



**SECRETARIA DE SANEAMENTO E RECURSOS HÍDRICOS
UNIDADE DE GERENCIAMENTO DE PROGRAMAS**

BANCO INTERNACIONAL DE RECONSTRUÇÃO E DESENVOLVIMENTO - BIRD

**PROGRAMA MANANCIAIS
EMPRÉSTIMO No. 7661-BR**

CONTRATO MANANCIAIS No. 003/2014

**AVALIAÇÃO DE POLUIÇÃO PROVENIENTE DE FONTES DIFUSAS NA
ÁREA DE INFLUÊNCIA DO SISTEMA PRODUTOR ALTO TIETÊ – SPAT –
RESERVATÓRIOS TAIACUPEBA, JUNDIAÍ, BIRITIBA, PONTE NOVA E
PARAITINGA**

**RELATÓRIO FINAL - RF
ABRIL / 2016**

CONSÓRCIO PRIME – FCTH



APRESENTAÇÃO

Este documento constitui o **Relatório Final – RF** dos serviços de monitoramento hidrológico e de qualidade de água realizados no âmbito do Contrato Mananciais No. 003/2014 celebrado entre a **Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos – SSRH** e o **Consórcio PRIME-FCTH**.

O objeto do contrato é a **PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS TÉCNICOS ESPECIALIZADOS PARA AVALIAÇÃO DE POLUIÇÃO PROVENIENTE DE FONTES DIFUSAS NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO SISTEMA PRODUTOR ALTO TIETÊ – SPAT – RESERVATÓRIOS TAIACUPEBA, JUNDIAÍ, BIRITIBA, PONTE NOVA E PARAITINGA**, integrante do **PROGRAMA MANANCIAIS**, com financiamento do Banco Internacional de Reconstrução e Desenvolvimento (BIRD).

Este RF contempla todos os resultados do estudo e está organizado conforme a estrutura a seguir:

- Capítulo 1 com a descrição dos objetivos e da metodologia adotada para execução dos serviços;
- Capítulo 2, contendo a descrição geral das principais características das bacias monitoradas;
- Capítulo 3, contendo os resultados do monitoramento hidrológico e as curvas-chave obtidas nas seções de amostragem;
- Capítulo 4, onde se apresentam os resultados obtidos das campanhas de monitoramento de qualidade de água em tempo seco;
- Capítulo 5, contendo os resultados obtidos no monitoramento da qualidade de água em eventos de chuva;
- Capítulo 6, onde se apresenta uma análise comparativa dos resultados de concentrações e cargas poluidoras obtidos para as diversas variáveis monitoradas, assim como a comparação de resultados entre bacias e a estimativa das cargas anuais médias geradas nas bacias monitoradas;
- Capítulo 7, destinado à apresentar os procedimentos de adaptação do Modelo MQUAL para a APRM-ATC, com utilização dos coeficientes de exportação de cargas e concentrações médias de eventos obtidos neste estudo, assim como a utilização do Modelo para a estimativa de cargas anuais médias geradas nas sub-bacias que compõem a APRM-APC;
- Capítulo 8, contendo a descrição de medidas para o controle e gestão de cargas difusas;
- Capítulo 9, com propostas para aperfeiçoamento do sistema de monitoramento da qualidade de água nos cursos de água da APRM-ATC;
- Capítulo 10, com as conclusões e recomendações do estudo; e
- Capítulo 11, contendo as referências bibliográficas utilizadas.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	i
LISTA DE FIGURAS	ii
LISTA DE GRÁFICOS	v
LISTA DE TABELAS	v
1. OBJETIVOS E METODOLOGIA	01
2. CARACTERÍSTICAS DA BACIAS MONITORADAS	15
2.1 Bacia Chácara	16
2.2 Bacia Reflorestamento	19
2.3 Bacia Mata	21
2.4 Bacia Agricultura	23
2.5 Bacia Urbana	27
3. MONITORAMENTO HIDROLÓGICO	30
3.1 Pluviometria	30
3.2 Medições de Vazão e Determinação da Curva-chave	32
3.3 Resumo Geral das Vazões nas Bacias Monitoradas	43
4. MONITORAMENTO DE QUALIDADE DA ÁGUA – SEMANAS TÍPICAS DE TEMPO SECO	45
4.1 Semana Típica de Tempo Seco – Bacia Chácara	46
4.2 Semana Típica de Tempo Seco – Bacia Reflorestamento	55
4.3 Semana Típica de Tempo Seco – Bacia Mata	62
4.4 Semana Típica de Tempo Seco – Bacia Agricultura	69
4.5 Semana Típica de Tempo Seco – Bacia Urbana	75
5. MONITORAMENTO DE QUALIDADE DA ÁGUA – EVENTOS DE CHUVA	81
5.1 Eventos de Chuva – Bacia Chácara	83
5.2 Eventos de Chuva – Bacia Reflorestamento	100
5.3 Eventos de Chuva – Bacia Mata	117
5.4 Eventos de Chuva – Bacia Agricultura	134
5.5 Eventos de Chuva – Bacia Urbana	151
6. ANÁLISE CONSOLIDADA DOS RESULTADOS	168
6.1 Análise Conjunta dos Resultados por Bacia	168
6.2 Análise Conjunta dos Resultados entre Bacias das Campanhas de Tempo Seco	174
6.3 Análise Conjunta dos Resultados entre Bacias das Campanhas de Eventos de Chuva	176
6.4 Estimativa de Cargas Médias Anuais nas Bacias Monitoradas	178

7. ESTIMATIVA DE CARGAS GERADAS NAS BACIAS DA APRM-ATC	180
7.1 Metodologia	180
7.2 Uso e Ocupação do Solo nas Bacias Monitoradas	182
7.3 Coeficientes de Exportação de Cargas Tempo Seco (CECTS) por Categoria de Uso do Solo	182
7.4 Concentrações Médias de Eventos de Chuva (CME) por Categoria de Uso do Solo	184
7.5 Adaptação do Modelo MQUAL para a Bacia da APRM-ATC	185
7.6 Preparação dos Dados de Entrada para o MQUAL	186
7.7 Estimativa das Cargas Geradas na Bacia da APRM-ATC	200
8. MEDIDAS DE CONTROLE DE CARGA DIFUSA	207
8.1 Alagados Construídos	209
8.2 Trincheiras de Infiltração	211
8.3 Filtros de Areia	212
9. PLANO DE MONITORAMENTO FUTURO DA APRM-ATC	214
9.1 Sistema de Monitoramento Existente	214
9.2 Análise da Distribuição Espacial das Cargas Difusas Geradas	215
9.3 Pontos de Monitoramento Propostos	222
10. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	224
11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	225

Lista de Figuras

Figura 1.2-1 – Amostrador Automático

Figura 1.2-2 – Estação de Monitoramento da Bacia Mata

Figura 1.2-3 – Estação de Monitoramento da Bacia Reflorestamento

Figura 1.2-4 – Estação de Monitoramento da Bacia Agricultura

Figura 1.2-5 – Estação de Monitoramento da Bacia Chácara

Figura 1.2-6 – Estação de Monitoramento da Bacia Urbana

Figura 1.2-7 – Instrumentos de medição de Vazão

Figura 1.2-8 – Distribuição temporal das coletas em Semana Típica de Tempo Seco

Figura 1.2-9 – Distribuição temporal das coletas em Eventos de Chuva

Figura 1.2-10 – Fotos Ilustrativas dos Frascos Contendo Amostras Coletadas

Figura 2-1 – Localização da Bacias e dos Pontos de Monitoramento

Figura 2.1-1 – Uso do Solo – Bacia Chácara

Figura 2.1-2 – Fotos Ilustrativas do Uso e Ocupação do Solo Bacia Chácara

Figura 2.2-1 – Uso do Solo – Bacia Reflorestamento

Figura 2.2-2 – Fotos Ilustrativas do Uso e Ocupação do Solo – Bacia Reflorestamento

Figura 2.3-1 – Uso do Solo – Bacia Mata

Figura 2.3-2 – Fotos Ilustrativas do Uso e Ocupação do Solo – Bacia Mata

Figura 2.4-1 – Uso do Solo – Bacia Agricultura

Figura 2.4-2 – Fotos Ilustrativas do Uso e Ocupação do Solo - Bacia Agricultura

Figura 2.5-1 – Uso do Solo – Bacia Reflorestamento

Figura 2.5-2 – Fotos Ilustrativas do Uso e Ocupação do Solo - Bacia Urbana

Figura 3.2-1 – Ajuste da vazão calculada Q_{cal} à vazão observada Q_{obs} na bacia Agricultura

Figura 3.2-2 – Curva-chave para a bacia Agricultura

Figura 3.2-3 – Ajuste da vazão calculada Q_{cal} à vazão observada Q_{obs} na bacia Mata

Figura 3.2-4 – Curva-chave para a bacia Mata

Figura 3.2-5 – Ajuste da vazão calculada Q_{cal} à vazão observada Q_{obs} na bacia Reflorestamento

Figura 3.2-6 – Curva-chave para a bacia Reflorestamento

Figura 3.2-7 – Ajuste da vazão calculada Q_{cal} à vazão observada Q_{obs} na bacia Chácara

Figura 3.2-8 – Curva-chave – Bacia Chácara

Figura 3.2-9 – Monitoramento hidrológico do período 26/05/2015 a 25/08/2015

Figura 3.2-10 – Monitoramento hidrológico do período 26/05/2015 a 25/08/2015

Figura 3.3-11 – Forma do hidrograma unitário sintético triangular do SCS

Figura 3.2-12 – Hidrograma da bacia Urbana do período 26/08/2015 a 26/11/2015

Figura 4.1-1 – Campanhas Semanais de Tempo Seco Realizadas na Bacia Chácara

Figura 4.1-2 – Concentrações Observadas nas Três Campanhas de Tempo Seco na Bacia Chácara

Figura 4.1-3 – Concentrações Observadas nas Duas Campanhas de Tempo Seco Validadas na Bacia Chácara

Figura 4.2-1 – Campanhas Semanais de Tempo Seco Realizadas na Bacia Reflorestamento

Figura 4.2-2 – Concentrações Observadas nas Campanhas de Tempo Seco na Bacia Reflorestamento

Figura 4.3-1 – Campanhas Semanais de Tempo Seco Realizadas na Bacia Mata

Figura 4.3-2 – Concentrações Observadas nas Campanhas de Tempo Seco na Bacia Mata

Figura 4.4-1 – Campanhas Semanais de Tempo Seco Realizadas na Bacia Agricultura

Figura 4.4-2 – Concentrações Observadas nas Campanhas de Tempo Seco na Bacia Agricultura

Figura 4.5-1 – Campanhas Semanais de Tempo Seco Realizadas na Bacia Urbana

Figura 4.5-2 – Concentrações Observadas nas Campanhas de Tempo Seco na Bacia Urbana

Figura 5.1-1 – Hidrograma e Polutograma de Eventos de Chuva na Bacia Chácara – Fósforo Total

Figura 5.1-2 – Hidrograma e Polutograma de Eventos de Chuva na Bacia Chácara – Nitrogênio Total

Figura 5.1-3 – Hidrograma e Polutograma de Eventos de Chuva na Bacia Chácara – DBO

Figura 5.1-4 – Hidrograma e Polutograma de Eventos de Chuva na Bacia Chácara – DQO

Figura 5.1-5 – Hidrograma e Polutograma de Eventos de Chuva na Bacia Chácara – SST

Figura 5.1-6 – Hidrograma e Polutograma de Eventos de Chuva na Bacia Chácara – Coliformes Termotolerantes

Figura 5.1-7 – Curvas de Tendência e Concentração Média dos Eventos – Bacia Chácara

Figura 5.2-1 – Hidrograma e Polutograma de Eventos de Chuva na Bacia Reflorestamento – Fósforo Total

Figura 5.2-2 – Hidrograma e Polutograma de Eventos de Chuva na Bacia Reflorestamento – Nitrogênio Total

Figura 5.2-3 – Hidrograma e Polutograma de Eventos de Chuva na Bacia Reflorestamento – DBO

Figura 5.2-4 – Hidrograma e Polutograma de Eventos de Chuva na Bacia Reflorestamento – DQO

Figura 5.2-5 – Hidrograma e Polutograma de Eventos de Chuva na Bacia Reflorestamento – SST

Figura 5.2-6 – Hidrograma e Polutograma de Eventos de Chuva na Bacia Reflorestamento – Coliformes Termotolerantes

Figura 5.2-7 – Curvas de Tendência e Concentração Média dos Eventos – Bacia Reflorestamento

Figura 5.3-1 – Hidrograma e Polutograma de Eventos de Chuva na Bacia Mata – Fósforo Total

Figura 5.3-2 – Hidrograma e Polutograma de Eventos de Chuva na Bacia Mata – Nitrogênio Total

Figura 5.3-3 – Hidrograma e Polutograma de Eventos de Chuva na Bacia Mata – DBO

Figura 5.3-4 – Hidrograma e Polutograma de Eventos de Chuva na Bacia Mata – DQO

Figura 5.3-5 – Hidrograma e Polutograma de Eventos de Chuva na Bacia Mata – SST

Figura 5.3-6 – Hidrograma e Polutograma de Eventos de Chuva na Bacia Mata – Coliformes Termotolerantes

Figura 5.3-7 – Curvas de Tendência e Concentração Média dos Eventos – Bacia Mata

Figura 5.4-1 – Hidrograma e Polutograma de Eventos de Chuva na Bacia Agricultura - Fósforo Total

Figura 5.4-2 – Hidrograma e Polutograma de Eventos de Chuva na Bacia Agricultura - Nitrogênio Total

Figura 5.4-3 – Hidrograma e Polutograma de Eventos de Chuva na Bacia Agricultura - DBO

Figura 5.4-4 – Hidrograma e Polutograma de Eventos de Chuva na Bacia Agricultura - DQO

Figura 5.4-5 – Hidrograma e Polutograma de Eventos de Chuva na Bacia Agricultura – SST

Figura 5.4-6 – Hidrograma e Polutograma de Eventos de Chuva na Bacia Agricultura – Coliformes Termotolerantes

Figura 5.4-7 - Curvas de Tendência e Concentração Média dos Eventos – Bacia Agricultura

Figura 5.5-1 – Hidrograma e Polutograma de Eventos de Chuva na Bacia Urbana – Fósforo Total

Figura 5.5-2 – Hidrograma e Polutograma de Eventos de Chuva na Bacia Urbana – Nitrogênio Total

Figura 5.5-3 – Hidrograma e Polutograma de Eventos de Chuva na Bacia Urbana – DBO

Figura 5.5-4 – Hidrograma e Polutograma de Eventos de Chuva na Bacia Urbana – DQO

Figura 5.5-5 – Hidrograma e Polutograma de Eventos de Chuva na Bacia Urbana – SST

Figura 5.5-6 – Hidrograma e Polutograma de Eventos de Chuva na Bacia Urbana – Coliformes Termotolerantes

Figura 5.5-7 – Curvas de Tendência e Concentração Média dos Eventos – Bacia Urbana

Figura 6.1-1 – Comparativo de Concentrações – Bacia Chácara

Figura 6.1-2 – Comparativo de Concentrações – Bacia Reflorestamento

Figura 6.1-3 – Comparativo de Concentrações – Bacia Mata

Figura 6.1-4 – Comparativo de Concentrações – Bacia Agricultura

Figura 6.1-5 – Comparativo de Concentrações – Bacia Urbana

Figura 6.2-1 – Concentrações Médias em Tempo Seco

Figura 6.3-1 – Concentrações Médias em Eventos de Chuva

Figura 7.6-1 – Uso do Solo na APRM-ATC por Município

Figura 7.6-1 – Uso do Solo na APRM-ATC por Sub-bacias

Figura 7.6-3 – Sub-bacias do SPAT com as vazões médias e específicas levantadas no PBAT (2009)

Figura 7.6-4 – Regiões hidrológicas homogêneas no Estado de São Paulo

Figura 7.6-5 – Relações lineares para as diferentes regiões hidrológicas homogêneas no Estado de São Paulo

Figura 7.7-1 – Cargas Geradas de Fósforo nas Bacias da APRM-ATC – Situação 2015

Figura 8.1 – Filtro de Areia Implantado na Superfície e Enterrado

- Figura 9.2-6 – Proposta de Sub-bacias para Implantação de Medidas de Controle de Carga
Figura 9.3-1 – Pontos de Monitoramento na APRM-ATC
Figura 9.2-1 – Coeficientes de exportação de carga e Concentração Média do Evento para Fósforo Total
Figura 9.2-2 – Coeficientes de exportação de carga e Concentração Média do Evento para Nitrogênio Total
Figura 9.2-3 – Coeficientes de exportação de carga e Concentração Média do Evento para Sólidos Suspensos Totais
Figura 9.2-4 – Coeficientes de exportação de carga e Concentração Média do Evento para DBO
Figura 9.2-4 – Coeficientes de exportação de carga e Concentração Média do Evento para DQO

Lista de Gráficos

- Gráfico 3.1-1 – Precipitação Mensal nas Bacias Monitoradas
Gráfico 3.1-2 – Precipitação Acumulada nas Bacias Monitoradas
Gráfico 3.1-3 – Precipitação e Nível d'Água nas Bacias Monitoradas – Abril 2015 a Março 2016

Gráfico 7.7-1 – Participação nas Cargas Totais nas Bacias da APRM-ATC – Situação 2015
Gráfico 7.7-2 – Cargas de Fósforo nas Bacias da APRM-ATC – Situação 2015
Gráfico 7.7-3 – Distribuição de Cargas de Fósforo Total

Lista de Tabelas

- Tabela 1.2-1 – Parâmetros Determinados e Limites de Quantificação Atendidos
Tabela 1.2-2 – Amostragens de Eventos de Chuva e Semanas Típicas de Tempo Seco Realizadas (2015/2016)

Tabela 2-1 – Localização das Seções de Monitoramento

Tabela 3.1-1 – Precipitação Mensal e Total nas Bacias Monitoradas
Tabela 3.2-1 – Dados para Obtenção da Curva-chave na Bacia Agricultura
Tabela 3.2-2 – Dados para Obtenção da Curva-chave na Bacia Mata
Tabela 3.2-3 – Dados para Obtenção da Curva-chave na Bacia Reflorestamento
Tabela 3.2-4 – Dados para Obtenção da Curva-chave na Bacia Chácara
Tabela 3.2-5 – Validação da Curva-chave na Bacia Chácara (vazões em m³/s)
Tabela 3.3-1 – Vazões Médias no Período Monitorado (Abril/2015 a Março/2016)

Tabela 4.1-1 – Primeira Campanha de Tempo Seco – Estação Seca – Bacia Chácara
Tabela 4.1-2 – Segunda Campanha de Tempo Seco – Estação Chuvosa – Bacia Chácara (descartada)
Tabela 4.1-3 – Terceira Campanha de Tempo Seco - Estação Chuvosa – Bacia Chácara
Tabela 4.1-4 – Bacia Chácara – Concentrações e Cargas em Tempo Seco
Tabela 4.2-1 – Primeira Campanha de Tempo Seco - Estação Seca – Bacia reflorestamento
Tabela 4.2-2 – Segunda Campanha de Tempo Seco – Estação Chuvosa – Bacia Reflorestamento
Tabela 4.2-3 – Bacia Reflorestamento – Concentrações e Cargas em Tempo Seco

- Tabela 4.3-1 – Primeira Campanha de Tempo Seco – Estação Seca – Bacia Mata
Tabela 4.3-2 – Segunda Campanha de Tempo Seco - Estação Chuvosa – Bacia Mata
Tabela 4.3-3 – Bacia Mata – Concentrações e Cargas em Tempo Seco
Tabela 4.4-1 – Primeira Campanha de Tempo Seco – Estação Seca – Bacia Agricultura
Tabela 4.4-2 – Segunda Campanha de Tempo Seco – Estação Chuvosa – Bacia Agricultura
Tabela 4.4-3 – Bacia Agricultura – Concentrações e Cargas em Tempo Seco
Tabela 4.5-1 – Primeira Campanha de Tempo Seco – Estação Seca – Bacia Urbana
Tabela 4.5-2 – Segunda Campanha de Tempo Seco – Estação Chuvosa – Bacia Urbana
Tabela 4.5-3 – Bacia Urbana – Concentrações e Cargas em Tempo Seco
- Tabela 5.1-1 – Eventos de Chuva – Bacia Chácara – Estação Seca
Tabela 5.1-2 – Eventos de Chuva – Bacia Chácara – Estação Chuvosa
Tabela 5.1-3 – Bacia Chácara – CME e Cargas em Eventos de Chuva
Tabela 5.2-1 – Eventos de Chuva – Bacia Reflorestamento - Estação Seca
Tabela 5.2-2 – Eventos de Chuva – Bacia reflorestamento - Estação Chuvosa
Tabela 5.2-3 – Bacia Reflorestamento – CME e Cargas em Eventos de Chuva
Tabela 5.3-1 – Eventos de Chuva – Bacia Mata – Estação Seca
Tabela 5.3-2 – Eventos de Chuva – Bacia Mata – Estação Chuvosa
Tabela 5.3-3 – Bacia Mata – CME e Cargas em Eventos de Chuva
Tabela 5.4-1 – Eventos de Chuva – Bacia Agricultura - Estação Seca
Tabela 5.4-2 – Eventos de Chuva – Bacia Agricultura - Estação Chuvosa
Tabela 5.4-3 – Bacia Agricultura – CME e Cargas em Eventos de Chuva
Tabela 5.5-1 – Eventos de Chuva – Bacia Urbana - Estação Seca
Tabela 5.5-2 – Eventos de Chuva – Bacia Urbana - Estação Chuvosa
Tabela 5.5-3 – Bacia Urbana – CME e Cargas em Eventos de Chuva
- Tabela 6.1-1 – Comparativo de Concentrações – Bacia Chácara
Tabela 6.1-2 – Comparativo de Concentrações – Bacia Reflorestamento
Tabela 6.1-3 – Comparativo de Concentrações – Bacia Mata
Tabela 6.1-4 – Comparativo de Concentrações – Bacia Agricultura
Tabela 6.1-5 – Comparativo de Concentrações – Bacia Urbana
Tabela 6.2-1 – Concentrações Médias de Tempo Seco
Tabela 6.3-1 – Concentrações Médias de Eventos de Chuva
Tabela 6.4-1 – Vazões Médias no Período Monitorado (Abril/2015 a Março/2016)
Tabela 6.4-2 – Estimativa de Cargas nas Bacias Monitoradas
- Tabela 7.2-1 – Resumo da Composição de Usos do Solo nas bacias Monitoradas
Tabela 7.3-1 – Coeficientes de Exportação de Cargas de Tempo Seco – CECTS
Tabela 7.4-1 – Concentrações Médias de Eventos de Chuva - CME
Tabela 7.6-1 – Correspondência de Classes de Uso e Ocupação do Solo MQUAL x EMLASA
Tabela 7.6-2 – Uso do Solo por Sub-bacias da APRM-ATC
Tabela 7.6-3 – População nos Municípios Pertencentes à APRM-ATC
Tabela 7.6-4 – Distribuição da População por Sub-Bacias da APRM-ATC – ano 2015
Tabela 7.6-5 – Índices de Atendimento por Sub-bacias da APRM-ATC operadas pela SABESP
Tabela 7.6-6 – Índices de Atendimento por Sistema SEMAE Mogi das Cruzes
Tabela 7.6-7 – Índices de Atendimento por Sub-bacias da APRM-ATC operadas pelo SEMAE

Tabela 7.6-8 – Resumo hidrológico-estatístico das séries de vazões naturais nos aproveitamentos do Sistema Produtor do Alto Tietê

Tabela 7.6-9 – Resumo hidrológico-estatístico das séries de vazões naturais nas sub-bacias do Rio Tietê e do Rio Claro

Tabela 7.6-10 – Parâmetros das Regressões para as Diferentes Regiões Hidrológicas

Tabela 7.6-11 – Vazões Específicas e Médias de Longo Termo para as Bacias da APRM-ATC

Tabela 7.6-12 – Vazões Naturais das Sub-bacias da APRM-ATC

Tabela 7.7-1 – Cargas Geradas em Tempo Seco nas Bacias da APRM-ATC – Situação 2015

Tabela 7.7-2 – Cargas Geradas em Eventos de Chuva nas Bacias da APRM-ATC – Situação 2015

Tabela 7.7-3 – Cargas Totais Geradas nas Bacias da APRM-ATC – Situação 2015

Tabela 7.7-4 – Participação nas Cargas Totais Geradas nas Bacias da APRM-ATC – Situação 2015

Tabela 7.7-5 – Fontes de Geração de Cargas Difusas de Fósforo Total

Tabela 7.7-6 – Comparação de Cargas em Tempo Seco

Tabela 7.7-7 – Comparação de Cargas Totais (tempo seco e eventos de chuva)

Tabela 8.1 – Medidas de Controle de Carga Difusa - Matriz de Aplicabilidade em Relação à Quantidade e Qualidade

Tabela 8.2 – Eficiências de Remoção de Poluentes Através de Sistemas de Wetlands Construídas

Tabela 8.3 – Eficiências de Remoção de Poluentes por meio de Trincheiras de Infiltração

Tabela 8.4 – Eficiências de Remoção de Poluentes por Meio de Filtros de Areia

Tabela 9.1-1 – Pontos de Monitoramento Existentes em Cursos de Água na APRM-ATC

Tabela 9.3-1 – Análise da Necessidade de Monitoramento nas Sub-bacias da APRM-ATC

Tabela 9.3-2 – Localização dos Pontos de Monitoramento Propostos para a APRM-ATC

1. OBJETIVOS E METODOLOGIA

1.1 Objetivos do Estudo

Os serviços de consultoria para Avaliação de Poluição Proveniente de Fontes Difusas na Área de Influência do Sistema Produtor Alto Tietê - SPAT - Reservatórios Taiaçupeba, Jundiá, Biritiba, Ponte Nova e Paraitinga inserem-se nas ações previstas no Programa de Saneamento Ambiental dos Mananciais do Alto Tietê - Programa Mananciais.

Este estudo visa obter informações sobre a influência do uso solo na qualidade da água na Área de Proteção e Recuperação Ambiental do Alto Tietê Cabeceiras (APRM-ATC) por meio do levantamento das informações para quantificar a carga difusa gerada tanto em tempo seco e em eventos de chuva, de forma a aperfeiçoar o diagnóstico sobre a origem e o impacto dessa carga na qualidade da água.

O estudo baseia-se na instrumentação de bacias piloto com representatividade específica de diferentes tipologias de usos e ocupação do solo, nas quais se monitora a qualidade e a quantidade da água por meio do registro contínuo do nível d'água e da precipitação atmosférica, da realização de medidas diretas de vazão e obtenção das respectivas curvas-chave, e da realização de campanhas de amostragem e análises laboratoriais de água.

Os resultados obtidos permitem estabelecer o valor de *coeficientes de exportação de cargas* em tempo seco e das *concentrações médias* dos poluentes durante a ocorrência de eventos de chuva, para as tipologias de uso e ocupação monitoradas.

Esses resultados são utilizados em um modelo matemático (MQUAL) para estimar a carga total gerada nas sub-bacias constituintes da APRM-ATC. Ao final são apresentadas propostas para o aperfeiçoamento do monitoramento da qualidade da água na bacia e para o adequado manejo e controle de cargas difusas.

1.2 Metodologia de Trabalho

1.2.1 Seleção de Bacias a Serem Monitoradas

A experiência anterior das entidades integrantes do Consórcio PRIME-FCTH em serviços semelhantes permitiu efetuar uma avaliação prévia das condições de qualidade de água na bacia e da distribuição do uso e ocupação do solo, de modo a selecionar adequadamente sub-bacias representativas para monitoramento.

A caracterização das áreas para subsidiar a seleção das bacias piloto a serem monitoradas levou em consideração os aspectos mínimos conforme definidos no Termo de Referência: (i) dimensão geográfica adequada; (ii) população residente; (iii) infraestrutura de saneamento; (iv) fontes de poluição pontuais; (v) padrões de uso e ocupação do solo, com especial interesse no uso rural, hortifrutigranjeiro e reflorestamento; e (vi) presença de várzea. Como critérios adicionais se consideraram os seguintes aspectos:

- A maior especificidade e homogeneidade da tipologia de uso e ocupação do solo a ser estudada na área de drenagem das bacias piloto;
- A inexistência de outros usos significativos, cargas pontuais relevantes ou interferências que atenuem ou intensifiquem a carga difusa a ser estimada;
- A possibilidade de acesso e condições adequadas para instalação de equipamentos de monitoramento, tanto do ponto de vista técnico quanto da segurança das instalações.

Para cada tipologia de ocupação a ser monitorada, conforme estabelecido no Termo de Referência (Mata, Reflorestamento, Agricultura, Chácaras e Urbana), foram selecionadas sub-bacias potenciais para a realização dos estudos, que depois foram vistoriadas em campo, com a participação de representantes das equipes técnicas da CETESB e da SABESP, para confirmação e identificação da seção mais adequada para instalação dos equipamentos de medição hidrológica e de coleta de amostras de água. O capítulo 2 descreve as características das bacias representativas selecionadas.

1.2.2 Instalação de equipamentos de campo

Os serviços de obtenção de dados de campo foram executados pela equipe técnica da FCTH, cujas instalações situadas no município de Salesópolis, junto à barragem de Ponte Nova, foram utilizadas como base de apoio para os serviços.

Os dados hidrológicos foram obtidos e processados diretamente pela equipe da FCTH e as análises de qualidade de água realizadas pela empresa Ecolabor Comercial Consultoria e Análises Ltda.

Os serviços de campo compreenderam:

- Instalação das estações de monitoramento;
- Operação das estações de monitoramento;
- Coleta de dados hidrológicos;
- Coleta de amostras de água.

Instalação das Estações de Monitoramento Hidrológico

As estações foram dotadas dos seguintes equipamentos:

- Registrador eletrônico (“*Datalogger FCTH*”) – equipamento utilizado para coleta e armazenamento dos dados dos sensores das estações. O registrador eletrônico foi desenvolvido pela FCTH para atender as necessidades específicas para cada tipo de estação de monitoramento.
- Modem celular e antena - equipamento responsável pela transmissão dos dados armazenados no registrador eletrônico. Este equipamento utiliza a rede de dados das operadoras de celular através das tecnologias GSM-GPRS.
- Bateria estacionária e painel solar - conjunto de equipamentos responsáveis por fornecer a energia necessária ao “*datalogger*” e sistemas de transmissão de dados. Com um painel solar de 25W e uma bateria estacionária de 45Ah, este sistema possui autonomia de 7 dias com pouca ou nenhuma insolação.
- Sensor de Nível d’Água – monitoramento de nível d’água. Os dados são coletados por um transdutor de nível, que pode ser do tipo pressão hidrostático ou do tipo ultrassônico. O sensor de nível tipo ultrassônico necessita de uma estrutura de sustentação para que o sensor fique “apontado” em uma vertical para o ponto de medição. O sensor de pressão é utilizado inserido na água e funciona por princípio hidrostático. Estes sensores de nível também podem inferir a vazão nos casos em que seja possível estabelecer uma curva-chave com relação biunívoca entre o nível e a vazão.
- O *ADP Acoustic Doppler Profiler* é um medidor de velocidade e vazão que funciona por princípio *doppler* acústico. Este ADP se comunica com o *datalogger* FCTH através de uma porta serial.
- Todos os dados coletados pelos medidores de nível são transmitidos para uma unidade remota de armazenamento. Esta, por sua vez, faz a imediata transmissão dos dados para o sistema de recepção localizado no Centro Tecnológico de Hidráulica – CTH por meio da rede de telefonia celular que utiliza a tecnologia GSM/GPRS. Esse dispositivo foi instalado nas bacias Chácara e Urbana, cujo acesso às informações podia ser realizado em tempo real pela Internet, mediante acesso devidamente cadastrado. Nas demais bacias monitoradas, pela ausência de sinal de telefonia celular, os dados eram armazenados em *datalogger* e colhidos periodicamente pela equipe de campo.

Amostradores automáticos de água

Para coletas de água foram utilizados amostradores automáticos portáteis Modelo Avalanche da marca Teledyne Isco (Figura 1.2-1) com os seguintes acessórios:

- ✓ 3 conjuntos de 14 garrafas de polipropileno de 950ml, por amostrador;
- ✓ 2 tubos de sucção de 7,6 metros de comprimento com filtro *straines*, por amostrador;
- ✓ 1 kit mobilidade, por amostrador;

- ✓ 1 módulo de entrada analógica, por amostrador, para comunicação entre amostrador e as instalações dos equipamentos hidrológicos;
- ✓ 1 dispositivo de transferência rápida de dados, para transferir os dados da memória do Amostrador Automático para um computador para visualização, armazenamento ou impressão;
- ✓ 2 licenças do *Software Flowlink 5.1*, para visualização dos dados coletados da memória do Amostrador Automático;
- ✓ 1 conjunto de 25 bombas de tubulação;
- ✓ 3 tubos de descarga das garrafas, por amostrador.

Para o funcionamento e autonomia do amostrador automático foram adquiridas duas baterias estacionárias para cada amostrador. Para garantir proteção contra vandalismo os amostradores foram acondicionados em caixas metálicas fixadas no solo.



Figura 1.2-1 – Amostrador Automático

Fonte: Catálogo Amostradores ISCO

Operação das Estações de Monitoramento

A operação das estações consistiu nas seguintes atividades:

- **Manutenção preventiva**
Tem como objetivo manter o correto funcionamento da estação telemétrica. Este tipo de manutenção deve ocorrer com uma periodicidade máxima de 15 dias. Em uma manutenção preventiva são realizadas as seguintes tarefas:
 - Limpeza e calibração do sensor de nível e do pluviômetro;
 - Limpeza do painel solar;
 - Verificação das tensões do painel solar, bateria e alimentação da remota;
 - Trabalhos de capina e limpeza ao redor da estação telemétrica;
 - Verificação de sinais de ferrugem nas estruturas metálicas do posto e, em caso de necessidade a correção do problema.
- **Manutenção corretiva**
A manutenção corretiva é realizada sempre que a estação telemétrica apresentar qualquer tipo de anomalia, seja ela com dados incorretos ou a falha na transmissão dos dados.
- **Programação dos amostradores conforme o tipo de campanha a realizar**
Verificação diária da programação dos amostradores e troca de baterias, conforme o tipo de campanha (tempo seco ou evento de chuva) que está sendo executada.
- **Manejo dos frascos coletor automático de amostras**
Os frascos são etiquetados e colocados nos aparelhos conforme a programação estabelecida. Após o período de amostragem, os frascos foram retirados do aparelho, colocados em caixas termicamente isoladas contendo gelo, transportados à base de apoio, onde foram acondicionados em refrigerador até a retirada pela equipe do laboratório contratado.

Essa equipe foi responsável pelo transporte até o laboratório e das amostras destinadas à CETESB.
- **Desmontagem das estações de monitoramento ao final dos serviços.**

As fotografias a seguir mostram etapas da instalação e operação das estações de monitoramento.

Figura 1.2-2 – Estação de Monitoramento da Bacia Mata



Figura 1.2-3 – Estação de Monitoramento da Bacia Reflorestamento



Figura 1.2-4 – Estação de Monitoramento da Bacia Agricultura



Figura 1.2-5 – Estação de Monitoramento da Bacia Chácara



Figura 1.2-6 – Estação de Monitoramento da Bacia Urbana



1.2.3 Procedimentos de Coleta de Dados Hidrológicos

As amostragens de nível e chuva foram obtidas continuamente, em tempo real, em intervalos de 10 minutos.

O sistema de monitoramento hidrológico adotado foi totalmente integrado ao sistema de coleta d'água. Em um primeiro momento foram calibrados os níveis de água em cada seção para iniciar o processo de coleta dos amostradores.

Para a obtenção dos dados de chuva foram instalados pluviômetros e também utilizadas as informações do radar meteorológico que possui resolução de 500x500m nesta área de interesse.

As vazões foram obtidas através de medida indireta dos níveis d'água nas seções monitoradas. A transformação dos níveis em vazão foi feita por meio das equações das curvas-chaves levantadas em cada uma das seções monitoradas, e da equação de um vertedor instalado na Bacia Urbana.

Os serviços de medição de vazão foram executados segundo as normas e recomendações hidrológicas do manual para serviço de hidrometria publicados pela ANA. As medições foram realizadas com haste de medição a vau com sensor de profundidade do tipo piezorresistivo e com medição de velocidade do tipo doppler. Este tipo de medidor já realiza a integração das velocidades medidas nas diferentes verticais e profundidades para a obtenção da vazão.



Coletor de dados da MPF – Pró



Medidor de profundidade e velocidade doppler

Figura 1.2-7 – Instrumentos de medição de Vazão

1.2.4 Amostragem de Qualidade de Água

A amostragem de água abrangeu dois tipos de campanhas:

- **Semana Típica de Tempo Seco:** amostragem a cada 4hs durante sete dias seguidos sem a ocorrência de chuvas, totalizando seis amostras por dia; as amostragens tiveram início às 12hs e término à 8hs do dia seguinte (procedimento estabelecido devido à logística de coleta dos frascos e encaminhamento ao laboratório). Foram realizadas duas campanhas por bacia, uma na Estação Seca e outra na Estação Chuvosa.

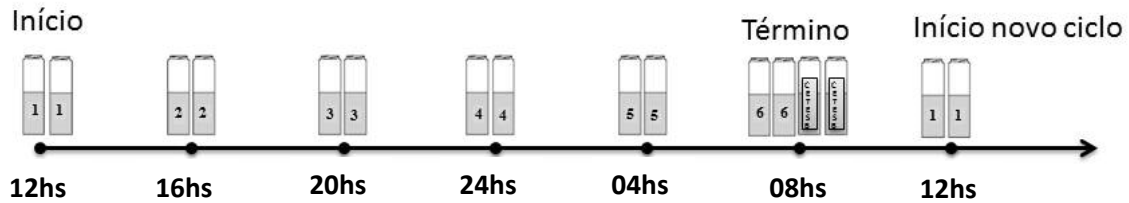


Figura 1.2-8 – Distribuição temporal das coletas em Semana Típica de Tempo Seco

- **Eventos de Chuva:** amostragem ao longo do hidrograma de cheia nas seções monitoradas, provocado por eventos de chuva; o amostrador foi programado para iniciar coletas a partir de um NA fixado e em intervalos de tempo definidos conforme as características hidrológicas de cada bacia (tempo de ascensão e recessão do hidrograma). Foram amostrados oito eventos de chuva em cada bacia, sendo quatro na Estação Seca e quatro na Estação Chuvosa.

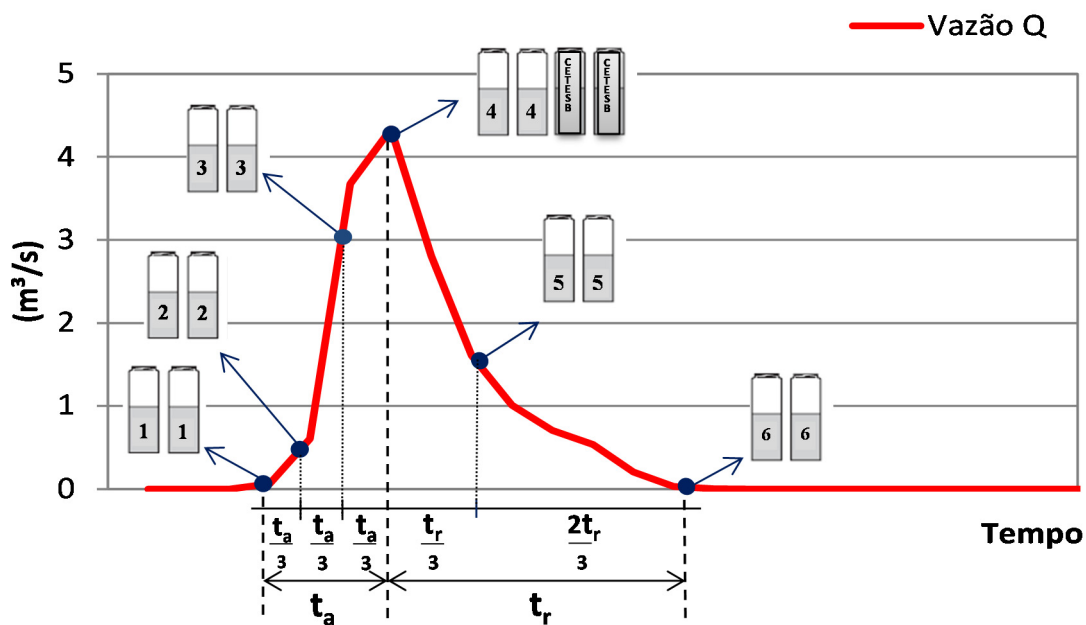
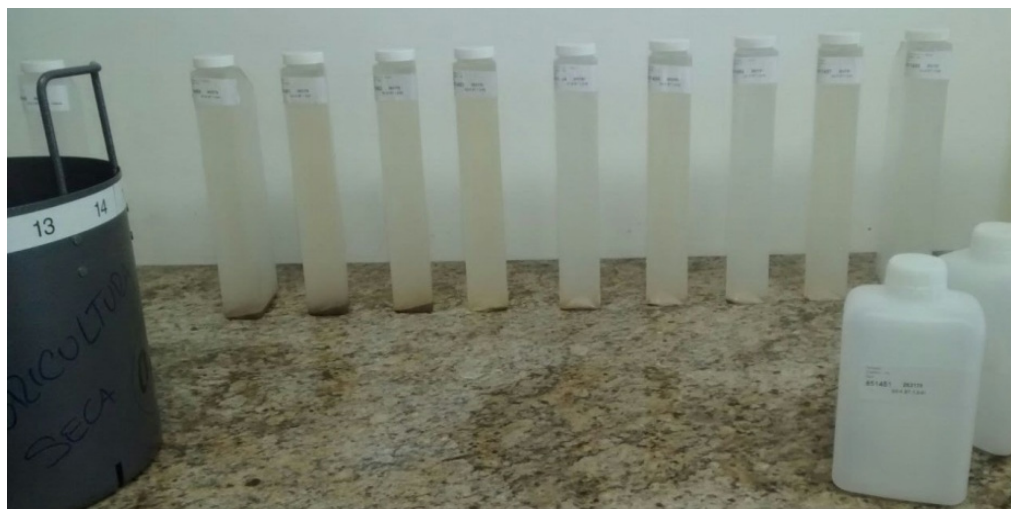
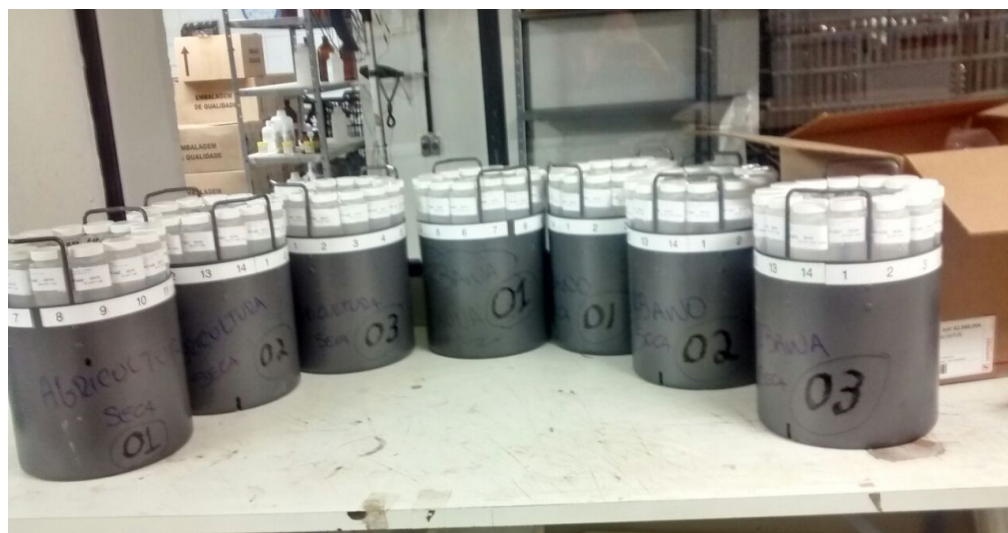


Figura 1.2-9 – Distribuição temporal das coletas em Eventos de Chuva

Figura 1.2-10 – Fotos Ilustrativas dos Frascos Contendo Amostras Coletadas



Variáveis e Métodos de Análise

As análises laboratoriais atenderam à Resolução SMA 90/2012 e suas alterações foram realizadas por laboratórios acreditados pelo INMETRO, segundo os requisitos estabelecidos na norma ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005, para cada parâmetro/ensaio.

Os métodos analíticos e os limites analíticos de quantificação dos parâmetros monitorados atenderam aos indicados na tabela a seguir.

Tabela 1.2-1 – Parâmetros Determinados e Limites de Quantificação Atendidos

Análises Laboratoriais	Limite de Quantificação (LQ)	Métodos	Grupo
Sólidos suspensos	15 mg/L	SM 2540 ou similar	2
Nitrogênio nitrato	0,008 mg/L	SM 4110C ou similar	
Nitrogênio nitrito	0,004 mg/L	SM 4110C ou similar	
Nitrogênio amoniacal	0,023 mg/L	SM 4500N ou similar	1
Nitrogênio Kjeldahl total	0,18 mg/L	SM 4500Norg ou similar	
Fósforo total	0,016 mg/L	SM 4500P ou similar	
DBO (5d,20°C)	2 mg/L	SM 5210B ou similar	2
DQO	6 mg/L	SM 5220D ou similar	1
COT	1,0 mg/L	SM 5310B ou similar	
Coliformes termotolerantes	1 ou 100 NMP/100mL	SM 9221E ou 9222 D	2

Tendo em vista a necessidade de preservação, os parâmetros foram divididos em dois grupos:

- **Grupo 1** – com preservação em ácido sulfúrico: DQO, nitrogênio amoniacal, nitrogênio Kjeldhal total, fósforo total e carbono orgânico total;
- **Grupo 2** – sem preservação: DBO, sólidos suspensos, coliformes termotolerantes, nitrito e nitrato.

Amostras de controle foram encaminhadas à CETESB:

- Semanas Típicas de Tempo Seco: a última amostra diária das semanas típicas, com exceção das campanhas iniciadas na sexta-feira e sábado;
- Eventos de Chuva: a quarta amostra de cada evento, próxima ao pico de hidrograma.

Identificação de Amostras e Transporte ao Laboratório

Os amostradores utilizados são providos de 14 frascos de polipropileno, com cerca de 950 mL cada. Para realização das análises foram coletados dois frascos para cada amostra, sendo o primeiro contendo preservante (ácido sulfúrico) para os parâmetros do Grupo 1, e outro, sem preservante, para os parâmetros do Grupo 2.

Os frascos foram etiquetados com numeração indicativa do Grupo, das características do local, tipo campanha e horário de coleta, conforme critérios a seguir:

- Identificação do grupo de parâmetros: G1 ou G2.
- Identificação do local - letra indicando a característica da bacia representativa:

Código	Bacia Representativa do Uso do Solo
A	Agricultura
C	Chácara
M	Mata
R	Reflorestamento
U	Urbana

- Identificação do tipo de campanha: duas letras indicando o tipo de campanha (semana típica de tempo seco – **ST** ou evento de chuva – **EC**), seguido de dois algarismos indicando a ordem da campanha e o dia ou evento, sendo:
 - Nas semanas típicas: o primeiro algarismo indica a campanha da estação seca (1) ou estação chuvosa (2); o segundo algarismo (1 a 7) indica o dia da semana;
 - Nas campanhas de eventos de chuva: o primeiro algarismo indica a campanha da estação seca (1) ou estação chuvosa (2); e o segundo o número do evento (1 a 8).
- Identificação da sequência da amostra durante a campanha:
 - Nas semanas típicas e eventos de chuva: de 01 a 06.

As amostras destinadas à análise pela CETESB foram identificadas com a palavra CETESB após o código acima descrito (G1-U.EC.1.3-04 – CETESB).

Os exemplos abaixo ilustram a forma de identificação da uma amostra:

Identificação: **G1-A.ST.1.7-01**

Amostra: frasco com conservantes para parâmetros do Grupo 1 (G1), bacia agrícola (A), campanha de semana típica (ST), estação seca (1), sétimo dia (7), primeira amostra do dia (01).

Identificação: **G2-U.EC.2.3-03**

Amostra: frasco sem conservantes para parâmetros do grupo 2 (G2), bacia urbana (U), campanha de evento de chuva (EC), estação chuvosa (2), terceiro evento de chuva (3), terceira amostra do evento (03).

A Tabela abaixo resume as datas em que todas as campanhas de amostragem foram realizadas.

Tabela 1.2-2 – Amostragens de Eventos de Chuva e Semanas Típicas de Tempo Seco Realizadas (2015/2016)

Evento de Chuva e Semana Típica	Bacia / Estação (Tipo de Uso)				
	Chácara	Mata	Reflorestamento	Agricultura	Urbana
ESTAÇÃO SECA					
1º Evento	07/05	07 e 08/05	07 e 08/05	24 e 25/07	27/08
2º Evento	19/05	18 e 19/06	19 e 20/06	27/08	26/09
3º Evento	18/06	24/06	24/06	25 e 26/09	30/9
4º Evento	23 e 24/06	24 e 25/07	25/07	30/9 e 01/10	03/10
Semana Típica	26/06 a 03/07	27/06 a 03/07 e 17 a 18/07	26/06 a 03/07	03 a 10/08	03 a 10/08
ESTAÇÃO CHUVOSA					
5º Evento	26/10	19 e 20/11	29/11	26/10	22/10
6º Evento	02/11	28 e 29/11	05 e 06/12	04 e 05/11	26/10
7º Evento	04/11	05 e 06/12	12 e 13/12	17 e 18/11	04/11
8º Evento	09/11	12 e 13/12	18 e 19/12	28 e 29/11	09/11
Semana Típica	16 a 22/10 e 29 e 30/10	06 a 09/01/2016 17 a 20/01/2016 23 e 24/01/2106	06 a 09/01/2016 17 a 20/01/2016 23 e 24/01/2106	15 a 22/10	15 a 22/10
Semana Típica adicional *	20 a 27/01/2016	-	-	-	-

* Realização de 3ª Semana Típica na Bacia Chácara para comparação e validação dos resultados obtidos na 2ª campanha

2. CARACTERÍSTICAS DAS BACIAS MONITORADAS

Neste capítulo apresenta-se a localização das bacias selecionadas para monitoramento, assim como a caracterização do uso e ocupação atual do solo em cada uma delas.

