,44	2.590.062,99	

Código CTS	Custo de Capital																	Custo de Operação e Manutenção				Custo Total
	(Custos Quadro 7 ou 8)		(Custos Quadro 9)		(Quadro 10)				(Quadro 11)				(Quadro 12)				Custo Total CAPEX (ver obs - inclui custos adicionais)	Anual (R\$/ano)			Valor Presente (20 anos)	
	Obras Cíveis Estrutura Central		Conjunto motor-bomba + Inst. Elétricas		Coletor gravitário				Tubulação de recalque				Travessia					Anual (R\$/ano)				
	CTS_GAP Diâmetro GAP afluente (mm)	Custo/un. (R\$)	Potência (cv)	Custo/un. (R\$)	Diâmetro (mm)	Extensão (m)	Custo/m (R\$)	Custo (R\$)	Diâmetro (mm)	Extensão (m)	Custo/m (R\$)	Custo (R\$)	Diâmetro (mm)	Extensão (m)	Custo/m (R\$)	Custo (R\$)		(Quadro11) Energia elétrica	Contrato Padrão O&M	Custo Anual		
	CTS-CF Largura da calha (m)																					
CTS GAP 29	400	88.781,40	0,5	28.299,62	-	-	-	-	50	162	461,43	74.751,66	50	17	467,27	7.943,59	282.683,42	1.583,49	62.400,00	63.983,49	1.999.484,06	2.282.167,48
CTS CF 2	10	550.109,00	12,5	67.289,56	-	-	-	-	200	470	1095,94	515.267,15	200	33	1.437,50	46.718,82	1.668.829,11	39.587,37	62.400,00	101.987,37	3.187.105,31	4.855.934,42
CTS CF 3	3	137.543,46	1,0	29.679,62	-	-	-	-	50	120	461,43	55.417,74	50	53	467,27	24.531,68	349.749,08	3.166,99	62.400,00	65.566,99	2.048.968,44	2.398.717,52
CTS GAP 2	600	120.025,61	3,0	37.699,62	300	49	2.126,00	104.174,00	200	621	1095,94	680.578,74	-	-	-	-	2.207.135,35	9.501,0	62.400,00	71.900,97	2.246.905,31	4.454.040,66
					200	397	1.555,00	617.335,00														

14. Tecnologia de tratamento de águas superficiais poluídas in situ – remediação físico-química e biológica

O controle da poluição das águas superficiais é exercido a partir de ações que minimizem a geração dos efluentes e o lançamento de cargas brutas de poluentes nos corpos d’água. Depende da identificação e da caracterização das fontes de poluição no sentido da adoção da estratégia das ações e da respectiva tecnologia a ser empregada. Ações de controle obedecem ao que determina o licenciamento ambiental de uma dada atividade poluidora e cabem ao responsável pelo respectivo empreendimento. Em última análise, sob o ponto de vista semântico, controlar a poluição das águas significa evitar ou impedir a causa do problema.

Por outro lado, remediar a poluição consiste em implementar procedimentos e técnicas que objetivam a melhoria da qualidade de ambientes já poluídos e comprometidos sob o ponto de vista de sua utilização. Ações de remediação objetivam reverter o efeito da poluição e o problema ambiental, e por não evitar a causa em sua origem, não consistem em ações de controle da poluição.

As propriedades físico-químicas dos esgotos sanitários o tornam a mais importante das fontes de poluição das águas superficiais, uma vez que a quantidade com que os mesmos são gerados é proporcional ao adensamento populacional. A infraestrutura de saneamento ambiental da grande maioria das cidades brasileiras não foi capaz de acompanhar as demandas exercidas, tanto pelo crescimento populacional como pela própria expansão do território urbano. Em decorrência, é notória a evolução temporal do processo de degradação da qualidade ambiental das bacias hidrográficas urbanas, sendo a poluição das águas principalmente devida ao aporte continuado de esgotos sanitários não tratados.

A importância sanitária e ambiental da infra-estrutura urbana de saneamento desperta na sociedade uma preocupação muito intensa e pungente, principalmente pelos efeitos diretos e imediatos que sua ineficiência é capaz de causar: doenças de saúde pública têm a água como o veículo transmissor de seus agentes infecciosos, e o próprio desenvolvimento econômico e social depende da garantia da qualidade ambiental requerida pelos diferentes usos praticados nos cursos d’água.

Este contexto é o que justifica as cidades deverem ser dotadas de sistemas públicos e coletivos de esgotamento sanitário, constituídos por (i) coletores públicos enterrados ao longo dos logradouros e aos quais são interligados os esgotos dos domicílios e demais edificações; (ii) pelas estações elevatórias e de bombeamento, as quais permitem a reunião dos esgotos gerados por diferentes bacias de esgotamento sanitário e a constituição de sistemas com maior área de maior abrangência; (iii) pelo elemento central de transporte dos esgotos então reunidos, no sentido da Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) – denominado coletor-tronco ou coletor principal; (iv) pela própria ETE que serve a todas as bacias de esgotamento sanitário que compõem aquele sistema de esgotamento sanitário; e finalmente, (v) pelo corpo hídrico que receberá, diluirá e assimilará o efluente final tratado na ETE.

Enquanto sistemas de engenharia que visam o impedimento do lançamento de cargas brutas de poluentes presentes nos esgotos sanitários, controlar a poluição das águas superficiais urbanas sempre dependerá da adequada operação dos sistemas públicos e coletivos de esgotamento sanitário.

A sustentabilidade do processo de reversão do comprometimento ambiental das bacias hidrográficas urbanas depende do controle da poluição por esgotos sanitários e, por conseguinte, dos sistemas de esgotamento sanitário. Toda e qualquer iniciativa que vise melhorar a qualidade dos cursos d’água urbanos, mas não signifique investimentos para a expansão e a melhoria da infraestrutura urbana de esgotamento sanitário, são caracterizadas por ações de remediação e que visam a reversão do efeito e não da causa do problema.

Remediar os efeitos da poluição por esgotos sanitários sem o devido controle das fontes de poluição não consiste em estratégia sustentável sob o ponto de vista ambiental, social e econômico. Toda e qualquer cidade dos países de maior grau de desenvolvimento obedece a lógica estratégia de dotar o espaço urbano de eficiente infraestrutura de esgotamento sanitário e assim, por essa razão, consequentemente, não apresentam coleções de águas superficiais poluídas e comprometidas ambientalmente.

Principalmente dedicada para a reversão do comprometimento ambiental do solo e da água subterrânea, a aplicação de técnicas de remediação da poluição encontra-se já estabelecida. Não obstante, notadamente em países ainda em desenvolvimento, tais como a China, a Índia e o próprio Brasil, verifica-se iniciativas pontuais de emprego de técnicas de remediação para a melhoria da qualidade ambiental de bacias hidrográficas urbanas desprovidas de eficiente infraestrutura de esgotamento sanitário.

Fruto de inovação da engenharia nacional, a tecnologia de tratamento de deflúvios poluídos e contaminados por meio de processo de flotação por ar dissolvido, denominada Unidade de Tratamento de Rio (UTR) ou Estação de Flotação FLOTFLUX® - DT Engenharia, enquadra-se como uma técnica de remediação da poluição de águas superficiais.

No sentido da melhor discussão sobre a aplicabilidade da tecnologia Flotação FLOTFLUX® - DT Engenharia para o caso da bacia drenante da Barra da Tijuca e Baixada de Jacarepaguá, o presente documento contempla, inicialmente, breve discussão sobre a tecnologia de remediação de águas superficiais urbanas, a qual pode ser classificada de acordo com a natureza da técnica em processos físicos, químicos e biológicos, como descreve o Quadro 15 seguinte.

Quadro 15: Classificação da tecnologia de remediação in situ de águas superficiais urbanas

Físico
a) Aeração
b) Desvio do curso d’água
c) Dragagem de sedimentos
Químico
d) Flotação físico-química
e) Adsorção e sedimentação
Biológico
f) Fitorremediação por ação de plantas aquáticas
g) Biorremediação por ação de animais aquáticos
h) Biorremediação por ação de microrganismos

a) Aeração

A técnica de aeração objetiva a transferência de massa de oxigênio do ar atmosférico para a coluna d'água, provendo a concentração de oxigênio dissolvido requerida para o equilíbrio ambiental. Trata-se de uma técnica de reposição da massa de oxigênio demandada por microrganismos aeróbios no processo bioquímico de estabilização da matéria orgânica e nitrogenada. Em princípio, ainda que possa ser considerada uma técnica simples, sua aplicação depende das condições morfológicas do curso d'água, das características quantitativas e qualitativas da fonte de poluição e dos requisitos de melhoria da qualidade da água. O sistema de aeração pode ser do tipo fixo ou móvel. Em qualquer caso, consiste em equipamento energo intensivo.

b) Desvio do curso d'água

Consiste em captar e transferir parcela da vazão da calha fluvial para uma planta de tratamento. Na cidade, a infraestrutura do sistema de esgotamento sanitário serve ao propósito da estratégia. A derivação de parcela da vazão fluvial ocorre através de uma estrutura típica de captação em tempo seco.

c) Dragagem de sedimentos

Consiste na remoção de sedimentos contaminados das camadas mais inferiores dos leitos dos corpos d'água e cuja dissolução contribui para o comprometimento da qualidade da água superficial. Intervenções para dragagem de corpos d'água contaminados obedecem rigoroso planejamento, incluindo a destinação final do material dragado de acordo com o que estabelece a legislação. A ressuspensão de sedimentos deve ser evitada com o emprego de métodos de dragagem mais eficientes.

d) Flotação físico-química

Por se tratar do processo empregado pela tecnologia Flotação FLOTFLUX® - DT Engenharia, e cuja avaliação técnica e econômica é objeto do presente trabalho, o item 13.2 a seguir o discute de forma mais ampla.

e) Adsorção e sedimentação

Consiste no emprego de material mineral ionicamente modificado com capacidade de atuar diretamente na adsorção de íons de ortofosfato (PO₄). Por exemplo, o produto Phoslock® é resultado da modificação iônica da argila bentonita por meio da adição do elemento lantânio (La⁺³), terra rara que possui elevada especificidade iônica por íons de ortofosfato (PO₄-3). Após a aplicação sobre a superfície do corpo d'água, a partir da estabilidade iônica do complexo e da sedimentação da argila, forma-se uma fina camada de partículas de 1 a 2 mm junto ao fundo, constituída de material inorgânico e orgânico. A adsorção de fósforo ocorre de forma contínua até a saturação dos sítios de ligação da argila e a colmatação do material sedimentado.

f) Fitorremediação por ação de plantas aquáticas

Espécies de plantas aquáticas apresentam forte tolerância a poluentes e capacidade de fixá-los. A estrutura do ambiente de fitorremediação induz a sedimentação, filtração e a adsorção de poluentes, e ainda a absorção de C e N por meio do metabolismo de organismos decompositores e a absorção radicular de N, P e microelementos, inclusive metais. Neste contexto, destacam-se as macrófitas do tipo aguapé (Eichhornia crassipes) e o alface-d'água (Pistia stratiotes), bem como o *watermilfoil* (Myriophyllum verticillatum), *pondweed* (Potamogeton spp.), junco comum (Phragmites communis), *Typha*

(*Typha latifolia*), *duckweed* (Lemna gibba) e canna (Canna indica). As técnicas de fitorremediação distinguem-se em função da estratégia de aplicação adotada, podendo ocorrer em ambientes naturais ou construídos, na forma de sistemas de leito flutuante ou submersos ou de áreas úmidas construídas (wetland ou jardins filtrantes). Por se tratar de sistemas naturais, técnicas de fitorremediação de cursos d'água poluídos oferecem limitação de desempenho em função da dificuldade de controle de parâmetros do processo, tais como o tempo de detenção hidráulica (TDH) e as taxas de aplicação hidráulica e de carga de poluentes.

g) Biorremediação por ação de animais aquáticos

Peixes, moluscos, caramujos e outros crustáceos, animais aquáticos que se alimentam filtrando a água, têm um efeito sobre a remoção de nutrientes de corpos hídricos eutrofizados. Dentre estes, a carpa prateada (*Hypophthalmichthys molitrix*) é capaz de filtrar partículas com dimensões maiores que 10 µm, incluindo zooplâncton e fitoplâncton.

h) Biorremediação por ação de microrganismos

Consiste no uso de bactérias e fungos capazes de decompor, transformar e absorver poluentes ambientais em formas menos tóxicas. A dosagem microbiana emprega consórcios isolados do sítio nativo, cultivados a granel e aplicados diretamente sobre o curso d'água. Em geral, a técnica da dosagem não requer qualquer alteração física do corpo d'água sob intervenção, perfazendo procedimento de fácil operação. Após ativação natural, microrganismos se reproduzem via distintas rotas bioquímicas, na presença ou ausência de oxigênio. Grupos microbianos são apropriados para a remoção de poluentes específicos, notadamente para a estabilização da matéria orgânica carbonácea e nutrientes. Além da dosagem microbiana, a tecnologia de biorremediação vem mais recentemente se desenvolvendo com base no emprego de estruturas de biofilmes.