A avaliação preliminar do uso e ocupação do solo nas bacias monitoradas foi realizada com base em ortofotos IGC-SP 2010 da base cartográfica Geoportal IGC (acessado em 01/2015). Essas informações foram objeto de verificação detalhada em campo, de modo a subsidiar a adequada correlação com os resultados do monitoramento da qualidade da água.

Tabela 2-1 – Localização das Seções de Monitoramento

Bacia Monitorada (uso preponderante)	Sub-bacia da APRM-ATC	Nº da Sub-bacia do AT (*)	Área (km ²)	Coordenadas Geométricas (Lat./Long.)
Agricultura	Jusante Biritiba	3.1.2	3,04	23°35'10.93"S / 46°04'36.68"O
Chácara	Tietê-Alegre	2.2	0,72	23°33'25.00"S / 46°01'10.80"O
Mata	Itapanhaú	*	3,45	23°37'53.34"S / 45°59'57.65"O
Reflorestamento	Itapanhaú	*	6,16	23°36'47.13"S / 46°00'19.75"O
Urbana	Médio Paraitinga	2.1.2	0,23	23°31'47.62"S / 45°50'44.04"O

(*) Conforme Plano da Bacia do Alto Tietê.

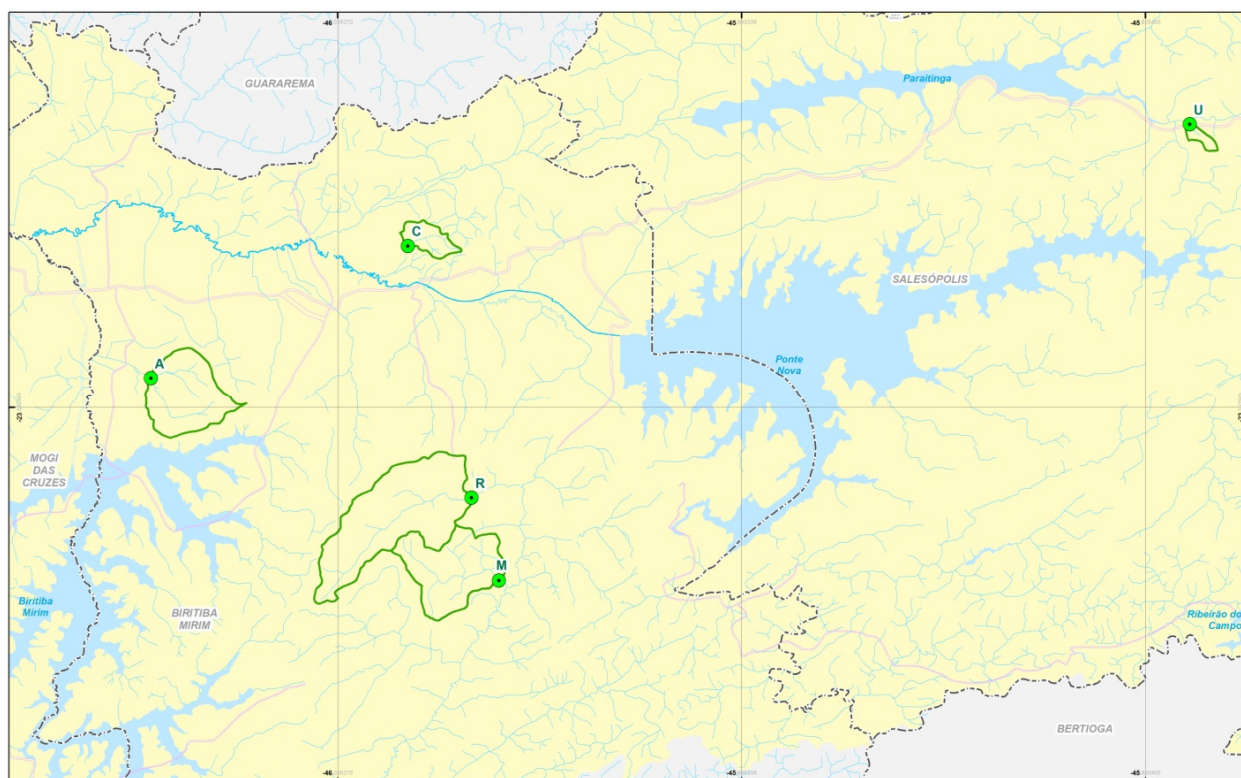


Figura 2-1 – Localização das Bacias e dos Pontos de Monitoramento

2.1 Bacia Chácara

A **Bacia Chácara** é ocupada predominantemente por chácaras de lazer e moradia, em loteamento dotado de vias pavimentadas, com a presença de alguns fragmentos de mata associados à hidrografia e às altas declividades do terreno, terreno livres, alguns campos com vegetação rasteira e áreas de cultivo de flores e pomar na propriedade onde está situada a estação de monitoramento.

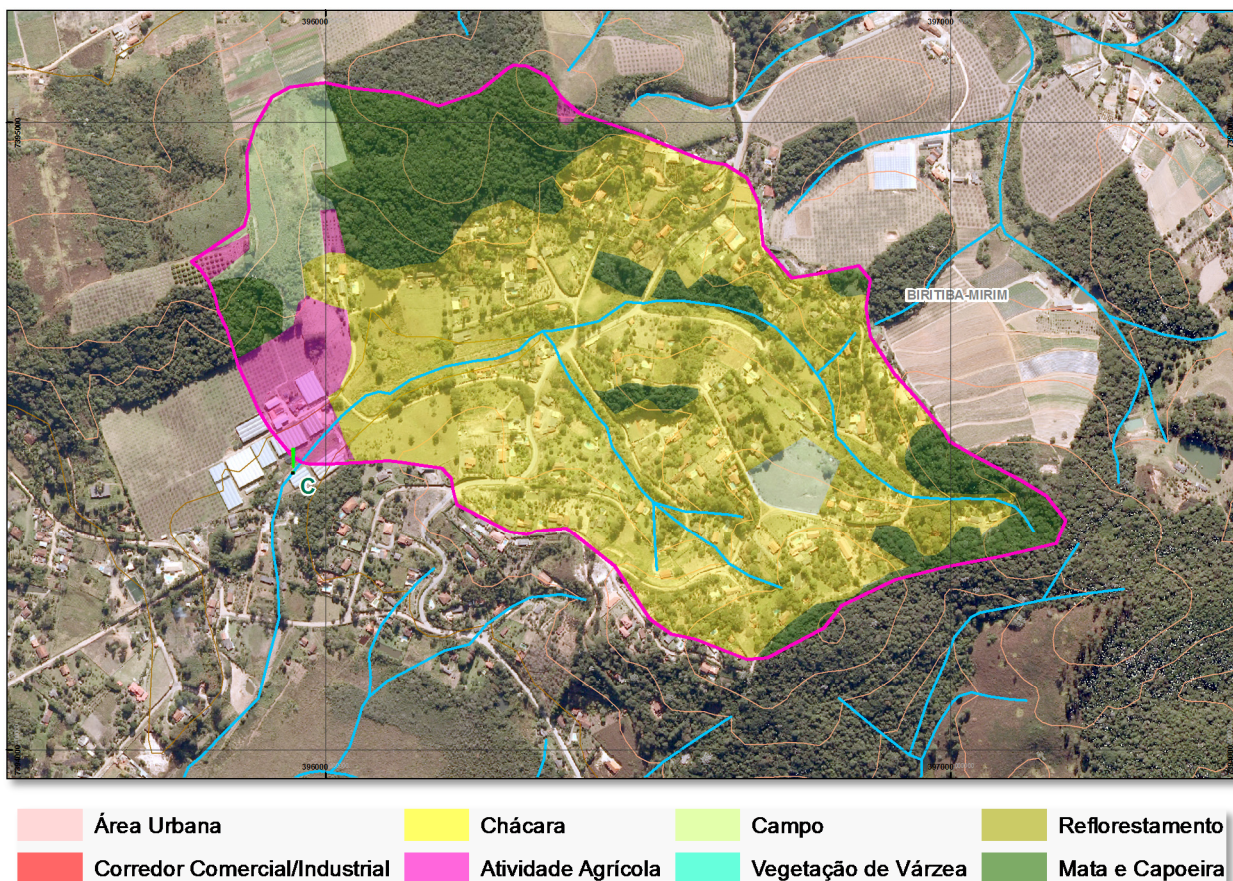


Figura 2.1-1 – Uso do Solo – Bacia Chácara

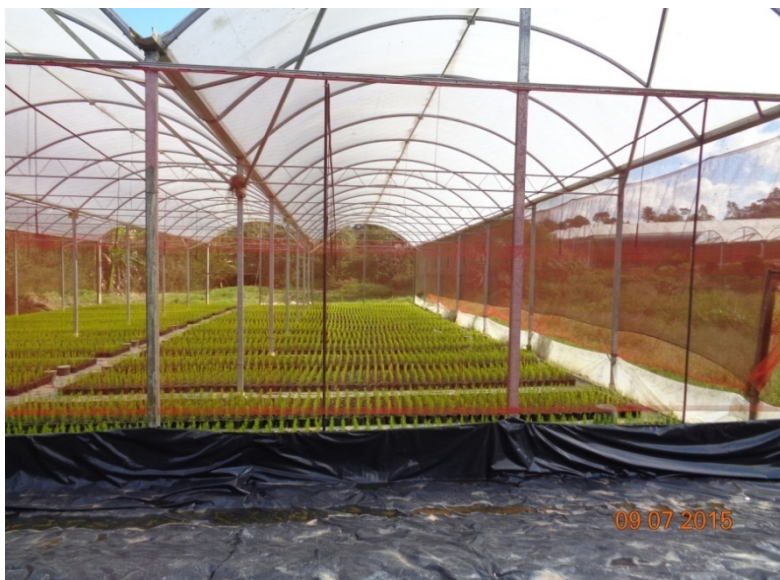
Segundo o proprietário da área, há irrigação em suas estufas, mas com pouca ou nenhuma perda de água, utilizando-se de reservatório com cerca de 30 mil litros e poço artesiano outorgado com capacidade média para 3.800 litros/hora. As drenagens internas da propriedade alteram de forma pouco significativa a área natural de drenagem da Bacia.

A seguir algumas fotos ilustrativas da ocupação da bacia.

Figura 2.1-2 – Fotos Ilustrativas do Uso e Ocupação do Solo Bacia Chácara



Vista da Estação de Monitoramento ao lado da propriedade rural



Vista do cultivo de orquídeas em estufas



Vista geral da bacia com campos e chácaras de lazer



Vista geral da bacia com campos e chácaras de lazer



Vista geral da bacia com campos e chácaras de lazer. Ao fundo remanescentes florestais



Vista geral da bacia com campos e chácaras de lazer. Vegetação arbórea isolada com função paisagística

2.2 Bacia Reflorestamento

A Bacia Reflorestamento está inserida em propriedade da Companhia Suzano S/A. O cultivo de eucaliptais para produção de celulose encontra-se desativado, bem como grande parte das instalações no local, permanecendo apenas os trabalhos de monitoramento florestal. Os eucaliptais já passaram do tempo de corte para produção comercial, apenas uma pequena infraestrutura ainda se observa em atividade – a guarita e um pequeno depósito/escritório/garagem.

Observou-se que a bacia é praticamente desabitada, sendo registrada a existência de apenas uma única família, formada por 4 pessoas, residente em sítio no interior da Bacia, a alguns quilômetros de distância da estação de monitoramento, de modo que não há possibilidade de perturbar os resultados do monitoramento. Também foi identificado um pequeno conjunto de residências abandonadas dos antigos trabalhadores da fazenda.

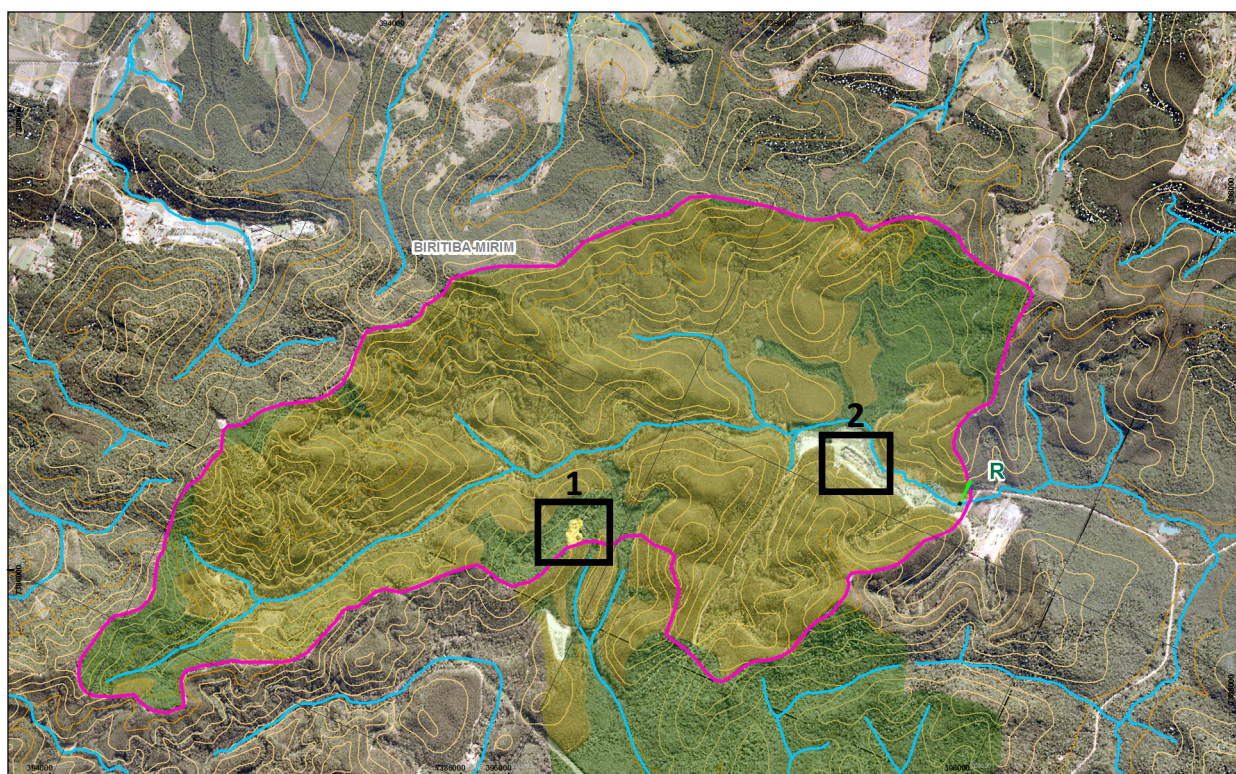


Figura 2.2-1 – Uso do Solo – Bacia Reflorestamento

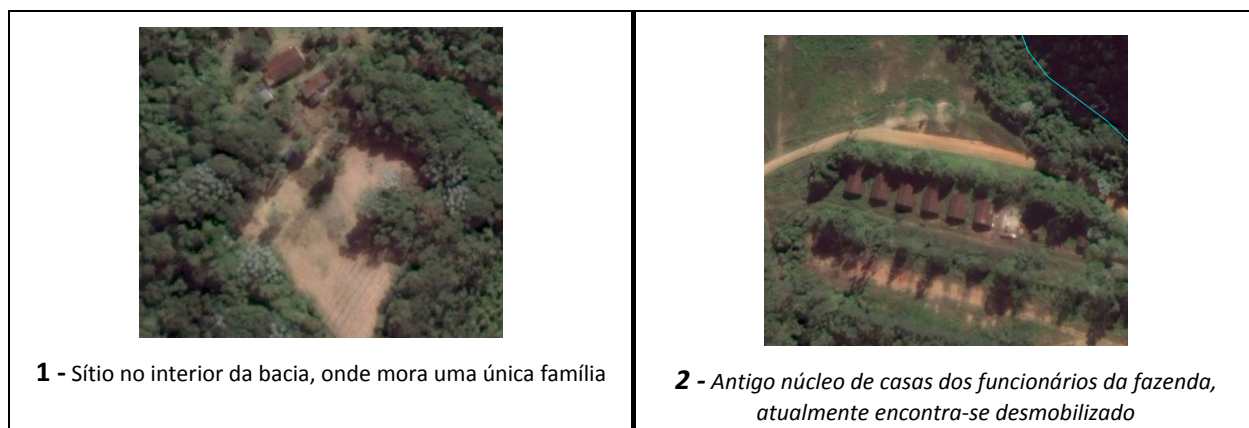


Figura 2.2-2 – Fotos Ilustrativas do Uso e Ocupação do Solo – Bacia Reflorestamento



Vista geral da Bacia com predominância de Reflorestamento de eucaliptos (comercialmente desativado)



Vista da entrada da antiga vila dos funcionários (desativada)



Vista de campos antrópicos ainda não reflorestados, mais adiante vegetação ciliar e ao fundo os eucaliptais

2.3 Bacia Mata

Na Bacia Mata, conforme se observa na imagem, o uso é predominante de mata, apenas alterado por um remanescente de reflorestamento localizado na parte alta da bacia. Foi identificado, um pequeno campo antropizado na borda da bacia, com acesso pela estrada do Casa Grande, porém de dimensões pouco significativas.

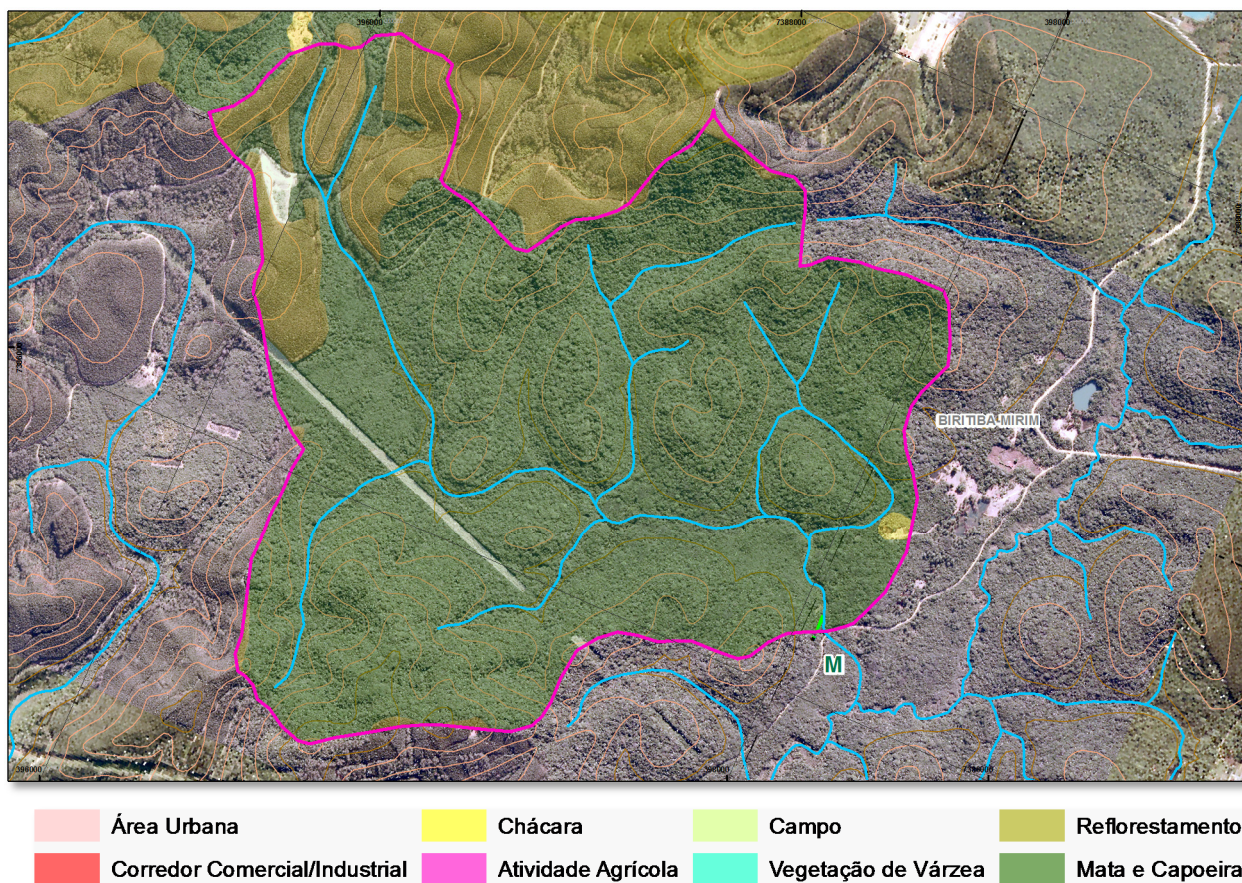


Figura 2.3-1 – Uso do Solo – Bacia Mata

Figura 2.3-2 – Fotos Ilustrativas do Uso e Ocupação do Solo – Bacia Mata



Vista geral da Bacia



Vista do fundo do vale próximo do ponto de monitoramento



Vista do campo antropizado na borda da Bacia, pertencente a uma chácara.

2.4 Bacias Agricultura

A área de drenagem dessa bacia compreende cerca de 304 hectares, com uso e ocupação do solo predominantemente agrícola, que ocupa aproximadamente 170 hectares, mais da metade da área da bacia, além de área de chácaras e porções de mata e reflorestamento.

Há presença predominante de áreas de cultivo irrigado intensivo, com presença de diversos lagos e barragens temporárias, uso de defensivos e fertilizantes.

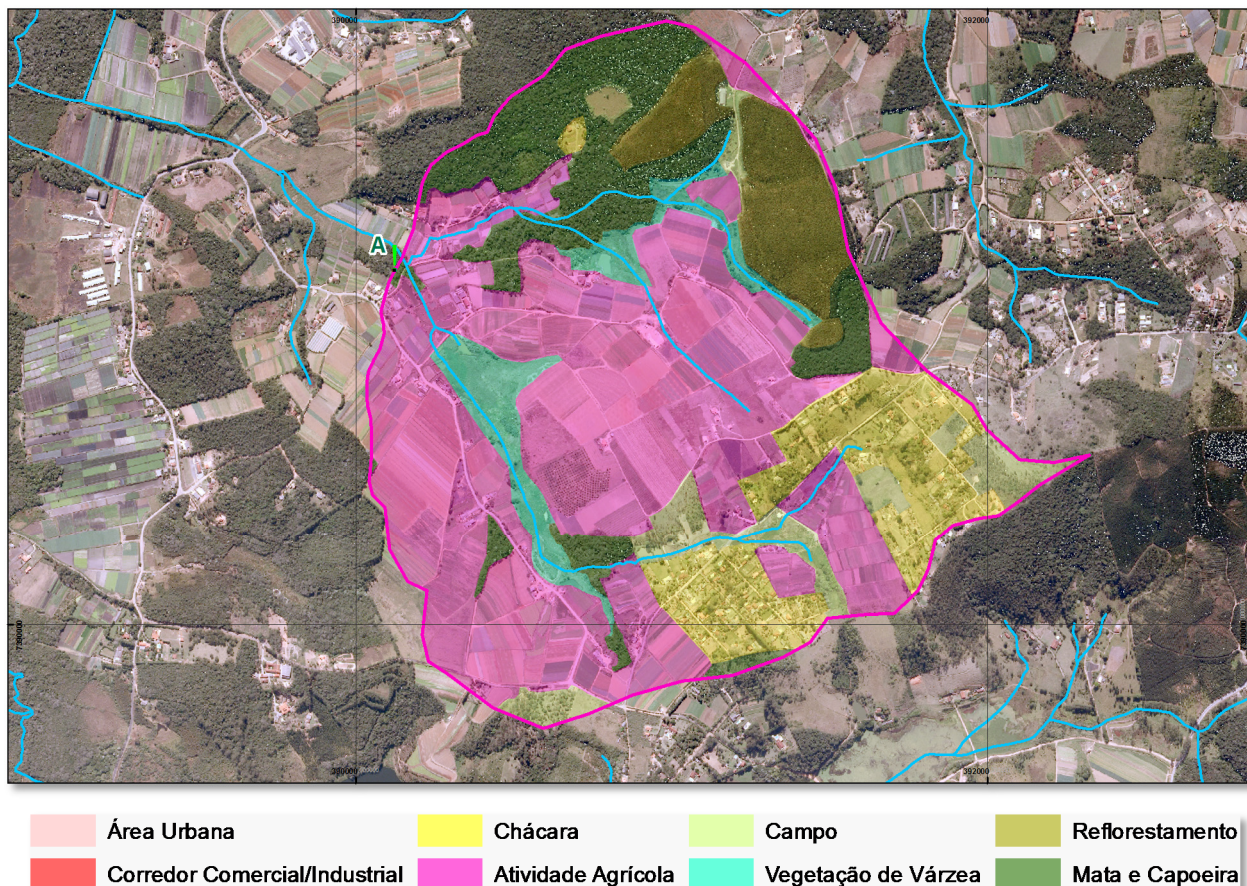


Figura 2.4-1 – Uso do Solo – Bacia Agricultura

As principais atividades agrícolas na bacia são de olericultura intensiva e diversificada (cultivo comercial de hortaliças), entre elas o cultivo de alface, almeirão, acelga, rúcula, salsinha, repolho, brócolis, couve, couve flor, entre outras.

Os tipos de produtores rurais são diversificados, onde se encontram desde produtores empresariais especializados, com áreas extensas de produção e pequenos produtores familiares, menos especializados e com produção comercial em menor escala.

A atividade oleícola possui algumas características próprias que a diferenciam da maioria das outras culturas. O seu ciclo de cultivo é curto, isto permite que vários plantios com a mesma espécie, ou com espécies diferentes, possam ocupar o mesmo local durante o ano todo. Permite o aproveitamento de áreas marginais como áreas de várzeas. Em grande parte dos casos é praticada em pequenas propriedades, sendo uma característica da atividade o uso intensivo do solo.

A utilização de mão de obra é intensiva, demandando um grande número de práticas culturais na condução das culturas, tais como preparo do solo, tutoramento, amontoa, desbrota, desbaste, adubações de cobertura, controle de pragas e doenças, manejo da irrigação, etc.

É uma atividade que se caracteriza, também, pelo uso intensivo de insumos, como fertilizantes e defensivos agroquímicos. Dentre os fertilizantes mais utilizados, destacam-se os formulados a base de N-P-K, sulfato de amônia, ureia, cloreto de potássio e termofosfatos. Dentre os defensivos destaca-se o uso de inseticidas, fungicidas e herbicidas como os mais utilizados.

É evidente o uso de irrigação intensiva, onde se observa o maior uso por aspersão utilizado com bastante frequência. O sistema de irrigação se utiliza de água proveniente de poços artesianos e captação de superfície feita por meio de canais, barragens e equipamentos de bombeamento.

Medidas conservacionistas do solo são pouco evidentes, onde se observou pouco uso de plantios em curvas de nível em áreas de relevo ondulado e falta de bacias de captação de águas da chuva, marginais às estradas vicinais.

Exceto nos maciços de mata localizados na porção de jusante, ao longo da bacia, a vegetação nativa em áreas de várzea é pouco evidente, com alguns poucos fragmentos de mata ciliar, e predomínio de campos abertos e várzeas com vegetação rasteira nas margens dos cursos d'água. Não foram observadas propriedades com criações de animais significativas.

Figura 2.4-2 – Fotos Ilustrativas do Uso e Ocupação do Solo - Bacia Agricultura



Vista da horticultura no trecho baixo da bacia, próximo do ponto de monitoramento



Vista de uma das dezenas de barragens temporárias com equipamento para irrigação



Detalhe dos canais de irrigação, tubulações e bombeamento (no cercado à direita)



Lago em área de chácaras



Várzea com vegetação rasteira, atividade agrícola mais à frente e remanescentes florestais ao fundo



Chácaras e atividade agrícolas vizinhas. Em primeiro plano remanescente de vegetação preservada em margem de córrego



Vista geral da atividade agrícola



Atividade agrícola com irrigação intensiva e remanescentes florestais ao fundo

2.5 Bacia urbana

A Bacia Urbana se localiza na sede de Salesópolis, próxima ao centro da cidade, tangenciando as ruas do entorno da praça principal.

Na bacia de drenagem da seção de monitoramento foi identificado, além da área residencial predominante, trecho de corredor comercial e de serviços de pequeno porte, uma área em expansão urbana com asfaltamento recente, ocupações de baixo padrão nos trechos de maior declividade, remanescentes de ocupação dispersa e vegetação no fundo do vale, um movimento de terra provavelmente destinado a cultivo agrícola e um campo de pastagem de gado na parte alta da bacia.

A área monitorada conta com esgotamento sanitário implantado pela SABESP, não obstante se observam ligações sanitárias na drenagem pluvial.

Também foram identificados equipamentos públicos de porte, entre eles, Escola Estadual, Hospital, Velório e Cemitério Municipal.

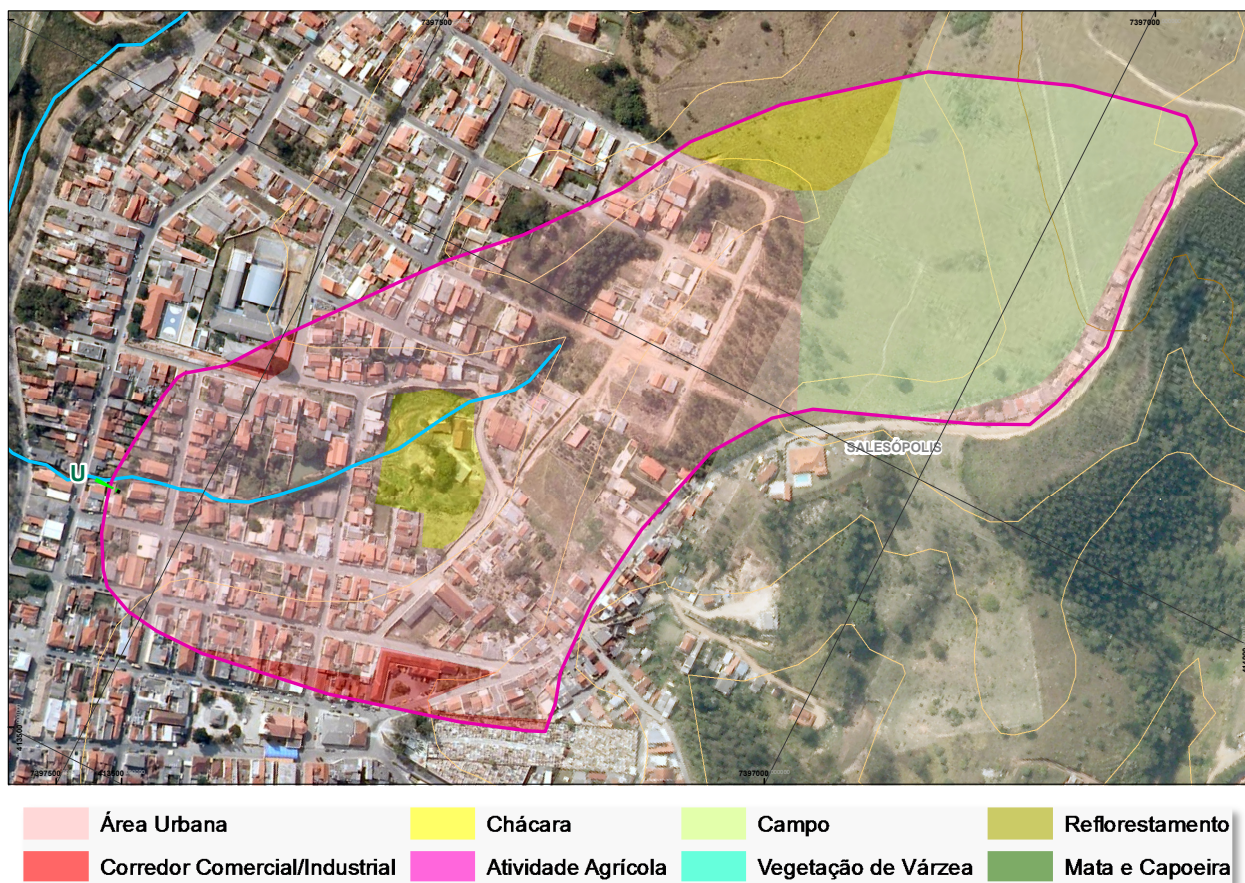


Figura 2.5-1 – Uso do Solo – Bacia Reflorestamento

Figura 2.5-2 – Fotos Ilustrativas do Uso e Ocupação do Solo - Bacia Urbana



Vista do fundo de vale onde está localizada a Estação de Monitoramento



Vista geral da área urbana da Bacia



Expansão urbana com asfaltamento recente



Remanescente de ocupação dispersa dentro do núcleo urbano



Campos de pastagem, movimento de terra e área de expansão urbana

3. MONITORAMENTO HIDROLÓGICO

3.1 Pluviometria

Todos os dados coletados pelos medidores de nível e pluviômetros eram transmitidos para uma unidade remota de armazenamento. Esta, por sua vez, nas bacias Chácara e Urbana, fazia a imediata transmissão dos dados para o sistema de recepção localizado no Centro Tecnológico de Hidráulica – CTH, transmitido por meio da rede de telefonia (tecnologia GSM/GPRS). Nas demais bacias, pela impossibilidade da transmissão via rede de telefonia celular, os dados eram baixados manualmente no local com o *datalogger*.

O acesso às informações era realizado em tempo real de qualquer lugar onde estivesse disponível um ponto de Internet. Estas informações somente podiam ser acessadas por usuários previamente cadastrados mediante a utilização de uma senha, fornecida ao Consórcio e à CETESB.

As estações de monitoramento das bacias Chácara e Urbana possuíam instalados pluviômetros e medidores de nível. Nestas bacias os dados eram captados a cada 10 min e a transmissão realizada em tempo real.

Devido às condições locais dos pontos de monitoramento das bacias Mata, Reflorestamento e Agrícola, não foram instalados pluviômetros, apenas medidores de nível. Dessa forma, as estimativas de precipitação eram realizadas por meio dos dados do Radar Meteorológico. Nestas bacias não havia transmissão dos dados em tempo real.

As estimativas de precipitação do Radar Meteorológico eram disponíveis com resolução temporal de 5 minutos. Foram pré-determinados intervalos de 10 minutos de acumulados, assim, as informações contidas dentro de cada passo de tempo foram convertidas de mm/h para mm e acumulado com as demais estimativas dentro dos mesmos passos de tempo.

Para as estimativas de precipitação média sobre a bacia foi utilizado o CAPPI (*Constant Altitude Plain Position Indicator*) de 3 km de altura e resolução espacial de 1 km do radar meteorológico de São Paulo e os contornos espaciais das regiões de interesse.

A Tabela 3.1-1 e o Gráfico 3.1-1 mostram a precipitação mensal e total em cada bacia, e o Gráfico 3.1-2 a precipitação acumulada ao longo do período de monitoramento, entre abril de 2015 e março de 2016.

Tabela 3.1-1 – Precipitação Mensal e Total nas Bacias Monitoradas

BACIA	PRECIPITAÇÃO (mm)												TOTAL
	2015									2016			
	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	
Agricultura	83	36	12	53	19	216	77	243	250	117	232	267	1.607
Chácara	109	40	15	63	21	182	74	193	274	124	237	258	1.589
Reflorestamento	48	41	17	42	22	224	71	219	206	113	186	211	1.399
Mata	47	43	22	40	21	187	67	204	183	116	172	188	1.291
Urbana	26	50	19	47	16	171	55	133	189	167	190	142	1.205

Observa-se precipitação anual na faixa de 1.600mm para as bacias Agricultura e Chácara, decaindo gradativamente para as faixas de 1.400mm (Reflorestamento), 1.300mm (Mata), e 1.200mm (Urbana). A precipitação mensal indica concentração das chuvas nos meses referentes à estação chuvosa, exceto em outubro/15 e janeiro/16 com precipitações abaixo da média da estação. Já em setembro/15 ocorreu elevada precipitação em todas as bacias, sendo atípico para um mês situado na estação seca.

Gráfico 3.1-1 – Precipitação Mensal nas Bacias Monitoradas

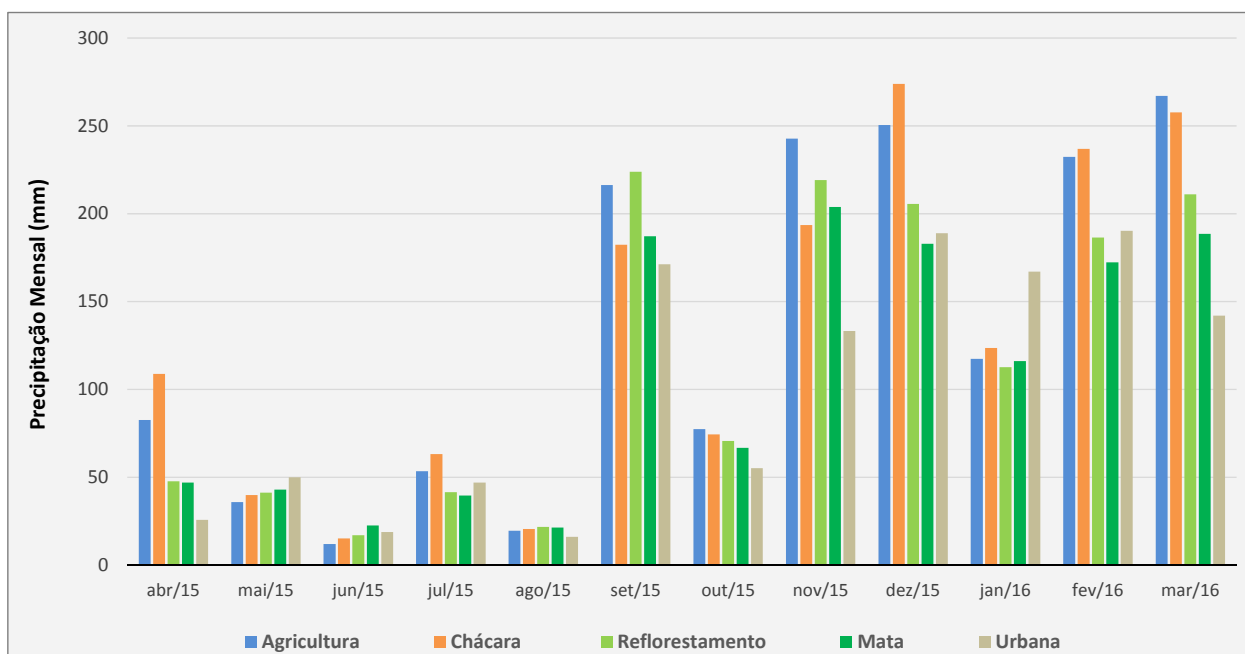
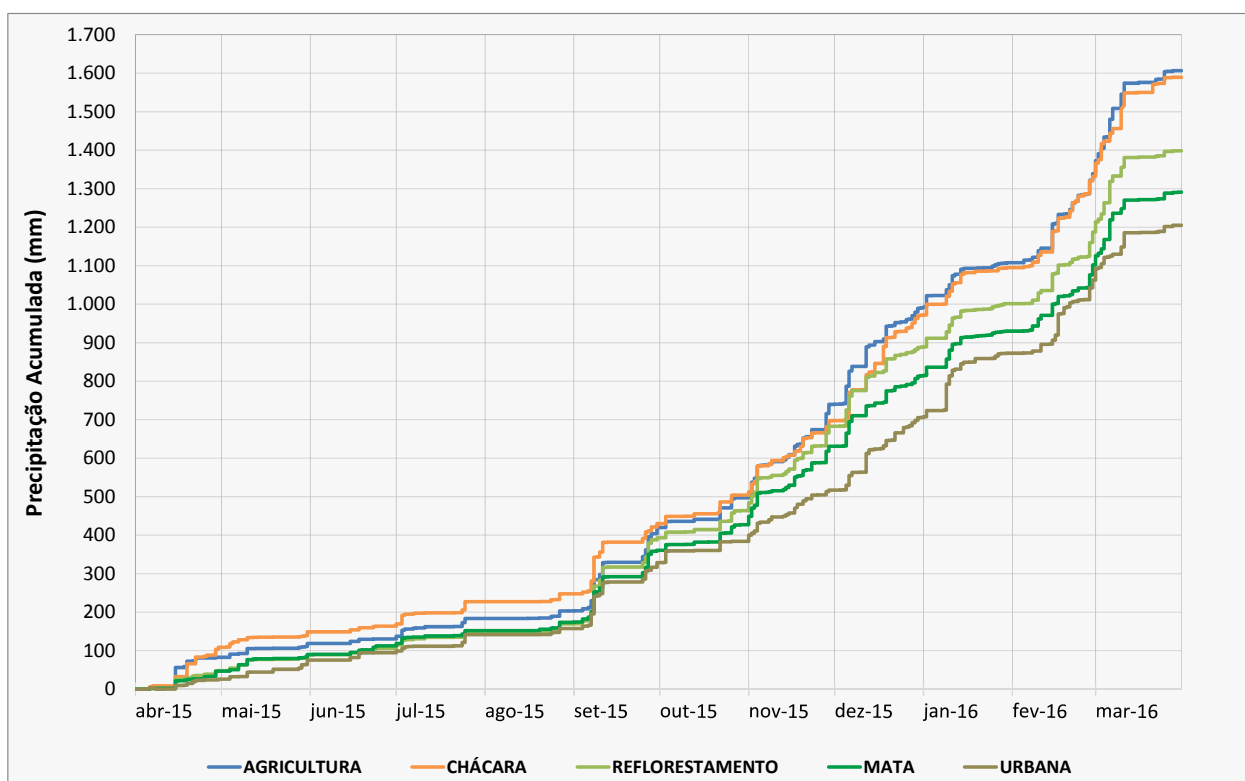


Gráfico 3.1-2 – Precipitação Acumulada nas Bacias Monitoradas



Os gráficos a seguir, apresentam, para todo período monitorado, os valores de precipitação (acumulada a cada 10 minutos) e de nível da lâmina d'água correspondentes às cinco seções monitoradas. Nesses gráficos são identificados os eventos de chuva que foram amostrados para fins de caracterização das qualidade de água e o período de realização das campanhas de tempo seco.

3.2 Medições de Vazão e Determinação da Curva-chave

Foram realizadas medições diretas de vazão nas cinco seções de controle para obtenção das respectivas curvas-chave para estimativas de vazão durante o período monitorado.

Dispondo do Nível d'Água em cada medição de vazão, foram obtidas curvas-chave nas bacias chácara, agricultura, mata e reflorestamento. Na bacia urbana, tendo em vista as baixas vazões e lâmina d'água muito reduzida foi necessário implantar um vertedor, sendo a vazão obtida por meio da equação do vertedor.

Para se determinar uma curva-chave precisa-se medir a vazão para diversos níveis. As medições de vazões foram realizadas através do equipamento ADP - *Acoustic Doppler Profiler*, o qual mede velocidade e vazão através do princípio *doppler* acústico.

Para obtenção da curva-chave são utilizados os valores de vazão medidos e correlacionam-se com os níveis da lâmina de água em cada medida, obtendo-se o par cota-descarga.

A relação é obtida a partir da interpolação destes pontos e, como esta operação não contempla todos os níveis possíveis, utiliza-se ainda a extrapolação.

Esta relação $Q \times H$ pode ser aproximada pela seguinte expressão exponencial:

$$Q = a \times (H - H_0)^b \quad \text{Equação 1}$$

onde: a , b e H_0 são parâmetros de ajuste; H é o nível do rio; Q é a vazão.

Como as cotas são tomadas com relação a um referencial arbitrário (fixado e materializado na superfície), H_0 constitui um parâmetro desconhecido, que pode ser entendido como sendo a leitura do nível d'água régua para o qual a vazão é nula. Para determinar os parâmetros do ajuste a partir dos pares (Q, H) , a expressão geral é linearizada, determinando-se a e b por regressão linear e H_0 por tentativa e erro.

Os parâmetros da equação também podem ser ajustados com a ferramenta de otimização "Solver" do Excel ou outro programa. Este foi o método utilizado para obtenção das curvas-chave.

Esse método busca otimizar (minimizar) a somatória das diferenças quadráticas entre as vazões observadas e as calculadas a partir da Equação 1. Os parâmetros a , b e H_0 são os valores de busca.

Os resultados para cada bacia são apresentados na sequência.