14.1. Princípios da tecnologia de flotação por ar dissolvido

A flotação é uma operação unitária que consiste na clarificação do efluente por meio da separação de suas fases líquida e sólida. Este processo físico é decorrente da incorporação de partículas de gás (usualmente ar) na composição do floco, garantindo a redução da sua massa específica e consequente ascensão na fase líquida (FERREIRA FILHO. 2017). No tratamento de esgotos essa tecnologia é utilizada não só para remover material em suspensão, mas também para concentrar lodo (METCALF & EDDY. 2014). A flotação se mostra muito eficiente para remoção de partículas em suspensão mais finas, tais como biomassa algal, plânctons e sais dissolvidos (artigo DT). Para que a separação dos sólidos seja eficiente é recomendável que a flotação esteja associada a processos e operações unitárias prévios, tais como a coagulação e a floculação.

Na coagulação procede-se a desestabilização eletrostática das partículas por meio da aplicação de produto químico coagulante. Dentre os produtos mais utilizados para esta função destacam-se os sais de alumínio e de ferro. Atualmente também assumem destaque os polímeros orgânicos, cuja biodegradabilidade apresenta-se como característica importante no posterior manejo do lodo removido da unidade de flotação (METCALF & EDDY. 2014). Já a floculação, etapa em que a suspensão particulada assume maior diâmetro específico, deve ser procedida sob baixa agitação, favorecendo a colisão e aglutinação das partículas sem que haja ruptura (artigo DT).

A flotação pode ocorrer por (i) introdução de ar dissolvido sob pressão; ou pela (ii) incorporação de ar disperso na atmosfera. No primeiro caso, a flotação por ar dissolvido (FAD) consiste na introdução de bolhas finas de ar na massa líquida sob pressão superior à atmosférica (275 a 350 kPa). Assim, a floculação pode ocorrer no tanque de flotação, compartilhando os efeitos da injeção de ar e sua incorporação ao flocos. A Figura 64 apresenta esquematicamente um sistema FAD, em que se destaca a injeção conjunta do produto químico coagulante e o ar dissolvido; e a recirculação do efluente decantado e pressurização apenas do fluxo recirculado. Em ambos os casos se observa a inexistência de unidade específica de floculação (METCALF & EDDY, 2014).

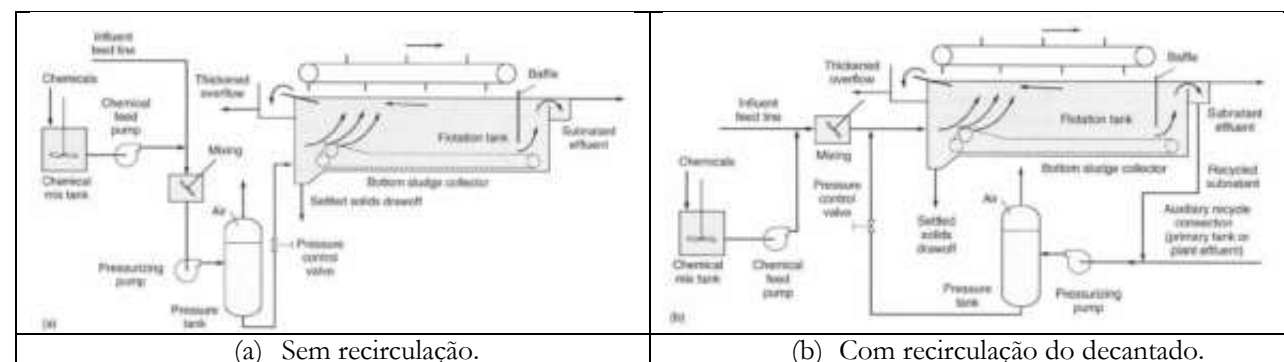


Figura 64: Esquema simplificado de um sistema de flotação por ar dissolvido - FAD (Fonte: METCALF & EDDY, 2014)

Na operação do sistema de flotação com recirculação, parte da água clarificada decantada retorna para uma câmara de saturação/pressurização onde será injetado ar com auxílio de compressor. A vazão de reciclo saturada de gás e sob pressão superior à atmosférica é então introduzida na unidade de flotação, procedendo a transferência de ar para a massa líquida afluente a este tanque. O controle da pressão na vazão de reciclo garante a formação de microbolhas, mais adequadas para este processo de separação (FERREIRA FILHO, 2017).. A vazão de recirculação pode variar entre 15% e 120% METCALF & EDDY, 2014)..

Na flotação por ar disperso, a introdução de ar acontece pelo revolvimento mecânico da massa líquida. Neste caso, sua aplicação é mais indicada para separação de emulsões oleosas, o que limita seu emprego na clarificação de esgotos domésticos. Este conceito de flotação, como ilustra a Figura 65, apresenta como vantagem a implantação de unidades compactas com baixo custo de investimento/capital. No entanto, demandam muita energia e não garantem a adequada floculação da água. A flotação por ar disperso acumula mais espuma no seu lodo (3 a 7%) quando comparado ao sistema FAD (<1%) (METCALF & EDDY, 2014).

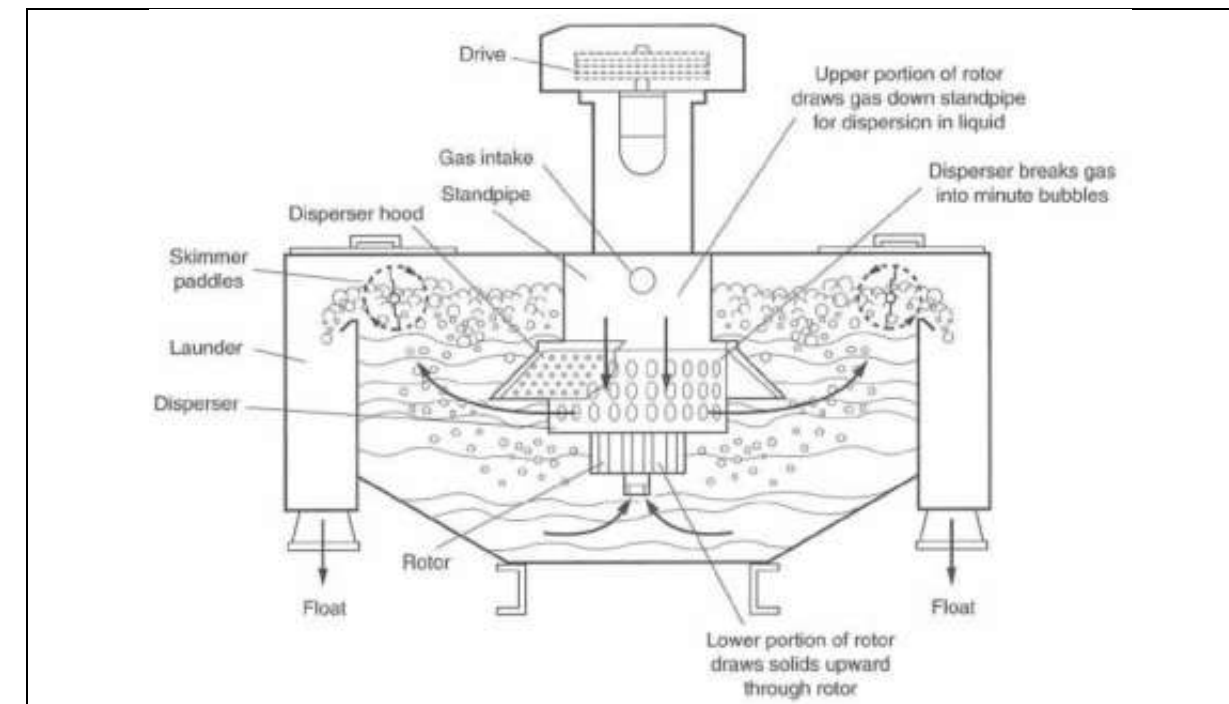


Figura 65: Esquema simplificado de um sistema de flotação por ar disperso (Fonte: METCALF & EDDY, 2014)

Em ambas as situações, a remoção do lodo formado pela acumulação dos flocos na superfície do tanque deve ser procedida periodicamente com o auxílio de raspadores superficiais. No caso dos sistemas FAD, o lodo flotado pode apresentar teor de sólidos entre 3% e 5%, característica que otimiza as etapas de desidratação deste resíduo (FERREIRA FILHO, 2017).

14.2. Tecnologia FLOTFLUX® - DT Engenharia

As primeiras aplicações da tecnologia de flotação em fluxo, doravante denominadas Unidades de Tratamento de Rio (UTR) datam de 1998 e tiveram como objetivo atender a demanda emergencial do município de Guarujá, em São Paulo, em que a balneabilidade da praia da Enseada era comprometida devido ao lançamento de esgotos através de canais de drenagem, condição que era ainda agravada no período de veraneio. A idéia e o conceito inovadores foram posteriormente extrapolados para a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), com a implantação da Estação de Flotação e Remoção de Flutuantes (EFRF) do Parque do Ibirapuera (OLIVEIRA *et al.* 2001)..

14.2.1. Arranjo geral

A tecnologia de tratamento FLOTFLUX® associa, de modo sequencial e em fluxo, as técnicas de floculação e flotação em canais e rios, permitindo sua adequação ao regime hidráulico local e às condições ambientais variadas. Suas unidades contemplam 4 etapas: (i) tratamento preliminar para retenção de resíduos sólidos arrastados pelo fluxo da água; (ii) coagulação e floculação, com injeção de produtos químicos; (iii) flotação com auxílio de microaeração da massa líquida; e (iv) remoção e transporte do lodo flotado (OLIVEIRA *et al.* 2001). A Figura 66 apresenta os fluxogramas FLOTFLUX® das estações implantadas nos córregos Ressaca e Sarandí (Belo Horizonte/MG) e no rio Pinheiros (São Paulo/SP) (COUTINHO, 2007 e FCTH).

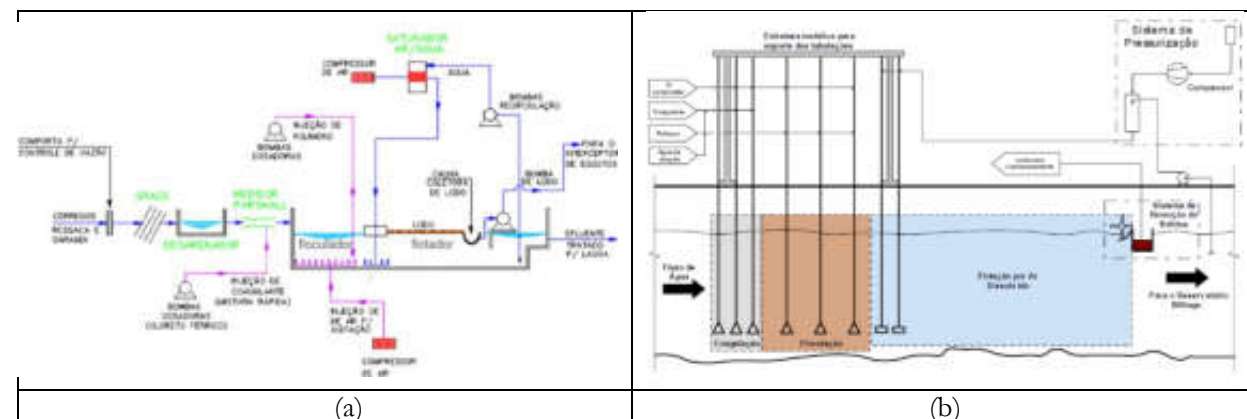


Figura 66: Fluxo operacional das unidades FLOTFLUX® nos (a) córregos Ressaca e Sarandi/MG e; (b) das estações do rio Pinheiros/SP. Fonte: FCTH

Deve-se destacar destas figuras esquemáticas alguns equipamentos imprescindíveis para a operação da unidade de tratamento: controle de vazão afluente à estação; bombas dosadoras para injeção de coagulante e polímero; compressor de ar para promover a floculação por borbulhamento; bombas para recirculação de parte do decantado e para remoção de lodo flotado; sistema de pressurização composto por compressor de ar e câmara para saturação da água recirculada. A funcionalidade destas estruturas está descrita nas etapas apresentadas a seguir.

14.2.2. Tratamento Preliminar

A primeira etapa de tratamento contempla as unidades de desarenação e de gradeamento. A caixa de areia tem a função é remover sólidos minerais pesados. Já o sistema de gradeamento, instalado após a caixa de areia e precedendo a unidade de tratamento, tem por objetivo a retenção de resíduos usualmente carregados pelo curso d'água. A composição das grades deve considerar estrutura de limpeza mecanizada para garantir seu bom desempenho (OLIVEIRA *et al.* 2001). O material sólido retido nesta etapa é usualmente acondicionado em caçambas e encaminhado para o aterro sanitário COUTINHO, 2007).

14.2.3. Coagulação e Floculação

Numa primeira fase a adição de coagulante cumpre a função de desestabilizar as partículas para permitir a floculação subsequente, além de promover reações de absorção e co-precipitação de espécies químicas dissolvidas presentes na água bruta (OLIVEIRA *et al.* 2001).

A dispersão do produto químico pode ser promovida pela condição de mistura rápida observada em algumas estruturas hidráulicas, como é o caso da calha Parshall, ou pela injeção de bolhas grossas por ar comprimido. Essa operação ocorre a uma profundidade de 1.0 m com auxílio de mangueiras fixadas em estrutura metálica, conforme ilustra a Figura 67.

A unidade de tratamento deve, portanto, prever área para estocagem e preparo de produtos químicos, usualmente sulfato de alumínio ou cloreto férrico, e dos polímeros utilizados como auxiliares na floculação (OLIVEIRA *et al.* 2001).. O

espaço deve considerar a estimativa de dosagem do produto químico, obtida em ensaios laboratoriais, o tempo de funcionamento diário da UTR e a frequência de abastecimento dos produtos químicos utilizados.

Após a coagulação deve-se proceder a floculação, etapa que é otimizada a formação de flocos robustos/resistentes por meio da adequada agitação (mistura lenta) e do emprego de polímeros. A agitação assume intensidade inferior à etapa anterior, possibilitada pela injeção de ar comprimido sob menor pressão. As condições operacionais que devem ser observadas na floculação são: velocidade horizontal de escoamento que minimize a deposição ou quebra dos aglomerados formados; e tempo de floculação entre 20 e 40 minutos (FCTH)..



Figura 67: Unidades para adição de produtos químicos coagulantes e polímeros na (a) Coagulação - mistura rápida - e (b) Floculação - mistura lenta. Fonte: FCTH

14.2.4. Flotação por Ar Dissolvido - FAD

O processo de flotação é garantido pela injeção de uma corrente de água saturada com ar. A água clarificada no processo de tratamento (10 a 15% da vazão da unidade) é utilizada na saturação, que ocorre sob pressão entre 400 e 500 kPa em uma câmara hiperbárica. Posteriormente, essa corrente de água saturada é distribuída no fundo e ao longo de toda a extensão do canal por meio de mangueiras dotadas de válvulas redutoras de pressão em suas extremidades (Figura 68).

Para obtenção de uma mistura ar/água com taxa de 70% de saturação, a vazão de ar comprimido requerida varia entre 15 NL e 50 NL para cada m³ de água saturada. A tecnologia FLOTFLUX® adota 5.5% da vazão máxima de tratamento como taxa para dimensionamento do equipamento de ar comprimido especificado para a função de flotação (COUTINHO, 2007).

Quando a pressão da corrente saturada é reduzida para a pressão atmosférica no tanque de flotação, o ar que estava dissolvido converte-se em microbolhas e cujo o movimento ascensional, intercepta e adere aos flocos formados na etapa anterior, tornando-os mais leves que a água (FCTH). A recomendação é a de que o tamanho das microbolhas produzidas varie de 40 a 70 µm (COUTINHO, 2007). Este fenômeno, característico da flotação, permite a formação de uma massa com consistência homogênea junto a superfície da água, a qual pode ser então removida com auxílio de equipamento de

dragagem de superfície ou de raspadores mecanizados (Figura 68), garantindo qualidade ao efluente clarificado (OLIVEIRA *et al.*, 2001).



Figura 68: Etapa de flotação da água floculada. caracterizada pela (a) Injeção de ar dissolvido. e (b) Remoção do lodo flotado. Fonte: FCTH

O lodo removido requer manejo e destinação final adequados, os quais podem considerar sua incorporação ao esgoto sanitário através do seu lançamento no sistema público e coletivo mais próximo e adequado ao seu recebimento (OLIVEIRA *et al.* 2001). Quando esta solução não for viável, deve-se prever unidades *in situ* para o condicionamento do resíduo, contemplando etapas de adensamento e desidratação. O lodo adensado pode ser centrifugado, alcançando teor de sólidos (TS) de até 25%. Neste caso, o descarte do lodo deve ser feito em área autorizada para seu recebimento, garantindo condições ambientais apropriadas (FCTH).

Por fim, e com base no trabalho de pesquisa de Coutinho (2007), apresenta-se no Quadro 16 uma síntese dos parâmetros de projeto recomendados para sistemas de flotação por ar dissolvido.

Quadro 16: Parâmetros recomendados para projetos de sistemas de flotação por ar dissolvido – FAD

Parâmetro		Valor	Aplicação
Pressão (kPa)		200 a 480 ^{1. 2. 3}	Esgoto
		300 a 500 ⁵	Água
		250 a 500 ⁶	Água
		400 a 600 ^{7. 8}	Efluentes de reatores / Água
		275 a 350 ⁴	Esgoto
		550 ⁹	Águas pluviais
Razão de recirculação (%)		500 ¹⁰	Água
		30 ¹	Esgoto
		15 ⁴	Esgoto
		20 ¹¹	Efluentes de reatores
		10 a 20 ¹²	Efluentes de reatores
Relação ar / sólido	kg de ar / kg SS	0.005 a 0.10 ^{1. 2. 3}	Esgoto
	g de ar / m³ tratado	7 a 6 ^{6. 13}	Água
	% volume tratado	2 a 3 ⁴	Esgoto
	% volume tratado	2.5 ⁹	Águas pluviais
Taxa de escoamento superficial (m³/m².dia)		235 ¹	Esgoto

Tempo de detenção no flotador (min)	100 a 300 ⁶	Água
	70 a 375 ¹¹	Efluentes de reatores
	195 ¹²	Efluentes de reatores
	30 ^{1. 2}	Esgoto
	10 a 20 ⁶	Água
	15 a 60 ¹⁴	Esgoto

Fonte: adaptado de COUTINHO (2007). ¹ Dick (1972); ² Ramalho (1977); ³ EPA (1975); ⁴ METCALF & EDDY (1991); ⁵ Mouchet (1986); ⁶ Di Bernardo (1993); ⁷ Jurgensen e Richiter (2001); ⁸ Edzwald e Walsh (1999); ⁹ Lainé *et al.* (1998); ¹⁰ de Rijk *et al.* (1999); ¹¹ Aisse *et al.* (2001); ¹² Pinto Filho e Brandão (2000); ¹³ Zabel (1982); ¹⁴ Reali *et al.* (1998).

14.3.Desempenho da tecnologia FLOTFLUX®

A tecnologia FLOTFLUX® se apresenta como adequada para obtenção de elevada eficiência na remoção de fósforo total (P-t), sólidos em suspensão totais (SST), Cor e Turbidez. O Quadro 17 compila os dados de desempenho estimado para o processo FLOTFLUX®, de acordo com GAMBI e OTHON (2013).

Quadro 17: Desempenho estimado para o sistema FLOTFLUX®

Parâmetros	Desempenho Estimado
DBO	70% - 75%
DQO	65% - 70%
Fósforo Total – Pt	90%
Coliformes Totais – CT	99%
Coliformes Termotolerantes - CF	99%
Óleos e Graxas – O&G	75% - 85%
Sólidos Suspensos Totais - SST	90% - 95%
Turbidez	90% - 95%
Cor	90% - 95%
Nitrogênio Orgânico - NO	50% - 60%
Nitrogênio Amoniacal – NH ₃	50% ¹

Fonte: adaptado de GAMBI e OTHON (2013)

O Quadro 18 resume resultados relatados por COUTINHO (2007) para a operação das EFRFs Pampulha em Belo Horizonte, e Ibirapuera e Aclimação em São Paulo. No caso da EFRF Pampulha observa-se alcance limitado do desempenho de remoção de SST, P-t, NH₃, Turbidez em relação ao que fora estabelecido como meta de projeto. Segundo o autor, os resultados sofrem interferência de condições operacionais locais, destacando a flutuação das vazões afluentes e o impacto da mesma sobre os tempos de detenção e taxas de aplicação superficial das unidades de floculação e flotação.

Quadro 18: Desempenho médio das EFRFs Pampulha/MG, Ibirapuera/SP e Aclimação/SP

Parâmetro	EFRF Pampulha ¹				EFRF SP	
	Concentração Média		Remoção Média (%)		Remoção Média (%)	
	Unidade	Efluente	Meta de Projeto	Efetiva	Ibirapuera ²	Aclimação ³
DBO	mg/L	8	70	71	62	80
DQO	mg/L	25	65	65	64	79
P-t	mg/L	0,3	95	74	97	97
SST	mg/L	14	92	70	92	93
Turbidez	uT	8	92	72	92	93
NH ₃	mg/L	11	20	8	-	32

Fonte: adaptado de COUTINHO (2007). ¹entre Julho/2003 e Fevereiro/2006. ²Janeiro/2001. ³entre Janeiro/2001 e Junho/2001.

Com base em levantamento efetuado pela COPASA, empresa responsável pela prestação de serviços de esgotamento sanitário de Belo Horizonte e que também opera a ETRF Pampulha, COUTINHO (2007) relata o custo médio operacional da tecnologia como equivalente a R\$ 0.28/m³ de efluente tratado (ano de 2017) e o compara aos custos operacionais das ETE Arrudas (lodos ativados convencional) e Onça (UASB + filtro biológico percolador), de respectivamente R\$ 0.18/m³ e R\$ 0.10/m³. Ao analisar o custo médio operacional por unidade de remoção de carga orgânica, os resultados apontam para o elevado valor da ETRF Pampulha, de R\$ 9.46/kgDBO removida, bem superior aos valores de R\$ 0,86/kgDBO e R\$ 0,47/kg DBO praticados respectivamente pelas ETE Arrudas e Onça.

14.3.1. Avaliação das UTR da cidade do Rio de Janeiro

O avaliação considera UTR instaladas no município do Rio de Janeiro, a saber: Arroio Fundo (1.800 L/s), Flamengo (300 L/s), São Conrado (325 L/s) e Guaratiba (7, L/s). As informações referem-se ao ano de 2017 e foram disponibilizadas pela operadora das unidades e pelo órgão de controle ambiental do Estado do Rio de Janeiro (INEA). A avaliação encontra-se dividida em 3 etapas: (a) Desempenho, em que se discute a performance das UTR na remoção dos parâmetros DBO, Fósforo total (P-t) e Nitrogênio Amoniacal (NH₃); (b) Operacional, considerando a geração de resíduos, o consumo de energia elétrica e de produtos químicos, e o índice de continuidade operacional das unidades; e (c) Qualidade Ambiental, em que se verifica o real impacto da operação da UTR Arroio Fundo sobre a qualidade do curso d’água, com base em informações do programa de monitoramento do INEA.

a) Avaliação de Desempenho das UTRs

O desempenho das UTR foi avaliado com base nos resultados de monitoramento das amostras brutas e tratadas de cada unidade, e cujos resultados das concentrações médias são apresentadas no Quadro 19. As análises estatísticas e histogramas temporais de qualidade afluente e efluente, individualizados por UTR, são apresentadas nas Figuras 69, 70 e 71.

Quadro 19: Dados médios de qualidade dos afluentes e efluentes das UTRs* do Rio de Janeiro – 2017

Parâmetro (mg/L)	ARROIO FUNDO		FLAMENGO		SÃO CONRADO	
	Bruto	Tratado	Bruto	Tratado	Bruto	Tratado
DBO	155	8	71	4	576	20
Fósforo Total (P-t)	4,4	0,3	2,6	0,2	12,7	0,3
Nitrogênio (NH ₃)	23	14	12	5,0	47	15

* Informações não disponíveis para a UTR Guaratiba

Com base nestes resultados, pode-se ponderar da seguinte forma sobre o desempenho das UTR:

▪ Arroio Fundo (Figura 69): A DBO bruta foi maior e mais variável no período de estiagem (de Abril a Setembro), consequência natural da redução da capacidade de diluição do corpo hídrico. A concentração de Fósforo total na água bruta foi similar ao longo do ano, sofrendo maior variação em torno da mediana no período chuvoso (de Outubro a Março). Já o parâmetro Nitrogênio Amoniacal não sofreu elevada variação no período analisado;

▪ Flamengo (Figura 70): A DBO bruta foi um pouco superior na estiagem, mas sem apresentar grande desvio em relação à média anual. Diferentemente do Arroio Fundo, este corpo hídrico apresentou maior concentração de Fósforo durante a estiagem (de Abril a Setembro), mas sem variações representativas em torno da mediana. Já a concentração de Nitrogênio Amoniacal foi inferior ao observado na UTR Arroio Fundo, mas com elevada variação no período chuvoso (de Outubro a Março). Considerados os parâmetros aqui analisados, destaca-se que este corpo hídrico apresenta qualidade tipicamente mais diluída daquela observada nos outros rios. Tal observação pode ser decorrente da maior eficiência da infraestrutura de esgotamento sanitário da região, e da menor presença de efluentes sanitários no afluente à UTR Flamengo;

▪ São Conrado (Figura 71): O comportamento da DBO bruta foi similar às demais UTRs - mais elevada e variável na estiagem (de Abril a Setembro). Este mesmo comportamento foi identificado para P-t, enquanto que as concentrações de NH₃ foram similares durante todo o ano avaliado; e

Como característica comum a todas as UTR, as águas brutas apresentaram elevada variação entre valores máximos e mínimos de DBO. Essa variação precisa ser considerada como dado de controle operacional, uma vez que o tratamento físico-químico prescinde de ajuste de dosagem para garantir a manutenção do desempenho desejado.