Gráfico 3.1-3 – Precipitação e Nível d'Água nas Bacias Monitoradas – Abril 2015 a Março 2016



Gráfico 3.1-3 – Precipitação e Nível d'Água nas Bacias Monitoradas – Abril 2015 a Março 2016

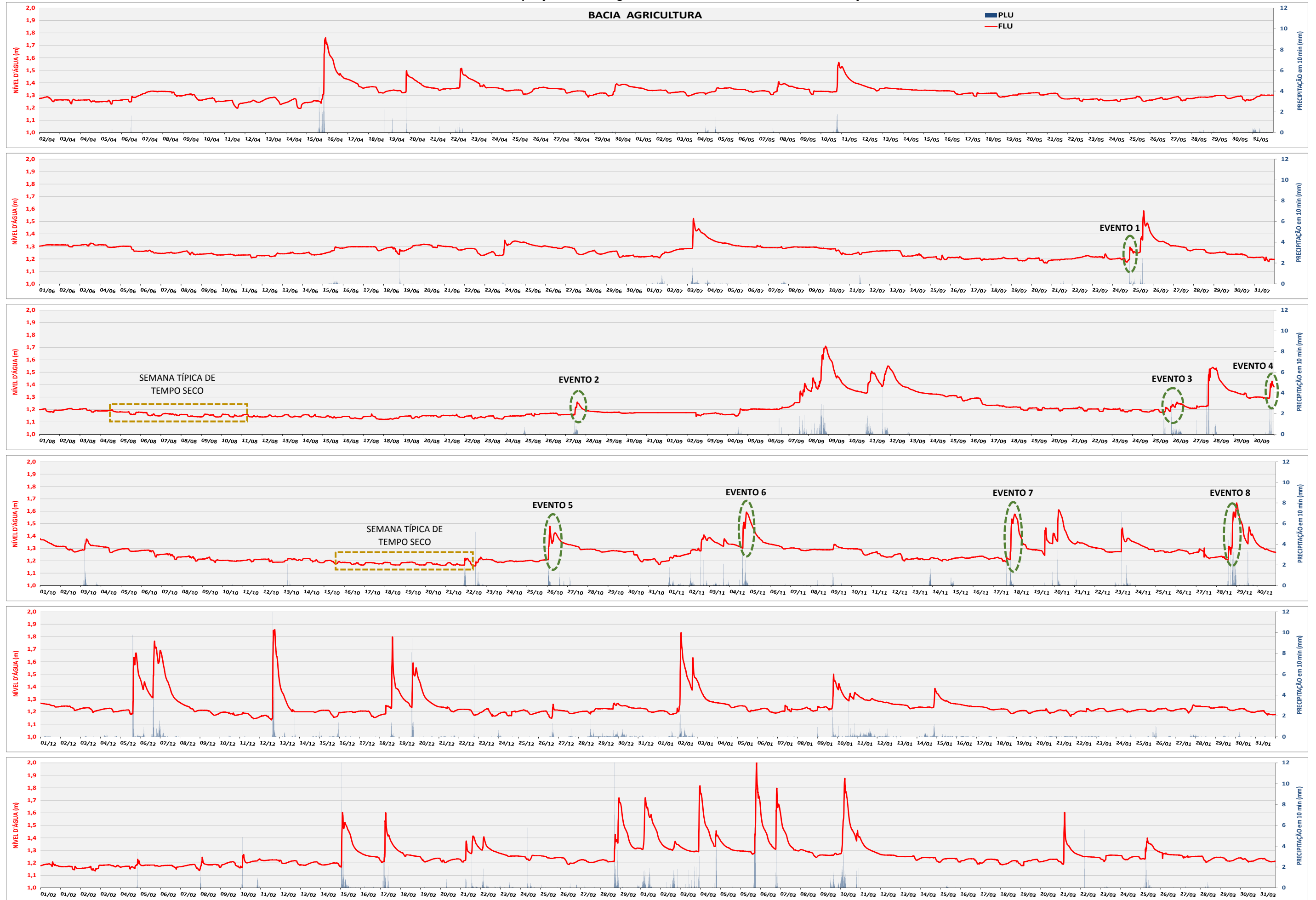


Gráfico 3.1-3 – Precipitação e Nível d'Água nas Bacias Monitoradas – Abril 2015 a Março 2016

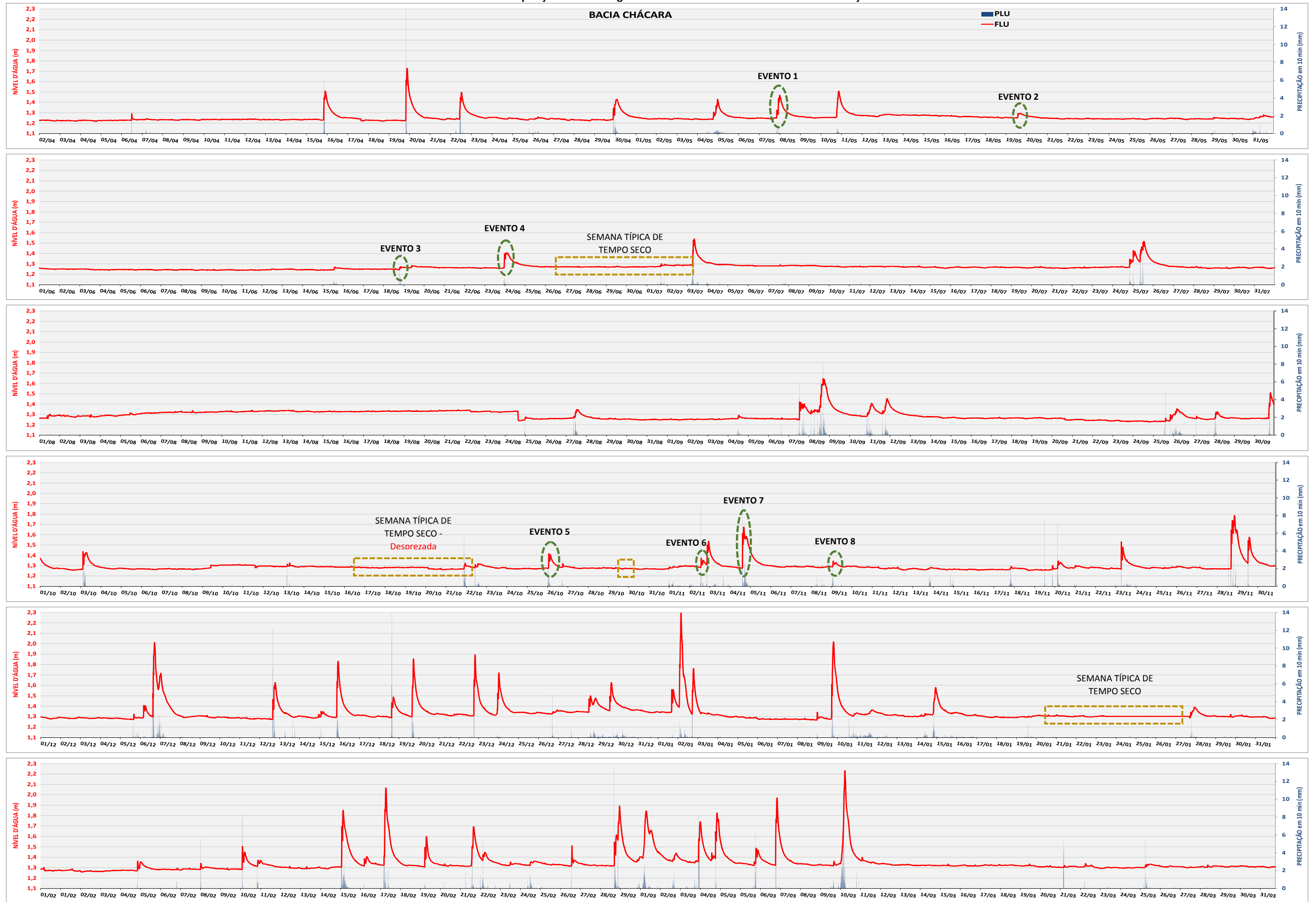


Gráfico 3.1-3 – Precipitação e Nível d'Água nas Bacias Monitoradas – Abril 2015 a Março 2016

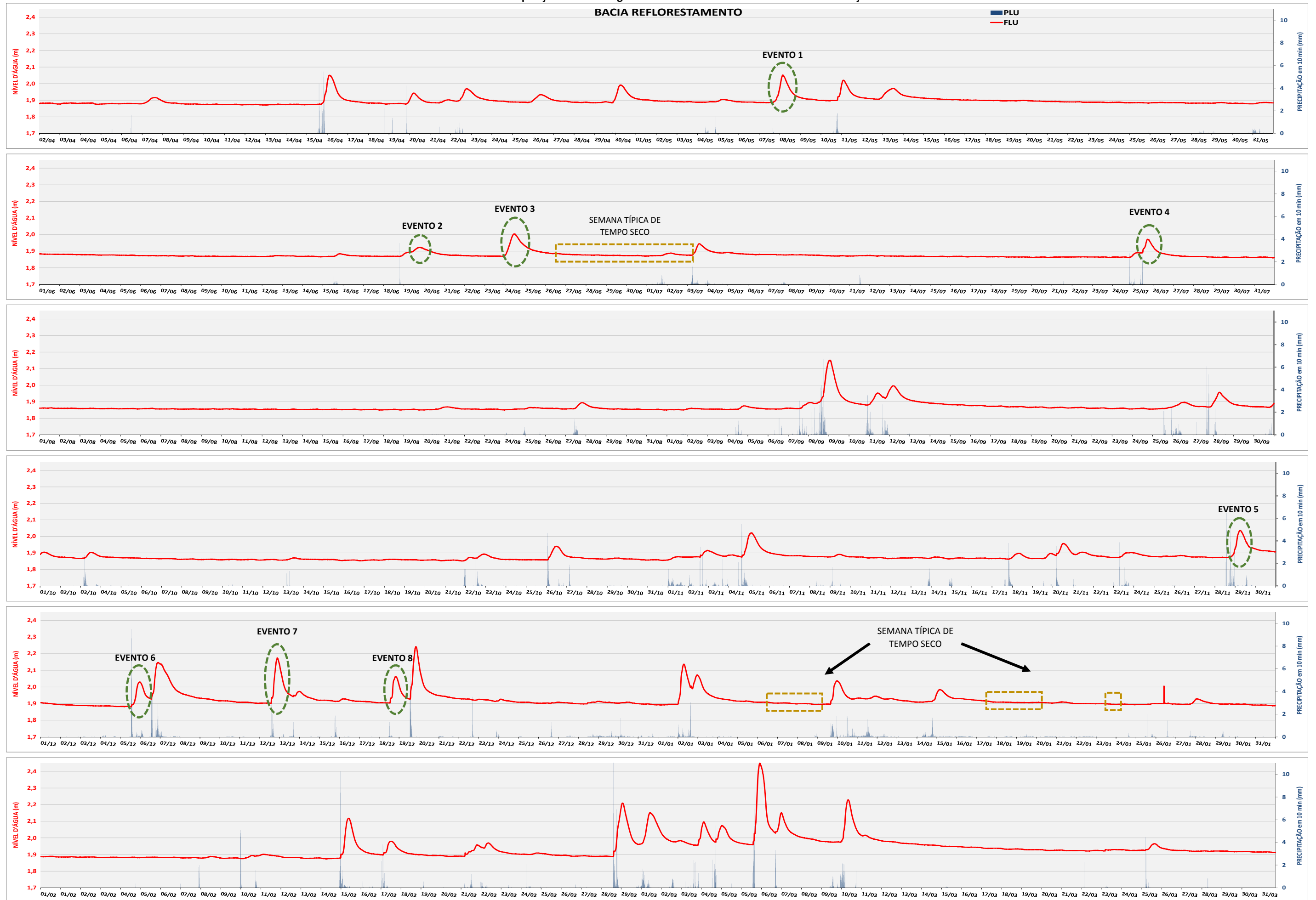


Gráfico 3.1-3 – Precipitação e Nível d'Água nas Bacias Monitoradas – Abril 2015 a Março 2016



3.2.1 Curva-chave – Bacia Agricultura

A Tabela 3.2-1 apresenta os dados medidos e calculados para obtenção da curva-chave para a bacia Agricultura.

Tabela 3.2-1 – Dados para Obtenção da Curva-chave na Bacia Agricultura

Data	Régua H (m)	H-H ₀ (m)	Vazão (m ³ /s)	Q calc (m ³ /s)	(Qcal - Qobs) ²
29/01/2015	1,24	0,31	0,009	0,011	5,5E-06
19/03/2015	1,36	0,43	0,055	0,049	3,8E-05
26/03/2015	1,32	0,39	0,029	0,032	6,7E-06
15/04/2015	1,25	0,32	0,008	0,013	2,6E-05
25/08/2015	1,16	0,23	0,004	0,003	1,0E-06
25/08/2015	1,16	0,23	0,004	0,003	1,0E-06
09/09/2015	1,46	0,53	0,127	0,124	8,6E-06
09/09/2015	1,46	0,53	0,120	0,124	1,6E-05
22/10/2015	1,15	0,22	0,003	0,002	3,0E-07
22/10/2015	1,15	0,22	0,004	0,002	2,4E-06
Soma das diferenças quadráticas					0,000105875

Os resultados para os parâmetros do ajuste foram: a = 2,11, b = 4,46 e H₀ = 0,93 m.

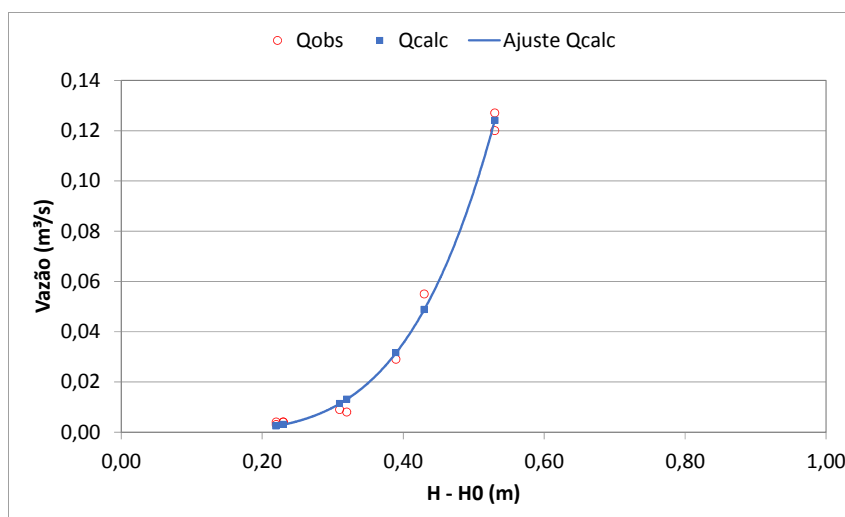


Figura 3.2-1 – Ajuste da vazão calculada Qcalc à vazão observada Qobs na bacia Agricultura

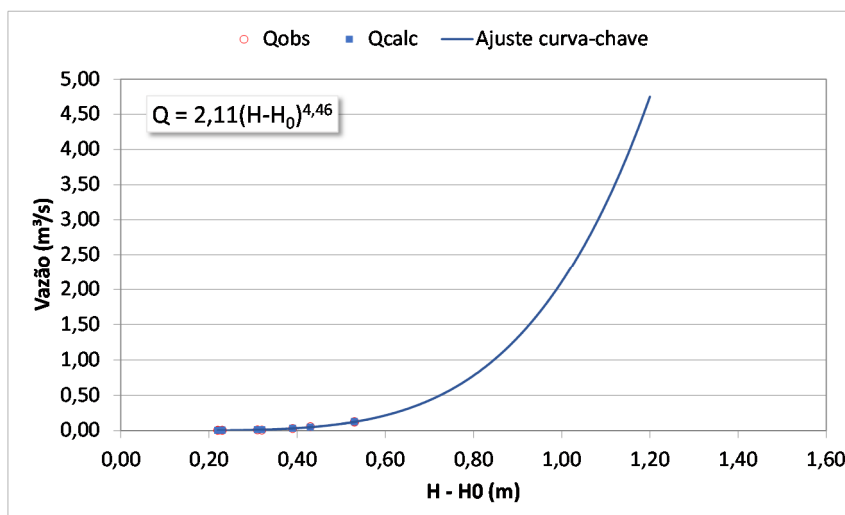


Figura 3.2-2 – Curva-chave para a bacia Agricultura

3.2.2 Curva-Chave – Bacia Mata

A Tabela 3.2-2 apresenta os dados medidos em campo e calculados para obtenção da curva-chave para a bacia Mata.

Tabela 3.2-2 – Dados para Obtenção da Curva-chave na Bacia Mata

Data	Régua H (m)	H-H ₀ (m)	Vazão (m ³ /s)	Q calc (m ³ /s)	(Qcal - Qobs) ²
28/01/2015	1,33	0,33	0,053	0,053	8,5E-18
14/04/2015	1,29	0,29	0,036	0,029	4,5E-05
25/08/2015	1,28	0,28	0,023	0,025	3,8E-06
21/10/2015	1,27	0,27	0,021	0,021	1,1E-08
Soma das diferenças quadráticas					0,0000487

Os resultados para os parâmetros do ajuste foram: a = 8,58, b = 4,59 e H₀ = 1,00 m.

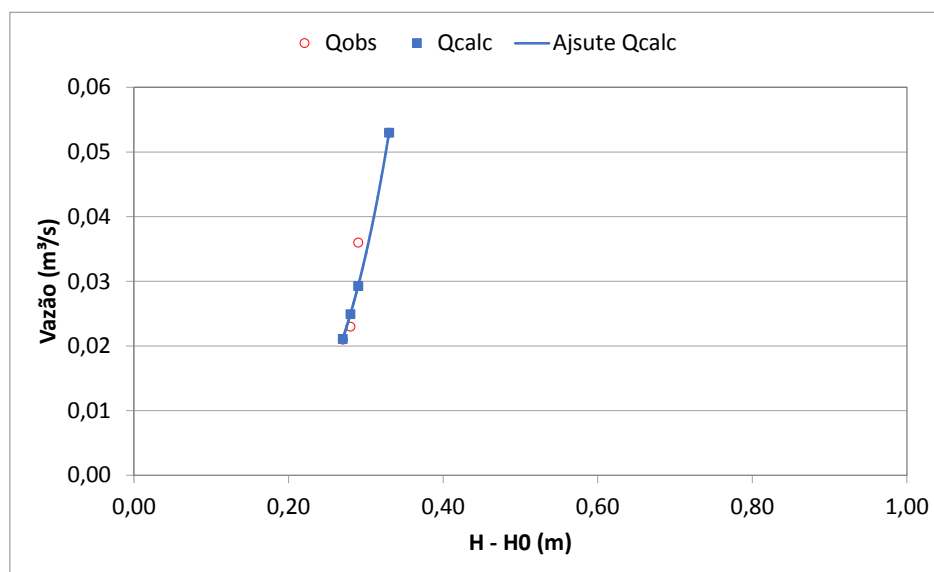


Figura 3.2-3 – Ajuste da vazão calculada Qcalc à vazão observada Qobs na bacia Mata

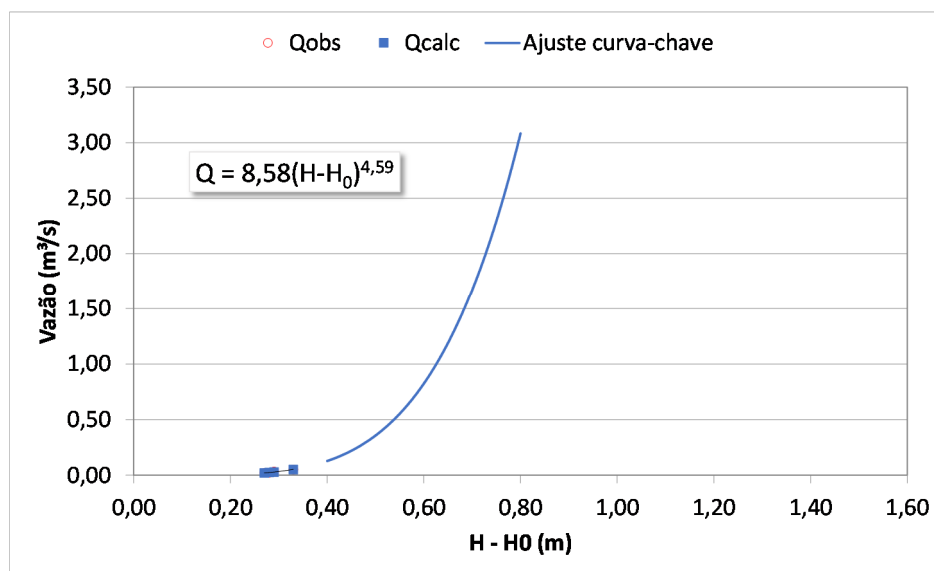


Figura 3.2-4 – Curva-chave para a bacia Mata

3.2.3 Curva-Chave – Reflorestamento

A Tabela 3.2-3 apresenta os dados medidos em campo e calculados para obtenção da curva-chave para a bacia Reflorestamento.

Tabela 3.2-3 – Dados para Obtenção da Curva-chave na Bacia Reflorestamento

Data	Régua H (m)	H-H ₀ (m)	Vazão (m ³ /s)	Q calc (m ³ /s)	(Qcalc - Qobs) ²
29/01/2015	1,85	0,26	0,043	0,043	6,4E-08
17/03/2015	1,92	0,33	0,113	0,113	1,1E-07
14/04/2015	1,86	0,27	0,053	0,050	6,9E-06
25/08/2015	1,85	0,26	0,043	0,043	6,4E-08
25/08/2015	1,85	0,26	0,044	0,043	5,6E-07
22/10/2015	1,84	0,25	0,035	0,037	3,7E-06
22/10/2015	1,84	0,25	0,036	0,037	8,4E-07
Soma das diferenças quadráticas					0,0000122

Os resultados para os parâmetros do ajuste foram: a = 10,00, b = 4,04 e H₀ = 1,59 m.

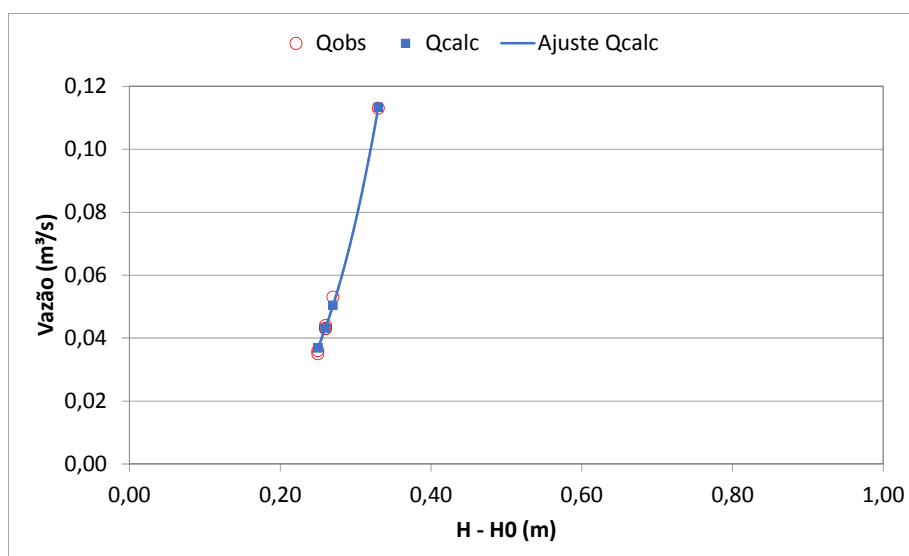


Figura 3.2-5 – Ajuste da vazão calculada Qcalc à vazão observada Qobs na bacia Reflorestamento

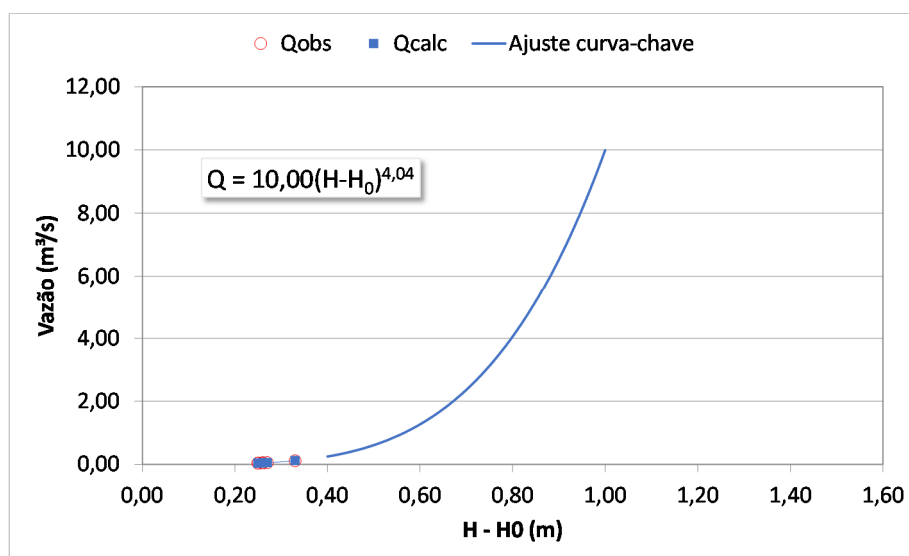


Figura 3.2-6 – Curva-chave para a bacia Reflorestamento

3.2.4 Curva-chave - Bacia Chácara

Ao longo do período amostrado foram realizadas cerca de 11 medidas diretas de vazão na seção de controle desta bacia, sendo que três delas feitas na etapa de testes e antes da instalação dos sensores automáticos. Essas medições foram excluídas da base de dados juntamente com outras duas, efetuadas em situação de NA muito baixo para os instrumentos empregados, o que resultariam em maior erro na determinação das curva-chave.

Na análise dos registros contínuos de nível d'água ao longo de todo o período de amostragem, foram observados alguns momentos com alterações bruscas do NA registrado, com redução do nível do escoamento de base (período seco). Isso ocorreu em 09/10/2015 ($\Delta h = -9,4$ cm), 09/12/2015 ($\Delta h = -4,1$ cm), e após uma sequência de eventos de chuva ocorridos no final de dezembro de 2015 e início de janeiro de 2016 ($\Delta h = -6,9$ cm).

Como nenhuma alteração geométrica na seção de monitoramento e na instalação do sensor de nível foi realizada, a equipe realizou vistorias em campo nas quais se constatou a execução de limpeza da calha em trechos a jusante da seção monitorada (limpeza de vegetação nas margens). Essa limpeza, ao reduzir as perdas de carga no fluxo a jusante, resultou em menores níveis d'água na seção de monitoramento para escoar uma dada vazão. Assim, o comportamento hidráulico da seção de monitoramento não se manteve constante ao longo do período amostrado, fato até esperado em uma bacia submetida à ação antrópica.

Para corrigir o efeito dessas ocorrências, foram feitas novas medidas de vazão (entre 4 e 11 de março de 2016) e obtida assim, com essas novas medições, uma curva-chave representativa da nova condição hidráulica.

A Tabela 3.2-5 apresenta os valores medidos em campo (nível d'água – H, e vazão - Qobs) para a nova situação hidráulica na seção, assim como os valores calculados por meio da curva-chave ajustada (Qcalc), o parâmetro (H-H₀) e a diferença quadráticas para aplicação do Solver.

Os resultados para os parâmetros do ajuste da curva-chave foram: $a = 0,68$, $b = 2,74$ e $H_0 = 1,10$ m.

Tabela 3.2-4 – Dados para Obtenção da Curva-chave na Bacia Chácara

Data	Régua H (m)	H-H ₀ (m)	Vazão medida (m ³ /s)	Q calc (m ³ /s)	(Qcalc - Qobs) ²
04/03/2016	1,41	0,312	0,028	0,028	5,1E-10
04/03/2016	1,41	0,312	0,028	0,028	5,1E-10
07/03/2016	1,33	0,232	0,013	0,012	3,2E-07
07/03/2016	1,33	0,232	0,011	0,012	2,1E-06
11/03/2016	1,52	0,422	0,061	0,064	8,5E-06
11/03/2016	1,51	0,412	0,062	0,060	4,6E-06
11/03/2016	1,51	0,412	0,062	0,060	4,6E-06
11/03/2016	1,52	0,422	0,063	0,064	8,5E-07
Soma das diferenças quadráticas					0,000209

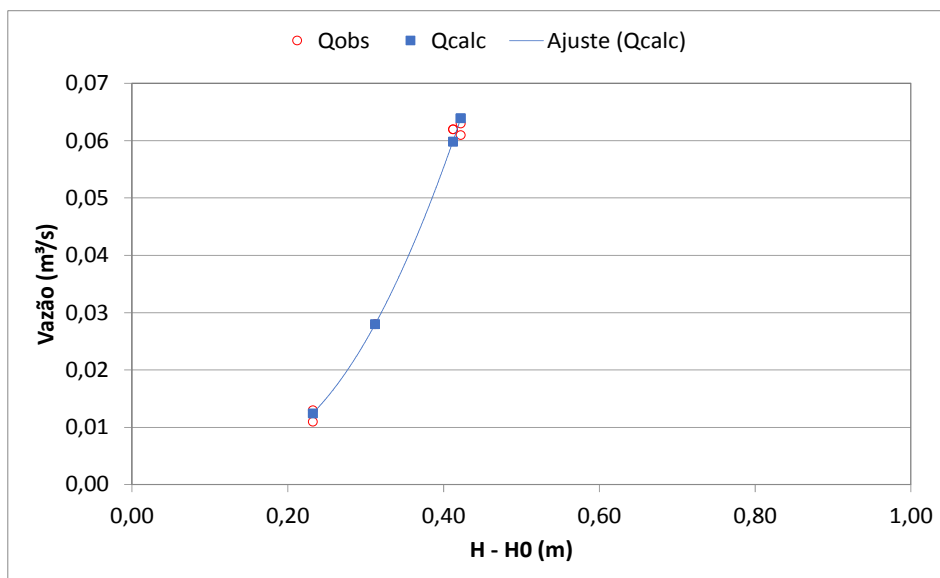


Figura 3.2-7 – Ajuste da vazão calculada Qcalc à vazão observada Qobs na bacia Chácara

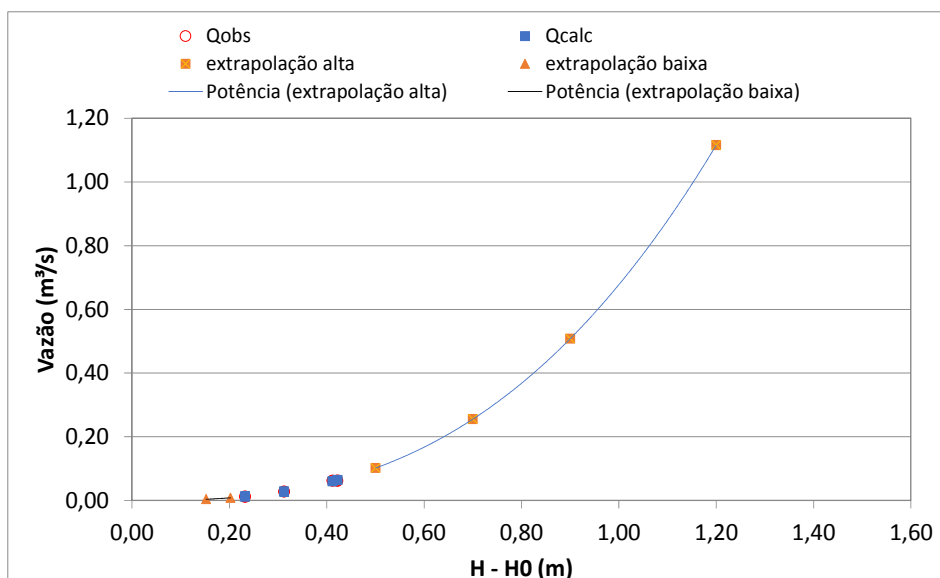


Figura 3.2-8 – Curva-chave – Bacia Chácara

Para a adequada estimativa das vazões ao longo de todo o período monitorado, com o emprego dessa curva-chave, os registros de NA da série foram ajustados para a nova situação hidráulica (subtraídos os Δh correspondentes). A validação desse procedimento foi feita pela comparação entre os valores calculados e as demais medidas diretas de vazão realizadas, como indicados na Tabela 3.2-5.

Tabela 3.2-5 – Validação da Curva-chave na Bacia Chácara (vazões em m³/s)

Data	Vazão Medida	Vazão Calculada	Variação (%)
09/09/2015	0,0140	0,0148	6%
22/10/2015	0,0065	0,0070	7%

3.2.5 Equação do Vertedor – Bacia Urbana

Em pequenos cursos de água, onde a lâmina de escoamento é pequena, como o caso da bacia urbana, é possível construir estruturas como calhas ou vertedores que apresentem uma relação conhecida entre o nível d'água e a vazão.

Esta técnica de obtenção de vazão se baseia na determinação da vazão a partir da medição do nível d'água. Existem diversos modelos de vertedores, com diferentes curvas que relacionam o nível d'água com a respectiva vazão. Assim sendo, na Bacia Urbana foi construído um vertedor trapezoidal com as características indicadas na Figura 3.2-9.

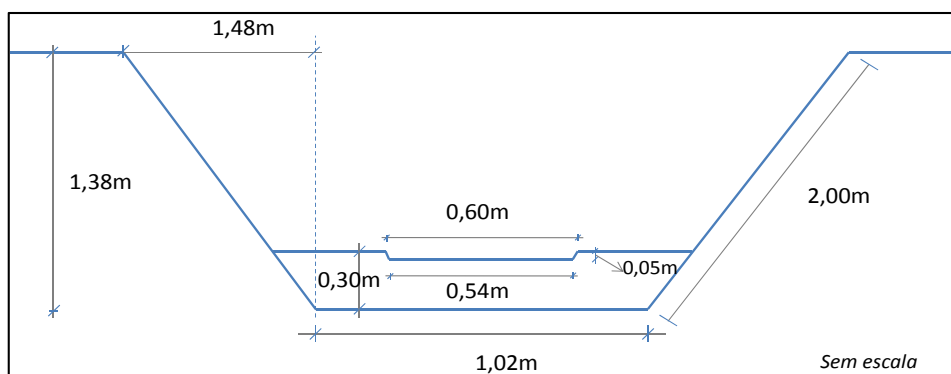


Figura 3.2-9 – Monitoramento hidrológico do período 26/05/2015 a 25/08/2015

Essa estrutura possibilitou uma melhor aferição quanto às medições do fluxo d'água para as condições de baixas vazões, ou seja, vazões de tempo seco e para pequenas oscilações do nível d'água.

A descarga do vertedor trapezoidal é calculada como a soma das vazões de um vertedor triangular e de um vertedor retangular.

$$Q = \frac{2}{3} \times C_d \times L \times H^{1,5} \times \sqrt{2g} + \frac{8}{15} \times C_d \times tg \frac{\alpha}{2} \times H^{2,5} \times \sqrt{2g}$$

Considerando o vertedor Cipoletti, vertedor trapezoidal com as faces inclinadas de 1:4 e C_d equivalente à 0,42, a equação do vertedor pode ser dada por:

$$Q = 1,86 \times L \times H^{1,5}$$

onde: L é a largura do vertedor (m), H é a lâmina d'água acima da soleira do vertedor (m).

Uma vez atingida a capacidade de escoamento do vertedor trapezoidal, lâmina d'água acima de 0,05m, o escoamento se dá em toda a largura do canal e a vazão total será o somatório da vazão do vertedor e da área da seção molhada sobre a estrutura construída, conforme indica a Figura 3.2-10.

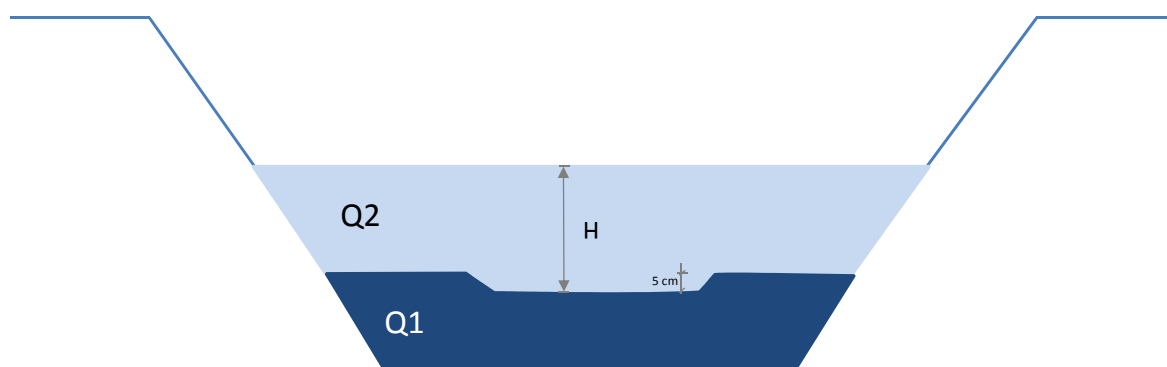


Figura 3.2-10 – Monitoramento hidrológico do período 26/05/2015 a 25/08/2015

A vazão correspondente a área Q_2 da Figura 3.2-10 é determinada pela equação de Manning:

$$Q = A \times \frac{R_h^{2/3} \times S^{1/2}}{n}$$

Onde: A é a área molhada (m²), R_h é o raio hidráulico da seção transversal (m) e S a declividade (m/m).

Os parâmetros da equação A e R_h são variáveis em função da altura da lâmina d'água.

Foi construída uma tabela com os valores de vazão para a faixa de variação de níveis d'água observados, com intervalos de 1 mm. Esta planilha será incluída no Banco de dados a ser encaminhado com todos os arquivos digitais ao final do Contrato. A Figura 3.2-11 ilustra as vazões obtidas com as equações teóricas a partir dos dados do monitoramento hidrológico.

3.3 Resumo Geral de Vazões nas Bacias Monitoradas

A separação do escoamento superficial direto do escoamento subterrâneo permite a compreensão da magnitude e da dinâmica das águas subterrâneas e do escoamento superficial direto em bacias hidrográficas. Diante disto, a partir da série de dados fluviométricos e das vazões estimadas para o período monitorado (ano hidrológico - Abril/2015 a Março/2016), foi aplicado o método do Hidrograma Unitário Sintético triangular do SCS, no qual o hidrograma pode ser aproximado por um triângulo, definido pela vazão de pico, pelo tempo de ascensão (até o pico) e pelo tempo de base, conforme a Figura 3.3-1. O tempo de base do hidrograma (t_b) é aproximado por:

$$t_b = T_p + 1,67 \times T_p$$

o que significa que o tempo de recessão do hidrograma triangular, a partir do pico até retornar a zero, é 67% maior do que o tempo de subida.

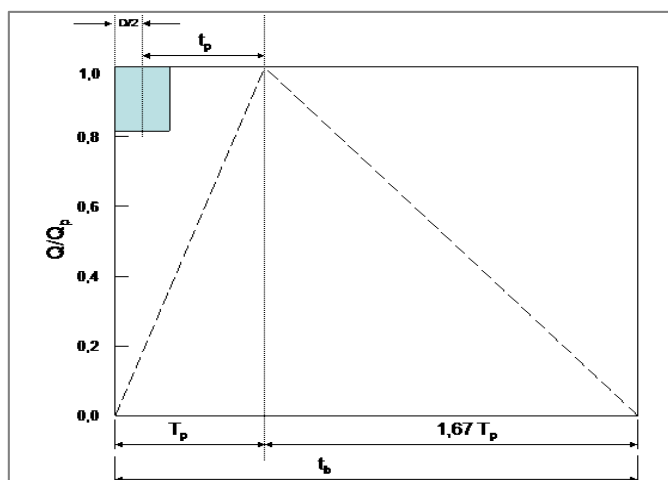


Figura 3.3-11 – Forma do hidrograma unitário sintético triangular do SCS

A Tabela 3.3-1 apresenta as vazões médias estimadas para o período e bacias monitoradas.

Tabela 3.3-1 – Vazões Médias no Período Monitorado (Abril/2015 a Março/2016)

Bacia	Vazão Média					
	Específica	Anual	de Base		de Eventos de Chuva	
	L/s.km ²	L/s	L/s	%	L/s	%
Urbana	57,6	13,2	8,1	61%	5,1	39%
Chácara	15,4	11,1	7,3	66%	3,7	34%
Agricultura	9,2	28,1	17,5	62%	10,6	38%
Reflorestamento	16,8	103,3	77,4	75%	25,9	25%
Mata	21,6	74,4	43,4	58%	30,9	42%

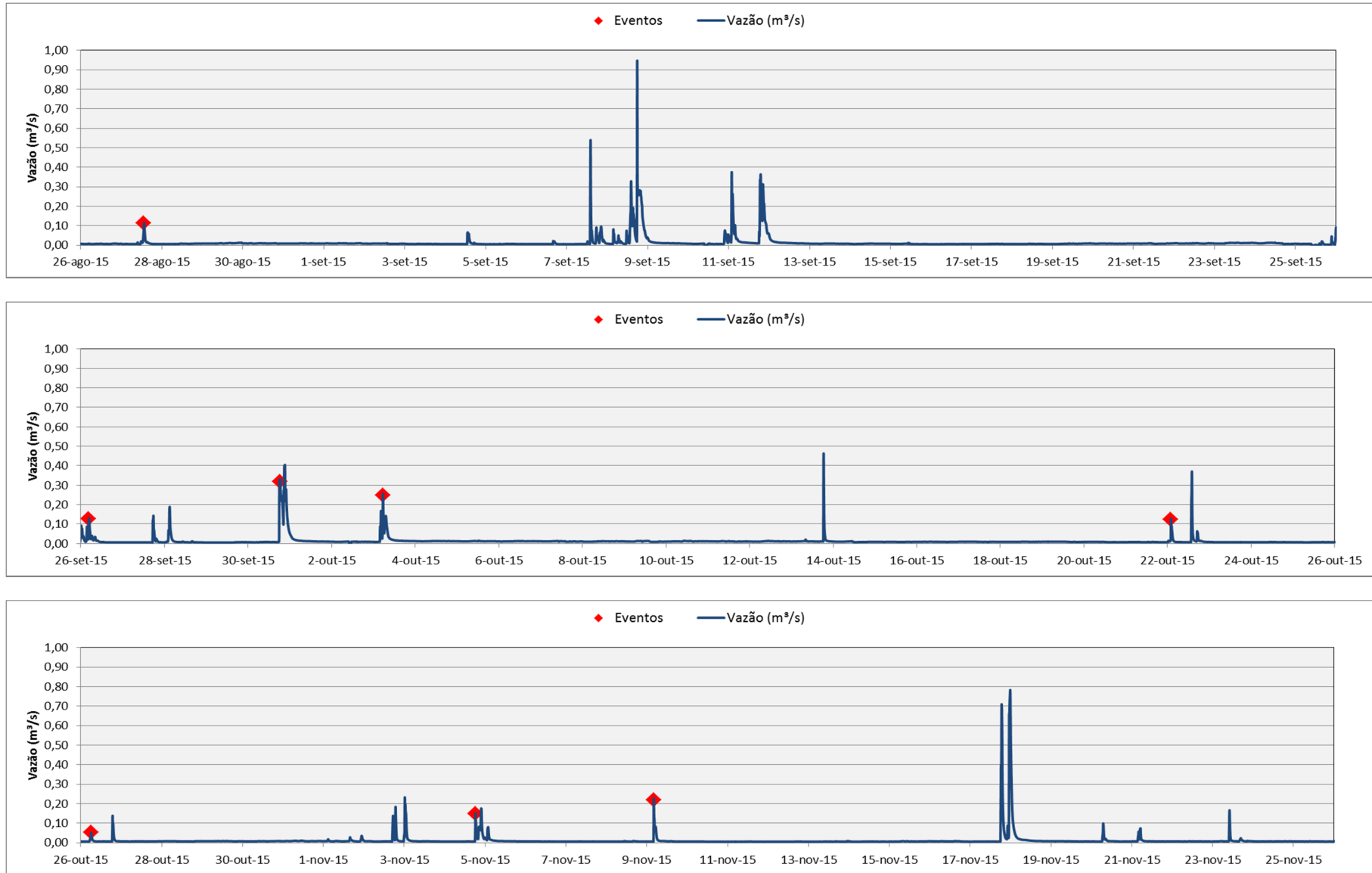


Figura 3.2-12 – Hidrograma da bacia Urbana do período 26/08/2015 a 26/11/2015

4. MONITORAMENTO DE QUALIDADE DA ÁGUA EM TEMPO SECO

Em Tempo Seco, isto é, período em que não se registra a ocorrência de chuvas, as campanhas de amostragem tiveram a duração de uma semana. As coletas de amostras ocorreram a cada 4 horas, durante sete dias seguidos, totalizando 6 amostras por dia. Por razões de logística e adequação aos limites de horário para entrada em laboratórios, as coletas iniciavam às 12hs e terminavam às 8hs da manhã do dia seguinte. As amostras de controle da CETESB foram coletadas diariamente junto com a última amostra do ciclo diário.

Algumas campanhas foram interrompidas devido à ocorrência de chuvas que provocaram alterações no escoamento superficial, sendo retomadas em dias posteriores, após a passagem do efeito das precipitações.

Foram realizadas duas campanhas em cada bacia: uma na estação seca e outra na estação chuvosa. Na Bacia Chácara foi realizada uma campanha adicional tendo em vista verificar os resultados das duas campanhas iniciais, uma vez que os valores observados na 2ª campanha foram muito discrepantes em relação à 1ª (valores muito elevados da maioria dos parâmetros).

A seguir são apresentados os resultados das análises de laboratório, gráficos ilustrativos de concentrações e avaliação dos resultados entre as bacias monitoradas.

As informações e análises estão organizadas conforme a sequência a seguir:

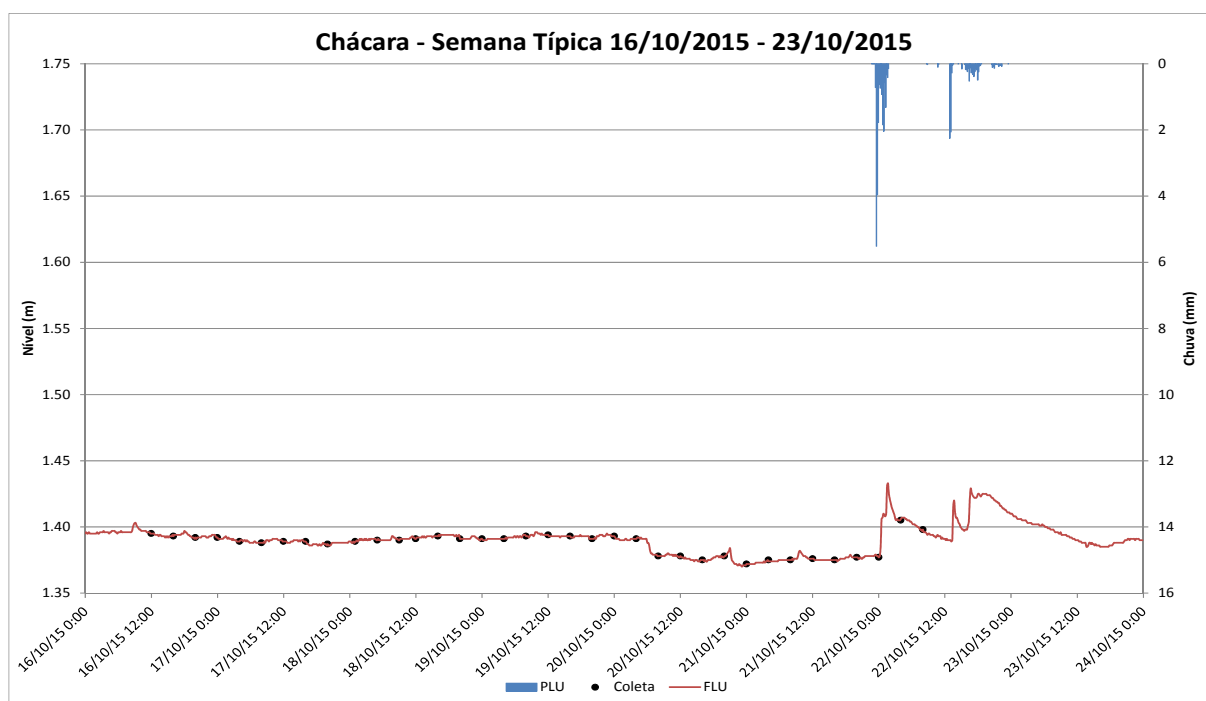
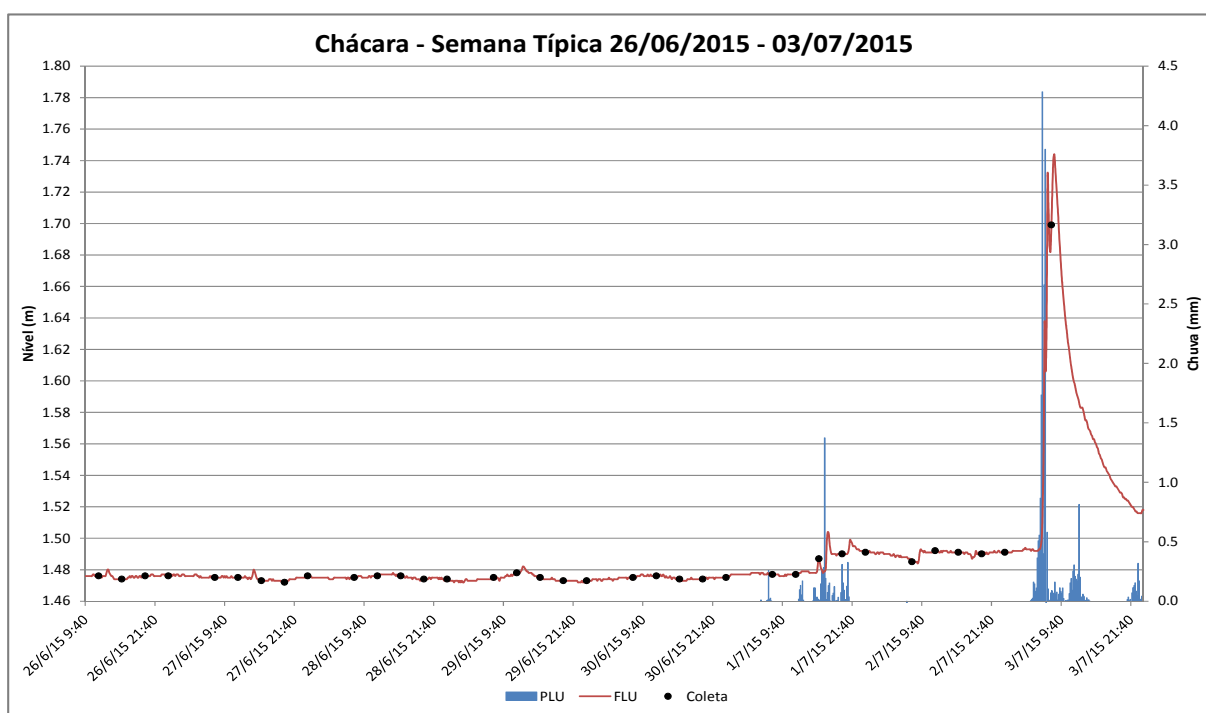
- Gráfico com o fluviograma e precipitações, com indicação dos horários de coleta de amostras;
- Tabela com os resultados de laboratório (concentrações), incluindo as médias diárias e semanal;
- Gráficos ilustrativos com os resultados das duas campanhas (três na bacia Chácara);
- Comentários sobre avaliação dos resultados, utilização de valores médios e estimativa de carga.

4.1 Semana Típica de Tempo Seco – Bacia Chácara

Campanhas realizadas:

- **Estação Seca:** 1ª campanha: 26/06 a 03/07; nesta campanha houve a ocorrência de fraca precipitação no penúltimo dia que não chegou a gerar alteração de nível na seção de amostragem (resultados mantidos) e no último dia, sendo que apenas a coleta das 8hs foi afetada (valor descartado);
- **Estação Chuvosa:** 2ª Campanha: 16 a 22/10 + 29 e 30/10 (ocorrência de chuva no último dia – 22 e 23/10, sendo completada a amostragem em 29 e 30/10); 3ª Campanha: 20 a 27/01/2016.