Como mostram os gráficos da Figura 72, os efluentes tratados apresentaram comportamento indistintamente similar: independente da qualidade do afluente, as unidades de tratamento garantiram baixas concentrações médias de DBO (< 20.1 mg/L) e P-t (< 0.3 mg/L). Todavia, na UTR Arroio Fundo foram identificadas 3 ocorrências acima desse valor de DBO, não superando a 84 mg/L. em geral, as UTR não foram eficazes quanto a remoção de NH₃ (média < 14.7 mg/L). Neste caso, além da elevada concentração média, as unidades de tratamentos não garantiram estabilidade nos resultados finais.

De acordo com os gráficos da Figura 72, da análise temporal do desempenho das UTR, pode-se concluir que:

▪ Remoção de matéria orgânica (DBO): as unidades apresentaram, de uma forma geral, desempenhos superiores a 80%. Valores inferiores a este foram identificadas em períodos tipicamente chuvosos na UTR Flamengo (67% em Janeiro e 66% e Novembro) e na UTR São Conrado (71% em Fevereiro e 76% e Novembro).

▪ Remoção de fósforo total (Pt): as remoções identificadas no ano de 2017 foram sempre superiores a 80% e se comportaram de forma estável. Em média, os efluentes tratados em todas as UTRs apresentaram concentrações inferiores a 0,3 mg/L, com valores máximos não superando 0,73 mg/L (UTR Arroio Fundo).

▪ Remoção de nitrogênio amoniacal (NH₃): as remoções identificadas foram sempre variáveis e limitadas (média < 67%), sem estabelecer qualquer relação com a sazonalidade ou a carga bruta afluente.

Os resultados apontam para o cumprimento do desempenho esperado para UTRs na remoção de matéria orgânica (70%). Apesar de não atingir a meta de remoção de Pt (90%), os efluentes produzidos sempre atenderam a NT 202/RJ, que exige como limite máximo deste nutriente 1,0 mg/L no caso de efluentes contribuintes de lagoas.

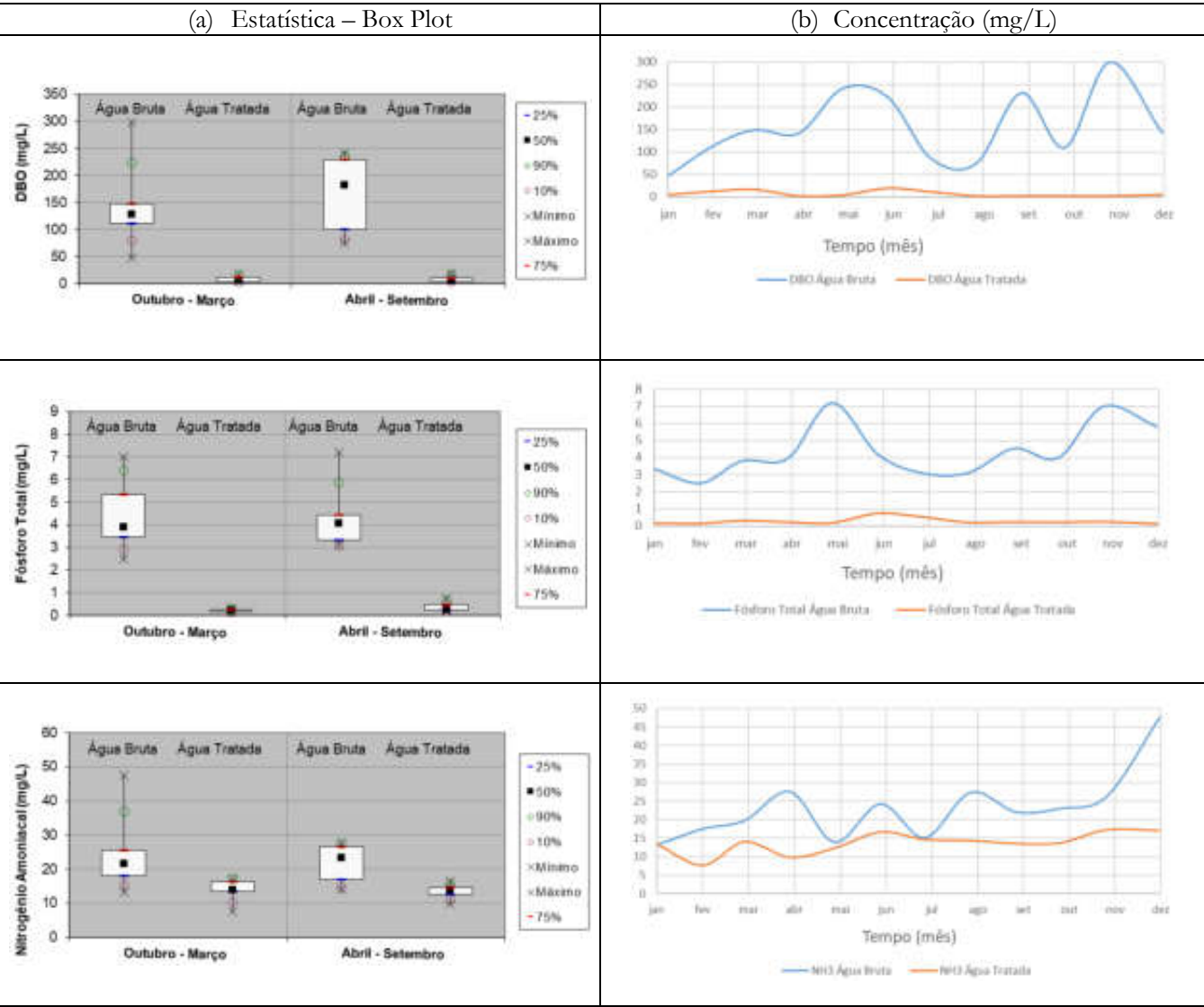


Figura 69: (a) Estatística descritiva e (b) Histograma temporal de qualidade afluentes e efluentes da UTR Arroio Fundo

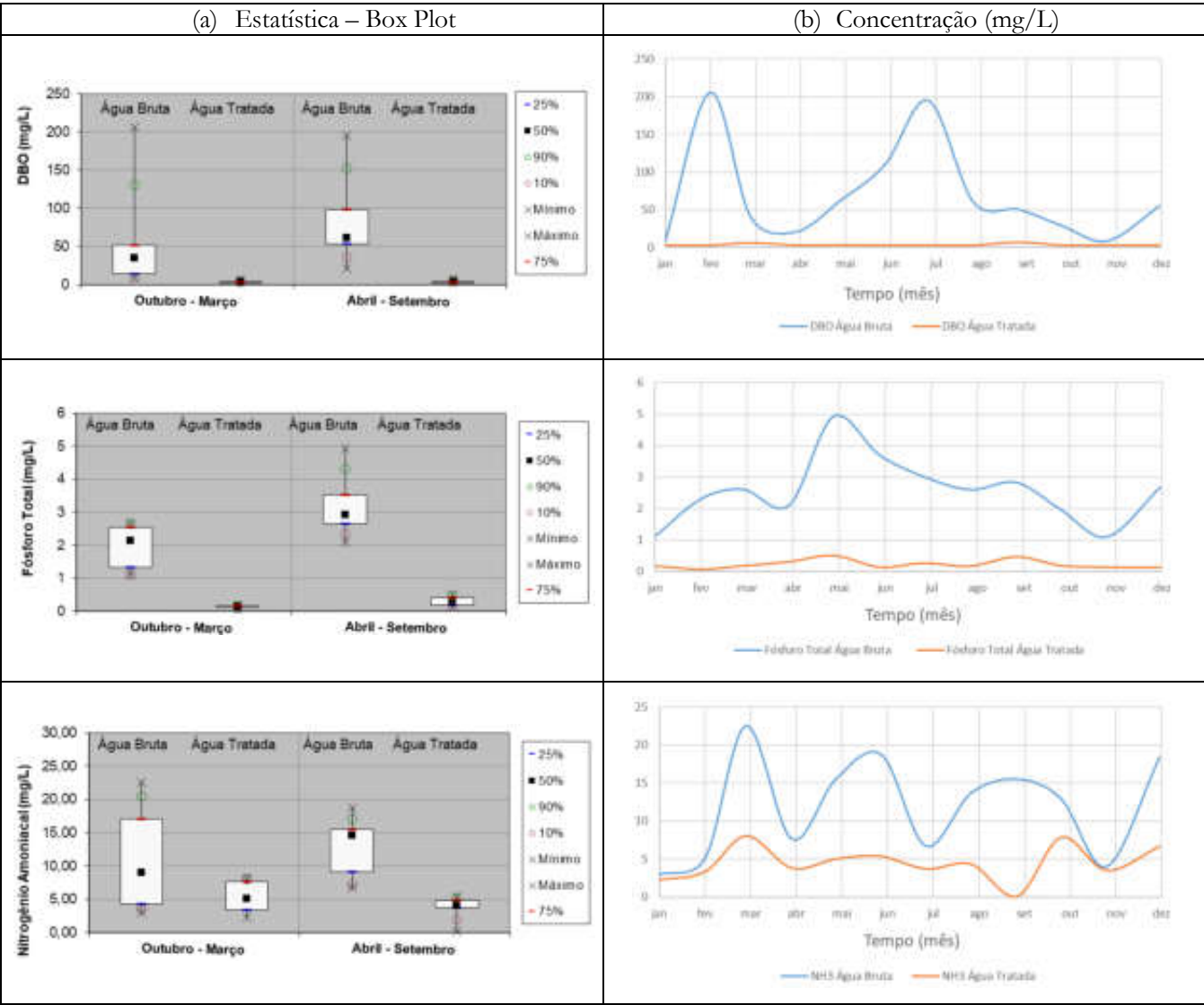


Figura 70: (a) Estatística descritiva e (b) Histograma temporal de qualidade afluentes e efluentes da UTR Flamengo



Figura 71: (a) Estatística descritiva e (b) Histograma temporal de qualidade afluente e efluente da UTR São Conrado

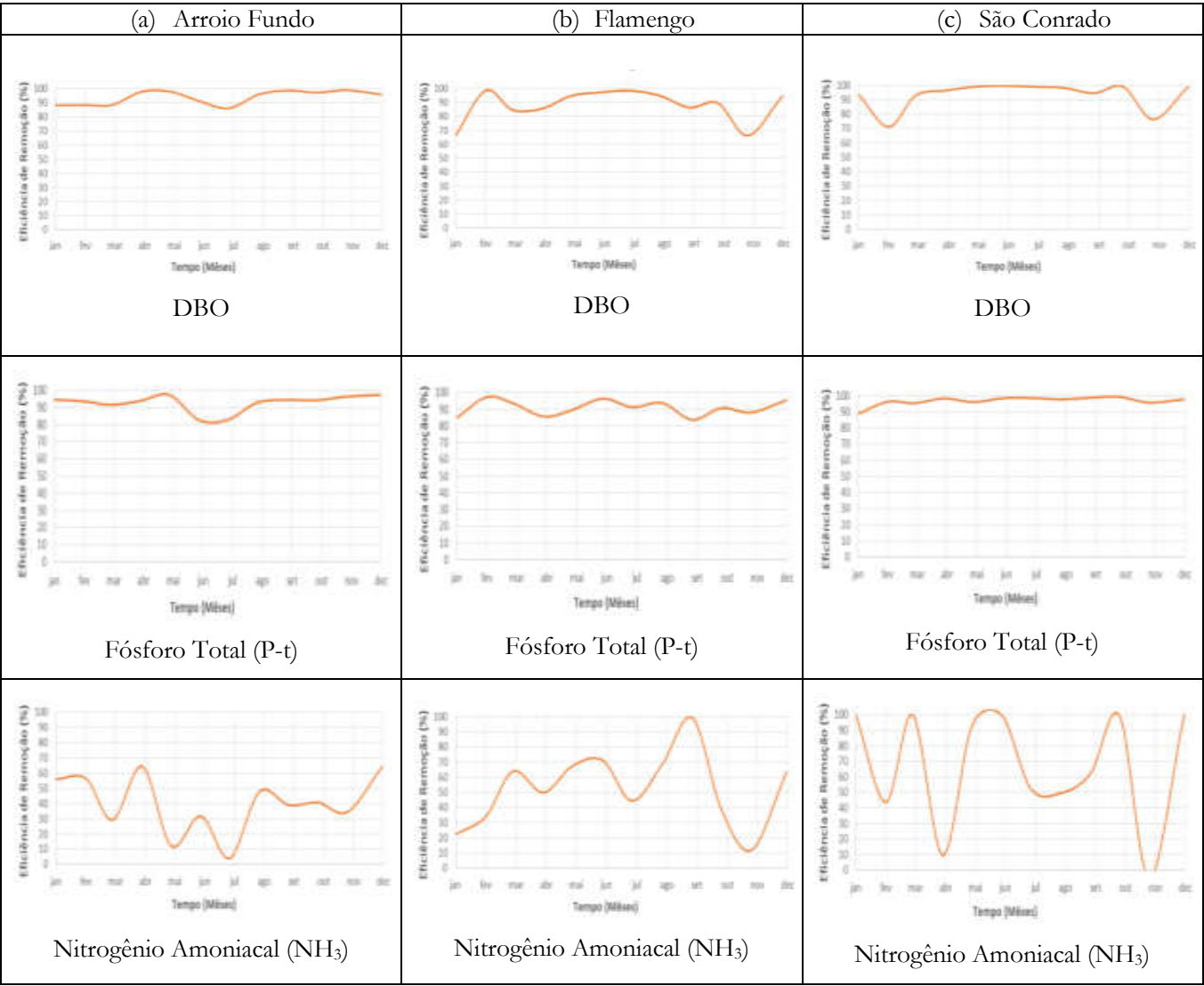


Figura 72: Histograma temporal de remoção (%) de DBO, P-t e NH₃ nas UTR (a) Arroio Fundo, (b) Flamengo e (c) São Conrado.

b) Avaliação Operacional das UTRs

Para avaliação operacional das UTR foram utilizadas informações sobre a geração de resíduos sólidos, consumo de energia elétrica, consumo de produto químico e índice de continuidade operacional (ICO) no ano de 2017. A UTR Arroio Fundo é a única estação que monitora os resíduos sólidos gerados, sendo somente suas informações compiladas nesta análise (Figura 73).

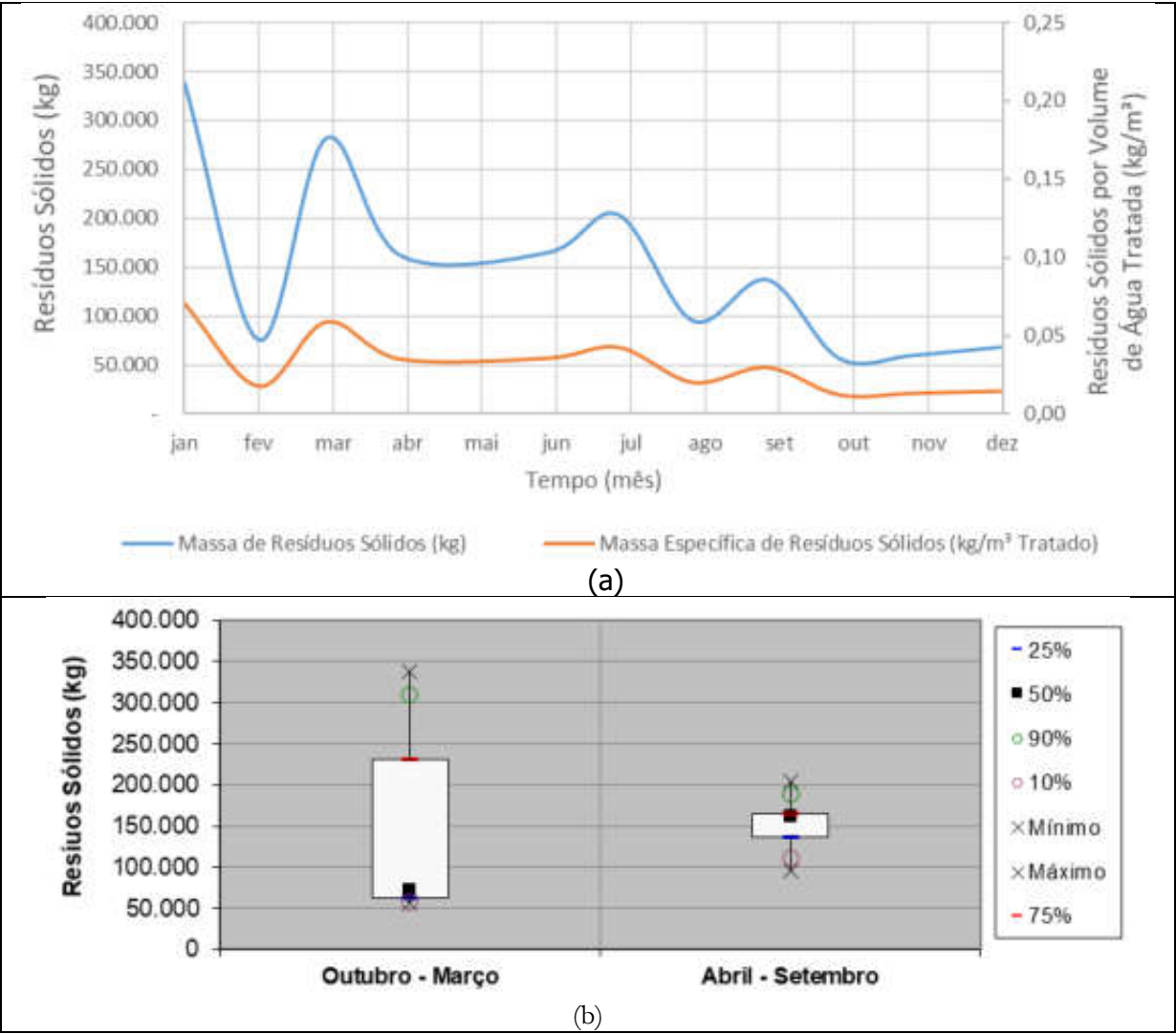


Figura 73: Produção de resíduos sólidos na UTR Arroio Fundo. (a) Histograma temporal e (b) Estatística descritiva

A produção média de resíduos sólidos na UTR Arroio Fundo é de 137 toneladas/mês. Considerada a vazão média do rio (1.800 L/s), pode-se estimar que geração específica da ordem de 29,0 g por m³ de água tratada. Com base no valor da mediana de 162 toneladas/mês, identifica-se a maior produção de resíduos sólidos no período de estiagem (de Abril a Setembro). Todavia, deve-se destacar a ocorrência de eventos de elevada produção de resíduos sólidos no período chuvoso (em Janeiro e Março). O Quadro 20 apresenta resumo de estudo recente de SILVA (2017), que compila a estimativa de produção de resíduos em UTR planejadas para a região metropolitana do Rio de Janeiro, incluindo resíduos sólidos, sedimentos e lodo.

Quadro 20: Produção de resíduos nas UTRs planejadas para a região metropolitana do Rio de Janeiro

UTR	Vazão (m³/d)	Resíduos Sólidos (m³/mês)	Sedimentos (m³/mês)	Lodo (m³/mês)
Rio Irajá	151.200	264	1.210	13.860
Rio Pavuna Meriti	449.280	784	3.595	41.184
Canal do Mangue	129.600	226	1.037	11.880
Canal do Cunha	259.200	453	2.074	23.760
Rio Sarapuí	518.400	905	4.149	47.520
Rio Iguaçu	1.555.200	2715	12.446	142.560
Rio Guaxindiba	535.680	935	4.287	49.104
Rio Imboaçu	86.400	151	691	7.920
Total	3.684.960	6.434	29.489	337.788

Fonte: ZEE (2015) *apud* SILVA (2017)

O consumo de energia elétrica é um parâmetro operacional divulgado para todas as UTR avaliadas (Figura 74). No ano de 2017, as despesas médias mensais de energia elétrica alcançaram R\$ 102.615,79 na UTR Arroio Fundo; R\$ 38.493,61 na UTR Flamengo; R\$ 15.645,96 na UTR São Conrado e R\$ 6.036,31 na UTR Guaratiba. As despesas resultam o valor médio de R\$ 162.791,67 para o conjunto das 4 UTR, que para a vazão total de 2.432,5 L/s equivale ao custo específico de R\$ 0,03/m³ de efluente tratado. Apesar de apresentarem vazões similares, as UTR Flamengo e São Conrado apresentaram custo específicos distintos, de respectivamente R\$ 0,05/m³ e R\$ 0,02/m³. A UTR de menor capacidade de tratamento (Guaratiba – 7.5 L/s) apresentou o maior custo específico de energia elétrica: R\$ 0,31/m³.

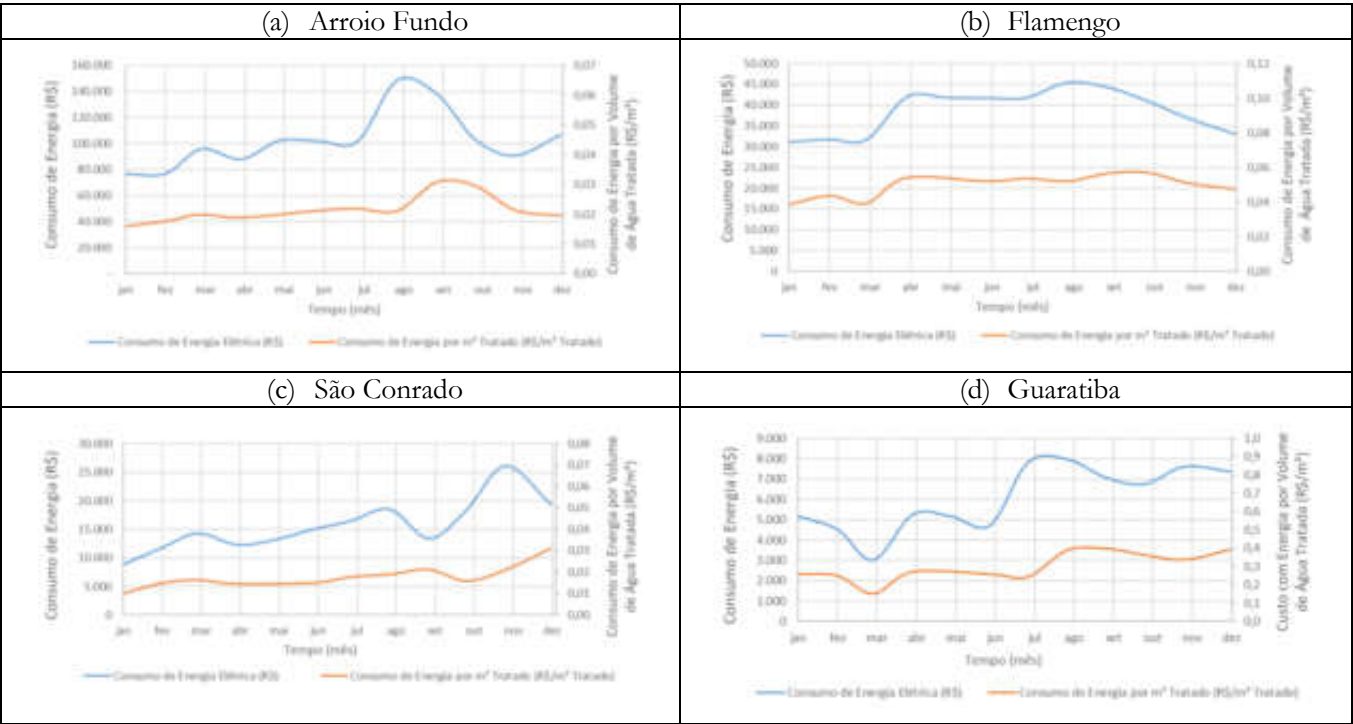


Figura 74: Histograma temporal de consumo de energia elétrica para as UTR (a) Arroio Fundo, (b) Flamengo, (c) São Conrado e (d) Guaratiba.

O processo de flotação físico-química requer a aplicação de produtos químicos coagulantes (sulfato de alumínio) e auxiliares (polímero), e para a desinfecção, oxidantes (hipoclorito de sódio). A quantidade de produtos químicos demandada para operação das UTR é apresentada no Quadro 21 e no gráfico da Figura 75.

Quadro 21: Consumo de produtos químicos no ano de 2017 em cada uma das UTRs avaliadas

UTR	Sulfato de Alumínio (kg)	Hipoclorito de Sódio (kg)	Polímero (kg)	TOTAL (kg)	TOTAL kg/m³ tratado
Arroio Fundo	6.273.600	-	52.220	6.325.820	0,11
Flamengo	290.400	126.000	4.800	421.200	0,04
São Conrado	900.000	245.400	6.000	1.151.400	0,11
Guaratiba	36.000	3.600	480	40.080	0,17

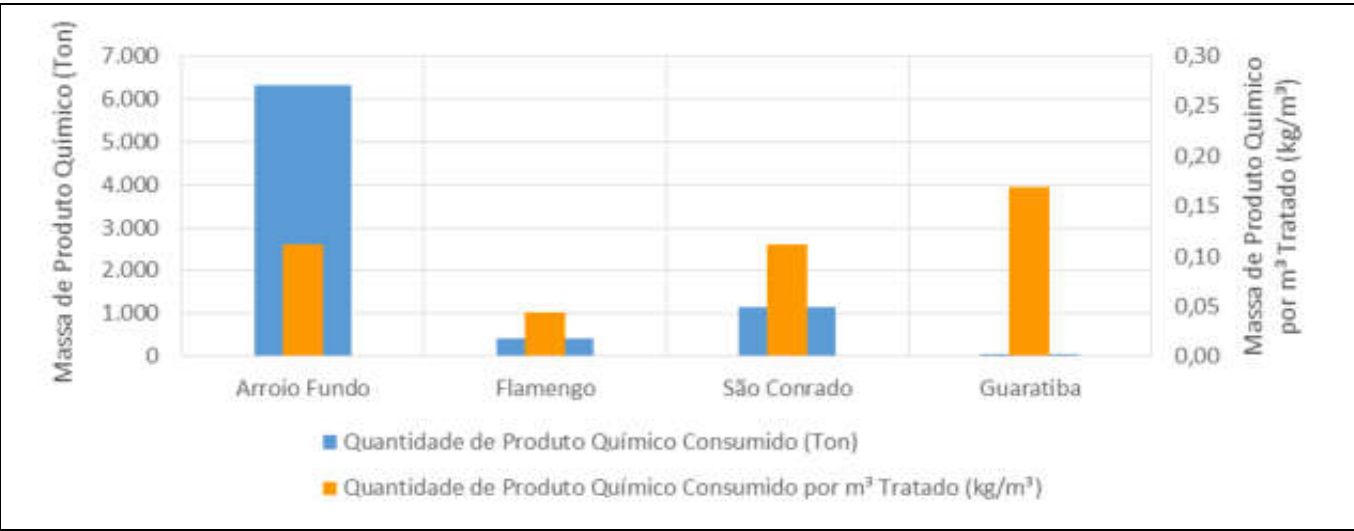


Figura 75: Consumo de produtos químicos pelas UTRs do Rio de Janeiro no ano de 2017

O consumo anual total de produtos químicos exercido pelo conjunto das 4 UTR é de aproximadamente 8.000 toneladas, traduzindo-se em um consumo específico de 103 g/m³ de água tratada. Enquanto as demandas das UTR Arroio Fundo e São Conrado aproximam-se deste valor médio, as da UTR Flamengo (-57%) e Guaratiba (+64%) apresentam-se muito divergentes.