Figura 4.1-1 – Campanhas Semanais de Tempo Seco Realizadas na Bacia Chácara



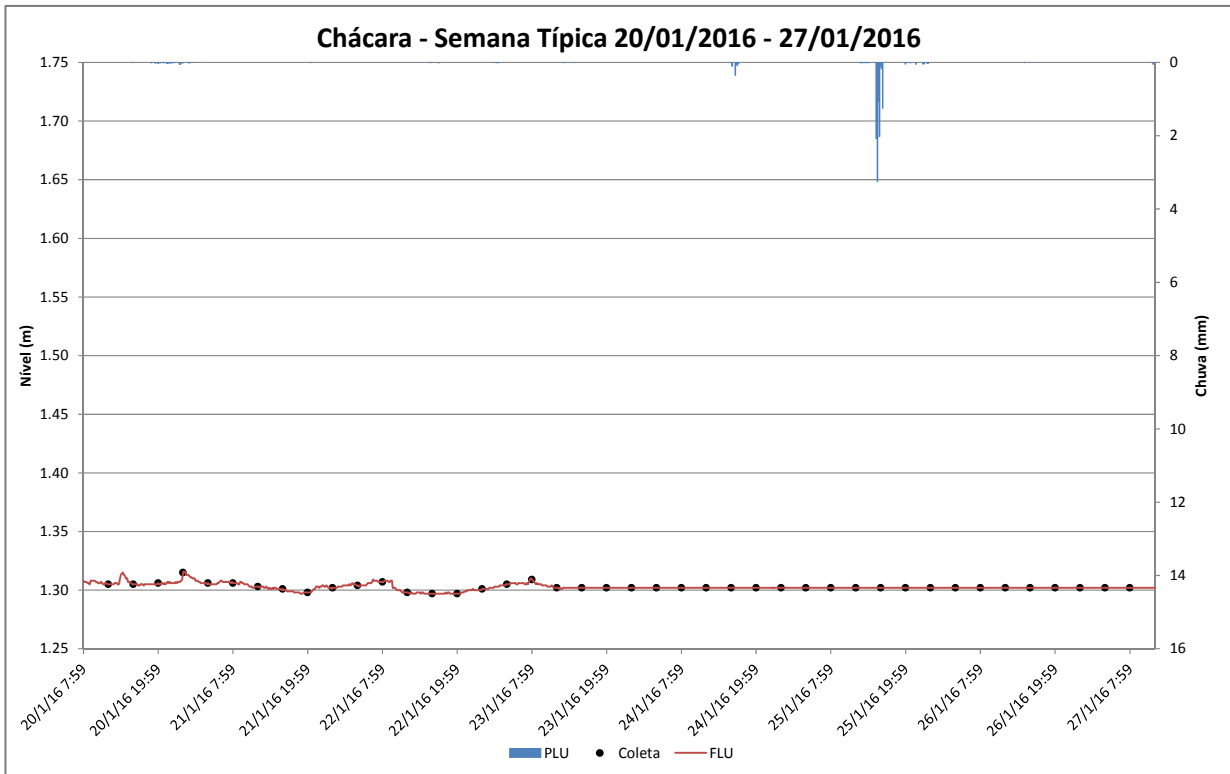
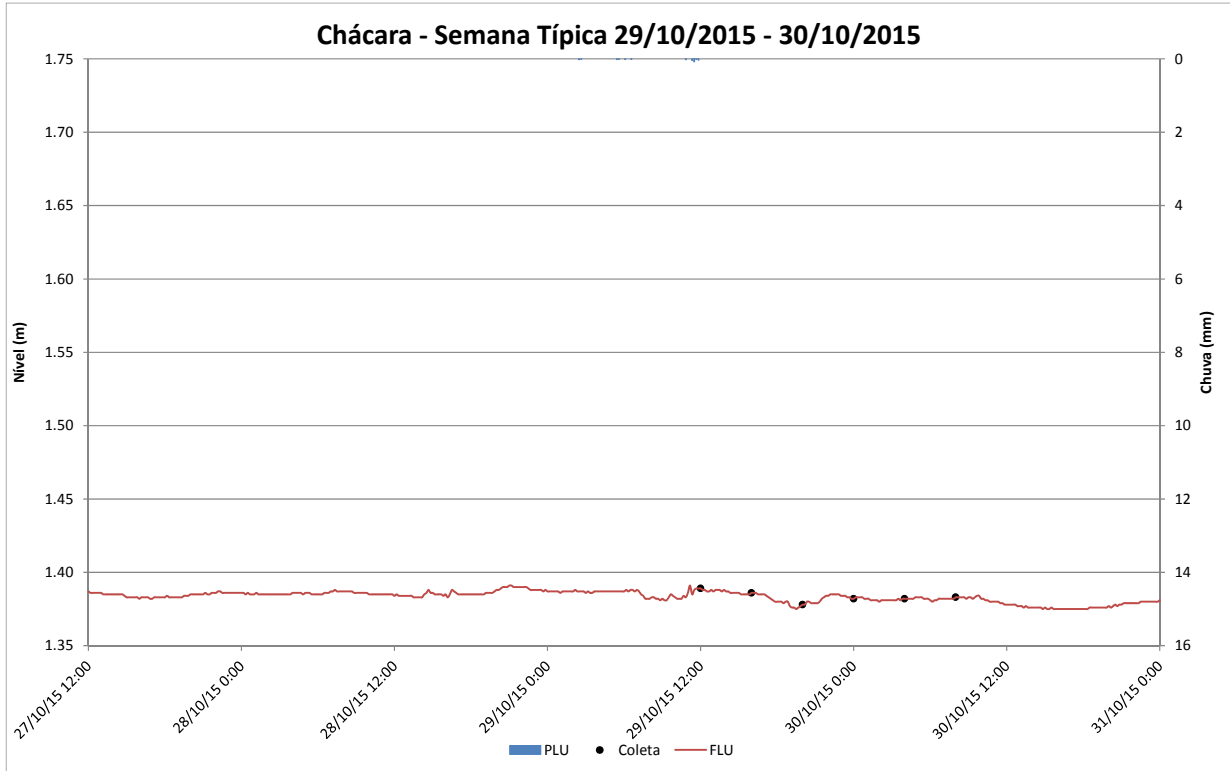


Tabela 4.1-1 – Primeira Campanha de Tempo Seco– Estação Seca – Baía Chácara

Semana Típica na Estação Seca	Horário da Coleta da Amostra	GRUPO 1					GRUPO 2					N t (mg/L)
		DQO (mg/L)	TOC (mg/L)	P t (mg/L)	NKT (mg/L)	N Amon t (mg/L)	DBO 5,20 (mg/L)	SST (mg/L)	Coli. T. (NMP/100mL)	Nitratos (mg/L)	Nitritos (mg/L)	
Limite de Quantificação		6	1	0,016	0,18	0,023	2	15	1	0,008	0,004	-
Baía Chácara												
1º Dia 26 e 27/06/2015	12:00	14	10,9	0,038	0,18	<LQ	5	<LQ	35	<LQ	<LQ	0,19
	16:00	17	8,9	0,025	<LQ	<LQ	6	40	44	<LQ	<LQ	0,19
	20:00	25	9,3	0,032	0,21	<LQ	4	<LQ	36	<LQ	<LQ	0,22
	00:00	25	9,3	0,039	<LQ	0,045	5	<LQ	35	0,014	<LQ	0,20
	04:00	46	5,2	0,017	0,27	<LQ	5	<LQ	18	<LQ	<LQ	0,28
	08:00	11	4,9	0,038	<LQ	<LQ	4	<LQ	23	<LQ	<LQ	0,19
Média	-	23	8,1	0,032	0,20	0,027	5	19	30	0,009	0,004	0,21
2º Dia 27 e 28/06/2015	12:00	9	4,9	0,017	<LQ	<LQ	5	<LQ	18	<LQ	<LQ	0,19
	16:00	14	5,1	0,024	<LQ	0,033	6	<LQ	19	<LQ	<LQ	0,19
	20:00	25	5,5	<LQ	<LQ	<LQ	5	<LQ	24	<LQ	<LQ	0,19
	00:00	33	7,1	<LQ	<LQ	<LQ	5	<LQ	17	<LQ	<LQ	0,19
	04:00	49	4,4	<LQ	<LQ	<LQ	6	<LQ	15	<LQ	<LQ	0,19
	08:00	34	3,9	0,026	0,21	<LQ	5	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,22
Média	-	27	5,2	0,019	0,19	0,025	5	15	11	0,008	0,004	0,20
3º Dia 28 e 29/06/2015	12:00	17	3,4	0,019	<LQ	<LQ	5	<LQ	24	<LQ	<LQ	0,19
	16:00	27	3,5	0,022	<LQ	<LQ	5	<LQ	49	<LQ	<LQ	0,19
	20:00	<LQ	3,5	0,017	<LQ	<LQ	5	<LQ	85	<LQ	<LQ	0,19
	00:00	<LQ	3,5	0,023	<LQ	<LQ	5	<LQ	17	<LQ	<LQ	0,19
	04:00	<LQ	3,3	0,021	<LQ	<LQ	5	<LQ	20	<LQ	<LQ	0,19
	08:00	19	3,4	0,021	<LQ	<LQ	5	<LQ	16	<LQ	<LQ	0,19
Média	-	14	3,4	0,021	0,18	0,023	5	15	29	0,008	0,004	0,19
4º Dia 29 e 30/06/2015	12:00	23	3,1	0,023	<LQ	<LQ	5	<LQ	17	<LQ	<LQ	0,19
	16:00	34	3,2	<LQ	0,18	<LQ	5	<LQ	8	<LQ	<LQ	0,19
	20:00	49	3,4	0,023	0,21	<LQ	5	<LQ	10	<LQ	<LQ	0,22
	00:00	11	3,2	0,023	0,20	<LQ	5	<LQ	15	<LQ	<LQ	0,21
	04:00	11	3,7	0,034	0,18	<LQ	5	<LQ	17	<LQ	<LQ	0,19
	08:00	12	3,2	0,017	0,24	<LQ	5	7	10	<LQ	<LQ	0,25
Média	-	23	3,3	0,023	0,20	0,023	5	14	12	0,008	0,004	0,21
5º Dia 30/06 e 01/07/2015	12:00	34	3,1	<LQ	<LQ	<LQ	4	<LQ	4	<LQ	<LQ	0,19
	16:00	16	3,4	<LQ	<LQ	<LQ	4	<LQ	<1	<LQ	<LQ	0,19
	20:00	<LQ	3,2	<LQ	<LQ	<LQ	3	<LQ	<1	<LQ	<LQ	0,19
	00:00	<LQ	3,1	0,022	<LQ	<LQ	6	<LQ	4	<LQ	<LQ	0,19
	04:00	18	3,1	<LQ	<LQ	<LQ	6	<LQ	2	0,651	0,013	0,84
	08:00	<LQ	4,2	0,031	<LQ	<LQ	4	<LQ	1	<LQ	<LQ	0,19
Média	-	14	3,4	0,020	0,18	0,023	5	15	2	0,115	0,006	0,30
6º Dia 01 e 02/07/2015	12:00	48	3,9	0,028	0,47	<LQ	8	<LQ	9	<LQ	<LQ	0,48
	16:00	31	4,0	0,018	0,30	<LQ	5	<LQ	29	<LQ	<LQ	0,31
	20:00	8	3,9	0,027	0,28	<LQ	9	<LQ	64	<LQ	<LQ	0,29
	00:00	32	4,1	0,029	0,24	<LQ	4	<LQ	66	<LQ	0,006	0,25
	04:00	38	4,3	0,019	<LQ	<LQ	7	<LQ	35	<LQ	0,004	0,19
	08:00	45	4,4	0,022	0,30	<LQ	5	<LQ	23	<LQ	0,004	0,31
Média	-	34	4,1	0,024	0,30	0,023	6	15	31	0,008	0,004	0,31
7º Dia 02 e 03/07/2015	12:00	19	4,3	<LQ	0,30	0,124	7	<LQ	167	<LQ	<LQ	0,31
	16:00	6	2,1	0,054	0,44	0,040	3	<LQ	269	<LQ	<LQ	0,45
	20:00	14	1,8	<LQ	0,60	0,040	5	<LQ	232	<LQ	<LQ	0,61
	00:00	13	1,8	<LQ	0,42	0,026	5	<LQ	144	<LQ	<LQ	0,43
	04:00	9	1,8	0,040	0,36	0,025	5	<LQ	<1	0,015	<LQ	0,38
	08:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Média	-	12	2,4	0,028	0,42	0,051	5	15	68	0,009	0,004	0,44
Média Geral	-	21	4,3	0,024	0,24	0,028	5	15	26	0,024	0,004	0,27

Tabela 4.1-2 – Segunda Campanha de Tempo Seco – Estação Chuvosa – Bacia Chácara (descartada)

Semana Típica na Estação Chuvosa	Horário da Coleta da Amostra	GRUPO 1					GRUPO 2					N t (mg/L)
		DQO (mg/L)	TOC (mg/L)	P t (mg/L)	NKT (mg/L)	N Amon t (mg/L)	DBO (mg/L)	SST (mg/L)	Coli. T. (NMP/100mL)	Nitratos (mg/L)	Nitritos (mg/L)	
Limite de Quantificação		6	1	0,016	0,180	0,023	2	15	1,0E+00	0,008	0,004	-
Bacia Chácara												
1º Dia 16 e 17/10/2015 Sex / Sáb	12:00	363	88,0	2,300	3,070	0,257	41	279	4,2E+02	<LQ	<LQ	3,08
	16:00	175	45,0	1,280	3,820	0,886	38	315	2,2E+03	<LQ	<LQ	3,83
	20:00	382	104,0	2,950	3,900	0,616	70	385	8,4E+02	<LQ	<LQ	3,91
	00:00	568	105,0	2,970	3,480	0,576	98	571	8,8E+02	<LQ	<LQ	3,49
	04:00	770	200,0	3,840	6,560	0,919	197	921	1,2E+03	0,013	<LQ	6,58
	08:00	426	105,0	2,780	7,440	0,539	38	254	9,0E+02	<LQ	<LQ	7,45
Média	-	447	107,8	2,687	4,712	0,632	80	454	9,5E+02	0,009	0,004	4,72
2º Dia 17 e 18/10/2015 Sáb / Dom	12:00	63	23,0	0,519	1,010	0,250	6	76	4,9E+03	0,001	<LQ	1,02
	16:00	147	47,0	1,230	2,090	0,613	32	314	5,6E+02	0,178	<LQ	2,27
	20:00	507	176,0	1,710	2,580	0,677	140	982	5,9E+02	0,035	<LQ	2,62
	00:00	558	127,0	2,750	3,840	0,242	166	707	9,1E+02	0,090	<LQ	3,93
	04:00	565	110,0	2,840	4,020	0,386	122	527	9,0E+03	0,004	<LQ	4,03
	08:00	412	81,0	1,960	3,370	0,484	118	194	6,5E+02	0,002	<LQ	3,38
Média	-	375	94,0	1,835	2,818	0,442	97	467	1,4E+03	0,052	0,004	2,87
3º Dia 18 e 19/10/2015 Dom / Seg	12:00	48	14,0	0,245	0,690	0,051	3	43	2,3E+02	<LQ	<LQ	0,70
	16:00	45	20,0	0,445	0,930	0,461	6	115	1,3E+02	<LQ	<LQ	0,94
	20:00	105	39,0	1,250	1,610	0,559	8	455	3,0E+01	<LQ	<LQ	1,62
	00:00	233	105,0	3,380	4,150	0,369	39	1240	7,5E+02	0,008	<LQ	4,16
	04:00	354	138,0	3,060	3,870	0,571	27	708	1,4E+03	0,554	<LQ	4,43
	08:00	308	87,0	2,660	3,580	0,685	24	304	8,9E+02	<LQ	<LQ	3,59
Média	-	182	67,2	1,840	2,472	0,449	18	478	3,1E+02	0,099	0,004	2,57
4º Dia 19 e 20/10/2015 Seg / Ter	12:00	105	27,0	0,759	1,060	0,126	19	185	2,32E+02	0,017	<LQ	1,08
	16:00	115	31,0	0,763	1,600	0,651	20	190	1,23E+02	0,010	<LQ	1,61
	20:00	80	26,0	0,505	0,900	0,587	20	161	2,02E+02	<LQ	<LQ	0,91
	00:00	414	164,0	2,840	3,320	0,878	100	1.250	1,78E+02	0,012	<LQ	3,34
	04:00	607	100,0	2,110	2,400	0,536	97	601	1,85E+02	<LQ	<LQ	2,41
	08:00	1.038	255,0	3,100	5,200	0,916	130	187	1,41E+02	0,015	<LQ	5,22
Média	-	393	100,5	1,680	2,413	0,616	64	429	1,73E+02	0,012	0,004	2,43
5º Dia 20 e 21/10/2015 Ter / Qua	12:00	398	60,0	1,590	6,940	0,306	103	471	2,2E+02	<LQ	<LQ	6,95
	16:00	121	32,0	0,803	1,470	0,656	31	270	4,0E+02	<LQ	<LQ	1,48
	20:00	175	35,0	0,858	1,500	0,875	65	258	6,4E+02	<LQ	<LQ	1,51
	00:00	320	135,0	2,740	3,650	0,387	109	1170	1,2E+03	<LQ	<LQ	3,66
	04:00	239	70,0	2,560	5,950	0,329	65	335	6,3E+02	<LQ	<LQ	5,96
	08:00	88	23,0	0,579	1,070	0,500	27	120	3,6E+02	0,030	<LQ	1,10
Média	-	224	59,2	1,522	3,430	0,509	67	437	5,0E+02	0,012	0,004	3,45
6º Dia 21 e 22/10/2015 Qua / Qui	12:00	38	13,0	0,390	1,310	0,217	3	114	5,9E+02	0,009	<LQ	1,32
	16:00	95	28,0	0,711	2,330	0,470	7	193	3,0E+02	0,008	<LQ	2,34
	20:00	135	28,0	1,070	1,440	0,478	6	187	4,5E+02	0,009	<LQ	1,45
	00:00	315	86,0	2,180	4,150	0,730	28	635	5,8E+03	0,018	<LQ	4,17
	04:00	102	24,0	0,739	1,440	0,589	8	63	3,9E+03	<LQ	<LQ	1,45
	Média	-	137	35,8	1,018	2,134	0,497	10	238	1,1E+03	0,010	0,004
7º Dia 29 e 30/10/2015 Qui / Sex	12:00	249	87,0	1,860	5,390	0,287	19	331	1,0E+03	<LQ	<LQ	5,40
	16:00	91	31,0	0,781	0,930	0,748	18	76	4,0E+02	<LQ	<LQ	0,94
	20:00	308	107,0	1,670	5,880	0,708	64	788	3,0E+03	<LQ	<LQ	5,89
	00:00	360	114,0	2,010	3,550	0,731	125	537	1,2E+03	<LQ	<LQ	3,56
	04:00	143	39,0	1,280	1,660	0,570	23	171	6,3E+03	<LQ	<LQ	1,67
	08:00	164	52,0	1,380	2,530	0,627	50	101	1,0E+02	<LQ	<LQ	2,54
Média	-	219	71,7	1,497	3,323	0,612	50	334	9,8E+02	0,008	0,004	3,34
Média Geral	-	283	76,6	1,725	3,043	0,537	55	405	7,8E+02	0,029	0,004	3,08

Tabela 4.1-3 – Terceira Campanha de Tempo Seco - Estação Chuvosa – Bacia Chácara

Semana Típica na Estação Chuvosa	Horário da Coleta da Amostra	GRUPO 1					GRUPO 2					N t (mg/L)
		DQO (mg/L)	TOC (mg/L)	P t (mg/L)	NKT (mg/L)	N Amon t (mg/L)	DBO (mg/L)	SST (mg/L)	Coli. T. (NMP/100mL)	Nitratos (mg/L)	Nitritos (mg/L)	
Limite de Quantificação		6	1	0,016	0,180	0,023	2	15	1	0,008	0,004	-
Bacia Chácara												
1º Dia 20 e 21/01/2016 Qua / Qui	12:00	46	13,0	0,145	0,290	0,053	4	<LQ	1,1E+02	0,060	<LQ	0,35
	16:00	27	8,1	0,094	0,204	0,052	3	<LQ	1,3E+02	0,106	<LQ	0,31
	20:00	23	8,0	0,071	<LQ	0,063	3	<LQ	1,3E+02	0,059	<LQ	0,24
	00:00	35	12,0	0,321	0,265	0,091	4	41	1,3E+03	0,162	<LQ	0,43
	04:00	39	9,2	0,173	0,297	0,055	4	<LQ	2,2E+02	0,078	<LQ	0,38
	08:00	15	8,1	0,140	<LQ	0,099	3	<LQ	1,2E+02	0,095	<LQ	0,28
Média	-	31	9,7	0,157	0,236	0,069	4	19	2,0E+02	0,093	0,004	0,33
2º Dia 21 e 22/01/2016 Qui / Sex	12:00	16	6,9	0,062	<LQ	<LQ	9	<LQ	85	<LQ	<LQ	0,19
	16:00	11	6,9	0,042	0,330	<LQ	2	<LQ	7,8E+02	0,031	<LQ	0,37
	20:00	17	7,2	0,062	0,540	<LQ	3	<LQ	1,2E+02	0,046	<LQ	0,59
	00:00	21	9,1	0,129	0,330	<LQ	8	17	1,1E+02	0,022	<LQ	0,36
	04:00	19	9,7	0,175	0,350	0,025	9	<LQ	5,7E+02	0,061	<LQ	0,42
	08:00	27	7,7	0,113	0,280	<LQ	8	<LQ	2,5E+02	0,055	<LQ	0,34
Média	-	19	7,9	0,097	0,335	0,023	7	15	2,2E+02	0,037	0,004	0,38
3º Dia 22 e 23/01/2016 Sex / Sáb	12:00	14	6,2	0,037	<LQ	<LQ	4	<LQ	99	0,058	0,024	0,26
	16:00	13	6,3	0,071	0,300	<LQ	4	<LQ	72	<LQ	<LQ	0,31
	20:00	26	7,1	0,103	<LQ	<LQ	4	<LQ	70	0,059	<LQ	0,24
	00:00	26	9,2	0,172	0,360	<LQ	6	17	1,9E+02	0,029	<LQ	0,39
	04:00	8	7,9	0,156	0,680	<LQ	5	<LQ	3,4E+02	0,060	<LQ	0,74
	08:00	21	8,0	0,062	<LQ	0,046	5	<LQ	1,2E+02	0,067	<LQ	0,25
Média	-	18	7,5	0,100	0,313	0,027	5	15	1,3E+02	0,047	0,007	0,37
4º Dia 23 e 24/01/2016 Sáb / Dom	12:00	-	-	-	-	-	13	23	180	<LQ	<LQ	0,01
	16:00	21	7,1	0,146	0,500	<LQ	20	25	168	0,026	<LQ	0,53
	20:00	44	8,5	0,102	0,520	<LQ	13	24	160	0,055	0,027	0,60
	00:00	46	11,0	0,229	0,240	<LQ	11	34	130	0,038	0,011	0,29
	04:00	31	8,8	0,196	0,530	<LQ	5	28	110	0,041	<LQ	0,58
	08:00	43	8,3	0,222	0,340	<LQ	14	22	160	0,027	0,007	0,37
Média	-	37	8,7	0,179	0,426	0,023	13	26	1,5E+02	0,033	0,010	0,40
5º Dia 24 e 25/01/2016 Dom / Seg	12:00	33	7,6	0,054	0,390	<LQ	4	<LQ	1,3E+02	0,041	<LQ	0,44
	16:00	39	6,1	0,086	0,440	<LQ	5	<LQ	1,7E+02	0,027	<LQ	0,47
	20:00	42	7,6	0,045	0,780	<LQ	4	<LQ	1,2E+03	0,043	<LQ	0,83
	00:00	29	6,5	0,148	0,230	<LQ	4	<LQ	4,5E+02	<LQ	<LQ	0,24
	04:00	22	8,8	0,116	0,320	<LQ	4	24	4,3E+02	0,067	<LQ	0,39
	08:00	22	6,2	0,099	0,380	<LQ	4	<LQ	2,3E+02	0,073	<LQ	0,46
Média	-	31	7,1	0,091	0,423	0,023	4	17	3,2E+02	0,043	0,004	0,47
6º Dia 25 e 26/01/2016 Seg / Ter	12:00	13	5,2	0,048	0,380	<LQ	11	<LQ	1,3E+02	0,073	<LQ	0,46
	16:00	20	7,0	0,074	0,200	<LQ	6	24	3,9E+03	0,047	<LQ	0,25
	20:00	51	6,5	0,149	0,460	<LQ	8	24	2,6E+02	0,044	<LQ	0,51
	00:00	22	8,1	0,220	0,700	<LQ	12	31	2,6E+03	0,089	<LQ	0,79
	04:00	42	9,0	0,251	0,300	<LQ	11	26	4,5E+02	0,056	<LQ	0,36
	08:00	52	6,9	0,037	0,420	0,047	11	21	90	0,182	0,068	0,67
Média	-	33	7,1	0,130	0,410	0,027	10	24	4,9E+02	0,082	0,015	0,51
7º Dia 26 e 27/01/2016 Ter / Qua	12:00	36	7,7	0,132	0,300	<LQ	14	<LQ	1,5E+02	0,062	<LQ	0,37
	16:00	44	6,8	0,092	0,300	<LQ	12	18	2,0E+02	0,095	<LQ	0,40
	20:00	48	7,5	0,121	0,400	0,092	14	<LQ	1,5E+03	0,062	<LQ	0,47
	00:00	51	11,0	0,059	0,380	<LQ	12	24	2,2E+02	0,041	<LQ	0,43
	04:00	80	10,0	0,153	0,490	<LQ	10	37	4,1E+02	0,091	<LQ	0,59
	08:00	36	8,9	0,134	0,560	<LQ	14	18	1,3E+02	0,094	<LQ	0,66
Média	-	49	8,7	0,115	0,405	0,035	13	21	2,8E+02	0,074	0,004	0,48
Média Geral	-	31	8,1	0,124	0,364	0,032	8	20	2,6E+02	0,058	0,007	0,42

Figura 4.1-2 – Concentrações Observadas nas Três Campanhas de Tempo Seco na Bacia Chácara

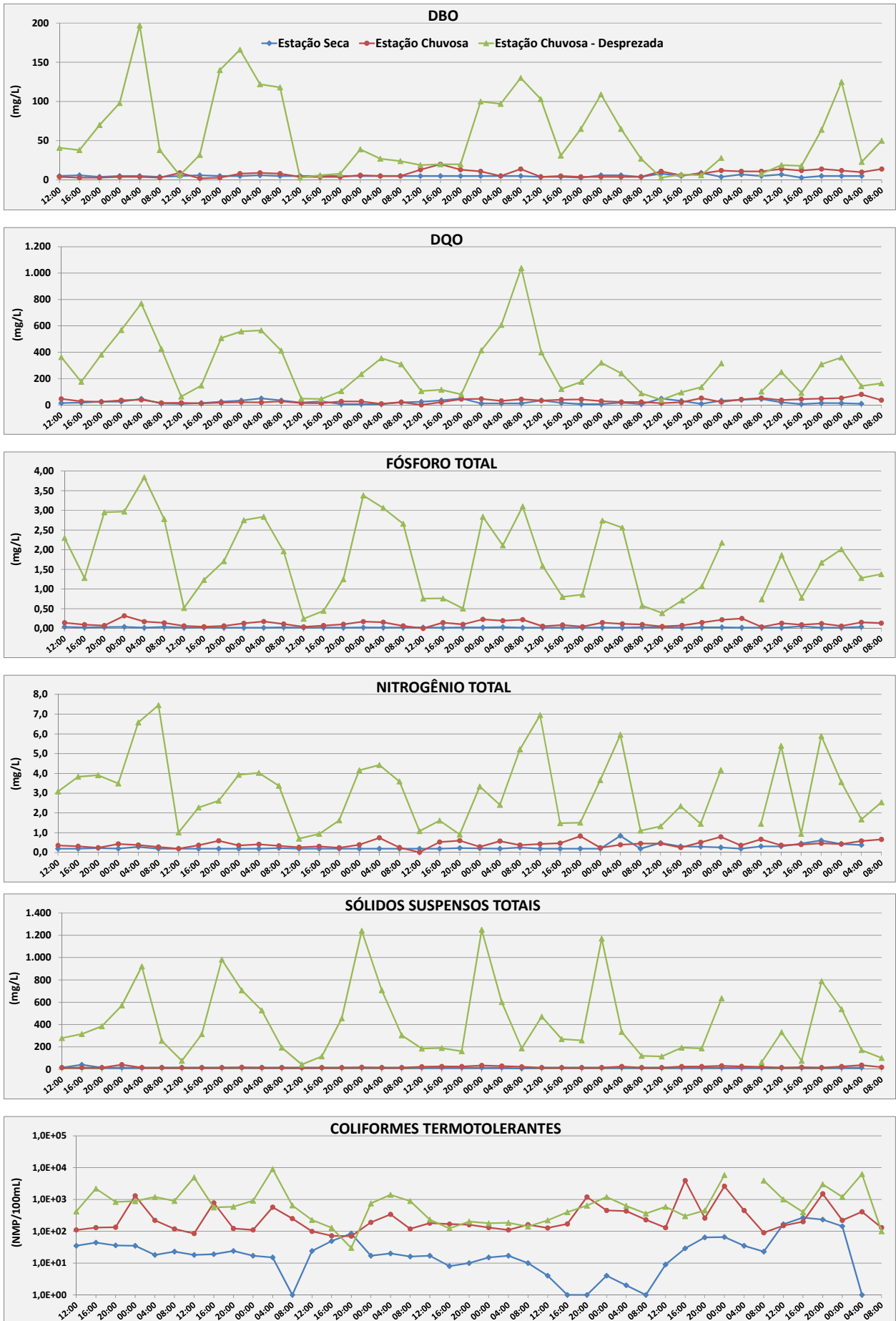
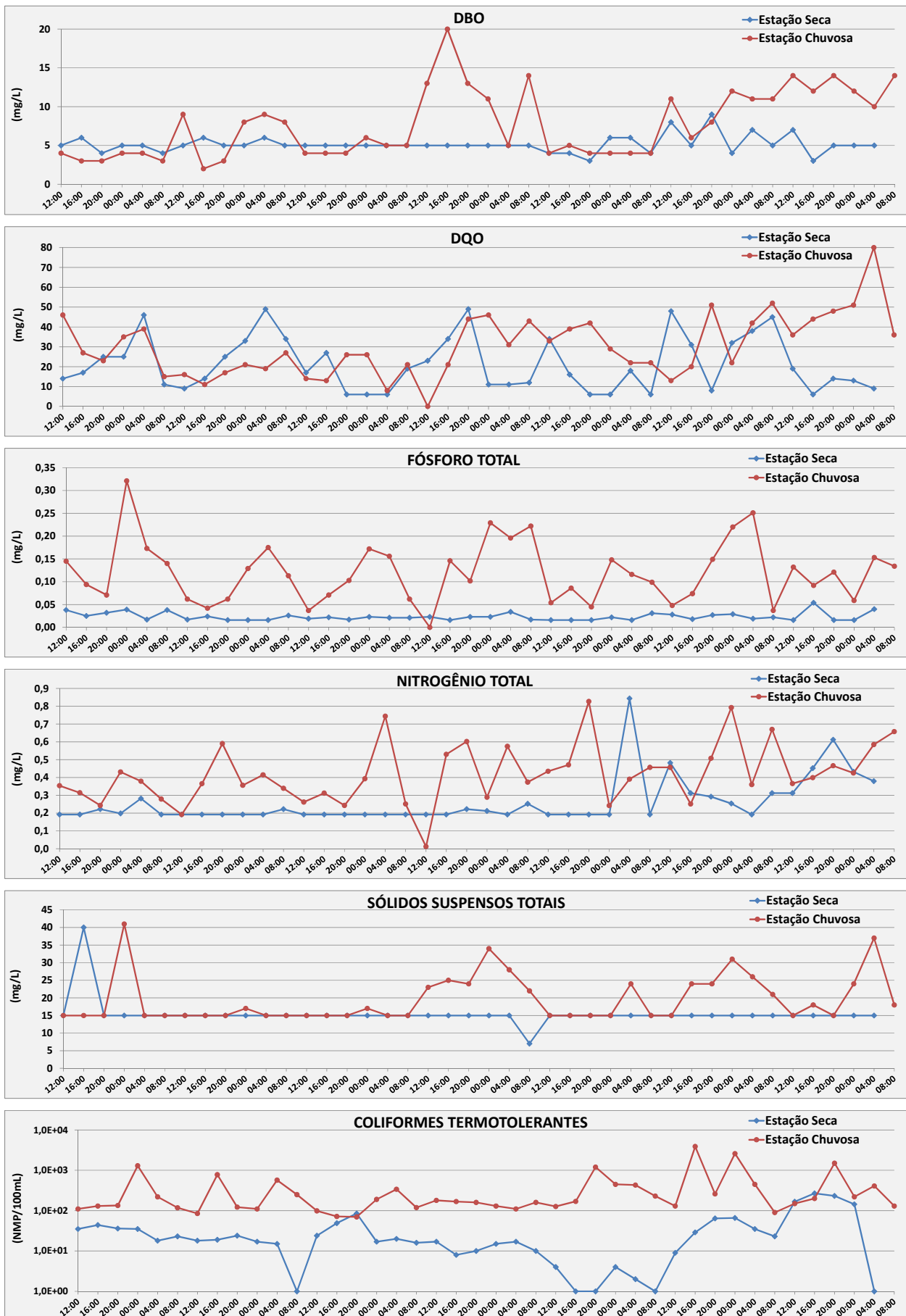


Figura 4.1-3 – Concentrações Observadas nas Duas Campanhas de Tempo Seco Validadas na Bacia Chácara



Análise geral das Campanhas realizadas

Na bacia chácara foram realizadas três campanhas em semana típica de tempo seco, pois a 2ª Campanha, que seria representativa da estação chuvosa (realizada entre 16 e 30/10/2015), apresentou resultados muito acima dos observados na 1ª Campanha, para os todos parâmetros com influência de esgotos domésticos (exceto coliformes), com forte variação ao longo do dia, sendo que os valores mais elevados foram observados no período noturno.

Esses resultados colocaram em dúvida a validade dos resultados de uma ou da outra campanha. Para dirimir essa dúvida foi realizada uma 3ª Campanha, ainda na estação chuvosa (de 20 a 27/01/2016), cujos resultados apresentaram-se compatíveis com os da 1ª Campanha. Dessa forma, para efeito de análise e estimativas de carga, a 2ª Campanha foi desprezada, pois apesar de retratar uma situação real observada na bacia, constitui situação atípica e não representativa.

As elevadas concentrações observadas nessa campanha indicam a possibilidade de uma fonte de cargas orgânicas não permanente atuando durante essa semana, com descargas realizadas preferencialmente no final das tardes, resultando em altas concentrações no período noturno. Como se trata de uma bacia ocupada por chácaras de lazer, uma hipótese a ser investigada é a possível descarga pontual de caminhões limpa-fossa, que servem ao bairro ou bairros vizinhos.

Não se observam variações cíclicas diárias ao longo das duas campanhas, exceto para PT na 3ª Campanha, na qual um certo ciclo diário se esboça.

Variação das Concentrações entre as Estações Seca e Chuvosa

- DQO e DBO: As concentrações médias diárias de DQO na estação seca variaram entre 14 e 34 mg/L com média de 21 mg/L. Na estação chuvosa o range de variação foi de 18 a 37 mg/L com média de 31 mg/L. A concentração média das duas campanhas é 26 mg/L.
As concentrações médias diárias de DBO na estação seca variaram entre 6 e 15 mg/L com média de 5,1 mg/L. Na estação chuvosa o range de variação foi de 3 a 15 mg/L com média de 7,7 mg/L. A concentração média das duas campanhas é 6,4 mg/L.
A relação entre DQO e DBO é da ordem de 4,1 indicando presença de material menos rapidamente degradável que o esgoto doméstico onde a relação é da ordem de 2. A relação entre DQO e TOC é em média 4,3.
- As concentrações médias diárias de PT na estação seca tiveram variação pequena amplitude entre 0,019 e 0,032 mg/L com média de 0,024 mg/L. Na estação chuvosa o range de variação foi de 0,091 a 0,157 mg/L com média de 0,124 mg/L. A variação entre a média de tempo seco e de chuvoso foi de cerca de 430%, sendo que a média do período foi 0,074 mg/L. Ressalta-se que as médias dos valores foram altas, acima do LQ (0,016 mg/L), e bem maior do que a média na semana típica das bacias Reflorestamento e Mata, mas menor que a Agricultura;
- A concentração média de NT na estação seca de 0,27 mg/L foi menor que na chuvosa 0,42 mg/L. A concentração média das duas campanhas é 0,34 mg/L; a concentração de Nitrito representa entre 9 e 14% do NT, assim como Nitrito representa cerca de 1,5% do NT; a concentração de NAmoniacal e cerca de 10% da concentração de NKT;
- A concentração de Sólidos Suspensos na estação seca foi 15 mg/L (limite de quantificação) e de 20 mg/L na campanha representativa de estação chuvosa. A concentração média das duas campanhas é 17,5 mg/L;
- A densidade de coliformes na estação seca de 26 NMP/100mL foi menor que na chuvosa 260 NMP/100mL. A concentração média (média geométrica) das duas campanhas é 82 NMP/100mL. Ressalta-se que essas densidades são baixas indicando baixo potencial poluidor por esse parâmetro;
- A relação entre as médias dos valores das concentrações de PT:NT:DBO foi 1:5:87.

Estimativa de cargas em tempo seco

A estimativa da carga em tempo seco de cada campanha foi obtida pelo produto de concentração média de cada parâmetro pela vazão média da campanha. A carga média de tempo seco da bacia, a ser utilizada para definição dos coeficientes de exportação de cargas, é a média das cargas de cada parâmetro nas duas campanhas de monitoramento realizadas. Os resultados são apresentados na Tabela 4.1-4.

Tabela 4.1-4 – Bacia Chácara – Concentrações e Cargas em Tempo Seco

Amostragens	PT	NT	DQO	DBO	SST	Colif. Termo.
Concentrações (mg/L e NMP/100mL)						
Semana Típica - Estação seca	0,024	0,27	21	5,1	15	2,6E+01
Semana Típica - Estação Chuvosa	0,124	0,42	31	7,7	20	2,6E+02
Semana Típica - Valor adotado (média)	0,074	0,34	26	6,4	17,5	8,2E+01
Cargas (kg/dia e NMP/dia)						
Semana Típica - Estação seca	0,012	0,13	10,42	2,54	7,62	1,3E+08
Semana Típica - Estação Chuvosa	0,092	0,31	23,05	5,71	14,50	1,9E+09
Semana Típica - Carga Média (kg/dia)	0,052	0,22	16,73	4,13	11,06	5,0E+08
Semana Típica - Carga Unitária (kg/dia.km ²)	0,072	0,31	23,24	5,73	15,37	6,9E+08

Vazões Médias nas Campanhas de Tempo Seco:

1ª Campanha – 5,7 L/s

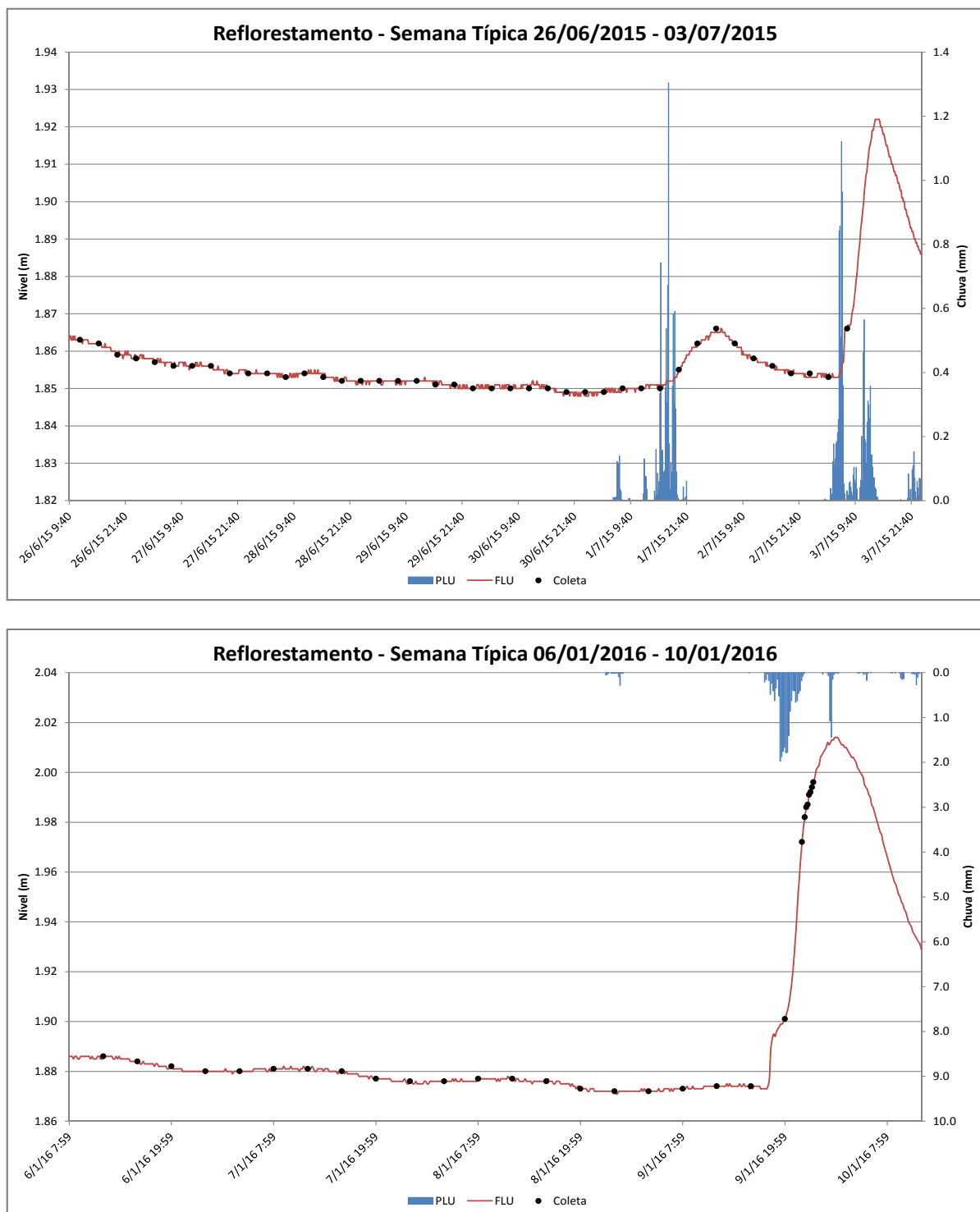
2ª Campanha – 8,6 L/s

4.2 Semana Típica de Tempo Seco – Bacia Reflorestamento

Campanhas realizadas:

- **Estação Seca:** 26/06 a 03/07/2015; nesta campanha houve a ocorrência de fraca precipitação no penúltimo dia, com pequena alteração do nível d'água, sem, entretanto, resultar em alterações relevantes nas concentrações medidas, razão pela qual os resultados foram mantidos.
- **Estação Chuvosa:** 06 a 10/01/2016, 17 a 20/01 e 23-24/01; campanha interrompida no 4º dia devido à ocorrência chuva, continuada entre 17 e 20/01 e interrompida novamente no último dia, também devido à chuva; campanha completada em 23-24/01/2016.

Figura 4.2-1 – Campanhas Semanais de Tempo Seco Realizadas na Bacia Reflorestamento



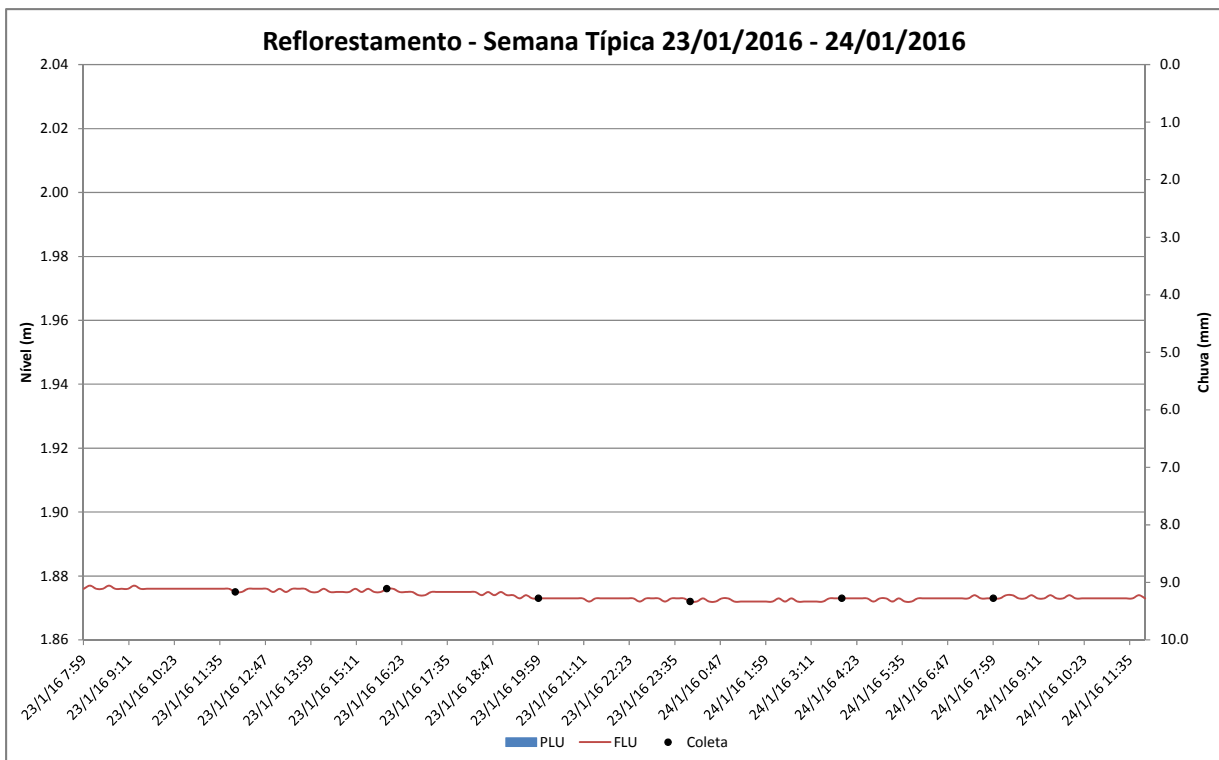
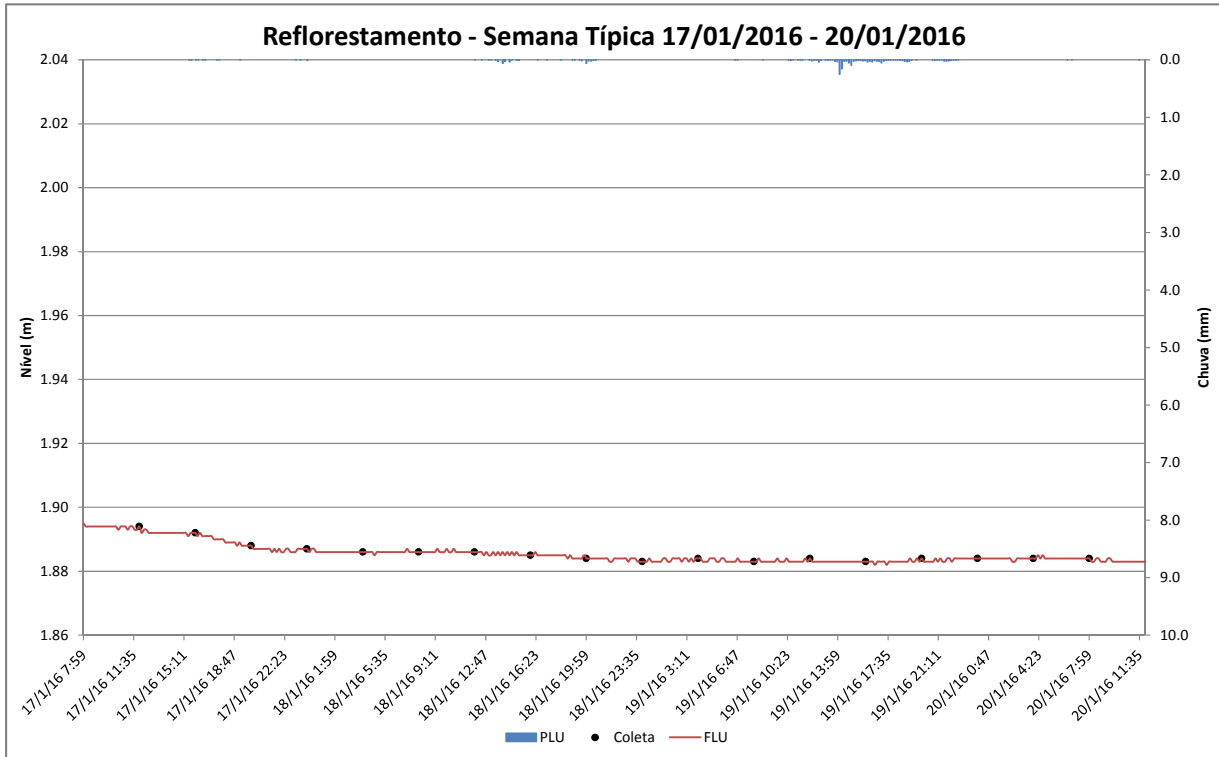


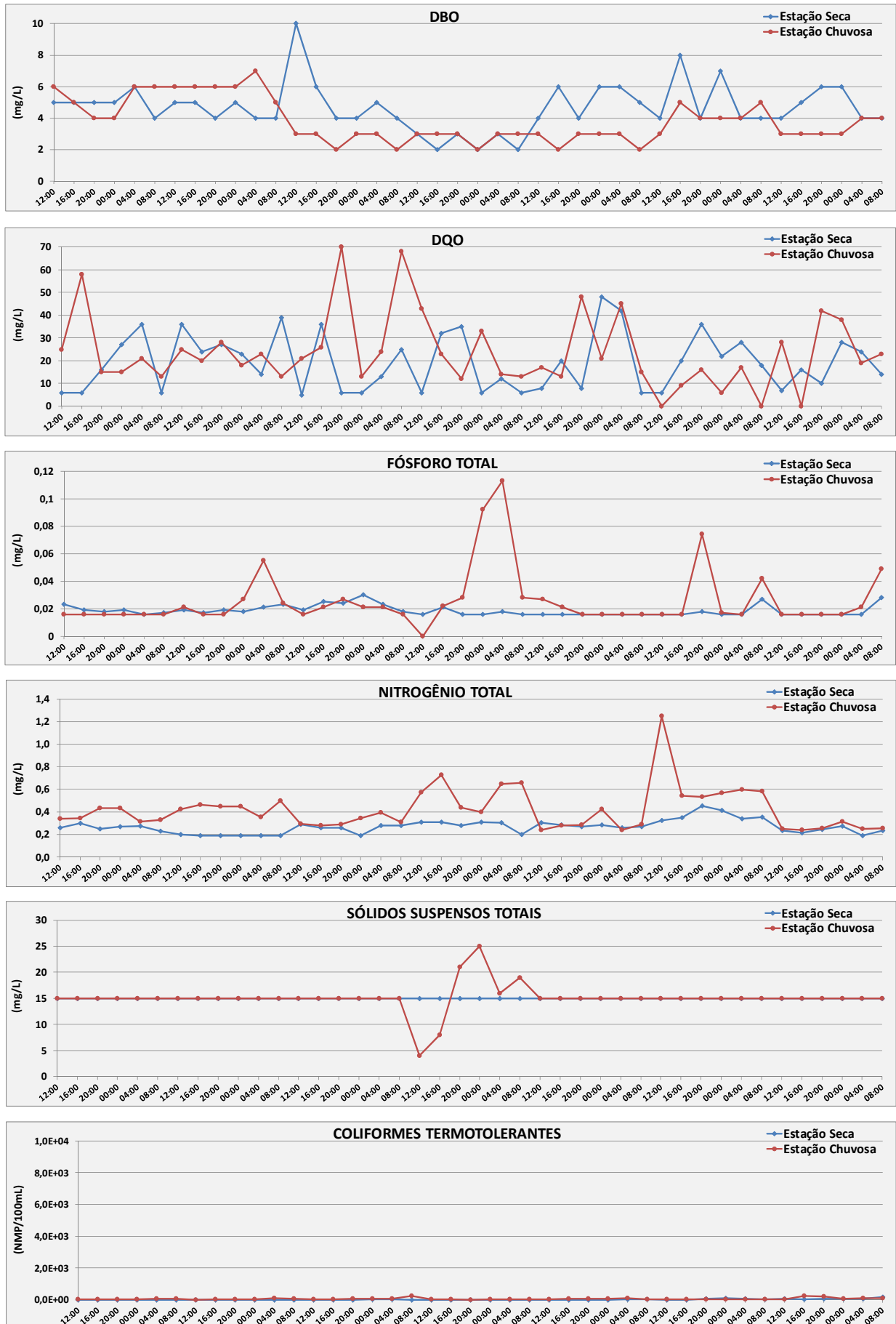
Tabela 4.2-1 – Primeira Campanha de Tempo Seco - Estação Seca – Bacia reflorestamento