De acordo com os registros operacionais, o índice de continuidade operacional (ICO) das UTR no ano de 2017 correspondeu a 91,2% para UTR Arroio Fundo; 88,7% para UTR Flamengo; 83,1% para UTR São Conrado e 95,0% para UTR Guaratiba. Destaca-se que a maior demanda específica de energia elétrica e produto químico exercida pela UTR Guaratiba pode ser justificada por seu maior índice de continuidade operacional. Por outro lado, verifica-se que o desempenho médio da UTR Flamengo, inferior às demais UTR analisadas, possa ser justificado pela menor demanda específica de produto químico (g/m³) e/ou pelo segundo menor ICO avaliado.

c) Avaliação da Qualidade Ambiental

A avaliação da qualidade ambiental foi efetuada para o caso da UTR do Arroio Fundo, com base nos resultados do programa de monitoramento da qualidade da água superficial mantido pelo órgão de controle ambiental do Estado do

Rio de Janeiro - INEA. Os pontos de monitoramento analisados foram: FN090 (a montante da UTR Arroio Fundo) e FN100 (a jusante da UTR Arroio Fundo). De acordo com a Figura 76, verifica-se que o ponto de monitoramento FN100 situa-se não imediatamente a jusante da UTR Arroio Fundo, mas distante desta e, portanto, vulnerável ao aporte de eventuais contribuições de águas residuárias da bacia de drenagem a montante.



Figura 76: Localização espacial dos postos de monitoramento do INEA - FN090 e FN100

Os parâmetros utilizados nesta avaliação foram a DBO e o Fósforo total (P-t), tendo-se considerado dados relativos ao período compreendido entre os anos 2014 a 2017. Em resumo, a contribuição da UTR Arroio Fundo para a qualidade do curso d’água pode ser avaliada da seguinte forma (Figura 77):

- Para todo o período analisado, em termos de concentração de matéria orgânica (DBO), os resultados do ponto de monitoramento FN100 a jusante, são sempre superiores aos do ponto FN090 a montante. Destaca-se como causa provável, o impacto negativo de eventuais contribuições de poluição identificadas entre a UTR e o posto FN100 (a jusante da UTR). Descarta-se qualquer comprometimento do desempenho da própria UTR, uma vez que no ano de 2017, mesmo com a elevação da carga orgânica a montante, os resultados a jusante se mantiveram estáveis, evidenciando a estabilidade do desempenho da unidade em relação controle da DBO;
- Excetuando o período compreendido entre Abril/2014 e Março/2015, em que a concentração de Fósforo total no ponto de monitoramento FN100 foi expressivamente inferior ao valor a montante da UTR (FN090), obteve-se resultados similares em ambos os pontos para o restante de todo o tempo;
- Em geral, ainda que apresente resultados inferiores ao ponto FN090, o valor médio da concentração de Fósforo total no ponto de monitoramento FN100, entre os anos 2014 e 2017 e no próprio ano 2017, de respectivamente 0.98 mg/L e 1.07 mg/L, mantiveram-se próximos ao estabelecido como limite pela Norma Técnica INEA NT-202 (1,0 mg/L).

Observa-se ainda, haver diferença significativa entre os registros da qualidade da água bruta a montante da UTR, de acordo com os programas de monitoramento do INEA (ponto FN090) e do próprio operador da UTR Arroio Fundo/Rio Águas. Enquanto no primeiro caso, baseado em somente 3 eventos de amostragem, obtém-se valores médios

de 28 mgDBO/L e 0,9 mgPt/L, o monitoramento do próprio operador da UTR Arroio Fundo/Rio Águas, baseado entretanto em 12 dados de amostragem mensal, resulta em valores médios 155 mg DBO/L e 4.4 mg Pt/L.

Independente de outas observações que tenham induzido a seleção do ponto de locação da UTR Arroio Fundo, a avaliação ambiental com base nos resultados dos programas vigentes de monitoramento da qualidade de água superficial, evidenciam a importância de (i) utilizar estratégia locacional da UTR sustentada no conhecimento detalhado da drenagem da área de estudo e; (ii) ampliar o plano de monitoramento, de forma que o mesmo não se limite a amostragens pontuais mensais, e que efetivamente subsidie o ajuste cotidiano da operação da unidade, bem como incluir o monitoramento do parâmetro Alumínio em função de sua utilização como coagulante do processo físico-químico de flotação.

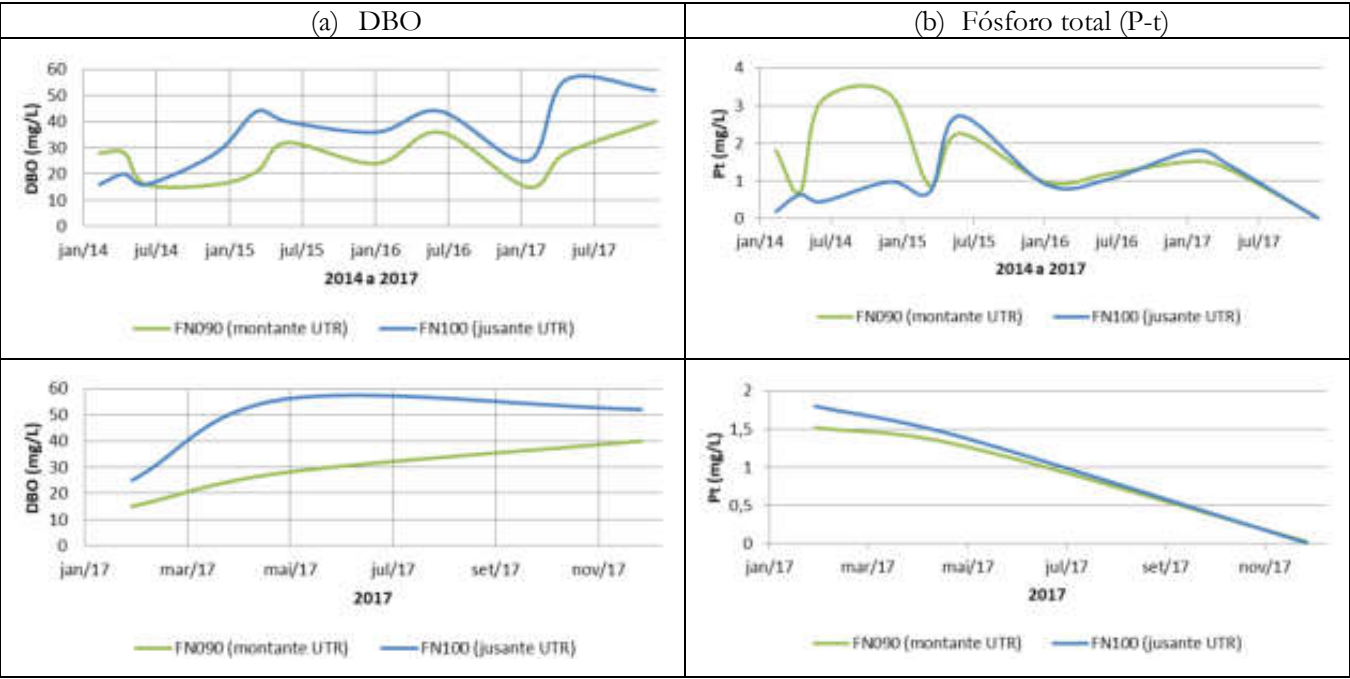


Figura 77: Histograma temporal nos postos FN090 e FN100 (Arroio Fundo) para os parâmetros (a) DBO e (b) Fósforo total

14.4. Proposta de localização das estruturas de UTR – Metodologia e Resultado

No sentido de minimizar a poluição dos corpos d’água superficiais locais, desde os mais a montante até os mais a jusante das sub-bacias hidrográficas, as seguintes premissas foram estabelecidas para proposição da implantação das estruturas CTS e de tratamento de deflúvios poluídos, incluindo a solução UTR.

- Enfoque exclusivo sobre a contribuição de esgotos provenientes de aglomerações subnormais;
- Apesar do reconhecimento da ocupação/uso do solo irregular e desordenado, não contemplar ações para a regularização e ordenamento, e concentrar-se sobre soluções para o controle da poluição;
- Priorizar a implantação de estruturas de CTS em relação ao tratamento de deflúvios poluídos, incluindo a solução UTR;

- Priorizar a implantação de estruturas do tipo CTS-GAP (em que a interceptação ocorre em galerias de águas pluviais do sistema de microdrenagem - GAP) em relação a implantação de estruturas do tipo CTS-Calha Fluvial (em que a interceptação ocorre na calha fluvial de cursos d’água superficiais locais);
- Propor a implantação de estruturas do tipo CTS-Calha Fluvial nos casos em que não se dispuser do sistema de microdrenagem pluvial e, consequentemente, não se aplicar o emprego de CTS-GAP;
- Independentemente da tipologia, aproximar a localização das CTS das fontes de poluição (aglomerados subnormais) cujos esgotos sanitários se pretende interceptar;
- Propor solução para o tratamento de deflúvios poluídos por esgotos sanitários não interceptados por estruturas CTS-Calha Fluvial, e que sejam provenientes de aglomerações subnormais de grande porte, situadas preponderantemente na própria calha fluvial de cursos d’água com larguras superiores a 20 metros.
- A proposição de solução de tratamento de deflúvios poluídos, incluindo a solução UTR, somente fará sentido a partir da inviabilidade de remoção da ocupação/uso do solo irregular e desordenado. Ainda assim, por se constituir em estratégia de remediação ambiental, de caráter controverso, e com base em tecnologia de inovação, deve-se garantir consistente e permanente padrão de excelência operacional e de manutenção.

Neste sentido, o Quadro 22 indica as larguras das calhas fluviais dos rios em que foi proposta a implantação de CTS do tipo Calha Fluvial. Verifica-se que dentre as 49 CTS-Calha Fluvial inicialmente propostas, cinco localizariam-se em calhas fluviais com larguras maiores do que 20 metros (destacadas no Quadro 22). Destas, manteve-se a proposta de implantação das CTS-Calha Fluvial 42 e 43 pois serviriam aglomerações subnormais de pequeno porte e baixo grau de complexidade, e situadas nas porções mais a montante da bacia hidrográfica do Rio Grande.

Portanto, considerando o grande porte e a notória complexidade das aglomerações subnormais de Rio das Pedras, Anil e Canal do Cortado, e na impossibilidade de remoção da ocupação/uso do solo irregular e desordenado, é que, como última alternativa, se propõe o emprego de UTR.

Reitera-se a preocupação quanto a sustentabilidade da solução UTR, enquanto estratégia de remediação ambiental, de caráter controverso, com base em tecnologia de inovação, e para a qual deve-se garantir consistente e permanente padrão de excelência operacional e de manutenção.