Semana Típica na Estação Seca	Horário de Coleta da Amostra	GRUPO 1					GRUPO 2					N t (mg/L)
		DQO (mg/L)	TOC (mg/L)	P t (mg/L)	NKT (mg/L)	N Amon t (mg/L)	DBO 5,20 (mg/L)	SST (mg/L)	Coli. T. (NMP/100mL)	Nitratos (mg/L)	Nitritos (mg/L)	
Bacia Reflorestamento												
1º Dia 26 e 27/06/2015	12:00	<LQ	4,3	0,023	0,18	<LQ	5	<LQ	13	0,073	<LQ	0,26
	16:00	6	3,0	0,019	0,22	0,030	5	<LQ	10	0,073	<LQ	0,30
	20:00	16	5,1	0,018	<LQ	<LQ	5	<LQ	15	0,065	<LQ	0,25
	00:00	27	3,6	0,019	<LQ	<LQ	5	<LQ	13	0,083	<LQ	0,27
	04:00	36	3,0	<LQ	<LQ	<LQ	6	<LQ	15	0,088	<LQ	0,27
	08:00	<LQ	3,0	0,017	<LQ	<LQ	4	<LQ	6	0,046	<LQ	0,23
Média	-	16	3,7	0,019	0,19	0,024	5	15	11	0,071	0,004	0,26
2º Dia 27 e 28/06/2015	12:00	36	2,7	0,019	0,19	<LQ	5	<LQ	3	<LQ	<LQ	0,20
	16:00	24	2,6	0,017	<LQ	<LQ	5	<LQ	8	<LQ	<LQ	0,19
	20:00	27	2,6	0,019	<LQ	<LQ	4	<LQ	9	<LQ	<LQ	0,19
	00:00	23	2,7	0,018	<LQ	<LQ	5	<LQ	10	<LQ	<LQ	0,19
	04:00	14	2,5	0,021	<LQ	<LQ	4	<LQ	5	<LQ	<LQ	0,19
	08:00	39	2,5	0,023	<LQ	<LQ	4	<LQ	4	<LQ	<LQ	0,19
Média	-	27	2,6	0,020	0,18	0,023	5	15	6	0,008	0,004	0,19
3º Dia 28 e 29/06/2015	12:00	5	2,2	0,019	<LQ	<LQ	10	<LQ	7	0,106	<LQ	0,29
	16:00	36	2,1	0,025	<LQ	<LQ	6	<LQ	15	0,076	<LQ	0,26
	20:00	<LQ	2,3	0,024	<LQ	<LQ	4	<LQ	12	0,077	<LQ	0,26
	00:00	6	2,4	0,030	<LQ	<LQ	4	<LQ	32	<LQ	<LQ	0,19
	04:00	13	2,4	0,023	<LQ	<LQ	5	<LQ	24	0,093	<LQ	0,28
	08:00	25	2,2	0,018	<LQ	<LQ	4	<LQ	7	0,096	<LQ	0,28
Média	-	15	2,3	0,023	0,18	0,023	6	15	14	0,076	0,004	0,26
4º Dia 29 e 30/06/2015	12:00	<LQ	3,3	<LQ	<LQ	<LQ	3	<LQ	13	0,123	<LQ	0,31
	16:00	32	2,4	0,021	0,19	<LQ	2	<LQ	7	0,116	<LQ	0,31
	20:00	35	2,3	<LQ	<LQ	<LQ	3	<LQ	5	0,097	<LQ	0,28
	00:00	<LQ	1,2	<LQ	0,19	<LQ	2	<LQ	10	0,114	<LQ	0,31
	04:00	12	1,9	0,018	<LQ	<LQ	3	<LQ	17	0,119	<LQ	0,30
	08:00	<LQ	3,2	<LQ	<LQ	<LQ	2	<LQ	9	0,015	<LQ	0,20
Média	-	16	2,4	0,017	0,18	0,023	3	15	9	0,097	0,004	0,28
5º Dia 30/06 e 01/07/2015	12:00	8	2,9	<LQ	<LQ	<LQ	4	<LQ	3	0,121	<LQ	0,31
	16:00	20	3,0	<LQ	<LQ	<LQ	6	<LQ	<1	0,099	<LQ	0,28
	20:00	8	3,1	<LQ	<LQ	<LQ	4	<LQ	3	0,086	<LQ	0,27
	00:00	48	5,8	<LQ	<LQ	<LQ	6	<LQ	<1	0,101	<LQ	0,29
	04:00	42	2,4	<LQ	<LQ	<LQ	6	<LQ	22	0,077	<LQ	0,26
	08:00	<LQ	2,9	<LQ	<LQ	<LQ	5	<LQ	23	0,086	<LQ	0,27
Média	-	22	3,4	0,016	0,18	0,023	5	15	4	0,095	0,004	0,28
6º Dia 01 e 02/07/2015	12:00	<LQ	2,3	<LQ	<LQ	0,018	4	<LQ	12	0,140	<LQ	0,32
	16:00	20	2,3	<LQ	0,25	<LQ	8	<LQ	7	0,094	<LQ	0,35
	20:00	36	2,8	0,018	0,27	<LQ	4	<LQ	74	0,180	0,004	0,45
	00:00	22	2,1	<LQ	0,25	<LQ	7	<LQ	90	0,158	<LQ	0,41
	04:00	28	2,6	<LQ	0,18	<LQ	4	<LQ	61	0,153	0,004	0,34
	08:00	18	2,4	0,027	0,24	<LQ	4	<LQ	37	0,111	<LQ	0,36
Média	-	22	2,4	0,018	0,23	0,022	5	15	33	0,139	0,004	0,37
7º Dia 02 e 03/07/2015	12:00	7	2,4	<LQ	0,22	<LQ	4	<LQ	70	<LQ	<LQ	0,23
	16:00	16	2,5	<LQ	0,20	<LQ	5	<LQ	36	<LQ	<LQ	0,21
	20:00	10	2,5	<LQ	0,23	<LQ	6	<LQ	73	<LQ	<LQ	0,24
	00:00	28	2,9	<LQ	0,26	<LQ	6	<LQ	68	<LQ	<LQ	0,27
	04:00	24	3,4	<LQ	0,18	<LQ	4	<LQ	60	<LQ	0,004	0,19
	08:00	14	4,0	0,028	0,22	<LQ	4	<LQ	185	<LQ	<LQ	0,23
Média	-	17	3,0	0,018	0,22	0,023	5	15	72	0,008	0,004	0,23
Média Geral	-	19	2,8	0,019	0,19	0,023	5	15	21	0,071	0,004	0,27

Tabela 4.2-2 – Segunda Campanha de Tempo Seco – Estação Chuvosa

Semana Típica na Estação Chuvosa	Horário de Coleta da Amostra	GRUPO 1					GRUPO 2					N t (mg/L)
		DQO (mg/L)	TOC (mg/L)	P t (mg/L)	NKT (mg/L)	N Amon t (mg/L)	DBO 5,20 (mg/L)	SST (mg/L)	Coli. T. (NMP/100mL)	Nitratos (mg/L)	Nitritos (mg/L)	
Limite de Quantificação		6	1	0,016	0,180	0,023	2	15	1	0,008	0,004	-
Bacia Reflorestamento												
1º Dia 06 e 07/01/2016 Qua / Qui	12:00	25	4,6	<LQ	0,240	<LQ	6	<LQ	47	0,098	<LQ	0,34
	16:00	58	5,8	<LQ	0,240	0,025	5	<LQ	19	0,101	<LQ	0,35
	20:00	15	5,3	<LQ	0,330	<LQ	4	<LQ	52	0,099	<LQ	0,43
	00:00	15	4,5	<LQ	0,310	<LQ	4	<LQ	33	0,120	<LQ	0,43
	04:00	21	5,1	<LQ	0,220	<LQ	6	<LQ	68	0,088	<LQ	0,31
	08:00	13	4,5	<LQ	0,240	<LQ	6	<LQ	56	0,084	<LQ	0,33
Média	-	25	5,0	0,016	0,263	0,023	5	15	42	0,098	0,004	0,37
2º Dia 07 e 08/01/2016 Qui / Sex	12:00	25	3,8	0,021	<LQ	0,039	6	<LQ	11	0,237	<LQ	0,42
	16:00	20	5,2	<LQ	0,320	0,049	6	<LQ	24	0,141	<LQ	0,47
	20:00	28	4,3	<LQ	0,310	0,028	6	<LQ	30	0,136	<LQ	0,45
	00:00	18	4,1	0,027	0,220	<LQ	6	<LQ	31	0,223	<LQ	0,45
	04:00	23	3,9	0,055	<LQ	0,031	7	<LQ	90	0,169	<LQ	0,35
	08:00	13	4,0	0,024	0,330	0,033	5	<LQ	60	0,164	<LQ	0,50
Média	-	21	4,2	0,027	0,257	0,034	6	15	33	0,178	0,004	0,44
3º Dia 08 e 09/01/2016 Sex / Sáb	12:00	21	3,2	<LQ	0,180	0,052	3	<LQ	41	0,109	0,005	0,29
	16:00	26	4,1	0,021	<LQ	<LQ	3	<LQ	48	0,096	<LQ	0,28
	20:00	70	3,5	0,027	<LQ	0,041	2	<LQ	60	0,101	0,008	0,29
	00:00	13	3,6	0,021	0,240	0,049	3	<LQ	85	0,100	<LQ	0,34
	04:00	24	3,7	0,021	0,280	<LQ	3	<LQ	70	0,107	0,004	0,39
	08:00	68	3,9	<LQ	0,190	0,043	2	<LQ	2,5E+02	0,104	0,015	0,31
Média	-	37	3,7	0,020	0,208	0,039	3	15	75	0,103	0,007	0,32
4º Dia 23 e 24/01/2016 Sáb / Dom	12:00	43	3,5	0,061	0,450	<LQ	3	<LQ	33	0,116	<LQ	0,57
	16:00	23	3,7	<LQ	0,550	<LQ	3	<LQ	34	0,163	0,013	0,73
	20:00	12	3,5	<LQ	0,240	<LQ	3	<LQ	3,7	0,187	0,010	0,44
	00:00	33	3,8	<LQ	0,220	<LQ	2	<LQ	38	0,174	0,005	0,40
	04:00	14	3,7	0,042	0,520	<LQ	3	<LQ	46	0,122	<LQ	0,65
	08:00	13	3,6	<LQ	0,430	<LQ	3	<LQ	38	0,223	0,004	0,66
Média	-	23	3,6	0,028	0,402	0,023	3	15	26	0,164	0,007	0,57
5º Dia 17 e 18/01/2016 Dom / Seg	12:00	17	5,0	0,027	<LQ	0,071	3	<LQ	51	0,056	<LQ	0,24
	16:00	13	3,8	0,021	0,220	0,067	2	<LQ	69	0,057	<LQ	0,28
	20:00	48	3,9	<LQ	0,220	0,055	3	<LQ	84	0,062	<LQ	0,29
	00:00	21	4,1	<LQ	0,370	0,071	3	<LQ	60	0,050	<LQ	0,42
	04:00	45	4,0	<LQ	<LQ	0,067	3	<LQ	100	0,057	<LQ	0,24
	08:00	15	4,1	<LQ	0,220	0,100	2	<LQ	50	0,068	0,003	0,29
Média	-	27	4,2	0,019	0,232	0,072	3	15	67	0,058	0,004	0,29
6º Dia 18 e 19/01/2016 Seg / Ter	12:00	<LQ	3,9	<LQ	<LQ	0,076	3	<LQ	43	1,060	0,009	1,25
	16:00	9	7,0	<LQ	<LQ	0,049	5	<LQ	37	0,361	<LQ	0,55
	20:00	16	3,8	0,074	<LQ	0,070	4	<LQ	38	0,322	0,029	0,53
	00:00	6	3,8	0,017	0,190	0,073	4	<LQ	52	0,371	<LQ	0,57
	04:00	17	3,6	<LQ	0,250	0,063	4	<LQ	41	0,343	<LQ	0,60
	08:00	<LQ	3,7	0,042	0,210	0,072	5	<LQ	20	0,356	0,015	0,58
Média	-	10	4,3	0,030	0,198	0,067	4	15	37	0,469	0,011	0,68
7º Dia 19 e 20/01/2016 Ter / Qua	12:00	28	3,2	<LQ	0,200	0,038	3	<LQ	22	0,044	<LQ	0,25
	16:00	<LQ	3,4	<LQ	<LQ	0,039	3	<LQ	2,6E+02	0,056	0,004	0,24
	20:00	42	3,5	<LQ	<LQ	0,037	3	<LQ	2,0E+02	0,050	0,024	0,25
	00:00	38	3,8	<LQ	<LQ	0,059	3	<LQ	71	0,125	0,007	0,31
	04:00	19	3,7	0,021	<LQ	0,056	4	<LQ	98	0,067	0,004	0,25
	08:00	23	3,9	0,049	<LQ	0,038	4	<LQ	1,2E+02	0,051	0,021	0,25
Média	-	26	3,6	0,022	0,183	0,045	3	15	98	0,066	0,011	0,26
Média Geral	-	24	4,1	0,023	0,249	0,043	4	15	5,4E+01	0,162	0,007	0,42

Figura 4.2-2 – Concentrações Observadas nas Campanhas de Tempo Seco na Bacia Reflorestamento



Varição das Concentrações entre as Estações Seca e Chuvosa

- DQO e DBO: As concentrações médias diárias de DQO na estação seca variaram entre 15 e 27 mg/L com média de 19 mg/L. Na estação chuvosa o range de variação foi de 10 a 37 mg/L com média de 24 mg/L. A variação entre a média de tempo seco para a de tempo chuvoso foi de cerca de 20%, sendo que a média do período foi 22 mg/L.

As concentrações médias diárias de DBO na estação seca variaram entre 3 e 6 mg/L com média de 5 mg/L. Na estação chuvosa o range de variação foi igual, ou seja, de 3 a 6 mg/L com média de 4 mg/L. A variação entre a média de tempo seco e de chuvoso foi de cerca de -20%, sendo que a média do período foi 4,3 mg/L.

A relação entre DQO e DBO é da ordem de 5 indicando presença de material menos rapidamente degradável que o esgoto doméstico onde a relação é da ordem de 2; A relação entre DQO e TOC é em média 5,3.

- As concentrações médias diárias de PT na estação seca tiveram variação pequena amplitude entre 0,016 e 0,023 mg/L com média de 0,019 mg/L. Na estação chuvosa o range de variação foi maior de 0,016 a 0,030 mg/L com média de 0,023 mg/L. A variação entre a média de tempo seco e de chuvoso foi de cerca de 20%, sendo que a média do período foi 0,021 mg/L. Ressalta-se que as médias dos valores foram baixas, pouco acima do LQ (0,016 mg/L);
- A concentração média de NT na estação seca de 0,27 mg/L foi bem menor que na chuvosa 0,42 mg/L. A variação entre a média de tempo seco e de chuvoso foi de cerca de 60%, sendo que a média do tempo seco e chuvoso foi 0,34 mg/L; a concentração de Nitrato representa entre 29 e 39% do NT, assim como Nitrito representa cerca de 1,6% do NT; a concentração de NAmoniacal é cerca de 14% da concentração de NKT;
- O parâmetro Sólidos Suspensos Totais apresentou concentrações abaixo do LQ (15 mg/L) em todas as amostras, atestando o bom grau de proteção do solo proporcionado pela cobertura vegetal;
- A densidade de coliformes na estação seca de 21 NMP/100mL foi bem menor que na chuvosa 54 NMP/100mL. A variação entre a média de tempo seco e de chuvoso foi de cerca de 150%, sendo que a média do tempo seco e chuvoso foi 34 NMP/100mL. Deve ser ressaltado que essas densidades são muito baixas indicando baixo potencial poluidor por esse parâmetro;
- A relação entre as médias dos valores das concentrações de PT:NT:DBO foi 1:16:203.

Estimativa de cargas em tempo seco

A estimativa da carga em tempo seco de cada campanha foi obtida pelo produto de concentração média de cada parâmetro pela vazão média da campanha. A carga média de tempo seco da bacia, a ser utilizada para definição dos coeficientes de exportação de cargas, é a média das cargas de cada parâmetro nas duas campanhas de monitoramento realizadas. Os resultados são apresentados na Tabela 4.2-3.

Tabela 4.2-3 – Bacia Reflorestamento – Concentrações e Cargas em Tempo Seco

Amostragens	PT	NT	DQO	DBO	SST	Colif. Termo.
Concentrações (mg/L e NMP/100mL)						
Semana Típica - Estação seca	0,019	0,27	19	4,7	15	2,1E+01
Semana Típica - Estação Chuvosa	0,023	0,42	24	3,8	15	5,4E+01
Semana Típica - Valor adotado (média)	0,021	0,34	22	4,3	15	3,4E+01
Cargas (kg/dia e NMP/dia)						
Semana Típica - Estação seca	0,103	1,49	106,55	25,81	82,97	1,2E+09
Semana Típica - Estação Chuvosa	0,184	3,32	190,80	30,44	119,13	4,3E+09
Semana Típica - Carga Média (kg/dia)	0,143	2,40	148,67	28,13	101,05	2,3E+09
Semana Típica - Carga Unitária (kg/dia.km ²)	0,023	0,39	24,14	4,57	16,40	3,7E+08

Vazões Médias nas Campanhas de Tempo Seco:

1ª Campanha – 64,0 L/s

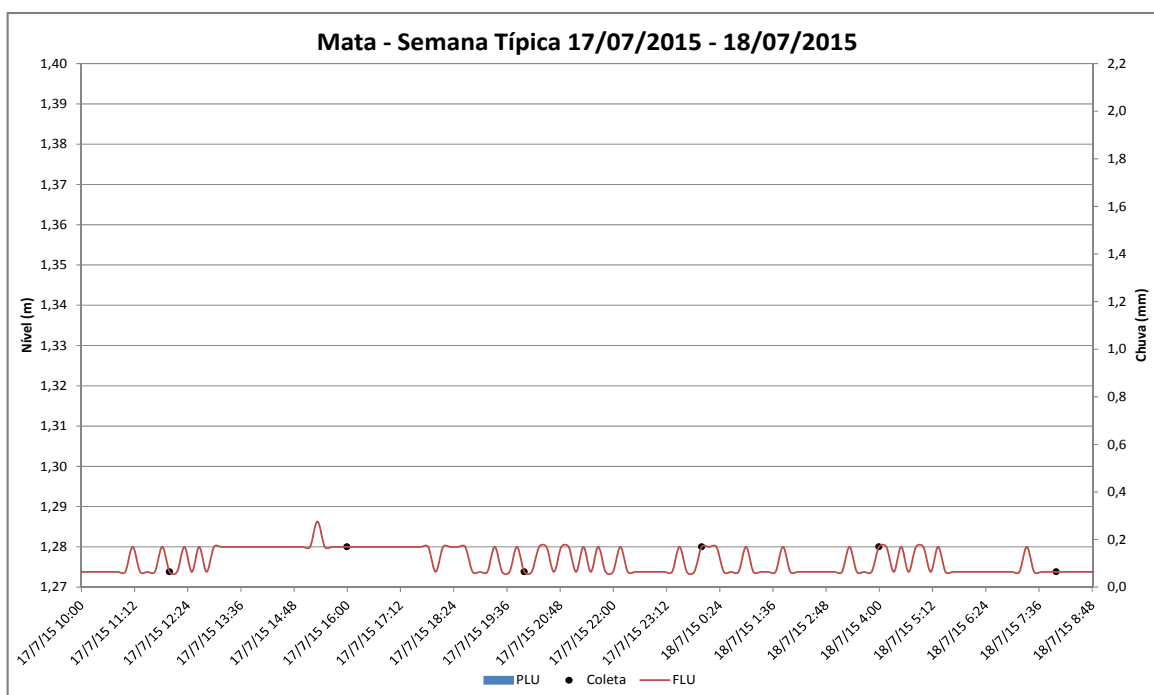
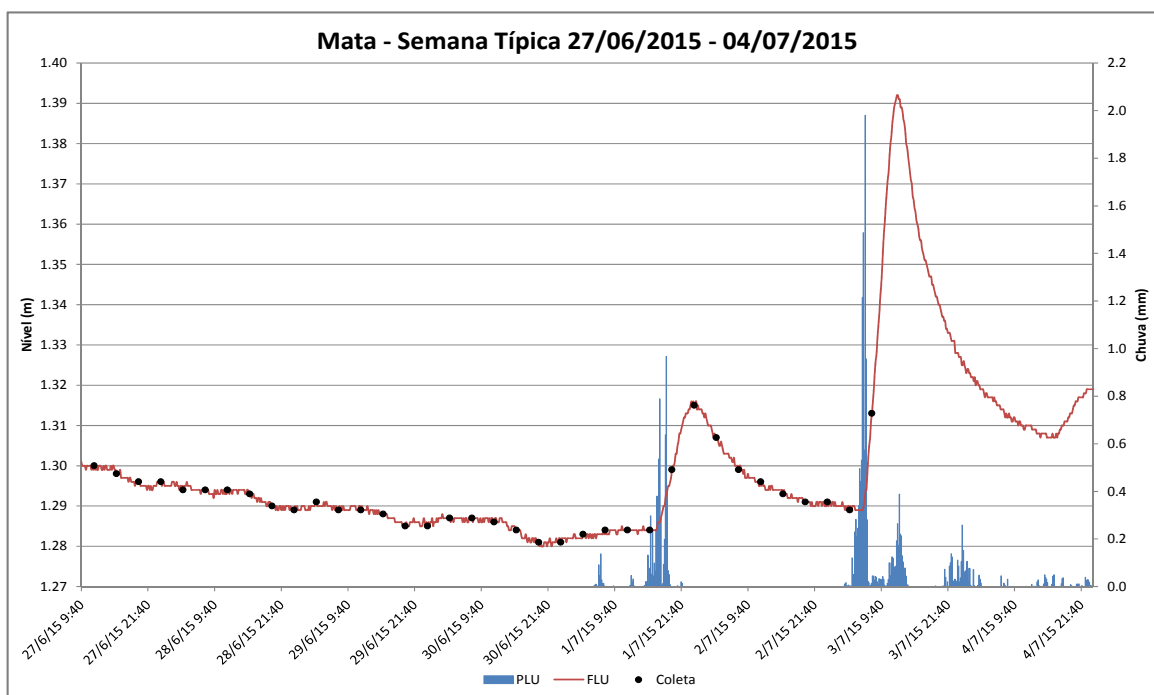
2ª Campanha – 91,9 L/s

4.3 Semana Típica de Tempo Seco – Bacia Mata

Campanhas realizadas:

- **Estação Seca:** 27/06 a 03/07/2015 e 17-18/07/2015; nesta campanha houve a ocorrência de fraca precipitação no antepenúltimo dia, com pequena alteração do nível d'água, sem, entretanto, resultar em alterações relevantes nas concentrações medidas, razão pela qual os resultados foram mantidos; a precipitação intensificou-se e a campanha foi então interrompida no último dia, sendo complementada em 17-18/07;
- **Estação Chuvosa:** 06 a 10/01/2016, 17 a 20/01 e 23-24/01; campanha interrompida no 4º dia devido à ocorrência chuva, continuada entre 17 e 20/01 e interrompida novamente no último dia, também devido à chuva; campanha completada em 23-24/01/2016.

Figura 4.3-1 – Campanhas Semanais de Tempo Seco Realizadas na Bacia Mata



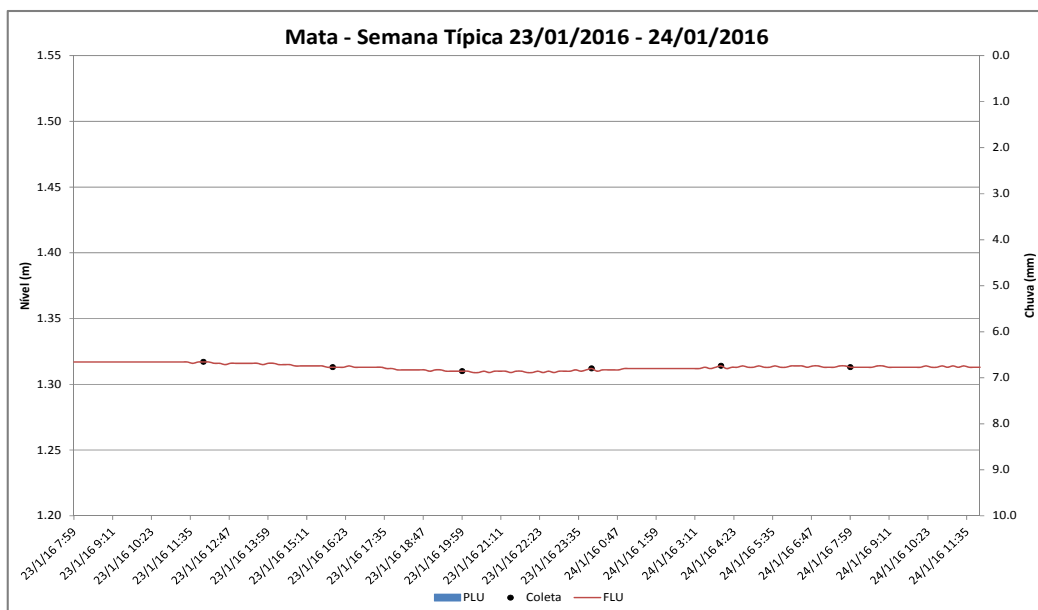
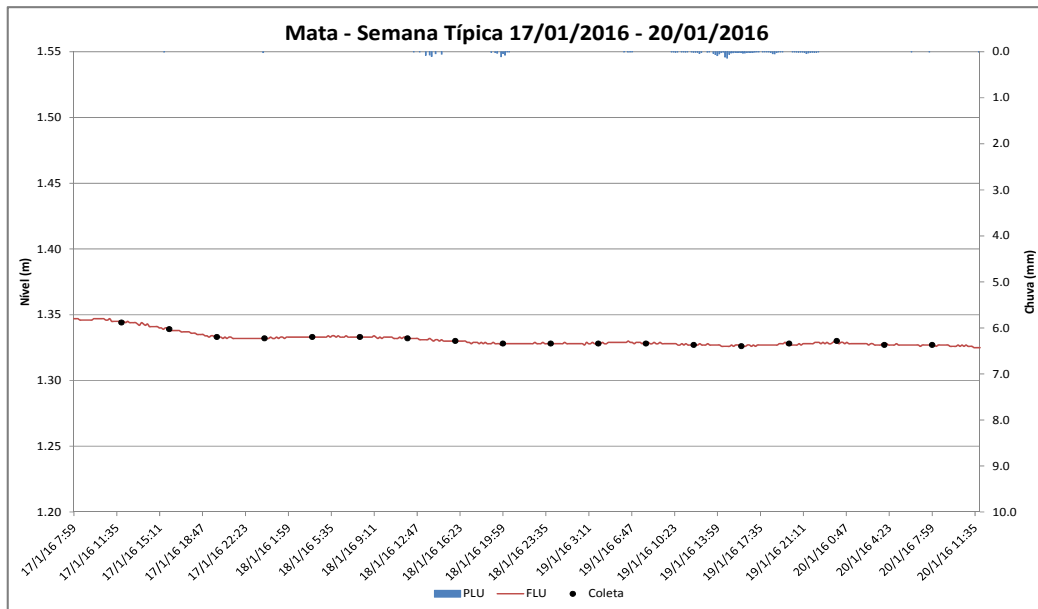
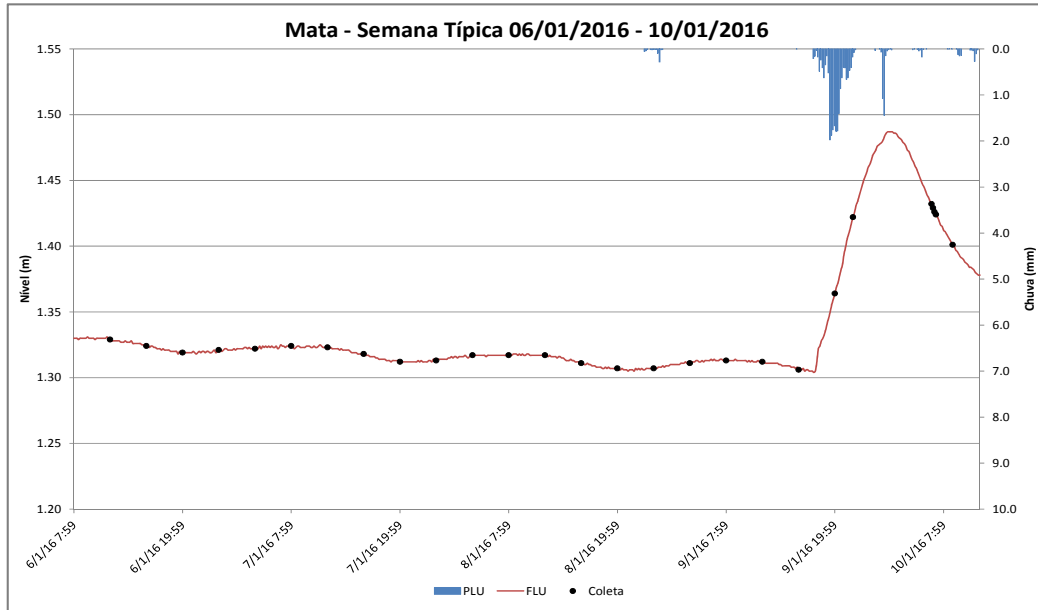


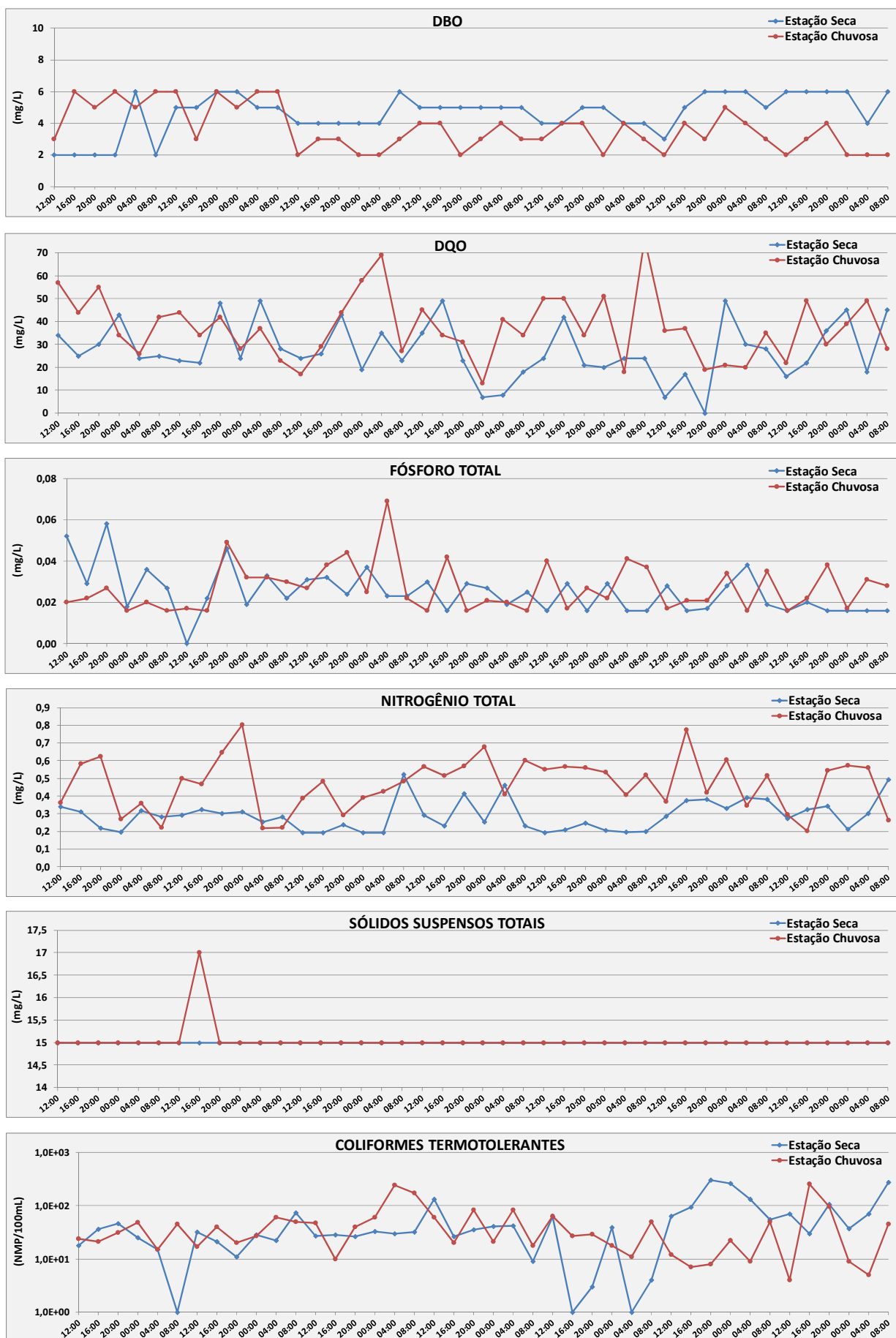
Tabela 4.3-1 – Primeira Campanha de Tempo Seco – Estação Seca

Semana Típica na Estação Seca	Horário de Coleta da Amostra	GRUPO 1					GRUPO 2					N t (mg/L)
		DQO (mg/L)	TOC (mg/L)	P t (mg/L)	NKT (mg/L)	N Amon t (mg/L)	DBO 5,20 (mg/L)	SST (mg/L)	Coli. T. (NMP/100mL)	Nitratos (mg/L)	Nitritos (mg/L)	
Bacia Mata												
1º Dia 17 e 18/07/2015	12:00	34	6,8	0,052	0,32	0,028	<LQ	18	18	0,014	<LQ	0,34
	16:00	25	6,1	0,029	0,30	<LQ	<LQ	<LQ	36	<LQ	<LQ	0,31
	20:00	30	5,3	0,058	0,20	<LQ	<LQ	<LQ	46	0,013	<LQ	0,22
	00:00	43	5,6	0,018	<LQ	<LQ	2	<LQ	25	0,010	<LQ	0,19
	04:00	24	4,9	0,036	0,30	<LQ	6	15	15	0,012	<LQ	0,32
	08:00	25	5,2	0,027	0,26	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,017	<LQ	0,28
Média	-	30	5,7	0,037	0,26	0,024	3	16	26	0,012	0,004	0,28
2º Dia 27 e 28/06/2015	12:00	23	3,9	<LQ	0,28	0,027	5	<LQ	32	<LQ	<LQ	0,29
	16:00	22	3,6	0,022	0,31	<LQ	5	<LQ	21	<LQ	<LQ	0,32
	20:00	48	4,2	0,046	0,29	<LQ	6	<LQ	11	<LQ	<LQ	0,30
	00:00	24	5,9	0,019	0,30	<LQ	6	<LQ	28	<LQ	<LQ	0,31
	04:00	49	3,8	0,033	0,24	<LQ	5	<LQ	22	<LQ	<LQ	0,25
	08:00	28	4,1	0,022	0,27	<LQ	5	<LQ	74	<LQ	<LQ	0,28
Média	-	32	4,3	0,026	0,28	0,024	5	15	26	0,008	0,004	0,29
3º Dia 28 e 29/06/2015	12:00	24	6,7	0,031	<LQ	<LQ	4	<LQ	27	<LQ	<LQ	0,19
	16:00	26	7,5	0,032	<LQ	<LQ	4	<LQ	28	<LQ	<LQ	0,19
	20:00	43	6,6	0,024	0,22	<LQ	4	<LQ	26	0,014	<LQ	0,24
	00:00	19	6,6	0,037	<LQ	<LQ	4	<LQ	33	0,008	<LQ	0,19
	04:00	35	6,5	0,023	<LQ	<LQ	4	<LQ	30	<LQ	<LQ	0,19
	08:00	23	6,8	0,023	0,51	<LQ	6	<LQ	32	0,009	<LQ	0,52
Média	-	28	6,8	0,028	0,24	0,023	4	15	29	0,009	0,004	0,25
4º Dia 29 e 30/06/2015	12:00	35	2,9	0,030	0,28	<LQ	5	<LQ	132	<LQ	<LQ	0,29
	16:00	49	2,8	<LQ	0,21	<LQ	5	<LQ	26	0,016	<LQ	0,23
	20:00	23	2,8	0,029	0,40	<LQ	5	<LQ	35	<LQ	<LQ	0,41
	00:00	7	6,1	0,027	0,24	<LQ	5	<LQ	41	<LQ	<LQ	0,25
	04:00	8	3,1	0,019	0,45	<LQ	5	<LQ	42	<LQ	<LQ	0,46
	08:00	18	3,0	0,025	0,21	<LQ	5	<LQ	9	0,016	<LQ	0,23
Média	-	23	3,5	0,024	0,30	0,023	5	15	35	0,011	0,004	0,31
5º Dia 30/06 e 01/07/2015	12:00	24	3,0	<LQ	<LQ	<LQ	4	<LQ	61	<LQ	<LQ	0,19
	16:00	42	3,0	0,029	<LQ	<LQ	4	<LQ	<1	0,024	<LQ	0,21
	20:00	21	3,1	<LQ	0,23	<LQ	5	<LQ	3	0,011	<LQ	0,25
	00:00	20	3,2	0,029	<LQ	<LQ	5	<LQ	39	0,020	<LQ	0,20
	04:00	24	3,6	<LQ	<LQ	<LQ	4	<LQ	1	0,012	<LQ	0,20
	08:00	24	3,6	<LQ	<LQ	<LQ	4	<LQ	4	0,015	<LQ	0,20
Média	-	26	3,3	0,020	0,19	0,023	4	15	6	0,015	0,004	0,21
6º Dia 01 e 02/07/2015	12:00	7	3,6	0,028	0,24	<LQ	3	<LQ	63	0,039	<LQ	0,29
	16:00	17	3,6	<LQ	0,33	<LQ	5	<LQ	94	0,039	<LQ	0,37
	20:00	42	3,7	0,017	0,37	<LQ	6	<LQ	298	<LQ	<LQ	0,38
	00:00	49	3,5	0,028	0,29	<LQ	6	<LQ	261	0,035	<LQ	0,33
	04:00	30	3,6	0,038	0,35	<LQ	6	<LQ	132	0,037	<LQ	0,39
	08:00	28	3,6	0,019	0,33	<LQ	5	<LQ	54	0,051	<LQ	0,38
Média	-	29	3,6	0,024	0,32	0,023	5	15	122	0,035	0,004	0,36
7º Dia 02 e 03/07/2015	12:00	16	3,5	<LQ	0,26	<LQ	6	<LQ	69	<LQ	<LQ	0,27
	16:00	22	3,5	0,020	0,31	<LQ	6	<LQ	30	<LQ	<LQ	0,32
	20:00	36	3,7	<LQ	0,33	<LQ	6	<LQ	106	<LQ	<LQ	0,34
	00:00	45	3,6	<LQ	0,20	<LQ	6	<LQ	37	<LQ	<LQ	0,21
	04:00	18	3,6	<LQ	0,29	<LQ	4	<LQ	70	<LQ	<LQ	0,30
	08:00	45	3,8	<LQ	0,48	<LQ	6	<LQ	275	<LQ	<LQ	0,49
Média	-	30	3,6	0,017	0,31	0,023	6	15	73	0,008	0,004	0,32
Média Geral	-	28	4,4	0,025	0,27	0,023	5	15	45	0,014	0,004	0,29

Tabela 4.3-2 - Segunda Campanha de Tempo Seco - Estação Chuvosa

Semana Típica na Estação Chuvosa	Horário de Coleta da Amostra	GRUPO 1					GRUPO 2					N t (mg/L)
		DQO (mg/L)	TOC (mg/L)	P t (mg/L)	NKT (mg/L)	N Amont (mg/L)	DBO 5,20 (mg/L)	SST (mg/L)	Coli. T. (NMP/100mL)	Nitratos (mg/L)	Nitritos (mg/L)	
Limite de Quantificação		6	1	0,016	0,180	0,023	2	15	1	0,008	0,004	-
Bacia Mata												
1º Dia 06 e 07/01/2016 Qua / Qui	12:00	57	10,0	0,020	0,320	<LQ	3	<LQ	24	0,037	<LQ	0,36
	16:00	44	10,1	0,022	0,540	<LQ	6	<LQ	21	0,038	<LQ	0,58
	20:00	55	9,9	0,027	0,590	<LQ	5	<LQ	31	0,030	<LQ	0,62
	00:00	34	10,6	<LQ	0,220	0,025	6	<LQ	48	0,044	<LQ	0,27
	04:00	26	8,5	0,020	0,290	<LQ	5	<LQ	15	0,065	<LQ	0,36
	08:00	42	9,0	<LQ	0,190	0,035	6	<LQ	45	0,026	<LQ	0,22
Média	-	43	9,7	0,020	0,358	0,025	5	15	28	0,040	0,004	0,40
2º Dia 07 e 08/01/2016 Qui / Sex	12:00	44	7,2	0,017	0,450	0,600	6	<LQ	17	0,046	<LQ	0,50
	16:00	34	9,0	<LQ	0,420	0,074	3	17	40	0,042	<LQ	0,47
	20:00	42	8,7	0,049	0,600	0,051	6	<LQ	20	0,042	<LQ	0,65
	00:00	28	8,2	0,032	0,740	<LQ	5	<LQ	27	0,058	<LQ	0,80
	04:00	37	5,6	0,032	<LQ	0,050	6	<LQ	60	0,034	<LQ	0,22
	08:00	23	5,6	0,030	<LQ	0,030	6	<LQ	50	0,036	<LQ	0,22
Média	-	35	7,4	0,029	0,428	0,138	5	15	32	0,043	0,004	0,48
3º Dia 08 e 09/01/2016 Sex / Sáb	12:00	17	6,5	0,027	0,330	0,029	2	<LQ	47	0,052	<LQ	0,39
	16:00	29	5,1	0,038	0,430	0,058	3	<LQ	10	0,049	<LQ	0,48
	20:00	44	5,0	0,044	0,240	0,038	3	<LQ	40	0,046	<LQ	0,29
	00:00	58	5,0	0,025	0,350	0,039	2	<LQ	60	0,037	<LQ	0,39
	04:00	69	7,1	0,069	0,370	0,024	2	<LQ	2,4E+02	0,052	<LQ	0,43
	08:00	27	4,5	0,022	0,440	0,024	3	<LQ	1,7E+02	0,038	0,005	0,48
Média	-	41	5,5	0,038	0,360	0,035	3	15	60	0,046	0,004	0,41
4º Dia 23 e 24/01/2016 Sáb / Dom	12:00	45	6,5	<LQ	0,470	<LQ	4	<LQ	60	0,091	<LQ	0,57
	16:00	34	7,5	0,042	0,420	<LQ	4	<LQ	20	0,091	<LQ	0,52
	20:00	31	7,8	<LQ	0,470	<LQ	2	<LQ	82	0,094	<LQ	0,57
	00:00	13	6,4	0,021	0,470	<LQ	3	<LQ	21	0,203	<LQ	0,68
	04:00	41	4,7	0,020	0,320	<LQ	4	<LQ	83	0,085	<LQ	0,41
	08:00	34	6,6	<LQ	0,500	<LQ	3	<LQ	18	0,098	<LQ	0,60
Média	-	33	6,6	0,022	0,442	0,023	3	15	38	0,110	0,004	0,56
5º Dia 17 e 18/01/2016 Dom / Seg	12:00	50	13,0	0,040	0,520	0,081	3	<LQ	63	0,027	<LQ	0,55
	16:00	50	12,0	0,017	0,540	0,051	4	<LQ	27	0,023	<LQ	0,57
	20:00	34	11,0	0,027	0,500	0,073	4	<LQ	29	0,055	<LQ	0,56
	00:00	51	11,0	0,022	0,500	0,083	2	<LQ	18	0,030	<LQ	0,53
	04:00	18	8,0	0,041	0,370	0,066	4	<LQ	11	0,032	<LQ	0,41
	08:00	76	9,9	0,037	0,500	0,067	3	<LQ	50	0,013	<LQ	0,52
Média	-	47	10,8	0,031	0,488	0,070	3	15	28	0,030	0,004	0,52
6º Dia 18 e 19/01/2016 Seg / Ter	12:00	36	9,0	0,017	<LQ	0,050	2	<LQ	12	0,185	<LQ	0,37
	16:00	37	9,6	0,021	0,580	0,046	4	<LQ	7	0,191	<LQ	0,78
	20:00	19	10,0	0,021	0,200	0,099	3	<LQ	8	0,215	<LQ	0,42
	00:00	21	9,3	0,034	0,420	0,054	5	<LQ	22	0,182	<LQ	0,61
	04:00	20	8,8	<LQ	<LQ	0,089	4	<LQ	9	0,163	<LQ	0,35
	08:00	35	9,0	0,035	0,370	0,090	3	<LQ	50	0,141	<LQ	0,52
Média	-	28	9,3	0,024	0,322	0,071	4	15	14	0,180	0,004	0,51
7º Dia 19 e 20/01/2016 Ter / Qua	12:00	22	10,0	<LQ	0,270	0,031	2	<LQ	4	0,021	<LQ	0,30
	16:00	49	9,6	0,022	<LQ	0,056	3	<LQ	2,6E+02	0,019	<LQ	0,20
	20:00	30	8,8	0,038	0,490	0,057	4	<LQ	95	0,051	0,004	0,55
	00:00	39	8,8	0,017	0,530	0,036	2	<LQ	9	0,039	0,004	0,57
	04:00	49	7,9	0,031	0,540	0,040	2	<LQ	5	0,017	<LQ	0,56
	08:00	28	7,0	0,028	0,230	0,040	2	<LQ	45	0,021	0,012	0,26
Média	-	36	8,7	0,025	0,373	0,043	3	15	24	0,028	0,005	0,41
Média Geral	-	37	8,3	0,027	0,396	0,058	4	15	32	0,068	0,004	0,47

Figura 4.3-2 – Concentrações Observadas nas Campanhas de Tempo Seco na Bacia Mata



Variação das Concentrações entre as Estações Seca e Chuvosa

- DQO e DBO: As concentrações médias diárias de DQO na estação seca variaram entre 23 e 32 mg/L com média de 28 mg/L. Na estação chuvosa o range de variação foi de 28 a 47 mg/L com média de 37 mg/L. A variação entre a média de tempo seco e de chuvoso foi de cerca de 30%, sendo que a média do período foi 33 mg/L.

As concentrações médias diárias de DBO na estação seca variaram entre 3 e 5 mg/L com média de 4,6 mg/L. Na estação chuvosa o range de variação também foi de 3 a 5 mg/L com média de 3,7 mg/L. A variação entre a média de tempo seco e de chuvoso foi de cerca de -20%, sendo que a média do período foi 4,2 mg/L.

A relação entre DQO e DBO é da ordem de 8 indicando presença de material menos rapidamente degradável que o esgoto doméstico onde a relação é da ordem de 2; A relação entre DQO e TOC é em média 5,4.

As concentrações médias diárias de PT na estação seca tiveram variação pequena amplitude entre 0,017 e 0,037 mg/L com média de 0,025 mg/L. Na estação chuvosa o range de variação foi maior de 0,020 a 0,038 mg/L com média de 0,027 mg/L. A variação entre a média de tempo seco e de chuvoso foi de cerca de 10%, sendo que a média do período foi 0,026 mg/L. Ressalta-se que as medias dos valores foram baixas, pouco acima do LQ (0,016 mg/L), praticamente iguais a média na semana típica da bacia Reflorestamento;

- A concentração média de NT na estação seca de 0,29 mg/L foi bem menor que na chuvosa 0,47 mg/L. A variação entre a média de tempo seco e de chuvoso foi de cerca de 60%, sendo que a média do tempo seco e chuvoso foi 0,38 mg/L; a concentração de Nitrato representa entre 5 e 14% do NT, assim como Nitrito representa cerca de 1,1% do NT; a concentração de NAmoñiacal é cerca de 12% da concentração de NKT;
- O parâmetro Sólidos Suspensos Totais apresentou concentrações da ordem do LQ (15 mg/L) em todas as amostras, ilustrando, também nesta bacia, o bom grau de proteção do solo proporcionado pela cobertura vegetal;
- A densidade de coliformes na estação seca de 45 NMP/100mL foi maior que na chuvosa 32 NMP/100mL. A variação entre a média de tempo seco e de chuvoso foi de cerca de -30%, sendo que a média do tempo seco e chuvoso foi 38 NMP/100mL. Deve ser ressaltado que essas densidades são muito baixas indicando baixo potencial poluidor por esse parâmetro;
- A relação entre as médias dos valores das concentrações de PT:NT:DBO foi 1:15:160.

Estimativa de cargas em tempo seco

A estimativa da carga em tempo seco de cada campanha foi obtida pelo produto de concentração média de cada parâmetro pela vazão média da campanha. A carga média de tempo seco da bacia, a ser utilizada para definição dos coeficientes de exportação de cargas, é a média das cargas de cada parâmetro nas duas campanhas de monitoramento realizadas. Os resultados são apresentados na Tabela4.3-3.

Tabela 4.3-3 – Bacia Mata – Concentrações e Cargas em Tempo Seco

Amostragens	PT	NT	DQO	DBO	SST	Colif. Termo.
Concentrações (mg/L e NMP/100mL)						
Semana Típica - Estação seca	0,025	0,29	28	4,6	15	4,5E+01
Semana Típica - Estação Chuvosa	0,027	0,47	37	3,7	15	3,2E+01
Semana Típica - Valor adotado (média)	0,026	0,38	33	4,2	15,1	3,8E+01
Cargas (kg/dia e NMP/dia)						
Semana Típica - Estação seca	0,065	0,75	73,61	12,01	38,99	1,2E+09
Semana Típica - Estação Chuvosa	0,110	1,91	153,04	14,99	61,53	1,3E+09
Semana Típica - Carga Média (kg/dia)	0,088	1,33	113,32	13,50	50,26	1,2E+09
Semana Típica - Carga Unitária (kg/dia.km ²)	0,025	0,39	32,85	3,91	14,57	3,6E+08

Vazões Médias nas Campanhas de Tempo Seco:

1ª Campanha – 29,9 L/s

2ª Campanha – 47,3 L/s

4.4 Semana Típica de Tempo Seco – Bacia Agricultura

Campanhas realizadas:

- **Estação Seca:** 03 a 10/08/2015; sem ocorrências.
- **Estação Chuvosa:** 15 a 22/10/2015; no final do último dia de campanha ocorreu pequena precipitação, com pequena geração de escoamento superficial, o que motivou a continuidade da campanha; os resultados laboratoriais das duas últimas amostras mostraram-se, entretanto, muito superiores aos demais, razão pela qual foram excluídos da análise estatística.

Figura 4.4-1 – Campanhas Semanais de Tempo Seco Realizadas na Bacia Agricultura

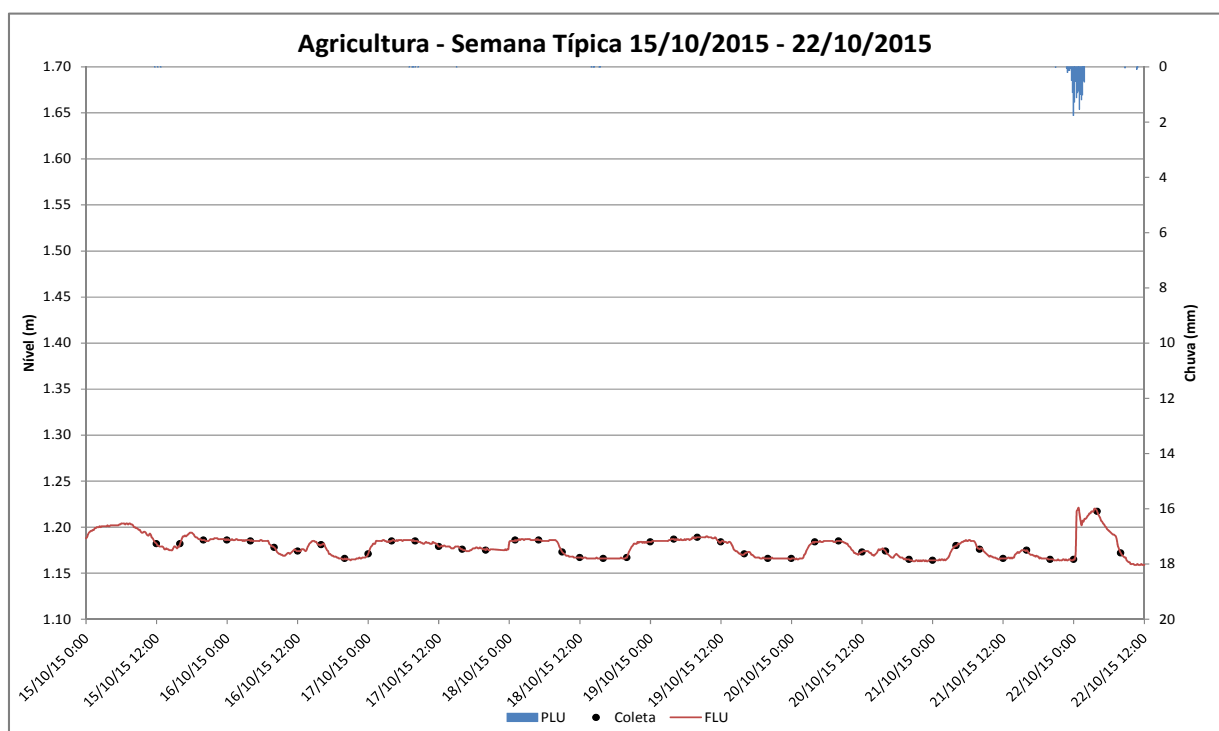
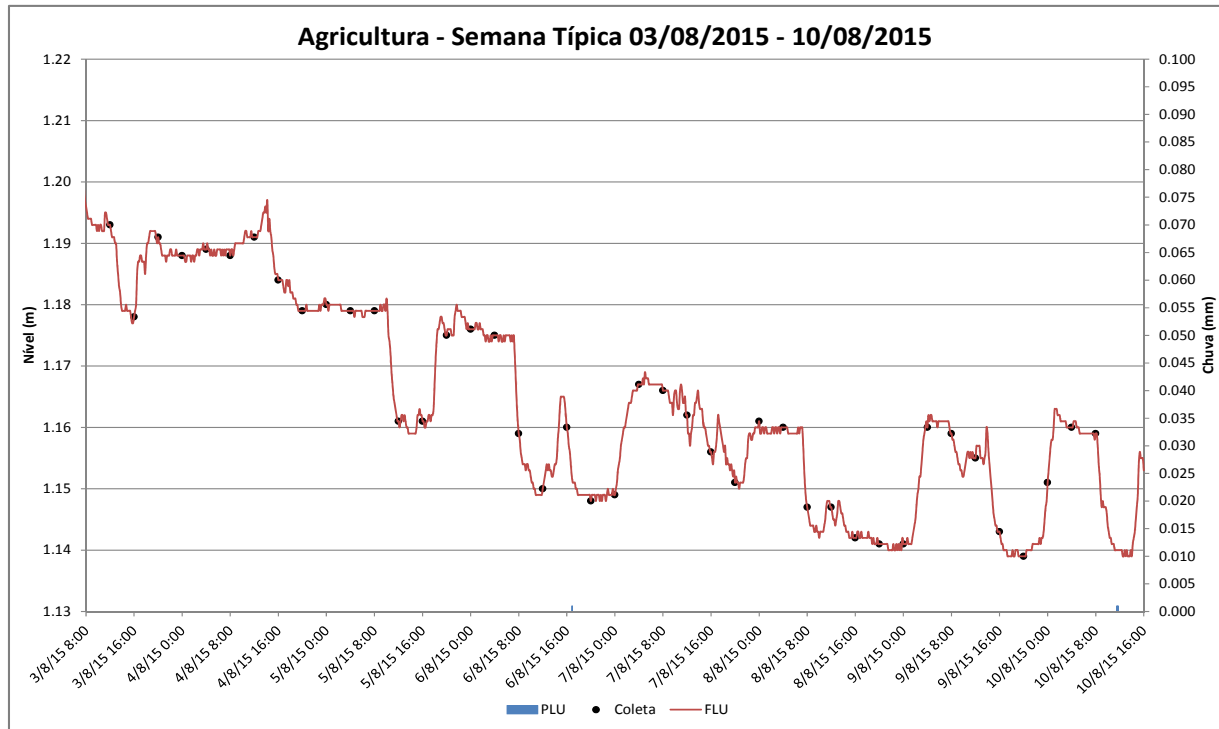


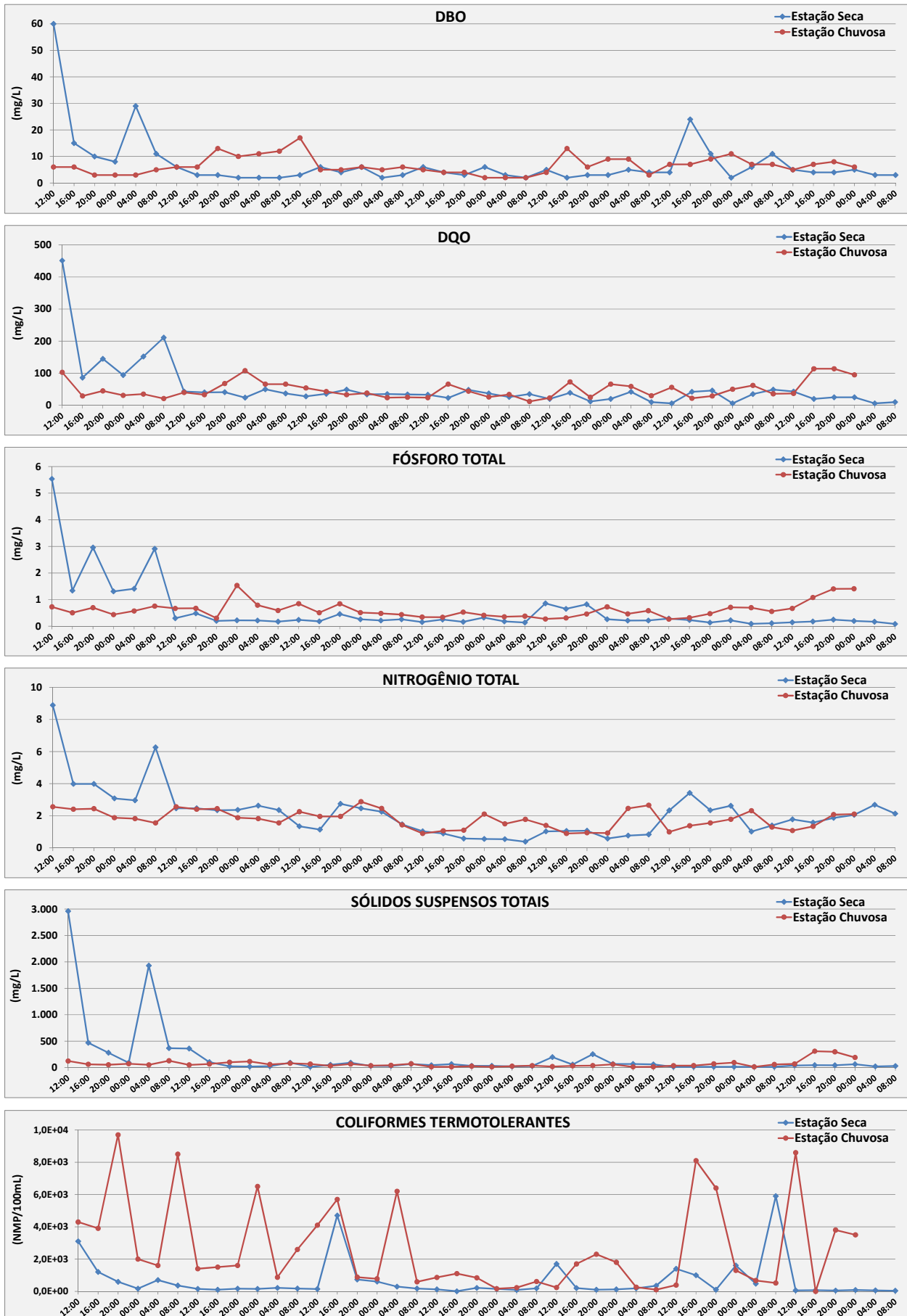
Tabela 4.4-1 - Primeira Campanha de Tempo Seco – Estação Seca

Semana Típica na Estação Seca	Horário de Coleta da Amostra	GRUPO 1					GRUPO 2					N t (mg/L)
		DQO (mg/L)	TOC (mg/L)	P t (mg/L)	NKT (mg/L)	N Amon t (mg/L)	DBO 5,20 (mg/L)	SST (mg/L)	Coli. T. (NMP/100mL)	Nitratos (mg/L)	Nitritos (mg/L)	
Limite de Quantificação		6	1	0,016	0,18	0,023	2	15	100	0,008	0,004	-
Bacia Agricultura												
1º Dia 03 e 04/08/2015	12:00	451	71,0	5,54	5,32	1,060	60	2.960	3,1E+03	3,57	<LQ	8,89
	16:00	86	21,3	1,34	2,56	0,392	15	469	1,2E+03	1,42	<LQ	3,98
	20:00	145	25,1	2,96	2,46	0,240	10	282	590	1,52	<LQ	3,98
	00:00	94	11,7	1,31	1,68	0,150	8	91	170	1,40	<LQ	3,08
	04:00	152	29,1	1,41	1,76	0,297	29	1.930	700	1,20	<LQ	2,96
	08:00	211	21,1	2,91	5,03	0,201	11	368	360	1,23	<LQ	6,26
Média	-	190	29,9	2,578	3,14	0,390	22	1.017	674	1,723	0,004	4,06
2º Dia 04 e 05/08/2015	12:00	43	11,9	0,299	0,73	0,191	6	360	150	1,73	<LQ	2,46
	16:00	40	14,0	0,484	0,61	0,153	3	104	<LQ	1,85	<LQ	2,46
	20:00	41	10,6	0,202	0,38	0,103	3	25	170	1,96	<LQ	2,34
	00:00	24	7,6	0,220	0,47	0,096	2	19	150	1,89	<LQ	2,36
	04:00	50	7,8	0,215	0,51	0,128	2	26	210	2,11	<LQ	2,62
	08:00	37	6,2	0,172	0,42	0,116	2	94	171	1,93	<LQ	2,35
Média	-	39	9,7	0,265	0,52	0,131	3	105	142	1,912	0,004	2,44
3º Dia 05 e 06/08/2015	12:00	28	6,8	0,238	0,76	0,217	3	<LQ	147	0,578	<LQ	1,34
	16:00	36	8,1	0,185	0,51	0,326	6	54	4,7E+03	0,626	<LQ	1,14
	20:00	49	9,2	0,456	0,95	0,104	4	91	730	1,79	<LQ	2,74
	00:00	34	6,4	0,260	0,73	0,099	6	32	600	1,73	<LQ	2,46
	04:00	35	6,1	0,213	0,58	0,097	2	32	291	1,67	<LQ	2,25
	08:00	34	7,1	0,259	0,80	0,319	3	68	176	0,657	<LQ	1,46
Média	-	36	7,3	0,269	0,72	0,194	4	49	499	1,175	0,004	1,90
4º Dia 06 e 07/08/2015	12:00	33	6,8	0,155	1,02	0,386	6	46	120	0,350	<LQ	1,37
	16:00	23	8,1	0,252	0,88	0,327	4	66	1	1,170	<LQ	2,05
	20:00	48	7,1	0,162	0,57	0,264	3	33	210	0,666	<LQ	1,24
	00:00	37	6,6	0,324	0,54	0,232	6	33	149	0,731	<LQ	1,28
	04:00	26	6,2	0,180	0,53	0,121	3	22	90	2,970	<LQ	3,50
	08:00	35	5,0	0,140	0,37	0,127	2	29	187	2,240	<LQ	2,61
Média	-	34	6,6	0,202	0,65	0,243	4	38	63	1,355	0,004	2,01
5º Dia 07 e 08/08/2015	12:00	20	11,0	0,856	1,01	0,242	5	199	1,7E+03	<LQ	<LQ	1,02
	16:00	39	8,3	0,652	1,04	0,079	2	57	200	<LQ	<LQ	1,05
	20:00	12	12,0	0,823	1,05	0,138	3	254	<LQ	<LQ	<LQ	1,06
	00:00	20	8,4	0,262	0,57	0,064	3	68	123	<LQ	<LQ	0,58
	04:00	42	8,5	0,210	0,75	0,083	5	67	182	<LQ	<LQ	0,76
	08:00	10	7,5	0,215	0,82	0,284	4	60	347	<LQ	<LQ	0,83
Média	-	24	9,3	0,503	0,87	0,148	4	118	118	0,008	0,004	0,89
6º Dia 08 e 09/08/2015	12:00	<LQ	7,0	0,287	2,32	1,484	4	<LQ	1,4E+03	<LQ	<LQ	2,33
	16:00	42	12,0	0,231	3,41	0,799	24	<LQ	1,0E+03	<LQ	<LQ	3,42
	20:00	46	11,0	0,134	2,33	1,215	11	<LQ	100	<LQ	<LQ	2,34
	00:00	<LQ	5,7	0,222	2,61	1,254	2	<LQ	1,6E+03	<LQ	<LQ	2,62
	04:00	35	4,1	0,090	1,00	0,897	6	<LQ	470	<LQ	<LQ	1,01
	08:00	49	6,6	0,112	1,38	0,864	11	<LQ	5,9E+03	<LQ	<LQ	1,39
Média	-	31	7,7	0,179	2,18	1,086	10	15	924	0,008	0,004	2,19
7º Dia 09 e 10/08/2015	12:00	43	6,2	0,144	0,65	0,283	5	40	59	1,12	<LQ	1,77
	16:00	20	6,1	0,176	0,54	0,250	4	47	70	1,03	<LQ	1,57
	20:00	25	7,2	0,247	1,32	0,304	4	43	48	0,54	<LQ	1,86
	00:00	25	7,6	0,196	0,74	0,182	5	64	84	1,31	<LQ	2,05
	04:00	6	5,3	0,170	0,35	0,080	3	22	59	2,33	<LQ	2,68
	08:00	10	5,3	0,085	0,30	0,123	3	30	35	1,83	<LQ	2,13
Média	-	22	6,3	0,170	0,65	0,204	4	41	57	1,360	0,004	2,01
Média Geral	-	54	11,0	0,595	1,25	0,342	7	197	3,5E+02	1,077	0,004	2,21

Tabela 4.4-2 - Segunda Campanha de Tempo Seco – Estação Chuvosa

Semana Típica na Estação Chuvosa	Horário de Coleta da Amostra	GRUPO 1					GRUPO 2					N t (mg/L)
		DQO (mg/L)	TOC (mg/L)	P t (mg/L)	NKT (mg/L)	N Amon t (mg/L)	DBO 5,20 (mg/L)	SST (mg/L)	Coli. T. (NMP/100mL)	Nitratos (mg/L)	Nitritos (mg/L)	
Limite de Quantificação		6	1	0,016	0,180	0,023	2	15	100	0,008	0,004	-
Bacia Agricultura												
1º Dia 15 e 16/10/2015 Qui / Sex	12:00	103	17,0	0,729	0,970	0,357	6	124	4,3E+03	1,550	0,039	2,56
	16:00	29	10,0	0,504	1,040	0,368	6	62	3,9E+03	1,320	0,047	2,41
	20:00	45	10,0	0,696	1,220	0,100	3	53	9,7E+03	1,200	0,017	2,44
	00:00	31	10,0	0,435	0,720	0,103	3	73	2,0E+03	1,140	0,014	1,87
	04:00	35	8,8	0,573	0,690	0,111	3	52	1,6E+03	1,110	0,019	1,82
	08:00	21	9,6	0,755	0,980	0,294	5	130	8,5E+03	0,518	0,052	1,55
Média	-	44	11,3	0,615	0,937	0,222	4	82	4,1E+03	1,140	0,031	2,11
2º Dia 16 e 17/10/2015 Sex / Sáb	12:00	40	10	0,669	0,860	0,411	6	51	1,4E+03	0,038	<LQ	2,56
	16:00	33	11	0,671	1,070	0,192	6	68	1,5E+03	0,573	<LQ	2,41
	20:00	68	14	0,304	1,130	0,366	13	102	1,6E+03	0,164	<LQ	2,44
	00:00	108	14	1,530	2,940	0,331	10	115	6,5E+03	0,139	<LQ	1,87
	04:00	66	11	0,793	1,510	0,141	11	59	8,7E+02	1,210	<LQ	1,82
	08:00	66	10	0,590	0,830	0,132	12	82	2,6E+03	0,805	<LQ	1,55
Média	-	44	11,3	0,615	0,937	0,222	4	82	5,0E+03	1,140	0,031	2,11
3º Dia 17 e 18/10/2015 Sáb / Dom	12:00	54	12,0	0,848	1,220	0,333	17	67	4,1E+03	1,030	<LQ	2,25
	16:00	43	12,0	0,509	1,050	0,169	5	34	5,7E+03	0,900	<LQ	1,95
	20:00	33	10,0	0,845	1,010	0,101	5	68	8,8E+02	0,945	<LQ	1,96
	00:00	38	11,0	0,512	1,320	0,104	6	37	7,8E+02	1,550	<LQ	2,87
	04:00	24	9,4	0,482	0,870	0,106	5	43	6,2E+03	1,580	<LQ	2,45
	08:00	25	9,5	0,438	0,920	0,305	6	73	5,9E+02	0,504	<LQ	1,43
Média	-	36	10,7	0,606	1,065	0,186	7	54	2,0E+03	1,085	0,004	2,15
4º Dia 18 e 19/10/2015 Dom / Seg	12:00	24	10,0	0,343	0,830	0,426	5	<LQ	8,6E+02	0,056	0,008	0,89
	16:00	66	8,9	0,336	1,010	0,514	4	<LQ	1,1E+03	0,040	0,011	1,06
	20:00	44	10,0	0,529	1,040	0,425	4	26	8,4E+02	0,048	0,009	1,10
	00:00	26	8,6	0,411	0,650	0,112	2	<LQ	1,6E+02	1,450	<LQ	2,10
	04:00	34	8,9	0,356	0,450	0,112	2	27	2,3E+02	1,040	<LQ	1,49
	08:00	12	8,7	0,380	0,950	0,086	2	37	6,1E+02	0,821	<LQ	1,78
Média	-	34	9,2	0,393	0,822	0,279	3	23	5,1E+02	0,576	0,007	1,40
5º Dia 19 e 20/10/2015 Seg / Ter	12:00	23	7,7	0,271	0,700	0,162	4	19	2,4E+02	0,690	0,004	1,39
	16:00	73	9,5	0,311	0,690	0,309	13	34	1,7E+03	0,202	<LQ	0,90
	20:00	25	12,0	0,461	0,660	0,388	6	38	2,3E+03	0,267	0,012	0,94
	00:00	66	10,0	0,729	0,820	0,259	9	62	1,8E+03	0,095	0,006	0,92
	04:00	59	10,0	0,464	0,710	0,134	9	<LQ	2,6E+02	1,740	0,005	2,46
	08:00	30	9,1	0,582	0,890	0,069	3	<LQ	100	1,760	<LQ	2,65
Média	-	46	9,7	0,470	0,745	0,220	7	31	5,9E+02	0,792	0,006	1,54
6º Dia 20 e 21/10/2015 Ter / Qua	12:00	56	9,4	0,265	0,850	0,343	7	37	3,9E+02	0,139	<LQ	0,99
	16:00	22	11,0	0,316	1,060	0,398	7	38	8,1E+03	0,314	<LQ	1,38
	20:00	29	10,0	0,471	1,270	0,420	9	71	6,4E+03	0,263	0,018	1,55
	00:00	50	12,0	0,712	1,740	0,441	11	96	1,3E+03	0,034	0,007	1,78
	04:00	62	12,0	0,695	1,170	0,172	7	15	6,7E+02	1,140	<LQ	2,31
	08:00	36	12,0	0,555	0,990	0,389	7	59	5,2E+02	0,296	<LQ	1,29
Média	-	43	11,1	0,502	1,180	0,361	8	53	1,4E+03	0,364	0,007	1,55
7º Dia 21 e 22/10/2015 Qua / Qui	12:00	37	10,0	0,669	0,810	0,364	5	69	8,6E+03	0,245	0,019	1,07
	16:00	114	16,0	1,080	1,100	0,456	7	311	<100	0,206	0,030	1,34
	20:00	114	18,0	1,400	1,720	0,527	8	298	3,8E+03	0,304	0,052	2,08
	00:00	95	16,0	1,410	1,980	0,478	6	192	3,5E+03	0,101	0,023	2,10
	04:00											
	08:00											
Média	-	90	15,0	1,140	1,403	0,456	7	218	4,9E+03	0,214	0,031	1,65
Média Geral	-	48	11,2	0,620	1,013	0,278	6	77	2,6E+03	0,759	0,017	1,79

Figura 4.4-2 – Concentrações Observadas nas Campanhas de Tempo Seco na Bacia Agrícola



Varição das Concentrações entre as Estações Seca e Chuvosa

- DQO e DBO: As concentrações médias diárias de DQO na estação seca variaram entre 22 e 190 mg/L com média de 54 mg/L. Na estação chuvosa o range de variação foi de 36 a 90 mg/L com média de 48 mg/L. A variação entre a média de tempo seco e de chuvoso foi de cerca de -10%, sendo que a média do período foi 51 mg/L.

As concentrações médias diárias de DBO na estação seca variaram entre 3 e 10 mg/L com média de 7,2 mg/L. Na estação chuvosa o range de variação foi igual, ou seja, de 3 a 8 mg/L com média de 5,9 mg/L. A variação entre a média de tempo seco e de chuvoso foi de cerca de -20%, sendo que a média do período foi 6,5 mg/L.

A relação entre DQO e DBO é da ordem de 8 indicando presença de material menos rapidamente degradável que o esgoto doméstico onde a relação é da ordem de 2; A relação entre DQO e TOC é em média 4,6.

- As concentrações médias diárias de PT na estação seca tiveram variação pequena amplitude entre 0,503 e 2,578 mg/L com média de 0,595 mg/L. Na estação chuvosa o range de variação foi menor de 0,393 a 1,140 mg/L com média de 0,620 mg/L. A variação entre a média de tempo seco e de chuvoso foi de cerca de 4%, sendo que a média do período foi 0,608 mg/L. Ressalta-se que as médias dos valores foram altas, bem acima do LQ (0,016 mg/L), do padrão da classe 1 e bem maior do que a média na semana típica das bacias Reflorestamento e Mata;
- A concentração média de NT na estação seca de 2,21 mg/L foi maior que na chuvosa 1,79 mg/L. A variação entre a média de tempo seco e de chuvoso foi de cerca de -20%, sendo que a média do tempo seco e chuvoso foi 2,00 mg/L; a concentração de Nitrato representa entre 42 e 49% do NT, assim como Nitrito representa cerca de 0,65% do NT; a concentração de NAmoñiacal e cerca de 27% da concentração de NKT;
- A concentração do parâmetro sólidos dos Sólidos Suspensos Totais na estação seca de 197 mg/L foi maior que na chuvosa 77 mg/L. A variação entre a média de tempo seco e de chuvoso foi de cerca de -60%, sendo que a média do tempo seco e chuvoso foi 137 mg/L;
- A densidade de coliformes na estação seca de 350 NMP/100mL foi menor que na chuvosa 2.600 NMP/100mL. A média do tempo seco e chuvoso foi 953 NMP/100mL. Ressalta-se que essas densidades são baixas indicando baixo potencial poluidor por esse parâmetro, porém muito superior ao potencial das bacias Chácara, Reflorestamento e Mata;
- A relação entre as médias dos valores das concentrações de PT:NT:DBO foi 1:3:11.

Estimativa de cargas em tempo seco

A estimativa da carga em tempo seco de cada campanha foi obtida pelo produto de concentração média de cada parâmetro pela vazão média da campanha. A carga média de tempo seco da bacia, a ser utilizada para definição dos coeficientes de exportação de cargas, é a média das cargas de cada parâmetro nas duas campanhas de monitoramento realizadas. Os resultados são apresentados na Tabela 4.4-3.

Tabela 4.4-3 – Bacia Agricultura – Concentrações e Cargas em Tempo Seco

Amostragens	PT	NT	DQO	DBO	SST	Colif. Termo.
Concentrações (mg/L e NMP/100mL)						
Semana Típica - Estação seca	0,595	2,21	54	7,2	197	3,5E+02
Semana Típica - Estação Chuvosa	0,620	1,79	48	5,9	77	2,6E+03
Semana Típica - Valor adotado (média)	0,608	2,00	51	6,5	137	9,7E+02
Cargas (kg/dia e NMP/dia)						
Semana Típica - Estação seca	0,175	0,65	15,69	2,12	57,87	1,0E+09
Semana Típica - Estação Chuvosa	0,221	0,64	17,19	2,09	27,63	9,4E+09
Semana Típica - Carga Média (kg/dia)	0,198	0,64	16,44	2,10	42,75	3,1E+09
Semana Típica - Carga Unitária (kg/dia.km ²)	0,065	0,21	5,41	0,69	14,06	1,0E+09

Vazões Médias nas Campanhas de Tempo Seco:

1ª Campanha – 3,4 L/s

2ª Campanha – 4,1 L/s

4.5 Semana Típica de Tempo Seco – Bacia Urbana

Campanhas realizadas:

- **Estação Seca:** 03 a 10/08/2015; sem ocorrências.
- **Estação Chuvosa:** 15 a 22/10/2015; no final do último dia de campanha ocorreu pequena precipitação, com pequena geração de escoamento superficial entre a 4ª e 5ª coleta do dia; os resultados laboratoriais das duas últimas amostras mostraram-se, entretanto, semelhantes às anteriores, razão pela qual foram mantidos na análise estatística.

Figura 4.5-1 – Campanhas Semanais de Tempo Seco Realizadas na Bacia Urbana

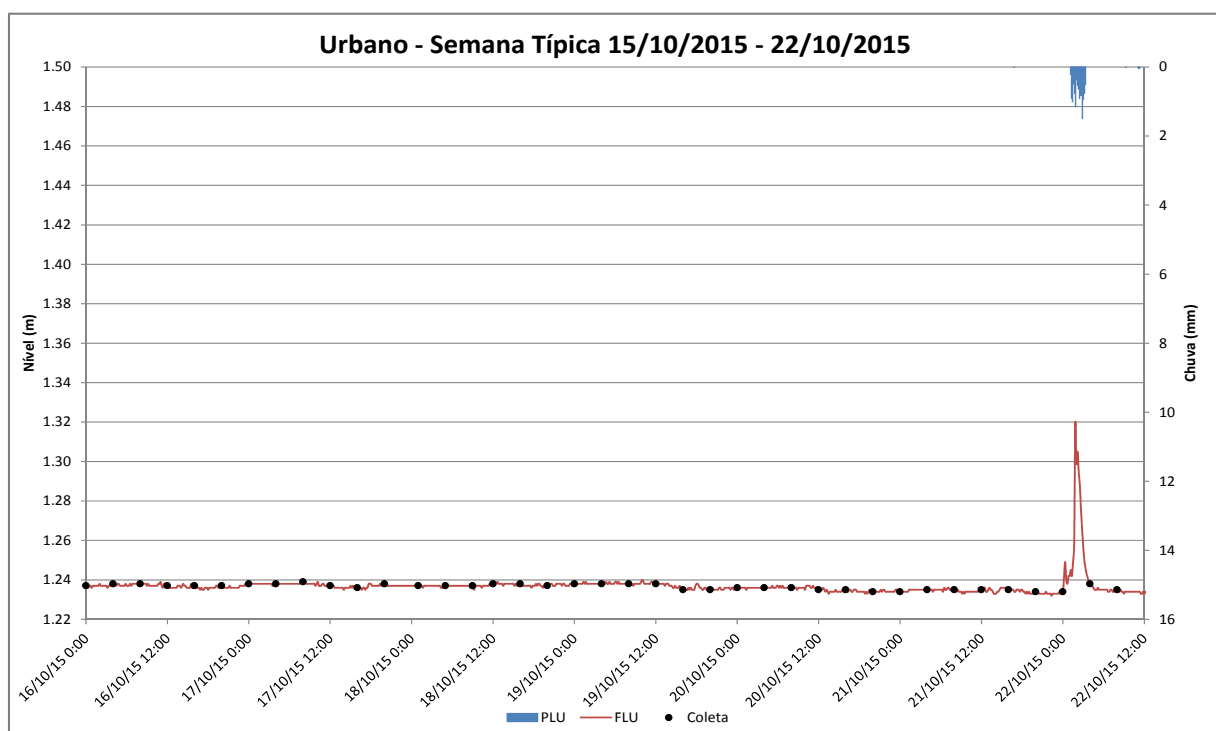
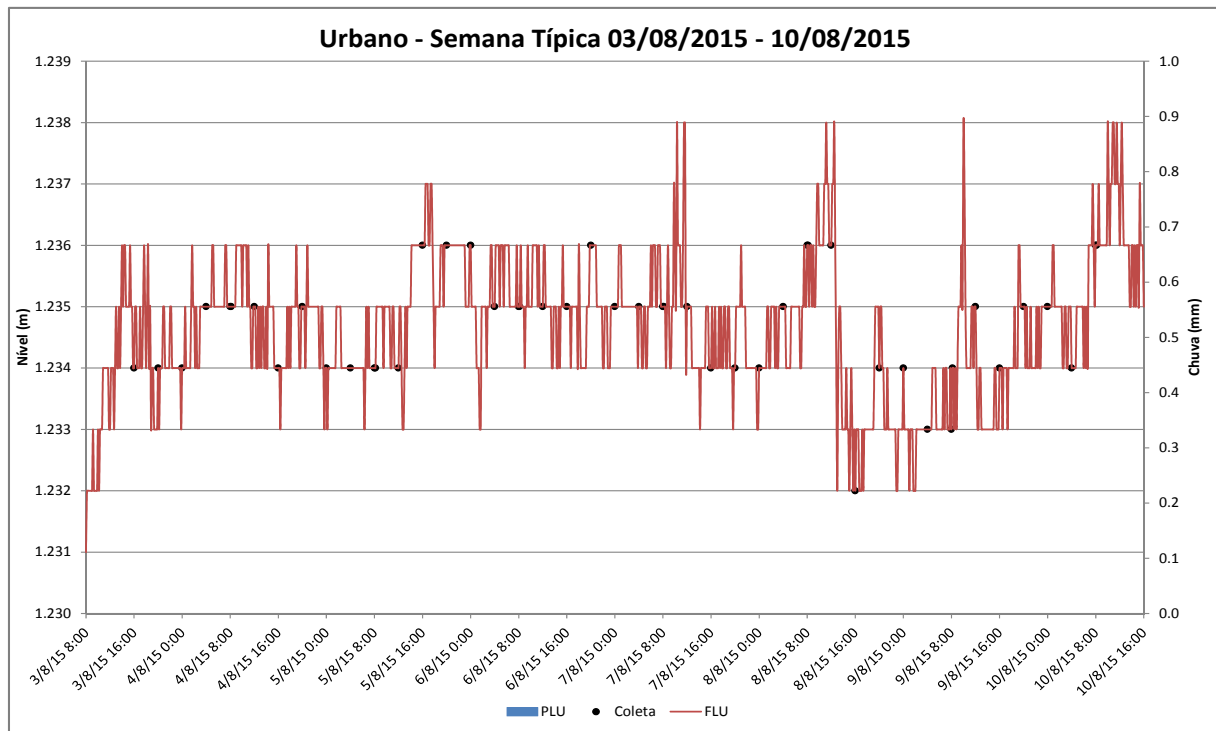


Tabela 4.5-1 - Primeira Campanha de Tempo Seco – Estação Seca

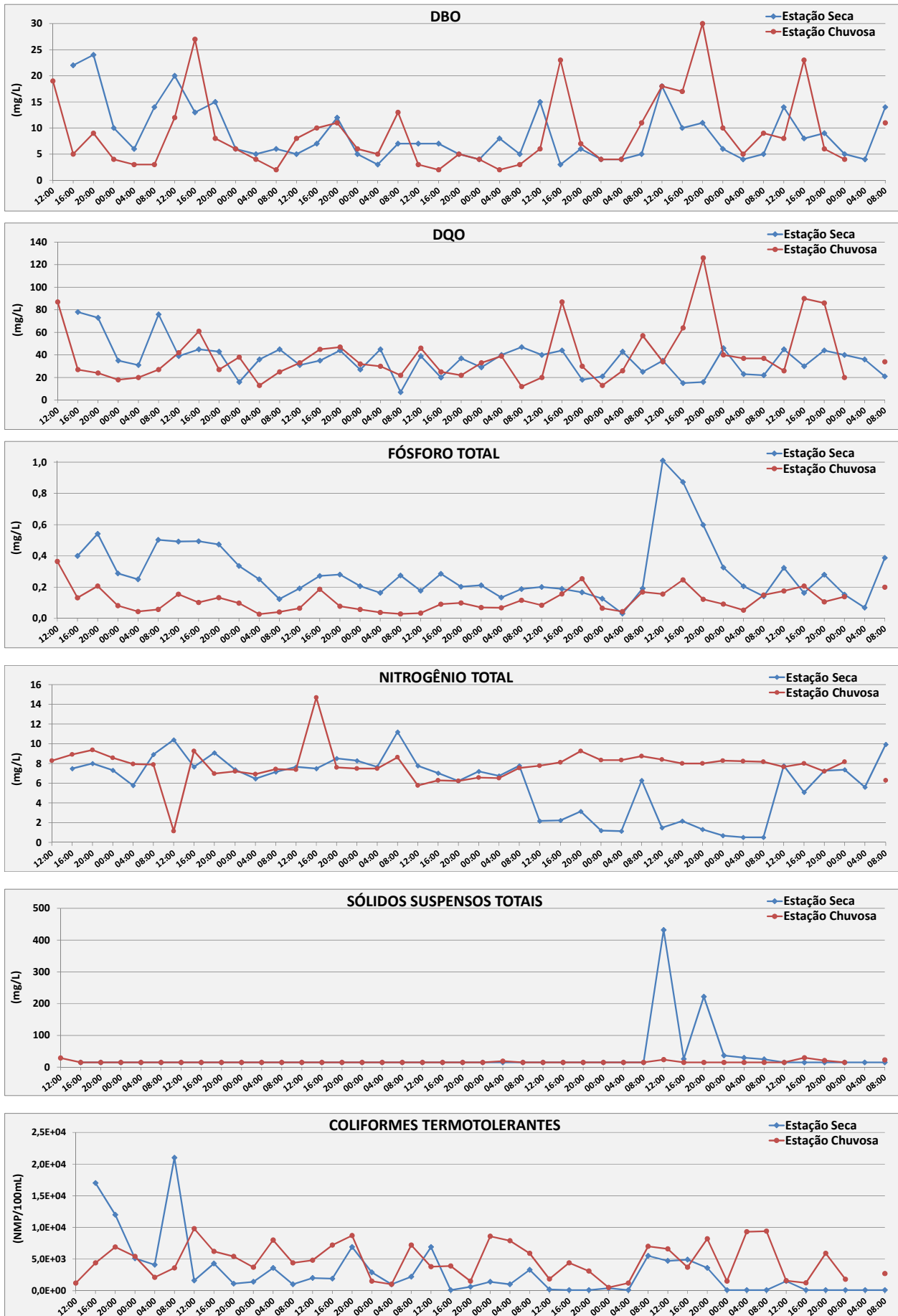
Semana Típica na Estação Seca	Horário de Coleta da Amostra	GRUPO 1					GRUPO 2					N t (mg/L)
		DQO (mg/L)	TOC (mg/L)	P t (mg/L)	NKT (mg/L)	N Amon t (mg/L)	DBO 5,20 (mg/L)	SST (mg/L)	Coli. T. (NMP/100mL)	Nitratos (mg/L)	Nitritos (mg/L)	
Limite de Quantificação		6	1	0,016	0,18	0,023	2	15	100	0,008	0,004	-
Bacia Urbana												
1º Dia 03 e 04/08/2015	12:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	16:00	78	11,7	0,400	3,75	2,76	22	<LQ	1,7E+04	3,42	0,321	7,49
	20:00	73	11,7	0,542	4,97	2,80	24	<LQ	1,2E+04	2,68	0,375	8,03
	00:00	35	7,0	0,288	3,09	2,96	10	<LQ	5,1E+03	3,91	0,337	7,34
	04:00	31	4,4	0,250	1,65	1,46	6	<LQ	4,1E+03	3,96	0,177	5,79
	08:00	76	7,2	0,503	5,02	3,43	14	<LQ	2,1E+04	3,71	0,186	8,92
Média	-	59	8,4	0,397	3,70	2,68	15	15	9,8E+03	3,54	0,279	7,51
2º Dia 04 e 05/08/2015	12:00	39	12,2	0,492	5,63	3,83	20	<LQ	1,6E+03	4,32	0,457	10,41
	16:00	45	9,6	0,494	3,44	1,75	13	<LQ	4,3E+03	3,93	0,258	7,63
	20:00	43	11,0	0,474	5,18	2,40	15	<LQ	1,1E+03	3,65	0,277	9,11
	00:00	16	5,6	0,336	2,87	1,28	6	<LQ	1,4E+03	4,35	0,127	7,35
	04:00	36	4,6	0,251	1,48	1,22	5	<LQ	3,6E+03	4,98	<LQ	6,46
	08:00	45	6,8	0,124	1,91	1,46	6	<LQ	1,0E+03	5,21	0,022	7,14
Média	-	37	8,3	0,362	3,42	1,990	11	15	1,8E+03	4,41	0,191	8,02
3º Dia 05 e 06/08/2015	12:00	31	6,0	0,192	2,33	1,5	5	<LQ	2,0E+03	5,33	0,015	7,68
	16:00	35	8,2	0,272	2,49	0,985	7	<LQ	1,9E+03	4,98	<LQ	7,47
	20:00	44	9,4	0,281	3,89	3,09	12	<LQ	6,9E+03	4,63	0,009	8,53
	00:00	27	5,5	0,207	2,94	2,05	5	<LQ	2,9E+03	5,28	0,041	8,26
	04:00	45	4,2	0,164	1,88	0,869	3	<LQ	1,0E+03	5,77	0,004	7,65
	08:00	7	6,9	0,275	6,03	4,07	7	<LQ	2,2E+03	5,16	0,006	11,20
Média	-	32	6,7	0,232	3,26	2,094	7	15	2,3E+03	5,19	0,013	8,46
4º Dia 06 e 07/08/2015	12:00	39	6,0	0,177	3,06	2,27	7	<LQ	6,9E+03	4,70	<LQ	7,76
	16:00	20	7,3	0,286	2,57	1,71	7	<LQ	<100	4,44	<LQ	7,01
	20:00	37	5,3	0,203	2,22	1,33	5	<LQ	6,0E+02	3,99	<LQ	6,21
	00:00	29	4,6	0,212	2,03	1,32	4	<LQ	1,4E+03	5,14	<LQ	7,17
	04:00	40	4,4	0,134	1,27	0,772	8	<LQ	1,0E+03	5,49	<LQ	6,76
	08:00	47	5,2	0,188	2,07	1,36	5	<LQ	3,3E+03	5,67	<LQ	7,74
Média	-	35	5,5	0,200	2,20	1,460	6	15	1,1E+03	4,91	0,004	7,11
5º Dia 07 e 08/08/2015	12:00	40	11,0	0,201	2,16	1,07	15	<LQ	2,0E+02	0,008	0,004	2,17
	16:00	44	7,1	0,189	2,22	1,01	3	<LQ	1,0E+02	0,008	0,004	2,23
	20:00	18	6,9	0,167	3,15	2,11	6	<LQ	<100	0,008	0,004	3,16
	00:00	21	5,3	0,127	1,22	0,952	4	<LQ	4,0E+02	0,008	0,004	1,23
	04:00	43	5,3	0,031	1,12	0,754	4	<LQ	<100	0,008	0,004	1,13
	08:00	25	6,1	0,192	1,43	0,679	5	<LQ	5,5E+03	4,68	0,200	6,31
Média	-	32	7,0	0,151	1,88	1,096	6	15	2,8E+02	4,680	0,200	6,31
6º Dia 08 e 09/08/2015	12:00	35	14,0	1,010	1,46	0,497	18	432	4,7E+03	0,008	0,004	1,47
	16:00	15	13,0	0,873	2,19	0,489	10	26	4,9E+03	0,008	0,004	2,20
	20:00	16	12,0	0,599	1,31	0,563	11	222	3,6E+03	0,008	0,004	1,32
	00:00	46	7,4	0,326	0,66	0,294	6	37	1,0E+02	0,008	0,004	0,67
	04:00	23	7,1	0,206	0,54	0,079	4	30	1,0E+02	0,008	0,004	0,55
	08:00	22	5,8	0,142	0,49	0,131	5	25	1,0E+02	2,18	0,004	0,50
Média	-	26	9,9	0,526	1,11	0,342	9	129	6,6E+02	2,180	0,004	0,50
7º Dia 09 e 10/08/2015	12:00	45	10,0	0,324	4,68	2,94	14	<LQ	1,5E+03	3,06	<LQ	7,74
	16:00	30	7,4	0,163	0,94	0,69	8	<LQ	<100	3,91	0,226	5,08
	20:00	44	7,0	0,280	3,70	1,30	9	<LQ	<100	3,23	0,329	7,26
	00:00	40	5,0	0,153	3,34	1,69	5	<LQ	<100	3,91	0,12	7,37
	04:00	36	4,3	0,069	1,23	0,99	4	<LQ	<100	4,34	<LQ	5,57
	08:00	21	10,0	0,388	5,80	3,43	14	<LQ	<100	4,00	0,149	9,95
Média	-	36	7,3	0,230	3,28	1,84	9	15	1,6E+02	3,742	0,139	7,16
Média Geral	-	38	7,2	0,262	2,96	1,860	9	15	1,1E+03	4,410	0,138	7,43

Obs: Campos destacados em amarelo possuem valores obtidos pelo laboratório da CETESB e valores destacados em vermelho foram excluídos da média diária

Tabela 4.5-2 - Segunda Campanha de Tempo Seco – Estação Chuvosa

Semana Típica na Estação Chuvosa	Horário de Coleta da Amostra	GRUPO 1					GRUPO 2					N t (mg/L)
		DQO (mg/L)	TOC (mg/L)	P t (mg/L)	NKT (mg/L)	N Amont (mg/L)	DBO 5,20 (mg/L)	SST (mg/L)	Coli. T. (NMP/100mL)	Nitratos (mg/L)	Nitritos (mg/L)	
Limite de Quantificação		6	1	0,016	0,180	0,023	2	15	100	0,008	0,004	-
Bacia Urbana												
1º Dia 15 e 16/10/2015 Qui / Sex	12:00	87	21	0,365	1,720	0,286	19	29	1,2E+03	6,50	0,064	8,28
	16:00	27	13,0	0,132	1,590	0,182	5	<LQ	4,4E+03	7,20	0,114	8,90
	20:00	24	11,0	0,207	2,310	0,542	9	<LQ	6,9E+03	6,93	0,132	9,37
	00:00	18	6,5	0,082	1,260	0,376	4	<LQ	5,4E+03	7,23	0,105	8,60
	04:00	20	4,8	0,044	0,536	0,123	3	<LQ	2,1E+03	7,29	0,086	7,91
	08:00	27	5,3	0,058	0,771	0,314	3	<LQ	3,6E+03	7,05	0,072	7,89
Média	-	34	10,3	0,148	1,365	0,304	7	17	3,4E+03	7,033	0,096	8,49
2º Dia 16 e 17/10/2015 Sex / Sáb	12:00	42	11,0	0,155	0,710	0,257	12	<LQ	9,8E+03	0,452	<LQ	1,17
	16:00	61	12,0	0,102	0,840	0,245	27	<LQ	6,2E+03	8,380	<LQ	9,22
	20:00	27	8,1	0,133	0,770	0,272	8	<LQ	5,4E+03	6,220	<LQ	6,99
	00:00	38	6,7	0,098	1,190	0,313	6	<LQ	3,7E+03	6,000	0,032	7,22
	04:00	13	5,1	0,027	0,350	0,137	4	<LQ	8,0E+03	6,540	0,001	6,89
	08:00	25	6,5	0,041	1,020	0,492	2	<LQ	4,4E+03	6,400	<LQ	7,42
Média	-	34	8,2	0,093	0,813	0,286	10	15	5,9E+03	5,665	0,008	6,49
3º Dia 17 e 18/10/2015 Sáb / Dom	12:00	33	9,1	0,065	0,410	0,119	8	<LQ	4,8E+03	6,940	<LQ	7,35
	16:00	45	9,6	0,187	1,470	0,422	10	<LQ	7,2E+03	13,210	<LQ	14,68
	20:00	47	10,0	0,078	0,750	0,218	11	<LQ	8,7E+03	6,380	0,472	7,60
	00:00	32	6,3	0,058	0,780	0,140	6	<LQ	1,5E+03	6,590	0,114	7,48
	04:00	30	5,8	0,038	0,350	0,084	5	<LQ	1,0E+03	7,040	0,096	7,49
	08:00	22	8,3	0,029	1,360	0,639	13	<LQ	7,2E+03	7,180	0,076	8,62
Média	-	35	8,2	0,076	0,853	0,270	9	15	3,9E+03	7,890	0,128	8,87
4º Dia 18 e 19/10/2015 Dom / Seg	12:00	46	5,5	0,034	0,590	0,172	3	<LQ	3,8E+03	5,160	0,026	5,78
	16:00	25	7,5	0,091	0,510	0,095	2	<LQ	3,9E+03	5,720	0,035	6,27
	20:00	22	5,8	0,099	1,120	0,307	5	<LQ	1,5E+03	5,060	0,062	6,24
	00:00	33	5,0	0,070	0,570	0,187	4	<LQ	8,6E+03	5,940	0,070	6,58
	04:00	39	4,5	0,068	0,500	0,114	2	19	7,9E+03	5,970	0,068	6,54
	08:00	12	5,3	0,116	1,040	0,299	3	<LQ	5,9E+03	6,480	<LQ	7,52
Média	-	30	5,6	0,080	0,722	0,196	3	16	4,6E+03	5,722	0,044	6,49
5º Dia 19 e 20/10/2015 Seg / Ter	12:00	20	5,8	0,084	0,470	0,111	6	<LQ	1,8E+03	7,190	0,082	7,74
	16:00	87	15,0	0,157	0,670	0,337	23	<LQ	4,4E+03	7,400	0,069	8,14
	20:00	30	7,7	0,254	1,790	0,312	7	<LQ	3,1E+03	7,350	0,103	9,24
	00:00	13	4,8	0,065	0,600	0,182	4	<LQ	5,0E+02	7,640	0,099	8,34
	04:00	26	4,5	0,044	0,700	0,114	4	<LQ	1,2E+03	7,540	0,076	8,32
	08:00	57	9,5	0,169	1,150	0,431	11	<LQ	7,0E+03	7,490	0,073	8,71
Média	-	39	7,9	0,129	0,897	0,248	9	15	2,2E+03	7,435	0,084	8,42
6º Dia 20 e 21/10/2015 Ter / Qua	12:00	34	11,0	0,156	1,510	0,196	18	24	6,6E+03	6,790	0,091	8,39
	16:00	64	17,0	0,247	0,670	0,162	17	<LQ	3,7E+03	7,230	0,079	7,98
	20:00	126	9,4	0,123	1,160	0,408	30	<LQ	8,2E+03	6,700	0,115	7,98
	00:00	40	5,1	0,092	0,750	0,175	10	<LQ	1,5E+03	7,450	0,094	8,29
	04:00	37	5,1	0,053	0,720	0,095	5	<LQ	9,3E+03	7,410	0,095	8,23
	08:00	37	6,9	0,150	0,820	0,496	9	<LQ	9,4E+03	7,260	0,098	8,18
Média	-	56	9,1	0,137	0,938	0,255	15	17	5,5E+03	7,140	0,095	8,17
7º Dia 21 e 22/10/2015 Qua / Qui	12:00	26	8,6	0,176	0,940	0,228	8	15	1,6E+03	6,670	0,070	7,68
	16:00	90	19,0	0,207	1,350	0,276	23	30	1,2E+03	6,490	0,143	7,98
	20:00	86	12,0	0,106	0,870	0,219	6	21	5,9E+03	6,182	0,129	7,18
	00:00	20	7,8	0,139	0,970	0,147	4	<LQ	1,8E+03	7,050	0,140	8,16
	04:00											
	08:00	34	9,9	0,200	0,920	0,219	11	23	2,7E+03	5,230	0,115	6,27
Média	-	51	11,5	0,166	1,010	0,218	10	21	2,2E+03	6,324	0,119	7,45
Média Geral	-	40	8,7	0,118	0,943	0,254	9	16	3,9E+03	6,744	0,082	7,77

Figura 4.5-2 – Concentrações Observadas nas Campanhas de Tempo Seco na Bacia Urbana



Avaliação das Campanhas realizadas

No 5º dia da campanha da estação seca, os resultados de laboratório para Nitrato e Nitrito obtidos pelo Consórcio foram abaixo do LQ, muito discrepantes dos resultados dos demais dias e do resultado obtido pelo laboratório da CETESB para a última amostra. Adotou-se para esses parâmetros o valor da concentração da CETESB como representativo das condições nesse dia. No 6º dia, situação anômala também foi observada, com valores de vários parâmetros muito acima das médias dos dias anteriores. Esses valores foram excluídos das médias diária e semanal.