Quadro 22: Larguras das calhas fluviais

CTS- Calha Fluvial	Rio	Largura da Calha Fluvial (m)
01	Rio das Pedras	23
02	Rio Muzema	10
03	Rio Muzema	3
04	Rio das Pedras	3
05	Rio Camorim	6
06	Rio Papagaio	16
07	Rio Pavuninha	11
08	Rio dos Passarinhos	5
09	Rio Sangrador	3
10	Canal das Tachas	6

11	Rio do Anil	45
12	Rio do Engenho Novo	3
13	Rio sem Nome	3
14	Rio Guerengüê	6
15	Arroio Pavuna	9
16	Arroio Pavuna	10
17	Canal do Portelo	3
18	Canal do Portelo	6
19	Rio Quitite	5
20	Rio São Francisco	2
21	Canal do Portelo	5
22	Canal do Portelo	5
23	Rio do Marinho	6
24	Canal do Cortado	6
25	Canal do Cortado	22
26	Rio Cachoeira	5
27	Rio C	3
28	Rio Cachoeira	6
29	Riacho Pedra Bonita	5
30	Rio Itanhangá	12
31	Rio Itanhangá	3
32	Rio Leandro	3
33	Rio sem Nome	3
34	Rio Grande	3
35	Rio sem Nome	1
36	Rio Grande	8
37	Rio dos Teixeiras	5
38	Rio Pequeno	10
39	Rio sem Nome	5
40	Rio Grande	8
41	Rio Grande	10
42	Rio Grande	20
43	Rio Grande	25
44	Rio Covanca	2
45	Arroio Banca da Velha	5
46	Canal	7
47	Rio Covanca	6
48	Rio Tindiba	7
49	Arroio Banca da Velha	10

O Quadro 23 resume os valores do Custo de Capital das UTR, de acordo com a proposta técnica DT-Engenharia. A Figura 78 ilustra a localização das UTR Rio das Pedras, Rio do Anil e Canal do Cortado propostas sob condição explícita, como já reiterado. As Figuras 79 a 84 reproduzem cópias do documento básico de engenharia e de estimativa orçamentária (CAPEX) para a implantação das UTR mencionadas.

Quadro 23: Custo de Capital das UTR

Sub-bacia hidrográfica	UTR Proposição DT Engenharia
1- Rio das Pedras	(1) foz do Rio das Pedras
	R\$ 29.719.190,90
2- Rio do Anil	(1) foz do Rio do Anil
	R\$ 50.153.327,40
3- Rio dos Passarinhos	(1) Rio Pavuninha
	R\$ 46.448.152,91
4- Rio Guerengüê	(1) Arroio Pavuna
	R\$ 49.410.184,69
5- Bacia do Rio Marinho	(1) a jusante do Canal do Cortado
	R\$ 46.448.152,91
Total	5
	R\$ 22.179.008,81

Por solicitação da Diretoria de Engenharia da CEDAE, proposta técnica encaminhada pela empresa DT-Engenharia contempla documento básico de engenharia e o respectivo orçamento para a implantação de cinco UTR em calhas fluviais de cinco diferentes sub-bacias da AP-4, incluindo o Rio das Pedras, Rio do Anil e Canal do Cortado.



Figura 78: Localização das UTR Rio das Pedras, Rio do Anil e Canal do Cortado propostas (observar condicionantes expressas no item 14.4)

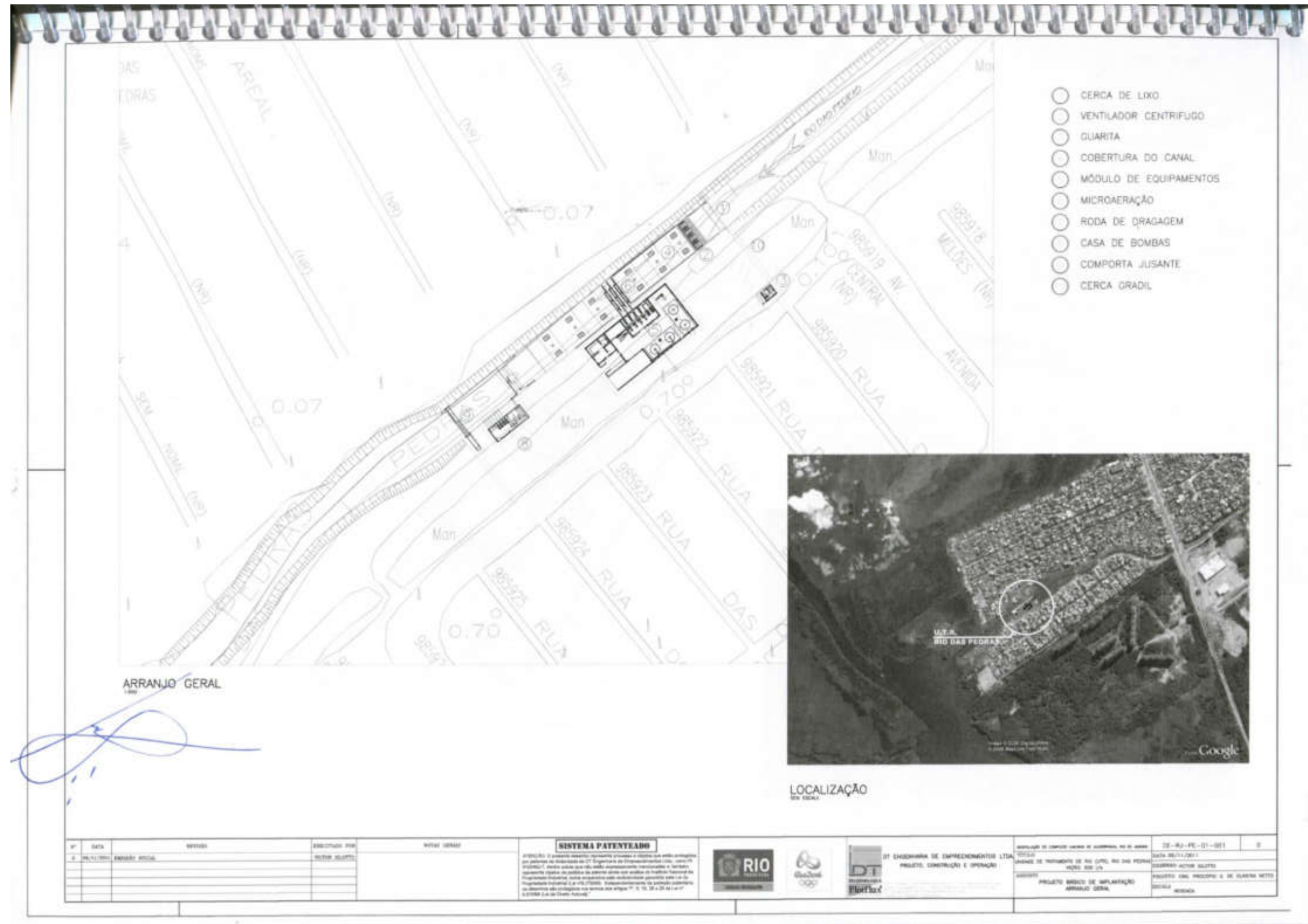


Figura 79: Cópia do documento básico de engenharia para a implantação da UTR Rio das Pedras

ORÇAMENTO DE IMPLANTAÇÃO DA UNIDADE DE TRATAMENTO DE RIO - UTR RIO DAS PEDRAS - RIO DE JANEIRO/RJ	
VAZÃO DE TRATAMENTO: 650 l/s	
BASE DE REFERÊNCIA DE PREÇOS: JAN/2018	
1. SERVIÇOS DE ENGENHARIA	
1.1 LEVANTAMENTOS DE CAMPO/ENSAIOS E VISITAS TÉCNICAS	R\$ 93.828,70
1.2 VISITAS DE RECONHECIMENTO E INVENTÁRIO DE INF. SEC	R\$ 62.111,96
1.3 PROJETO BÁSICO	R\$ 372.671,75
1.4 PROJETO EXECUTIVO	R\$ 792.918,60
SUBTOTAL DE SERVIÇOS DE ENGENHARIA	R\$ 1.321.531,01
% DE SERVIÇOS DE ENGENHARIA	4,45%
2. OBRAS CIVIS	
2.1 SERVIÇOS PRELIMINARES	R\$ 137.880,97
2.2 FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS	R\$ 832.667,59
2.3 ASSENTAMENTOS	R\$ 187.171,44
2.4 ALVENARIA	R\$ 159.690,26
2.5 PORTAS, ESQUADRIAS	R\$ 54.430,77
2.6 FERRAGENS	R\$ 143.546,79
2.7 REVESTIMENTOS	R\$ 55.231,21
2.8 PINTURAS	R\$ 110.862,65
2.9 PEÇAS E APARELHOS SANITÁRIOS	R\$ 11.666,60
2.10 PAISAGISMO E URBANIZAÇÃO	R\$ 307.982,79
SUBTOTAL DE OBRAS CIVIS	R\$ 2.001.131,08
% DE OBRAS CIVIS	6,73%
3. EQUIPAMENTOS E MATERIAIS	
3.1 AQUISIÇÃO DE EQUIPAMENTOS HIDROMECÂNICOS	R\$ 13.362.223,96
3.2 AQUISIÇÃO DE MATERIAL HIDRÁULICO	R\$ 5.816.537,70
3.3 AQUISIÇÃO DE MATERIAL ELÉTRICO	R\$ 965.875,49
3.4 AQUISIÇÃO DE INSTRUMENTAÇÃO	R\$ 355.364,95
3.5 AQUISIÇÃO DE MATERIAL METÁLICO	R\$ 716.437,45
3.6 AQUISIÇÃO DA AUTOMAÇÃO	R\$ 294.191,45
3.7 MONTAGEM HIDRÁULICA/ELÉTRICA/HIDROMECÂNICA	R\$ 4.885.897,82
SUBTOTAL DE EQUIPAMENTOS E MATERIAIS	R\$ 26.396.528,82
% DE EQUIPAMENTOS E MATERIAIS	88,82%
VALOR TOTAL MENSAL	R\$ 29.719.190,90

Figura 80: Cópia do documento de estimativa orçamentária (CAPEX) para a implantação da UTR Rio das Pedras

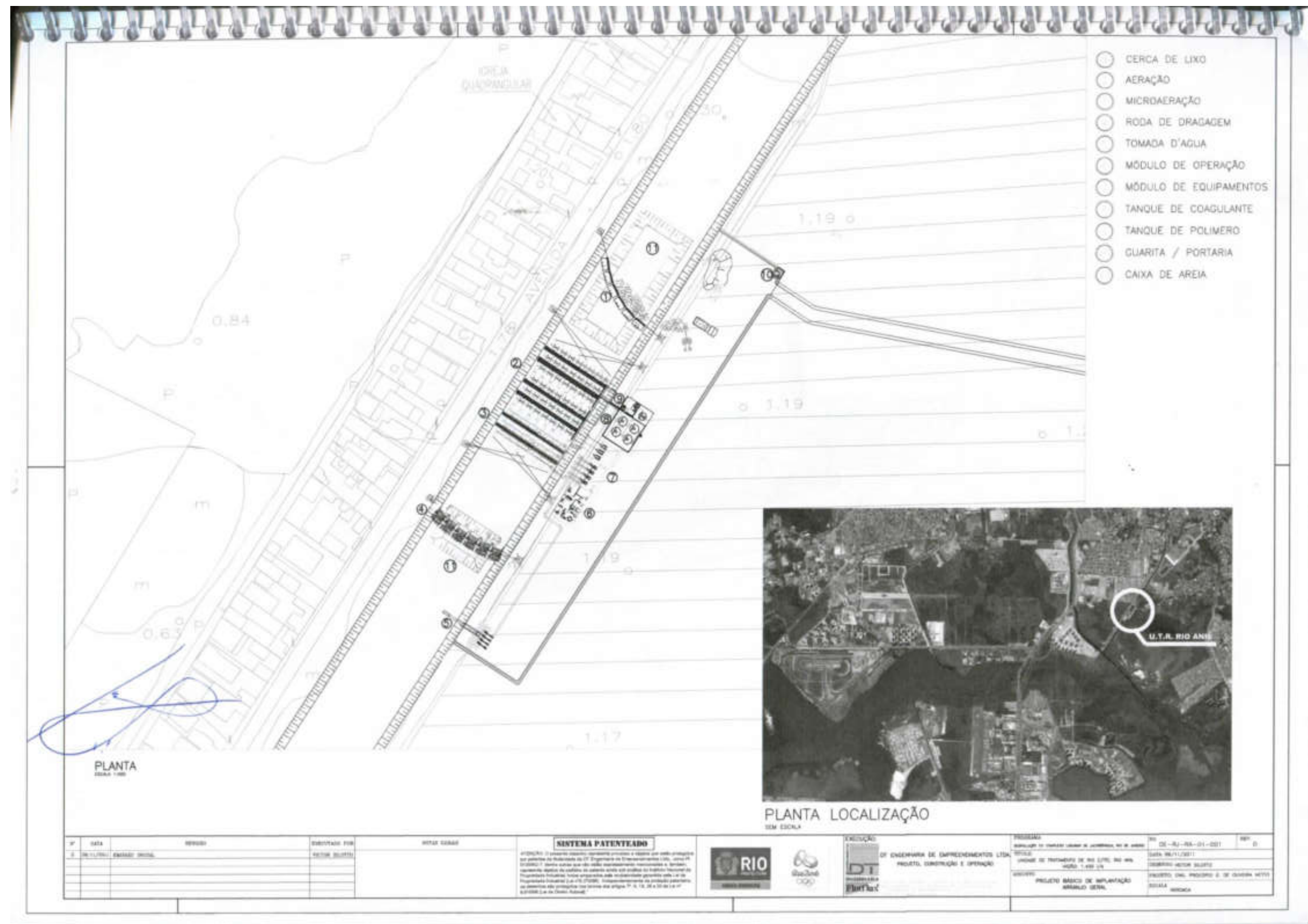


Figura 81: Cópia do documento básico de engenharia para a implantação da UTR Rio do Anil