Variação das Concentrações entre as Estações Seca e Chuvosa

- DQO e DBO: As concentrações médias diárias de DQO na estação seca variaram entre 32 e 59 mg/L com média de 38 mg/L. Na estação chuvosa o range de variação foi de 30 a 56 mg/L com média de 40 mg/L. A variação entre a média de tempo seco e de chuvoso foi de cerca de 10%, sendo que a média do período foi 39 mg/L.

As concentrações médias diárias de DBO na estação seca variaram entre 6 e 15 mg/L com média de 9,0 mg/L. Na estação chuvosa o range de variação foi de 3 a 15 mg/L com média de 9,1 mg/L. A variação entre a média de tempo seco e de chuvoso foi de cerca de 1%, sendo que a média do período foi 9,1 mg/L.

A relação entre DQO e DBO é da ordem de 4,3 indicando presença de material menos rapidamente degradável que o esgoto doméstico onde a relação é da ordem de 2; A relação entre DQO e TOC é em média 5,0.

- As concentrações médias diárias de PT na estação seca tiveram variação pequena amplitude entre 0,151 e 0,397 mg/L com média de 0,262 mg/L. Na estação chuvosa o range de variação foi menor de 0,076 a 1,148 mg/L com média de 0,118 mg/L. A concentração média das campanhas foi 0,190 mg/L. Ressalta-se que a média dos valores foram altas, bem acima do LQ (0,016 mg/L), e bem maior do que a média na semana típica das bacias Reflorestamento e Mata, mas menor que a Agricultura;
- A concentração média de NT na estação seca de 7,43 mg/L foi menor que na chuvosa 7,77 mg/L. A variação entre a média de tempo seco e de chuvoso foi de cerca de 5%, sendo que a média do tempo seco e chuvoso foi 7,60 mg/L; a concentração de Nitrato representa entre 59 e 87% do NT, assim como Nitrito representa cerca de 1,5% do NT; a relação entre as concentrações de NAmoñiacal e NKT variam muito nesta bacia: NAmoñiacal representa de 27 a 63% do NKT;
- O parâmetro Sólidos dos Sólidos Suspensos Totais na estação seca de 15 mg/L foi menor que na chuvosa 16 mg/L. A variação entre a média de tempo seco e de chuvoso foi de cerca de 10%, sendo que a média do tempo seco e chuvoso foi 15,5 mg/L;
- A densidade de coliformes na estação seca de 2.600 NMP/100mL foi menor que na chuvosa 3.900 NMP/100mL. A variação entre a média de tempo seco e de chuvoso foi de cerca de 50%, sendo que a média do tempo seco e chuvoso foi 3.200 NMP/100mL. Ressalta-se que essas densidades são altas indicando baixo potencial poluidor por esse parâmetro;
- A relação entre as médias dos valores das concentrações de PT:NT:DBO foi 1:40:48.

Estimativa de cargas em tempo seco

A estimativa da carga em tempo seco de cada campanha foi obtida pelo produto de concentração média de cada parâmetro pela vazão média da campanha. A carga média de tempo seco da bacia, a ser utilizada para definição dos coeficientes de exportação de cargas, é a média das cargas de cada parâmetro nas duas campanhas de monitoramento realizadas. Os resultados são apresentados na Tabela 4.5-3.

Tabela 4.5-3 – Bacia Urbana – Concentrações e Cargas em Tempo Seco

Amostragens	PT	NT	DQO	DBO	SST	Colif. Termo.
Concentrações (mg/L e NMP/100mL)						
Semana Típica - Estação seca	0,262	7,43	38	9,0	15	1,1E+03
Semana Típica - Estação Chuvosa	0,118	7,77	40	9,1	16	3,7E+03
Semana Típica - Valor adotado (média)	0,190	7,60	39	9,1	15,5	2,0E+03
Cargas (kg/dia e NMP/dia)						
Semana Típica - Estação seca	0,166	4,71	24,07	5,70	9,50	7,1E+09
Semana Típica - Estação Chuvosa	0,082	5,43	27,95	6,36	11,18	2,6E+10
Semana Típica - Carga Média (kg/dia)	0,124	5,07	26,01	6,03	10,34	1,4E+10
Semana Típica - Carga Unitária (kg/dia.km ²)	0,540	22,03	113,09	26,22	44,96	5,9E+10

Vazões Médias nas Campanhas de Tempo Seco:

1ª Campanha – 7,3 L/s

2ª Campanha – 8,1 L/s

5. MONITORAMENTO DE QUALIDADE DA ÁGUA – EVENTOS DE CHUVA

Foram monitorados oito eventos de chuva em cada bacia, sendo quatro na Estação Seca e quatro na Estação Chuvosa.

A amostragem foi feita por meio de amostrador automático, acionado a partir de certo valor do nível d'água previamente fixado, e programado para coletar sete conjuntos de amostras, com diferença de tempo previamente programadas para abranger o ciclo completo de um hidrograma típico de cada bacia. Cada amostra foi constituída por dois frascos coletados em sequência, sendo o primeiro com preservação e o segundo sem preservação. A amostra de controle da CETESB foi correspondeu à 5ª amostra, coletada logo após a 4ª amostra.

A partir das concentrações obtidas ao longo do hidrograma, e da vazão estimada em cada instante pelas curva-chave (ou equação do vertedor) definidas para cada seção amostrada, foram construídos polutogramas de cada evento por meio da seguinte metodologia, já testada no estudo *Avaliação da Poluição por Fontes Difusas na Bacia do Guarapiranga* (PRIME/SMA, 1999), concebida pelo Prof. Sérgio Eiger que atuou como consultor desse estudo.

A conceituação se baseia na hipótese de que, durante um evento chuvoso, a taxa temporal de perda de massa de um determinado constituinte é diretamente proporcional à massa disponível para ser transportada e à vazão de escoamento superficial por unidade de área de drenagem da bacia hidrográfica, isto é:

$$\frac{dM}{dt} = -kM \frac{Q_{es}}{A}$$

onde:

- M - massa do constituinte existente na superfície;
- t – tempo;
- k - constante de proporcionalidade;
- Q_{es} - vazão de escoamento superficial, ou seja, aquela vazão decorrente da chuva excedente;
- A - área de drenagem da bacia hidrográfica.

A equação anterior pode ser integrada conforme mostrado a seguir:

$$\int_0^t \frac{dM}{M} = - \int_0^t k \frac{Q_{es}}{A} dt$$

Sabendo-se que A é constante e supondo-se que k também seja constante durante um evento chuvoso, então a equação anterior produz:

$$M(t) = M(t=0) \exp\left(-\frac{k}{A} \int_0^t Q_{es} dt\right) = M(t=0) \exp\left[-\frac{k}{A} V_{es}(t)\right]$$

sendo $M(t=0)$ a massa de constituinte disponível superficialmente no início do evento chuvoso e $V_{es}(t)$ o volume escoado superficialmente desde o início do evento chuvoso até o instante t . Portanto, a massa total transportada por escoamento superficial desde o início do evento chuvoso (M_{es}) até o instante t é dada por:

$$M_{es}(t) = M(t=0) - M(t) = M(t=0) \left\{ 1 - \exp\left[-k \frac{V_{es}(t)}{A}\right] \right\}$$

A aplicação do modelo apresentado depende do conhecimento da massa $M_o = M(t=0)$ disponível no instante inicial do evento chuvoso e da constante k característica do evento. Tais valores podem ser obtidos através de um processo de calibração se forem conhecidas as outras variáveis que são utilizadas pelo modelo.

Medições de concentrações do constituinte em pauta ao longo do tempo, juntamente com as vazões de escoamento superficial estimadas através de hidrogramas medidos permitem a calibração destes parâmetros.

Durante cada evento chuvoso separa-se a carga de base de cada constituinte, ou seja, aquela que ocorreria sem a presença e chuva (estimada durante as campanhas de *Tempo Seco*), da carga decorrente da ocorrência de chuva.

A calibração dos parâmetros M_o e k foi feita por processo numérico (mínimos quadrados) com a utilização da ferramenta “Solver” do Excel. O Anexo 2 contém um exemplo da planilha utilizada para obtenção dos polutogramas.

De posse dessas informações é possível calcular a massa total de poluentes transportados e o volume de escoamento superficial em cada evento de chuva monitorado. Esses pares de valores são lançados em um gráfico no qual se evidencia uma linha de tendência, com alto coeficiente de correlação, podendo-se concluir que há um comportamento semelhante nos eventos de chuva de uma mesma bacia, permitindo-se obter uma *Concentração Média dos Eventos de Chuva* de cada parâmetro para cada bacia.

As informações e análises para cada bacia são adiante apresentadas, e organizadas conforme a sequência a seguir:

- Tabelas com os resultados das análises de laboratório dos oito eventos;
- Gráficos mostrando o hidrograma e polutograma de cada parâmetro para cada um dos eventos de chuva;
- Gráficos com as linhas de tendência e correlação entre massa de poluentes e volume de escoamento superficial, com indicação da Concentração Média;
- Comentários sobre avaliação dos resultados.

5.1 Eventos de Chuva – Bacia Chácara

Tabela 5.1-1 – Eventos de Chuva – Bacia Chácara – Estação Seca

Evento de Chuva na Estação Seca	Horário da Coleta da Amostra	GRUPO 1					GRUPO 2					N t (mg/L)
		DQO (mg/L)	TOC (mg/L)	P t (mg/L)	NKT (mg/L)	N Amon t (mg/L)	DBO 5,20 (mg/L)	SST (mg/L)	Coli. T. (NMP/100mL)	Nitratos (mg/L)	Nitritos (mg/L)	
Limite de Quantificação		6	1	0,016	0,18	0,023	2	15	100	0,008	0,004	-
Bacia Chácara												
1º Evento 07/05/2015	20:21	33	6,8	0,231	0,39	0,041	3	65	7,2E+03	0,037	<LQ	0,43
	20:37	46	6,2	0,367	0,67	0,030	10	129	7,8E+03	0,118	<LQ	0,79
	20:53	37	5,6	0,135	0,41	<LQ	4	38	2,8E+03	0,110	<LQ	0,52
	21:14	39	5,7	0,127	0,36	0,054	4	34	2,1E+03	0,041	<LQ	0,41
	21:58	37	9,7	0,067	0,40	0,023	10	32	1,2E+03	0,021	<LQ	0,43
	22:58	37	9,0	0,498	1,09	<LQ	13	124	7,4E+03	0,166	<LQ	1,26
Média	-	38	7,2	0,238	0,55	0,032	7	70	3,8E+03	0,082	0,004	0,64
2º Evento 19/05/2015	13:48	66	15,7	0,230	0,55	0,049	11	196	5,4E+03	0,037	<LQ	0,59
	14:04	39	8,1	0,210	0,37	0,032	4	42	2,9E+03	0,118	<LQ	0,49
	14:20	41	5,0	0,016	0,25	0,028	5	37	<100	0,110	<LQ	0,37
	14:41	36	4,9	<LQ	0,28	0,029	4	17	1,3E+03	0,041	<LQ	0,32
	15:24	39	4,7	0,050	0,24	0,048	5	16	3,5E+03	0,021	<LQ	0,27
	16:25	45	4,5	0,040	0,18	<LQ	4	15	1,0E+02	0,166	<LQ	0,35
Média	-	44	7,2	0,094	0,31	0,035	6	54	9,5E+02	0,082	0,004	0,40
3º Evento 18/06/2015	19:22	29	6,6	0,257	0,40	0,074	4	102	5,5E+03	0,011	<LQ	0,42
	19:38	48	9,2	0,024	0,34	<LQ	4	58	4,9E+03	0,009	<LQ	0,35
	19:54	39	7,7	<LQ	0,22	0,064	5	21	3,1E+03	0,067	<LQ	0,29
	20:15	42	6,4	0,096	0,43	0,056	5	58	6,5E+03	0,011	<LQ	0,45
	20:58	49	8,9	0,145	0,28	0,058	4	41	3,6E+03	0,010	<LQ	0,29
	21:59	16	5,6	<LQ	0,21	0,030	4	15	1,3E+03	0,049	<LQ	0,26
Média	-	37	7,4	0,092	0,31	0,051	4	49	3,7E+03	0,026	0,004	0,34
4º Evento 23 e 24/06/2015	23:05	69	19,8	0,872	0,95	0,059	27	410	3,6E+03	0,220	<LQ	1,17
	23:21	48	20,7	0,682	0,93	0,128	10	250	5,5E+03	<LQ	<LQ	0,94
	23:37	69	19,6	0,801	0,96	<LQ	22	235	4,4E+03	<LQ	<LQ	0,97
	23:58	64	17,9	0,585	0,67	0,033	21	135	5,3E+03	<LQ	<LQ	0,68
	00:41	48	12,7	0,280	0,55	0,091	8	103	4,2E+03	<LQ	<LQ	0,56
	01:42	40	12,0	0,255	0,52	0,039	19	66	2,8E+03	<LQ	<LQ	0,53
Média	-	56	17,1	0,579	0,76	0,062	18	200	4,2E+03	0,043	0,004	0,81
Média Geral	-	44	9,7	0,251	0,49	0,045	9	93	3,2E+03	0,058	0,004	0,55

Tabela 5.1-2 – Eventos de Chuva – Bacia Chácara – Estação Chuvosa

Evento de Chuva na Estação Chuvosa	Horário da Coleta da Amostra	GRUPO 1					GRUPO 2					N t (mg/L)
		DQO (mg/L)	TOC (mg/L)	P t (mg/L)	NKT (mg/L)	N Amon t (mg/L)	DBO (mg/L)	SST (mg/L)	Coli. T. (NMP/100mL)	Nitratos (mg/L)	Nitritos (mg/L)	
Limite de Quantificação		6	1	0,016	0,180	0,023	2	15	1,0E+00	0,008	0,004	-
Bacia Chácara												
5º Evento 26/10/2015	04:15	228	97,0	2,910	6,410	0,734	27	676	2,8E+03	0,247	0,015	6,67
	04:31	351	51,0	3,950	5,640	0,871	109	1.420	9,7E+03	0,321	0,028	5,99
	04:47	74	26,0	0,372	1,620	0,372	5	185	1,0E+03	0,323	0,008	1,95
	05:11	81	19,0	0,354	0,532	0,246	4	234	8,3E+03	0,226	0,006	0,76
	05:51	73	16,0	0,524	0,611	0,212	4	74	6,0E+03	0,113	<LQ	0,73
	06:52	81	31,0	0,144	1,790	0,355	12	135	5,7E+03	0,057	<LQ	1,85
Média	-	148	40,0	1,376	2,767	0,465	27	454	4,4E+03	0,215	0,011	2,99
6º Evento 02/11/2015	16:32	199	67,0	2,040	3,470	0,411	65	961	1,1E+03	0,118	0,011	3,60
	16:52	126	52,0	2,530	3,180	0,127	20	389	4,7E+03	3,840	0,010	7,03
	17:10	91	29,0	1,090	1,970	0,172	19	215	6,1E+03	0,120	<LQ	2,09
	17:32	65	28,0	0,764	1,110	0,221	5	201	5,1E+03	0,117	0,004	1,23
	18:20	49	18,0	0,565	1,270	0,184	4	67	2,6E+03	0,026	0,005	1,30
	19:22	46	19,0	0,625	1,270	0,180	4	111	1,9E+03	0,021	0,007	1,30
Média	-	96	35,5	1,269	2,045	0,216	20	324	3,0E+03	0,707	0,007	2,76
7º Evento 04/11/2015	17:32	618	110,0	2,280	7,580	0,437	227	844	1,3E+03	0,348	0,010	7,94
	17:52	150	55,0	2,810	3,620	0,162	82	339	1,4E+03	0,394	0,006	4,02
	18:10	159	49,0	1,760	2,530	0,036	72	233	1,6E+03	0,228	0,007	2,77
	18:32	190	35,0	1,330	2,320	0,025	98	148	2,0E+03	0,038	0,005	2,36
	19:20	67	34,0	0,769	4,060	0,050	31	304	3,1E+03	0,175	0,011	4,25
	20:22	46	16,0	0,275	0,960	0,113	7	156	2,2E+03	0,103	<LQ	1,07
Média	-	205	49,8	1,537	3,512	0,137	86	337	1,8E+03	0,214	0,007	3,73
8º Evento 09/11/2015	04:46	190	75,0	1,350	3,440	0,187	50	530	8,4E+03	0,115	0,004	3,56
	05:06	126	33,0	0,878	2,100	0,119	18	134	2,0E+03	0,117	0,004	2,22
	05:24	93	21,0	0,533	1,270	0,125	4	99	1,2E+03	0,078	0,005	1,35
	05:46	53	19,0	0,288	0,760	0,148	8	52	1,8E+03	0,040	<LQ	0,80
	06:34	31	14,0	0,395	0,640	0,161	5	38	2,3E+03	0,009	<LQ	0,65
	07:36	74	21,0	0,415	0,660	0,158	11	<LQ	1,9E+03	<LQ	<LQ	0,67
Média	-	95	30,5	0,643	1,478	0,150	16	145	2,3E+03	0,061	0,004	1,54
Média Geral	-	136	39,0	1,206	2,451	0,242	37	315	2,9E+03	0,299	0,007	2,76

Figura 5.1-1 – Hidrograma e Polutograma de Eventos de Chuva na Bacia Chácara – Fósforo Total



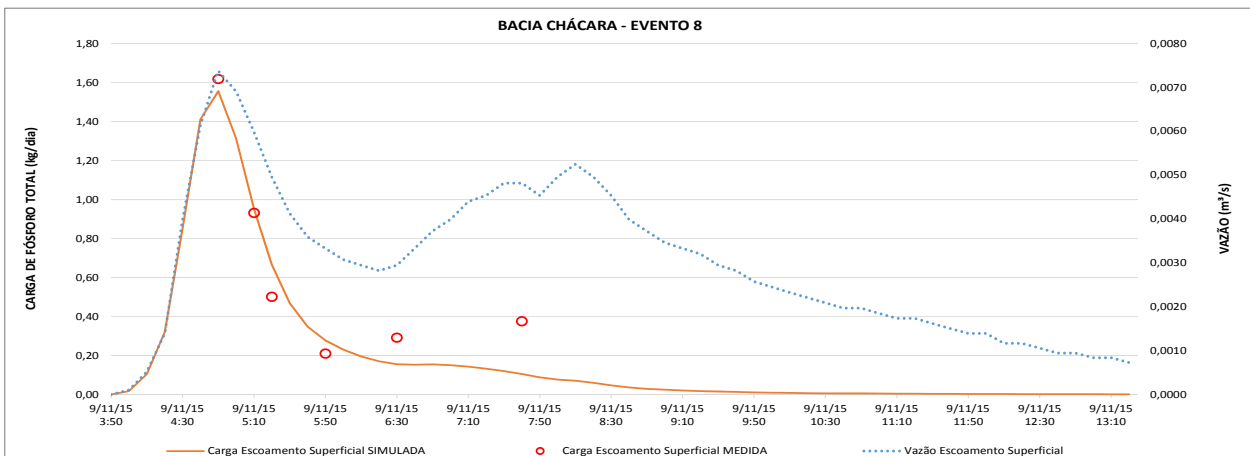
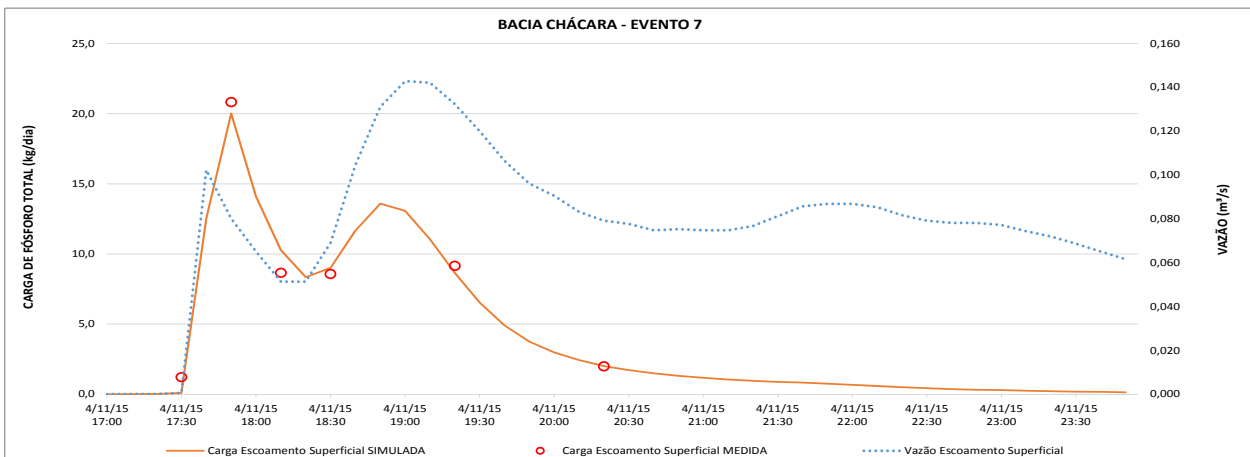
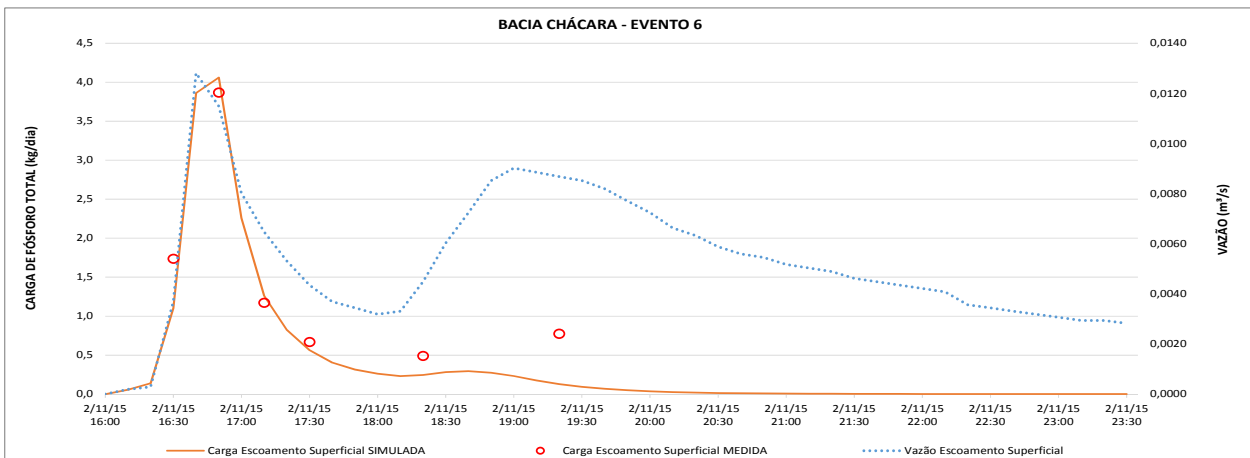
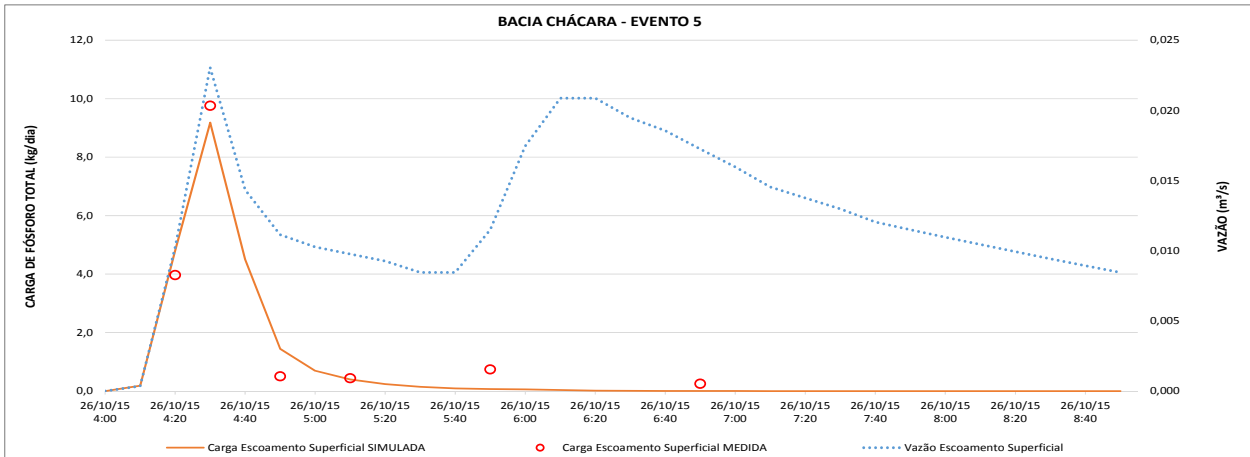
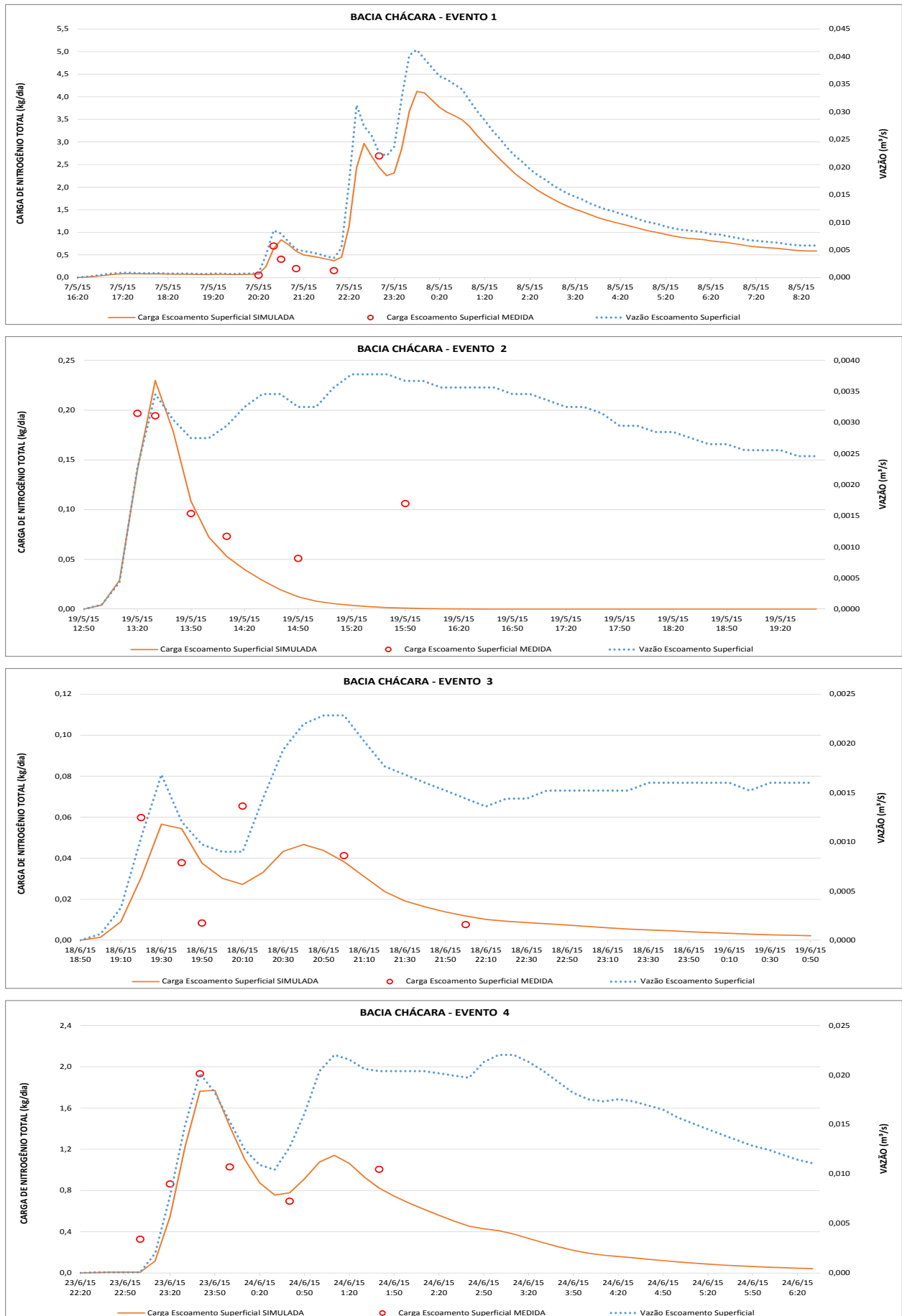


Figura 5.1-2 – Hidrograma e Polutograma de Eventos de Chuva na Bacia Chácara – Nitrogênio Total



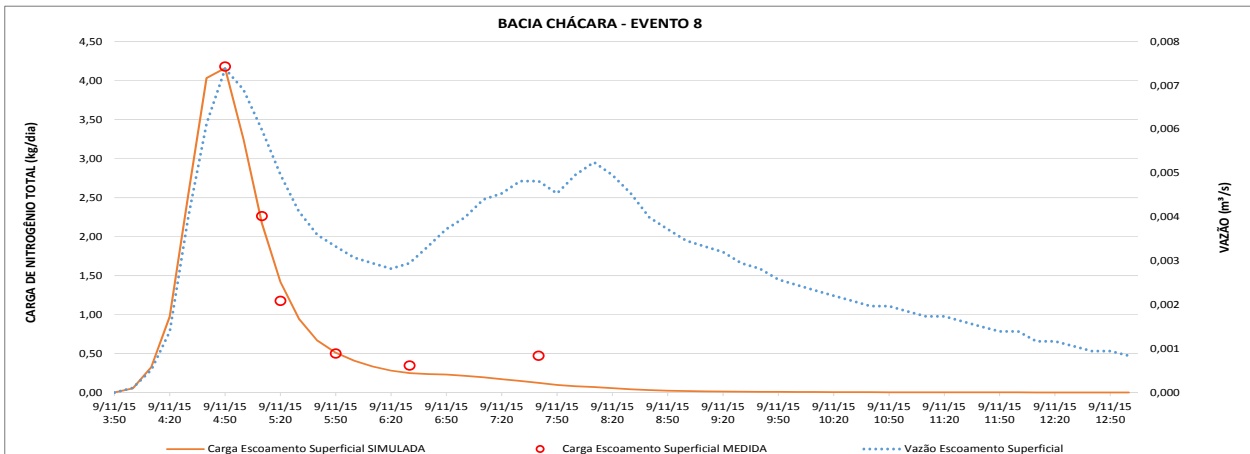
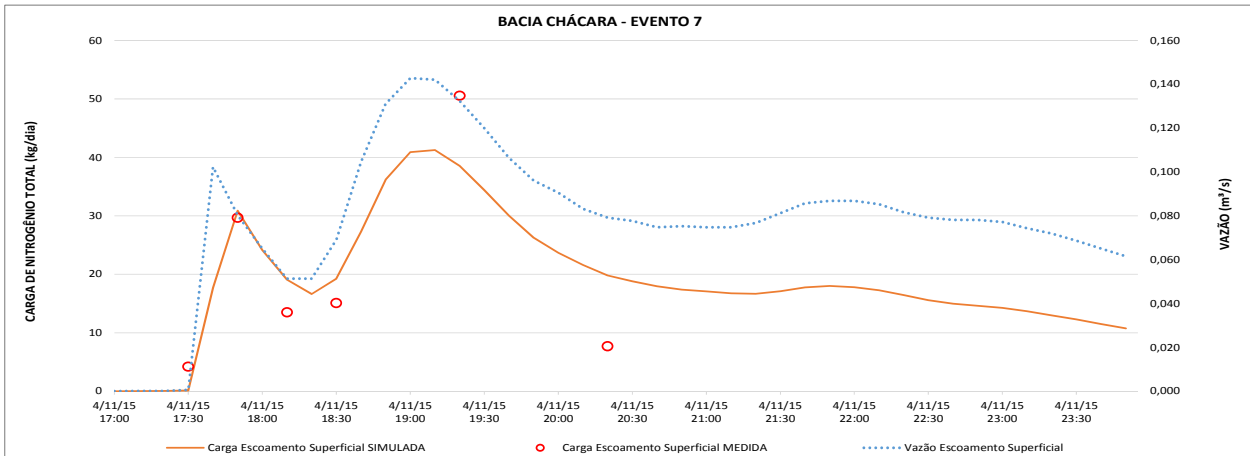
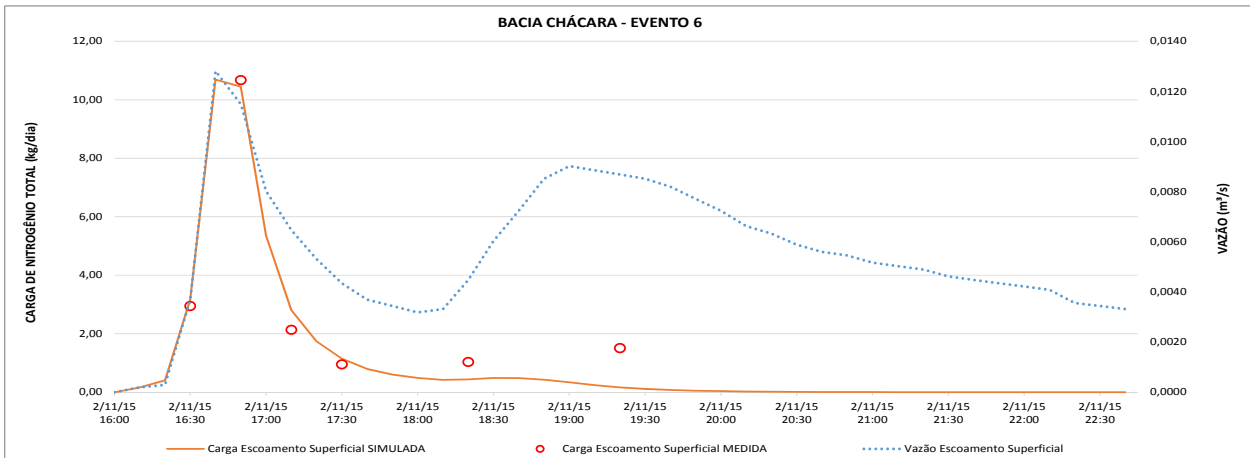
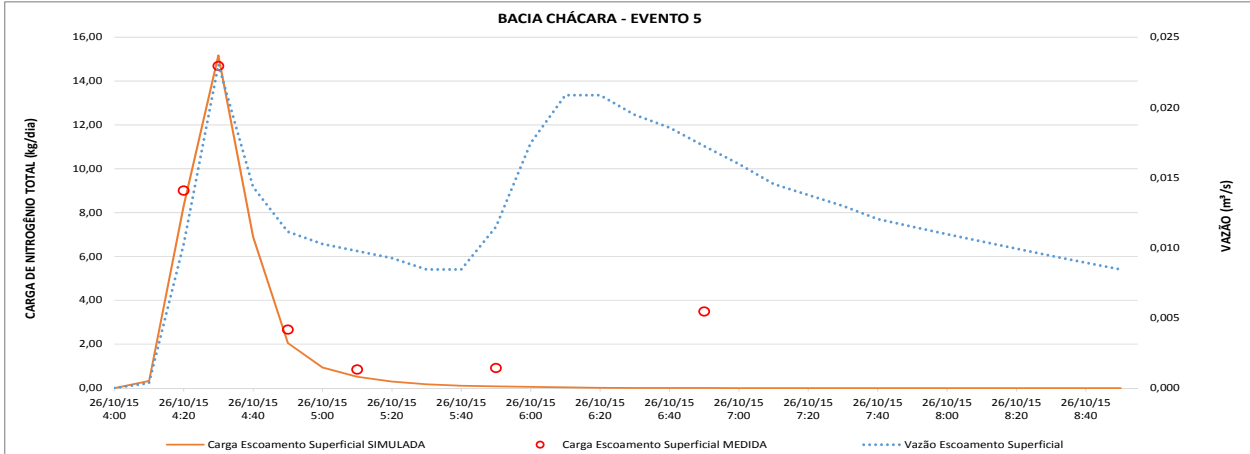
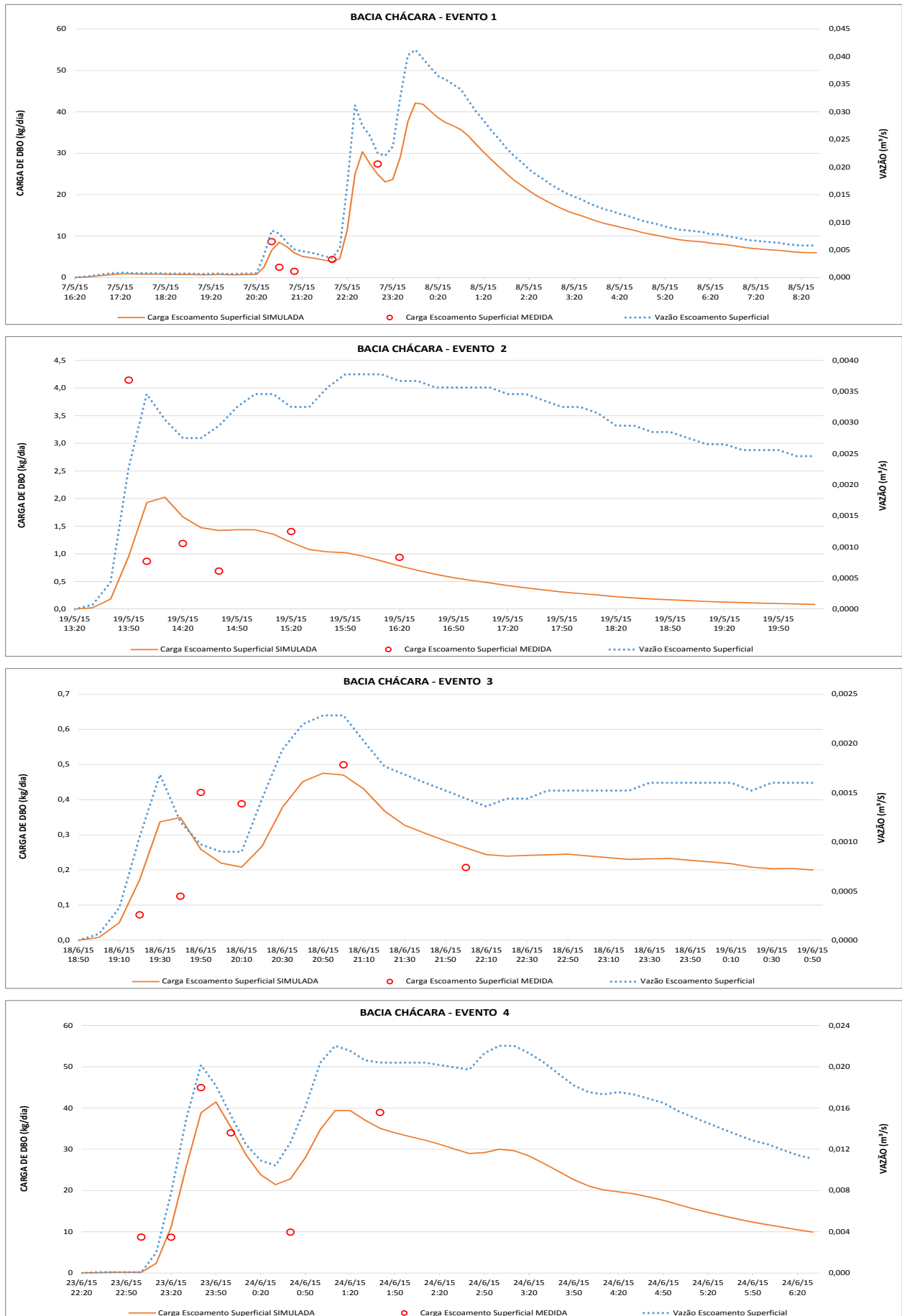


Figura 5.1-3 – Hidrograma e Polutograma de Eventos de Chuva na Bacia Chácara – DBO



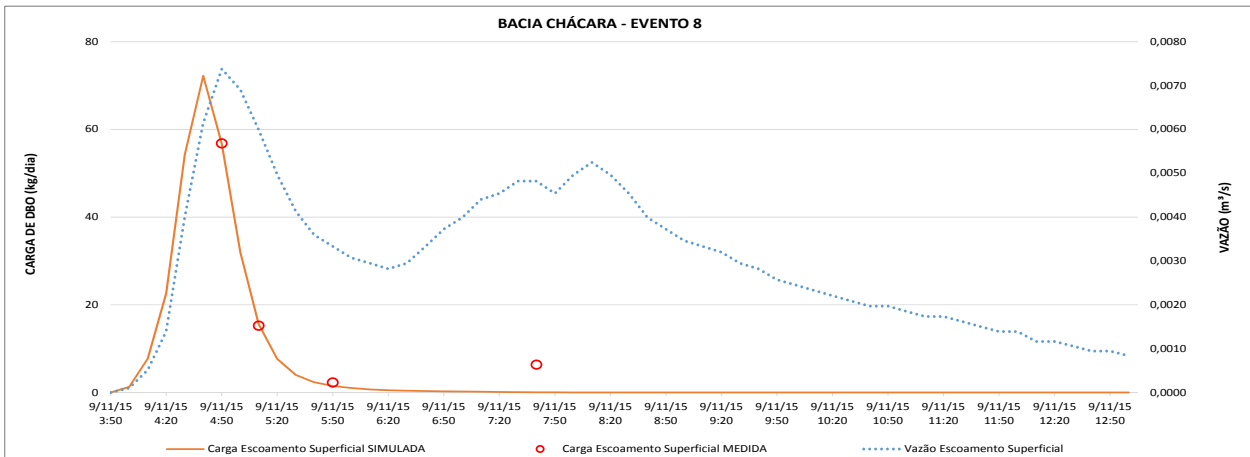
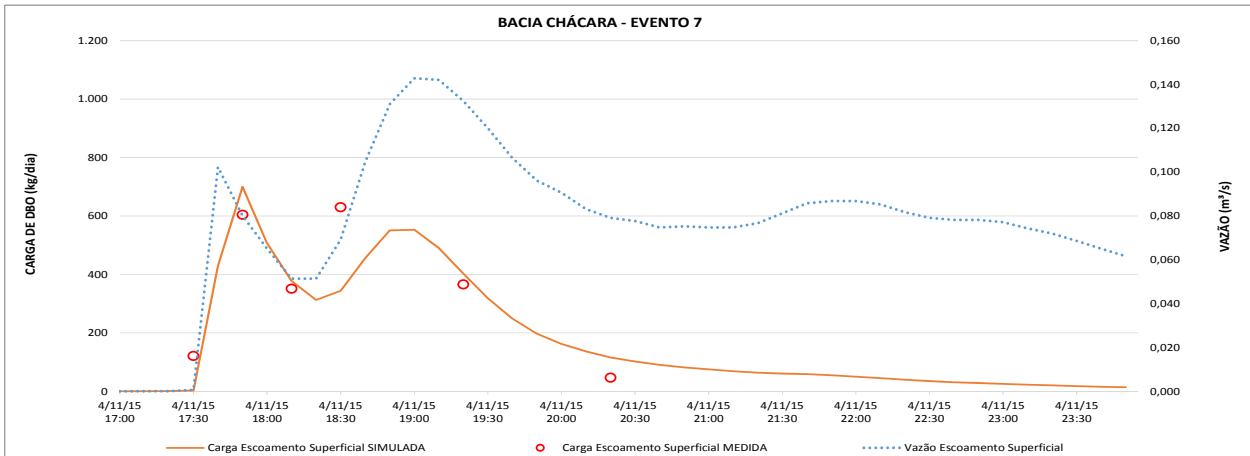
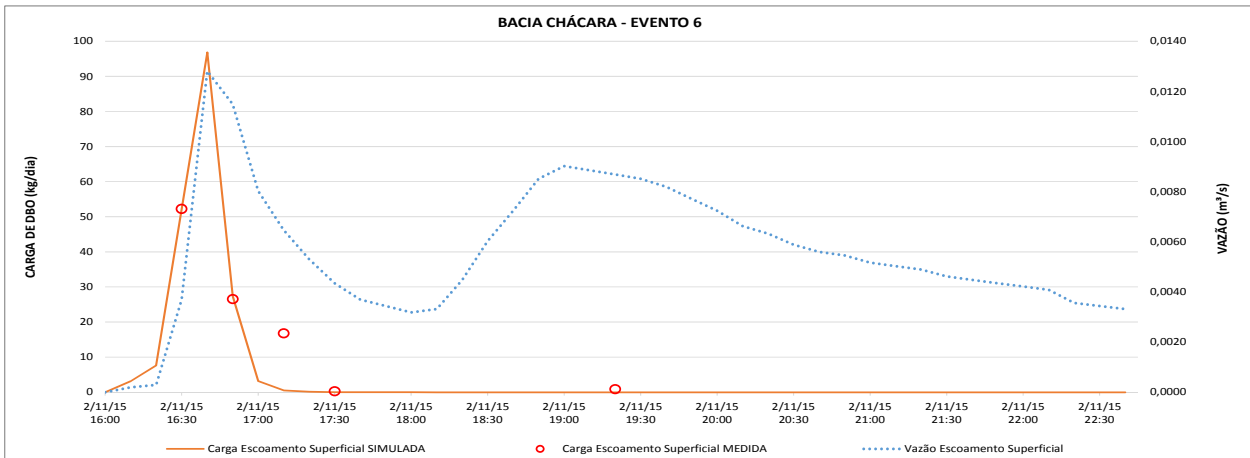
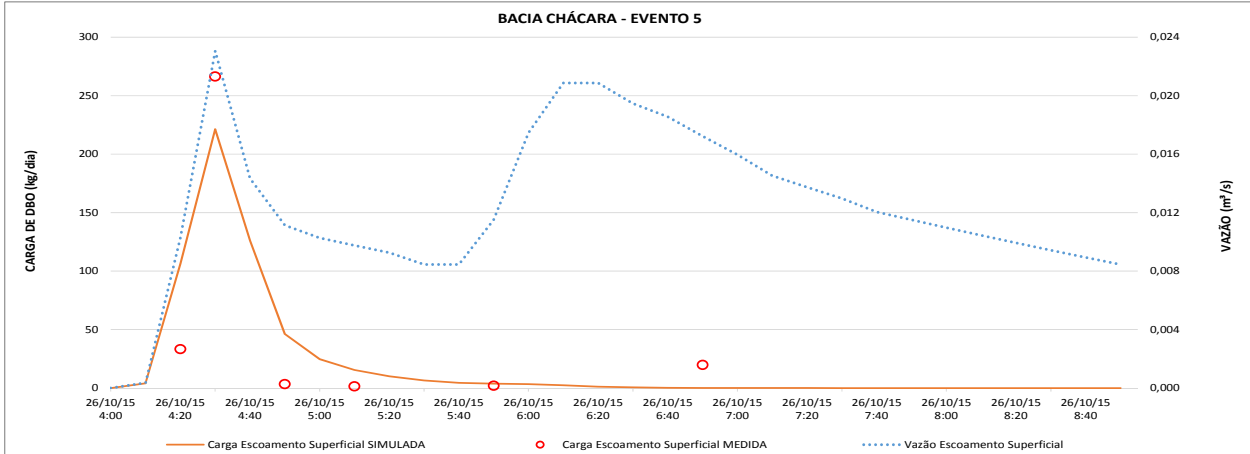