ORÇAMENTO DE IMPLANTAÇÃO DA UNIDADE DE TRATAMENTO DE RIO - UTR RIO ANIL - RIO DE JANEIRO/RJ	
VAZÃO DE TRATAMENTO: 1.450 l/s	
BASE DE REFERÊNCIA DE PREÇOS: JAN/2018	
1. SERVIÇOS DE ENGENHARIA	
1.1 LEVANTAMENTOS DE CAMPO/ENSAIOS E VISITAS TÉCNICAS	R\$ 158.342,85
1.2 VISITAS DE RECONHECIMENTO E INVENTÁRIO DE INF. SEC	R\$ 104.818,52
1.3 PROJETO BÁSICO	R\$ 628.911,07
1.4 PROJETO EXECUTIVO	R\$ 1.338.108,65
SUBTOTAL DE SERVIÇOS DE ENGENHARIA	R\$ 2.230.181,08
% DE SERVIÇOS DE ENGENHARIA	4,45%
2. OBRAS CIVIS	
2.1 SERVIÇOS PRELIMINARES	R\$ 232.684,31
2.2 FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS	R\$ 1.405.188,00
2.3 ASSENTAMENTOS	R\$ 315.865,62
2.4 ALVENARIA	R\$ 269.489,10
2.5 PORTAS, ESQUADRIAS	R\$ 91.855,93
2.6 FERRAGENS	R\$ 242.245,79
2.7 REVESTIMENTOS	R\$ 93.206,75
2.8 PINTURAS	R\$ 187.088,90
2.9 PEÇAS E APARELHOS SANITÁRIOS	R\$ 19.688,25
2.10 PAISAGISMO E URBANIZAÇÃO	R\$ 519.743,69
SUBTOTAL DE OBRAS CIVIS	R\$ 3.377.056,34
% DE OBRAS CIVIS	6,73%
3. EQUIPAMENTOS E MATERIAIS	
3.1 AQUISIÇÃO DE EQUIPAMENTOS HIDROMECÂNICOS	R\$ 22.549.738,82
3.2 AQUISIÇÃO DE MATERIAL HIDRÁULICO	R\$ 9.815.836,52
3.3 AQUISIÇÃO DE MATERIAL ELÉTRICO	R\$ 1.629.986,16
3.4 AQUISIÇÃO DE INSTRUMENTAÇÃO	R\$ 599.704,57
3.5 AQUISIÇÃO DE MATERIAL METÁLICO	R\$ 1.209.041,06
3.6 AQUISIÇÃO DA AUTOMAÇÃO	R\$ 496.469,78
3.7 MONTAGEM HIDRÁULICA/ELÉTRICA/HIDROMECÂNICA	R\$ 8.245.313,06
SUBTOTAL DE EQUIPAMENTOS E MATERIAIS	R\$ 44.546.089,98
% DE EQUIPAMENTOS E MATERIAIS	88,82%
VALOR TOTAL MENSAL	R\$ 50.153.327,40

Figura 82: Cópia do documento de estimativa orçamentária (CAPEX) para a implantação da UTR Rio do Anil

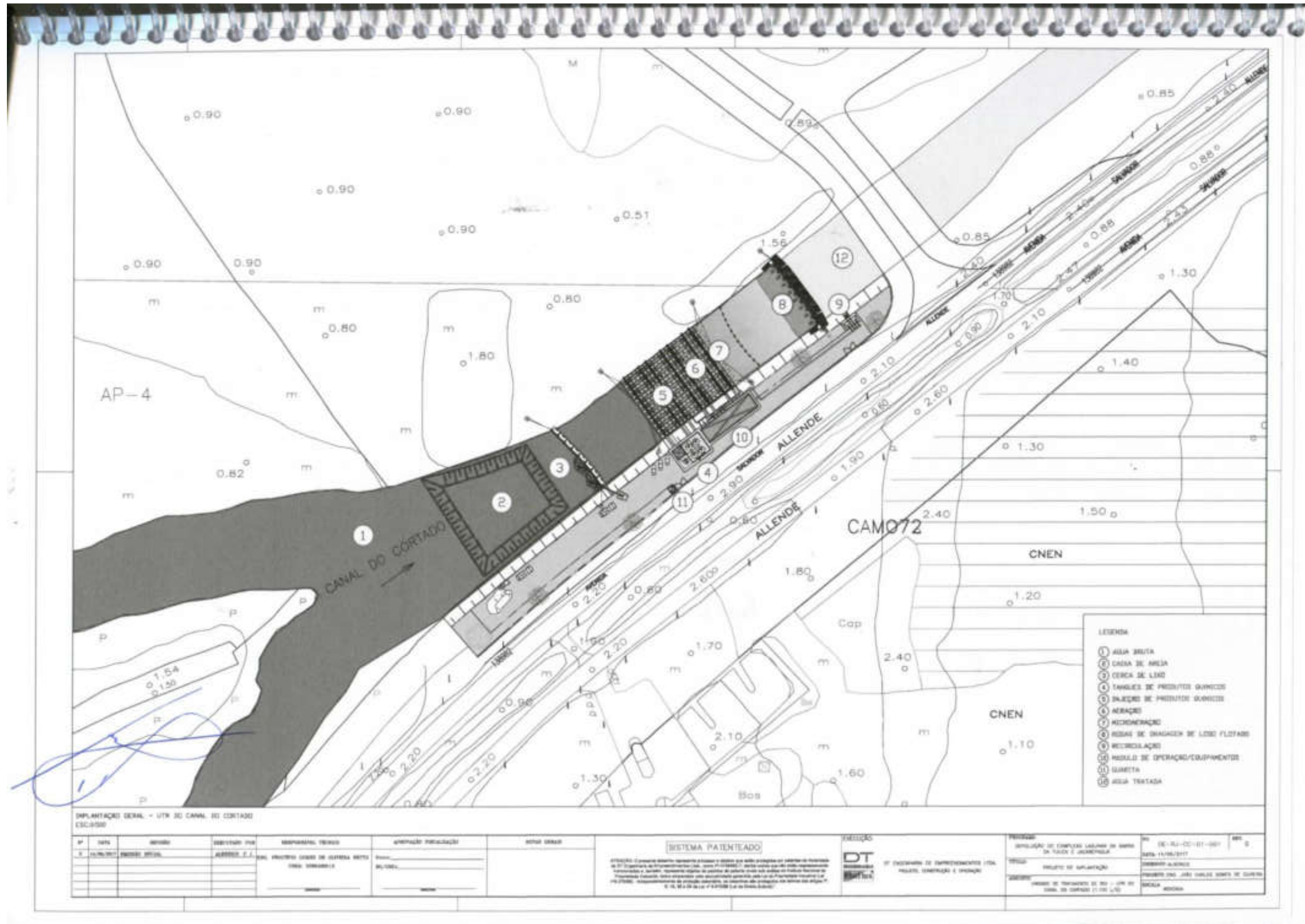


Figura 83: Cópia do documento básico de engenharia para a implantação das UTR Canal do Cortado

ORÇAMENTO DE IMPLANTAÇÃO DA UNIDADE DE TRATAMENTO DE RIO - UTR MARINHO - RIO DE JANEIRO/RJ	
VAZÃO DE TRATAMENTO: 1.100 l/s	
BASE DE REFERÊNCIA DE PREÇOS: JAN/2018	
1. SERVIÇOS DE ENGENHARIA	
1.1 LEVANTAMENTOS DE CAMPO/ENSAIOS E VISITAS TÉCNICAS	R\$ 146.644,96
1.2 VISITAS DE RECONHECIMENTO E INVENTÁRIO DE INF. SEC	R\$ 97.074,85
1.3 PROJETO BÁSICO	R\$ 582.449,04
1.4 PROJETO EXECUTIVO	R\$ 1.239.253,27
SUBTOTAL DE SERVIÇOS DE ENGENHARIA	R\$ 2.065.422,12
% DE SERVIÇOS DE ENGENHARIA	4,45%
2. OBRAS CIVIS	
2.1 SERVIÇOS PRELIMINARES	R\$ 215.494,30
2.2 FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS	R\$ 1.301.377,01
2.3 ASSENTAMENTOS	R\$ 292.530,43
2.4 ALVENARIA	R\$ 249.580,07
2.5 PORTAS, ESQUADRIAS	R\$ 85.069,90
2.6 FERRAGENS	R\$ 224.349,41
2.7 REVESTIMENTOS	R\$ 86.320,92
2.8 PINTURAS	R\$ 173.267,34
2.9 PEÇAS E APARELHOS SANITÁRIOS	R\$ 18.233,74
2.10 PAISAGISMO E URBANIZAÇÃO	R\$ 481.346,61
SUBTOTAL DE OBRAS CIVIS	R\$ 3.127.569,74
% DE OBRAS CIVIS	6,73%
3. EQUIPAMENTOS E MATERIAIS	
3.1 AQUISIÇÃO DE EQUIPAMENTOS HIDROMECÂNICOS	R\$ 20.883.833,06
3.2 AQUISIÇÃO DE MATERIAL HIDRÁULICO	R\$ 9.090.672,53
3.3 AQUISIÇÃO DE MATERIAL ELÉTRICO	R\$ 1.509.567,77
3.4 AQUISIÇÃO DE INSTRUMENTAÇÃO	R\$ 555.400,23
3.5 AQUISIÇÃO DE MATERIAL METÁLICO	R\$ 1.119.720,80
3.6 AQUISIÇÃO DA AUTOMAÇÃO	R\$ 459.792,11
3.7 MONTAGEM HIDRÁULICA/ELÉTRICA/HIDROMECÂNICA	R\$ 7.636.174,54
SUBTOTAL DE EQUIPAMENTOS E MATERIAIS	R\$ 41.255.161,04
% DE EQUIPAMENTOS E MATERIAIS	88,82%
VALOR TOTAL MENSAL	R\$ 46.448.152,91

Figura 84: Cópia do documento de estimativa orçamentária (CAPEX) para a implantação da UTR Canal do Cortado (Rio Marinho)

15. Referências bibliográficas

BLACK & VEATCH INTERNATIONAL COMPANY. *Innovation In Large Capacity Wastewater Pumping Station Design*. North Carolina 90th AWWA-WEA 2010 Annual Conference. 2010

COUTINHO, W. *Emprego da flotação a ar dissolvido no tratamento de cursos d'água: Avaliação de desempenho da estação de tratamento dos córregos Ressaca e Sarandi afluentes à represa da Pampulha*. Dissertação de mestrado. Escola de Engenharia. Universidade Federal de Minas Gerais 2007

ELLIS, J. B. *Sediment yield and BMP control strategies in urban catchments. Proceedings Erosion and sediment yield: Global and regional perspectives*. IAHS, Exeter. 1996

FCTH. *Diretrizes básicas para projetos de drenagem urbana no Município de São Paulo*. Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica e Prefeitura do Município de São Paulo. Ed. Eletrônica. 1999

FERREIRA FILHO, S.. *Tratamento de Água: Concepção, Projeto e Operação de Estações de Tratamento*. Elsevier. 2017.

GAMBI, M e OTHÓN, T.. *Sistema estrutural de controle de cargas difusas para proteção dos lagos do Parque Estadual Alberto Löfgren – microbacia do córrego Pedra Branca*. Trabalho de conclusão de curso de Engenharia Ambiental. Escola Politécnica da USP. 2013.

JORDÃO, E.P; PESSÔA, C.A.. *Tratamento de Esgotos Domésticos*. 6ª edição, ABES, 2011.

METCALF & EDDY.. *Wastewater Engineering – Treatment and Resource Recovery*. 5th edition, McGraw-Hill, USA. 2014.

OLIVEIRA, J. et al.. *Estação de Flotação e Remoção de Flutuantes do Parque do Ibirapuera - São Paulo: a Aplicação do Processo de Tratamento por Flotação em Fluxo para a Recuperação de Lagos Urbanos*. 21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. João Pessoa – PB. 2001

RIO ÁGUAS. *Instruções Técnicas Para Elaboração de Estudos Hidrológicos e Dimensionamento Hidráulico de Sistemas de Drenagem Urbana*. 2010.

SEMA/SP. *Testando tecnologias para as águas do Rio Pinheiros*. 2014.

SEHLOFF, A.P. et al.. *Pumping Station Modifications To Comply With Ansi/Hi 9.8 Improve Performance While Lessening O&M Requirements*. 79th Water Environment Federation Conference. 2006.

SILVA, M.. *Caracterização das águas do Canal do Mangue: diagnóstico e propostas*. Dissertação de mestrado intitulada Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Engenharia. 2017.

TOMAZ, P.. *Curso de manejo de águas pluviais*. 2011.

TSUTYA, M.. *Inovações Tecnológicas para Projetos de Estações Elevatórias De Esgoto*. In : 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Campo Grande. 2005.

TUCCI, C.E.M.; COLLISCHONN, W.. *Drenagem urbana e controle de erosão*. In: Avaliação e controle da drenagem urbana. Porto Alegre, RS: EDUFRGS, 2000.

WATER ENVIRONMENT FEDERATION. *Manual of Practice no. 8*, WEF, USA, 1992