Figura 5.1-4 – Hidrograma e Polutograma de Eventos de Chuva na Bacia Chácara – DQO



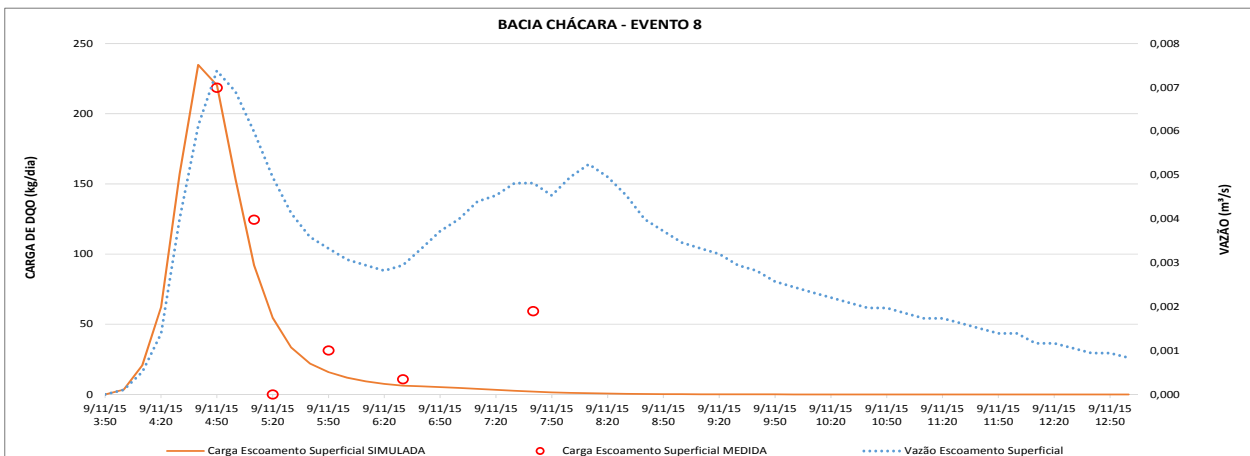
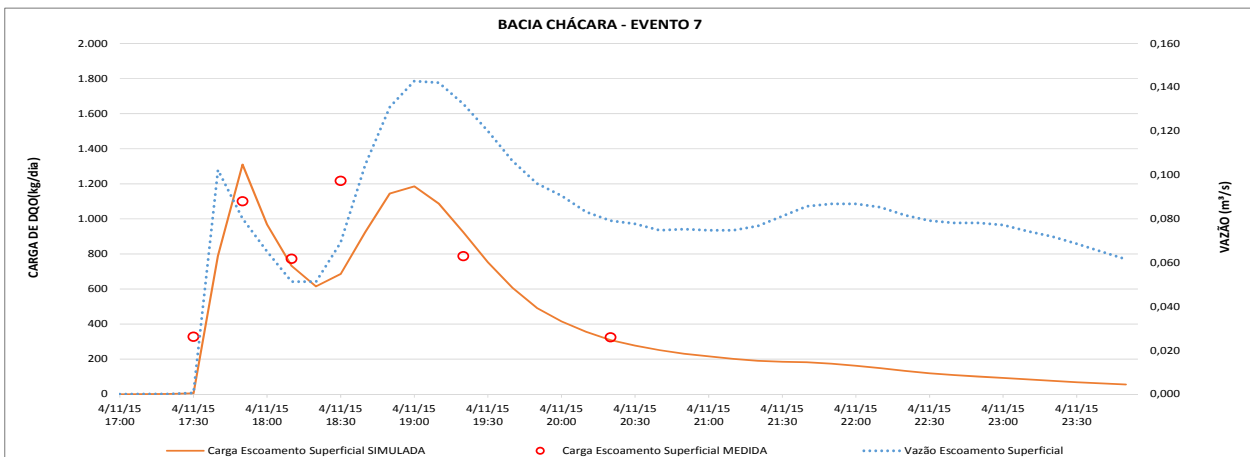
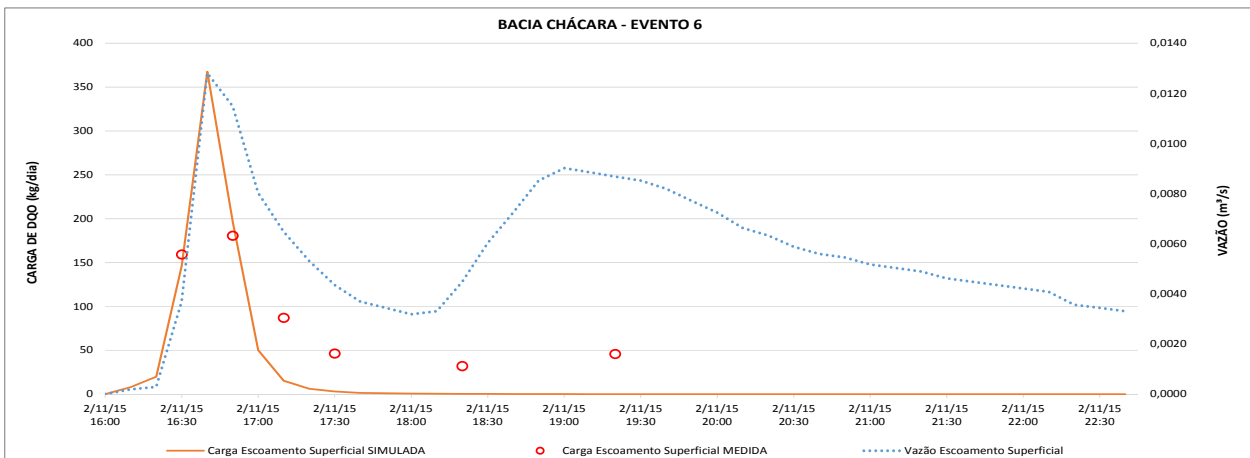
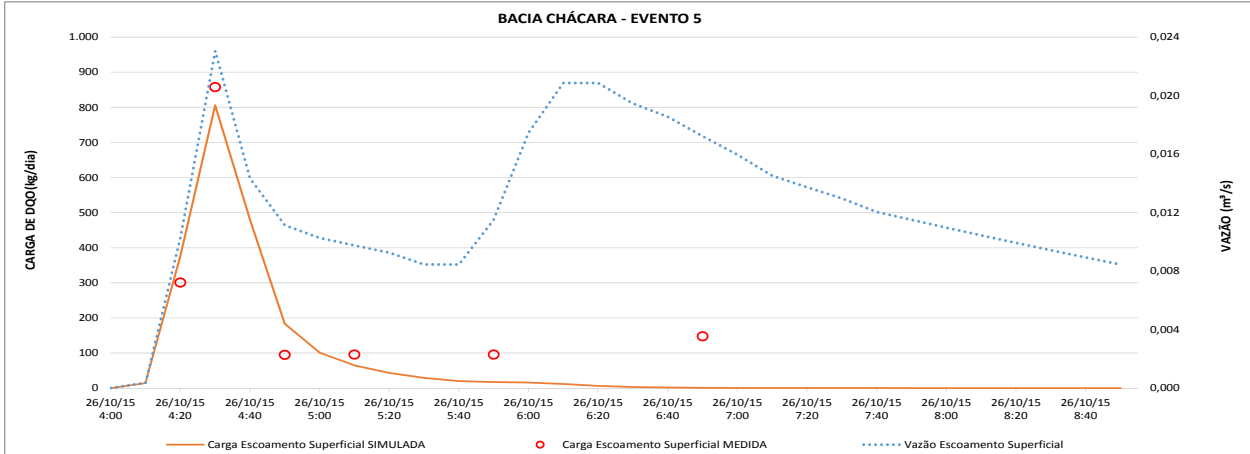
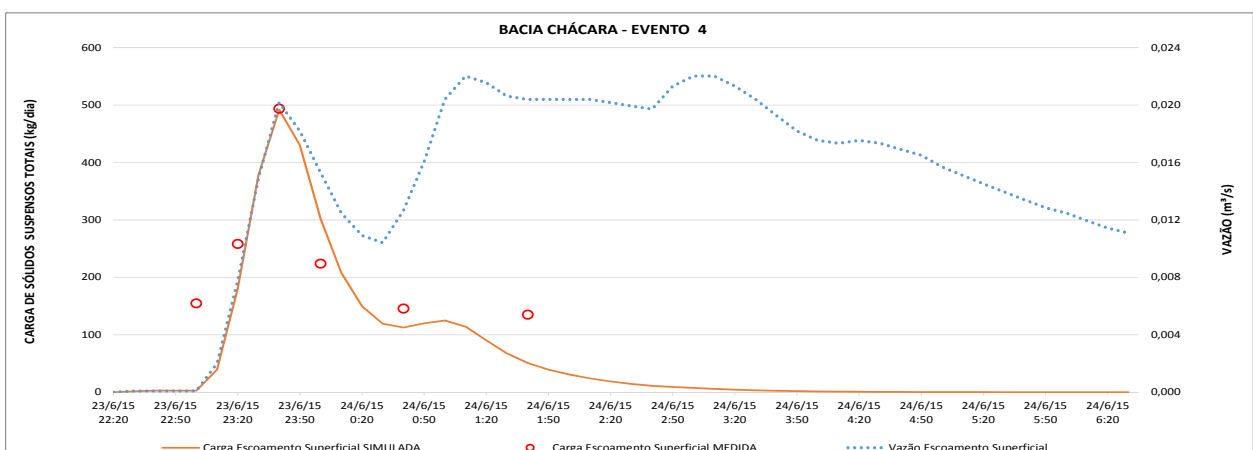
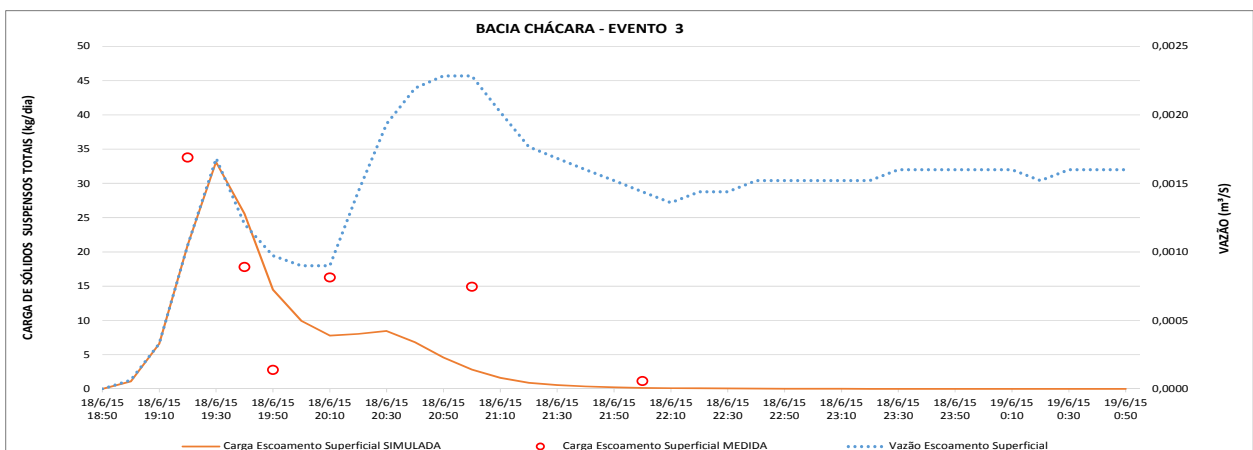
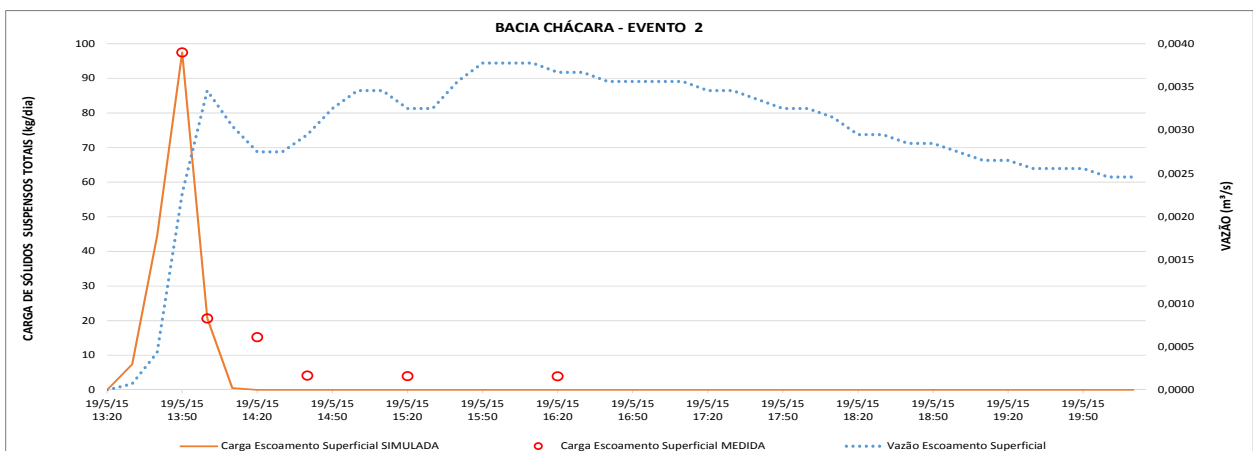
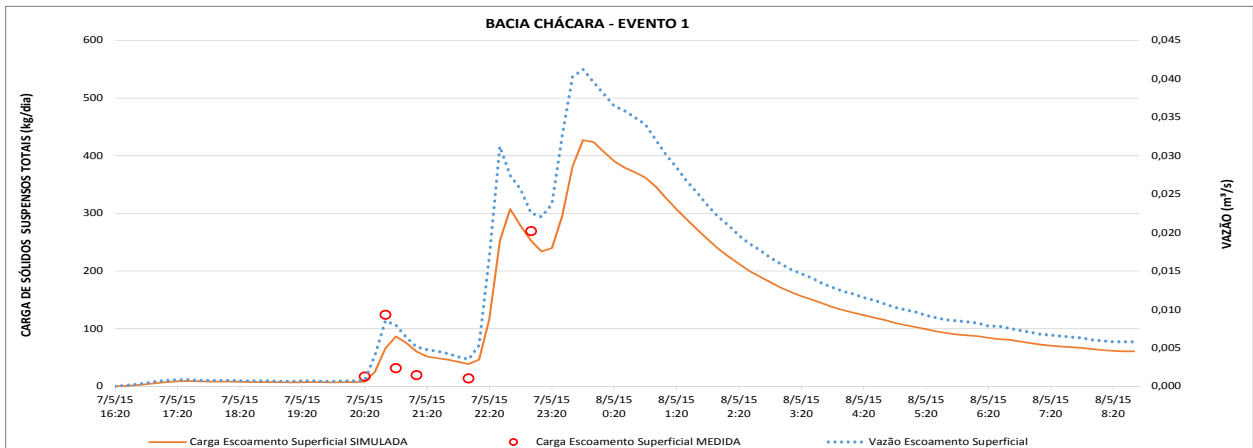


Figura 5.1-5 – Hidrograma e Polutograma de Eventos de Chuva na Bacia Chácara – SST



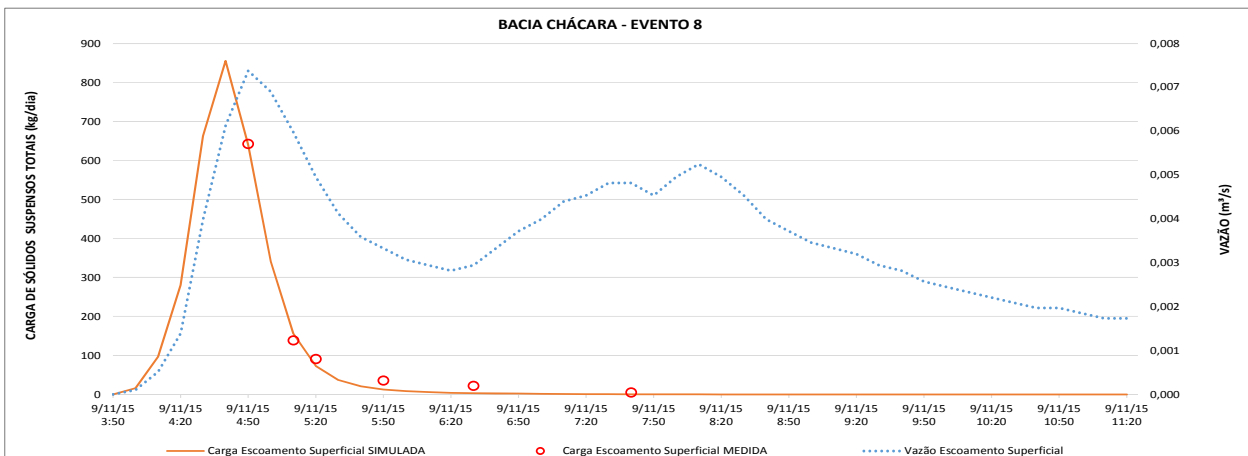
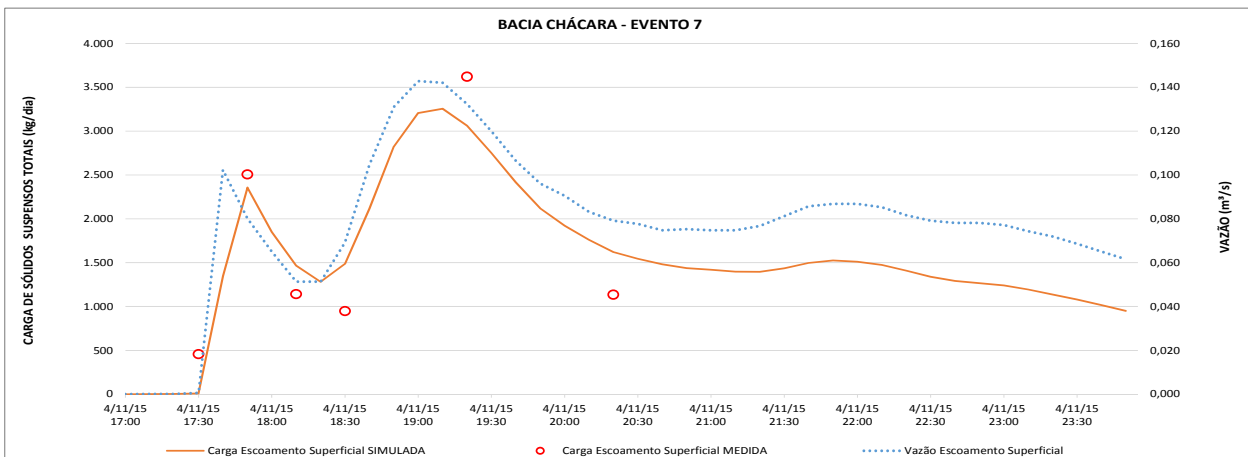
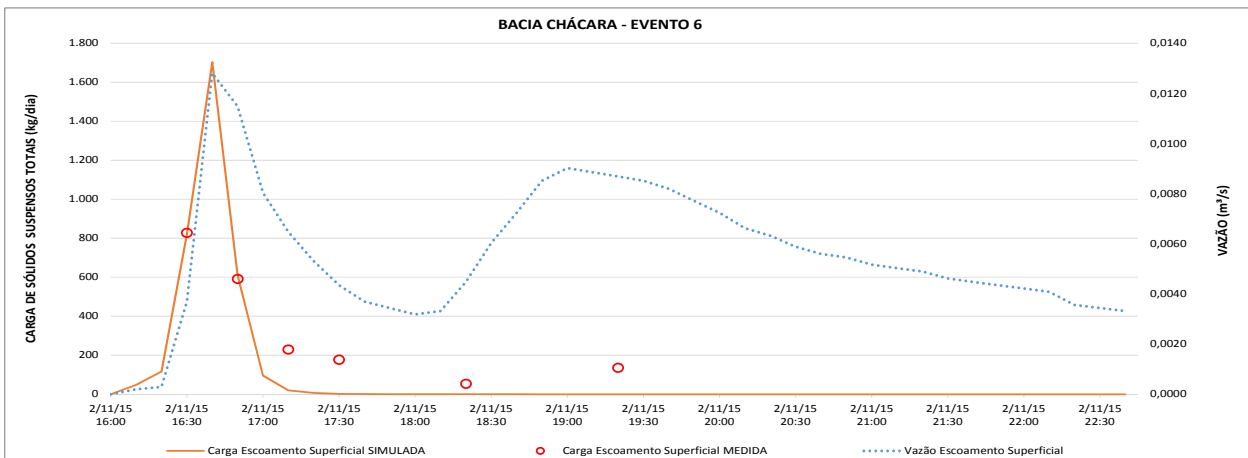
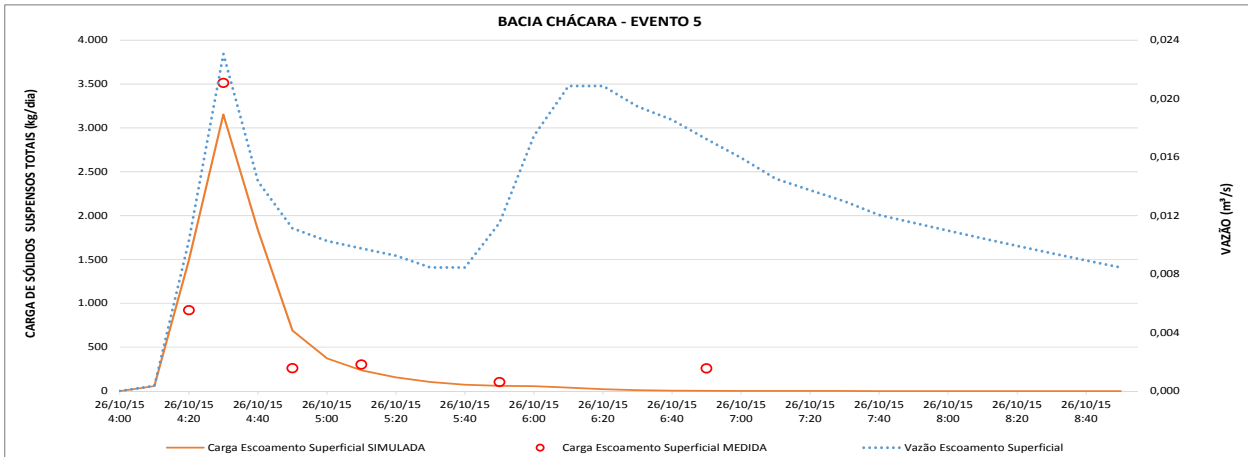


Figura 5.1-6 – Hidrograma e Polutograma de Eventos de Chuva na Bacia Chácara – Coliformes Termotolerantes



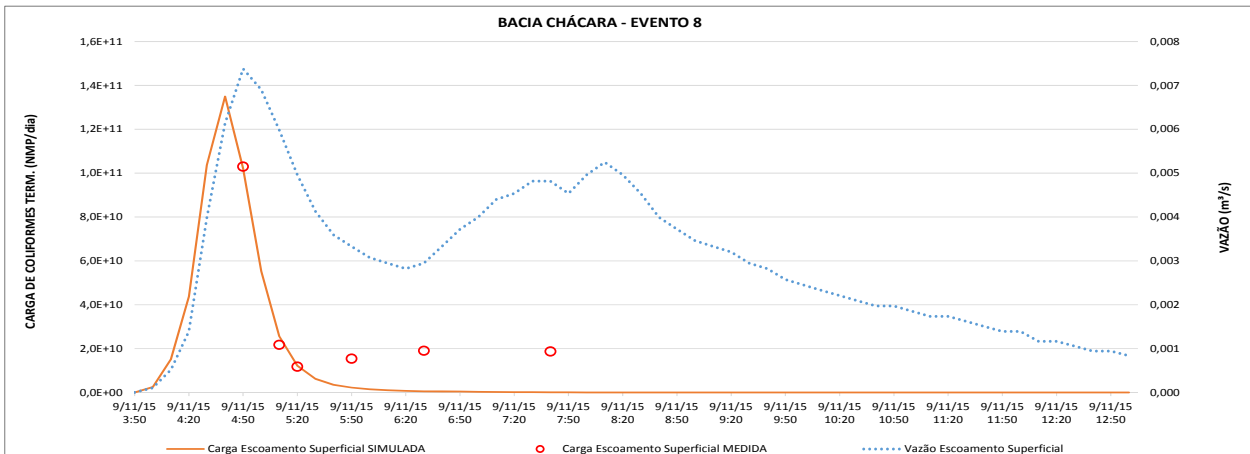
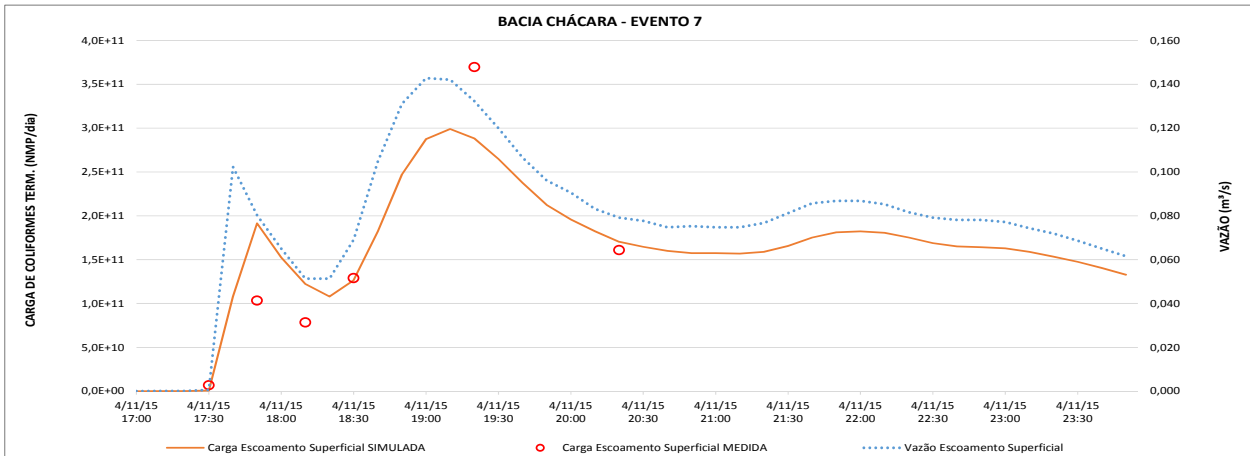
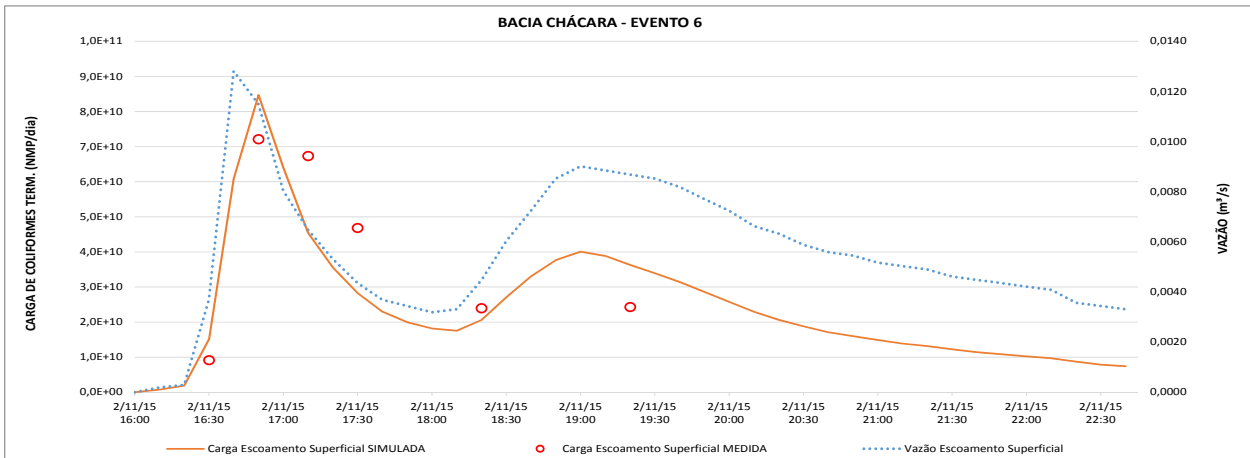
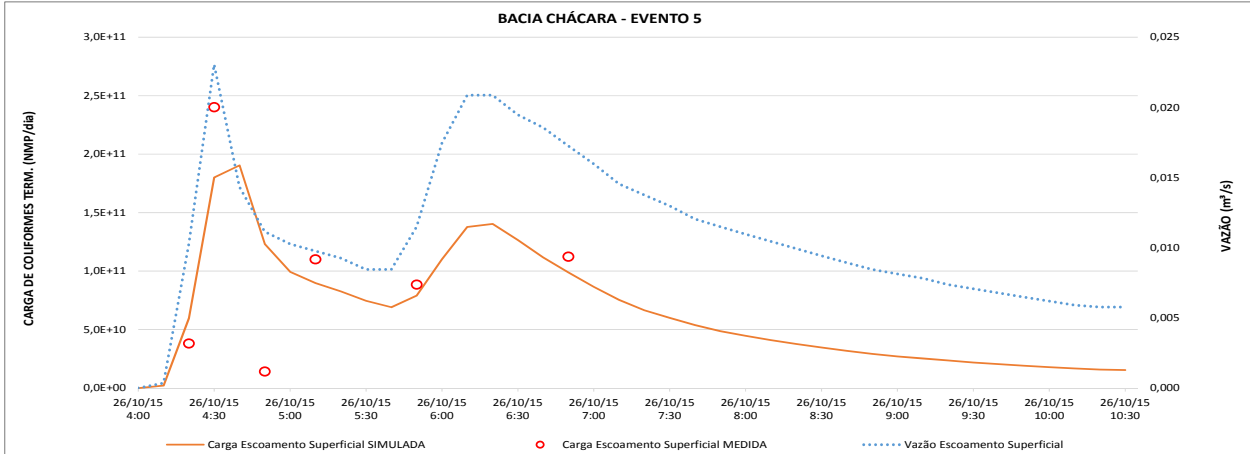
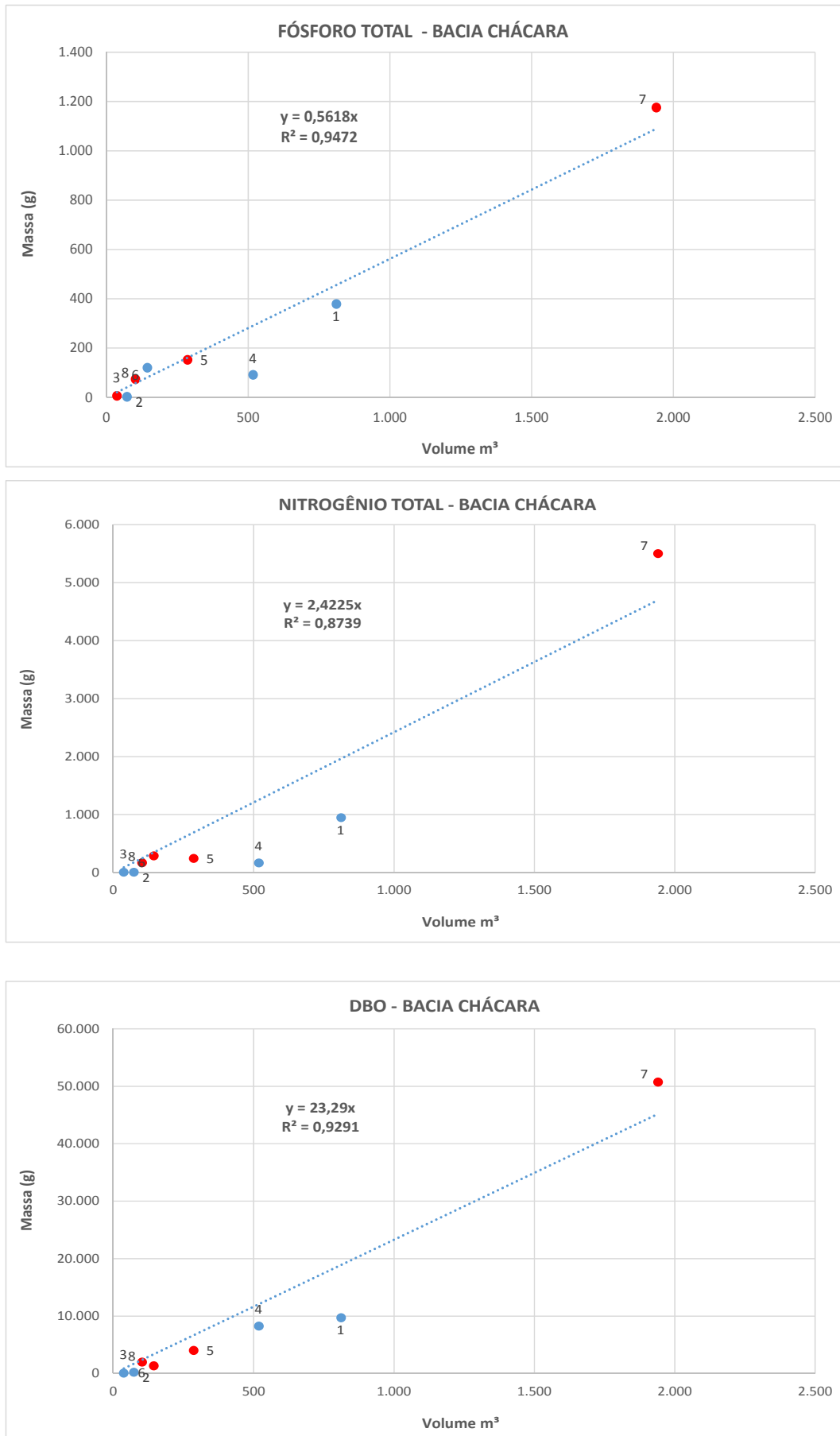
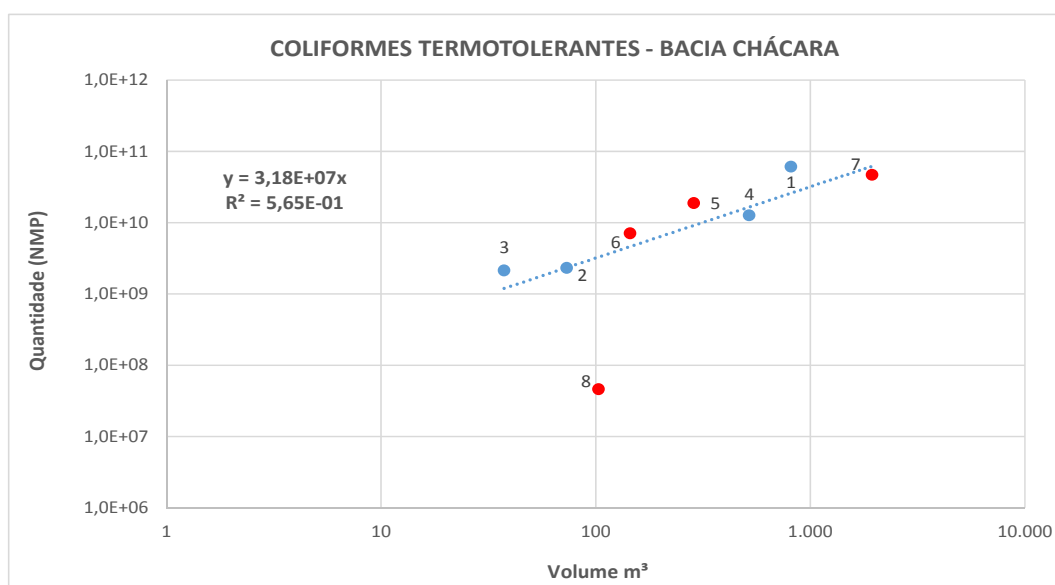
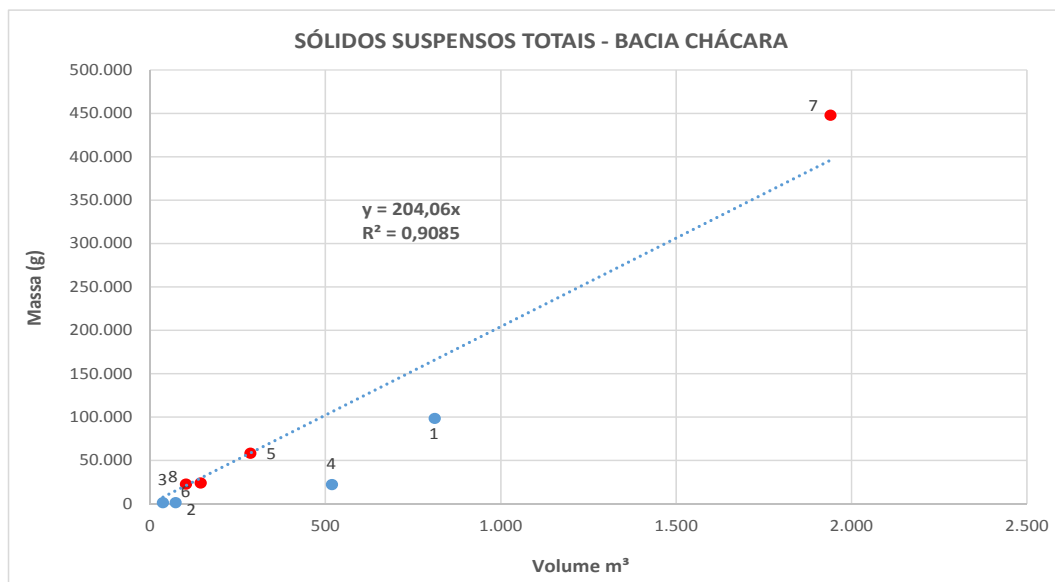
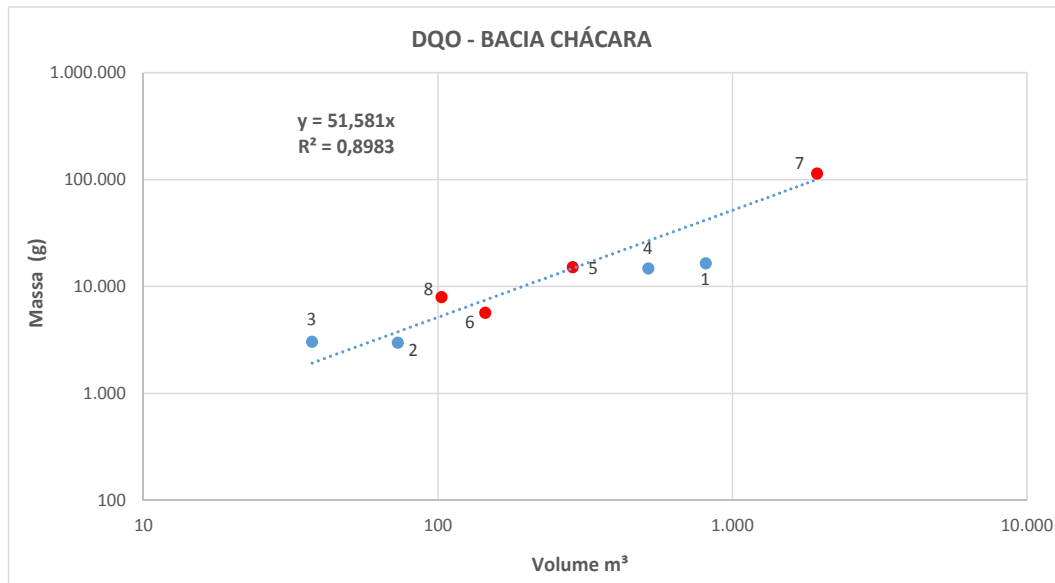


Figura 5.1-7 – Curvas de Tendência e Concentração Média dos Eventos – Bacia Chácara





Concentrações Amostradas nos Eventos

- DQO e DBO: As concentrações médias amostradas de DQO ao longo dos eventos na estação seca variaram entre 16 mg/L a 69 mg/L com média de 44 mg/L. Na estação chuvosa os valores foram sistematicamente superiores, em todos os eventos, sendo que o range de variação foi de 31 mg/L a 351 mg/L com média de 136 mg/L.

As concentrações médias de DBO apresentaram o mesmo comportamento: na estação seca variaram entre 3 mg/L e 22 mg/L com média de 9 mg/L, enquanto na estação chuvosa o range de variação foi de 4 mg/L a 109 mg/L com média de 37 mg/L.

A relação entre DQO e DBO é da ordem de 4,2, semelhante à obtida nas amostragens em tempo seco. A relação entre DQO e TOC é em média 4,0, também semelhante à de tempo seco.

- As concentrações médias amostradas de PT ao longo dos eventos na estação seca tiveram variação entre 0,016 mg/L (limite de quantificação) a 0,801 mg/L com média de 0,252 mg/L. Na estação chuvosa o range de variação foi de 0,275 mg/L a 2,81 mg/L com média de 1,206 mg/L.
- A concentração média de NT nos eventos da estação seca de 0,55 mg/L foi um quarto da observada nos eventos da estação chuvosa (2,76 mg/L). A concentração de Nitrato representa cerca de 10,6% do NT, assim como Nitrito representa cerca de 1,6% do NT, valores semelhantes às amostragens em tempo seco; a concentração de NAmoniacal é cerca de 9,6% da concentração de NKT.
- A concentração de Sólidos Suspensos nos eventos amostrados variou de 32 a 410 mg/L na estação seca e de 38 a 1420 mg/L nos eventos da estação chuvosa. As concentrações médias foram, respectivamente 93 e 315 mg/L.
- As densidades médias de coliformes termotolerantes nas duas estações foram muito semelhantes: $3,2 \times 10^3$ e $2,9 \times 10^3$ NMP/100mL.

Carga dos Eventos Amostrados e Concentração Média dos Eventos (CME)

A Tabela 5.1-3 resume os resultados da Concentração Média dos Eventos, obtida dos gráficos de correção antes apresentados e as cargas poluidoras em cada evento amostrado.

Tabela 5.1-3 – Bacia Chácara – CME e Cargas em Eventos de Chuva

BACIA CHÁCARA						
Amostragens	PT	NT	DQO	DBO	SST	Coliformes Termo.
Carga nos Eventos de Chuva (kg/dia e NMP/dia)						
1º Evento de Chuva (1.440 min)	0,378	0,95	11,42	9,71	0,19	6,1E+10
2º Evento de Chuva (420 min)	0,007	0,02	7,10	0,65	4,07	7,9E+09
3º Evento de Chuva (430 min)	0,019	0,02	10,18	0,24	3,59	7,1E+09
4º Evento de Chuva (630 min)	0,209	0,38	33,62	18,85	50,31	2,8E+10
5º Evento de Chuva (490 min)	0,446	0,71	44,37	11,77	170,61	5,5E+10
6º Evento de Chuva (460 min)	0,377	0,90	17,77	4,15	74,44	2,2E+10
7º Evento de Chuva (420 min)	4,030	18,86	390,46	173,83	1.534,31	1,6E+11
8º Evento de Chuva (835 min)	0,127	0,42	19,64	4,86	55,58	1,1E+08
Concentração Média dos Eventos - CME (mg/L e NMP/100mL)	0,562	2,42	51,6	23,3	204	3,2E+03

5.2 Eventos de Chuva – Bacia Reflorestamento

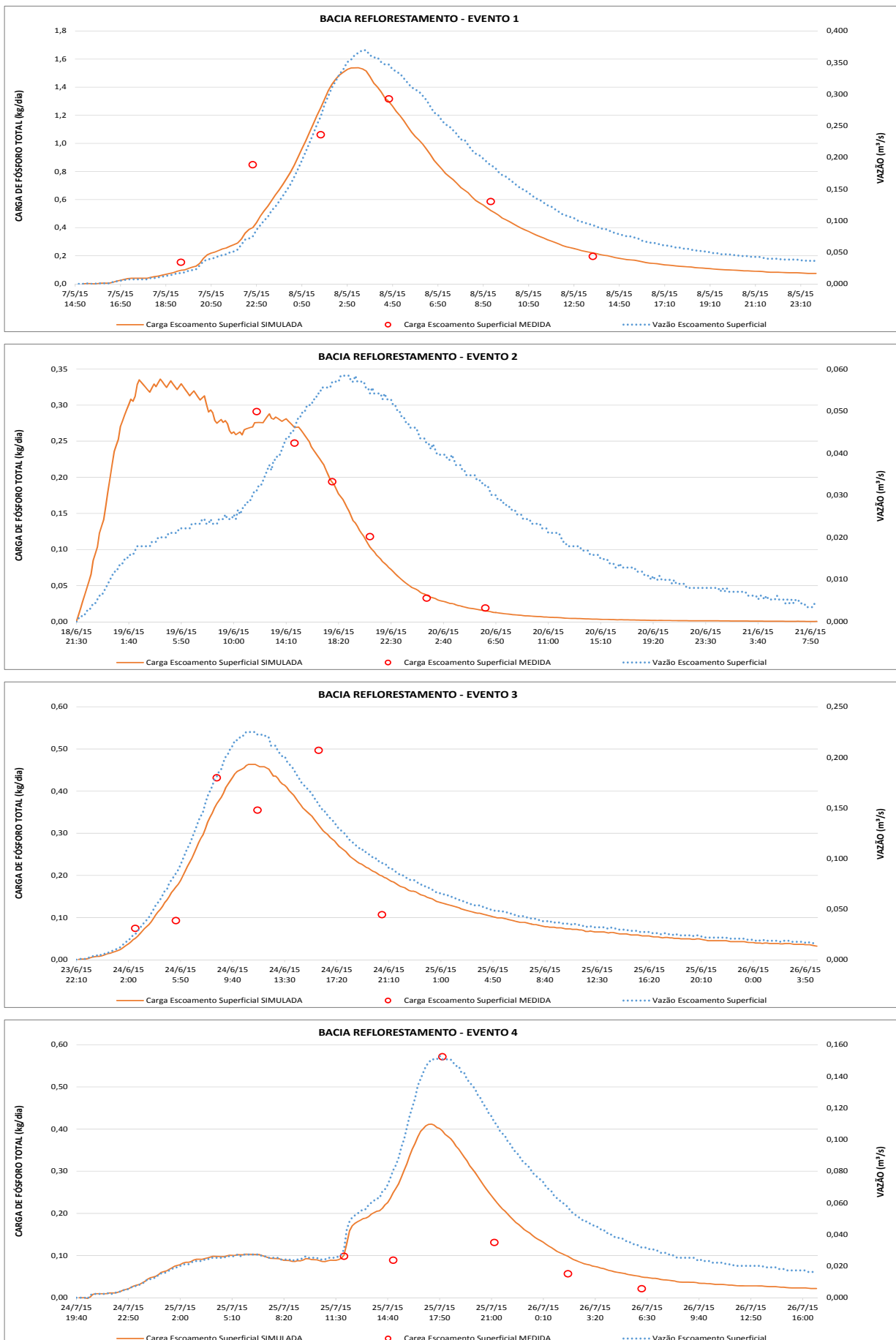
Tabela 5.2-1 – Eventos de Chuva – Bacia reflorestamento - Estação Seca

Evento de Chuva na Estação Seca	Horário da Coleta da Amostra	GRUPO 1					GRUPO 2					N t (mg/L)
		DQO (mg/L)	TOC (mg/L)	P t (mg/L)	NKT (mg/L)	N Amon t (mg/L)	DBO 5,20 (mg/L)	SST (mg/L)	Coli. T. (NMP/100mL)	Nitratos (mg/L)	Nitritos (mg/L)	
Limite de Quantificação		6	1	0,016	0,18	0,023	2	15	100	0,008	0,004	-
Bacia Reflorestamento												
1º Evento 07 e 08/05/2015	19:35	39	4,8	0,037	0,26	<LQ	4	40	1,7E+03	0,120	<LQ	0,38
	22:36	39	5,2	0,077	0,33	<LQ	3	73	9,0E+02	0,070	<LQ	0,40
	01:37	41	7,5	0,041	0,34	<LQ	3	59	6,0E+02	0,073	<LQ	0,42
	04:38	31	9,7	0,040	0,33	0,048	3	58	2,0E+02	0,039	<LQ	0,37
	09:11	57	9,4	0,032	0,51	<LQ	3	13	1,0E+03	0,068	<LQ	0,58
	13:42	39	6,2	0,023	0,43	<LQ	4	19	2,0E+02	0,069	<LQ	0,50
Média	-	41	7,1	0,042	0,37	0,027	3	44	5,8E+02	0,073	0,004	0,44
2º Evento 19 e 20/06/2015	11:49	32	11,7	0,051	0,20	0,050	7	30	1,1E+03	0,203	<LQ	0,41
	14:50	21	7,6	0,039	0,18	0,050	5	26	4,0E+02	0,156	0,008	0,34
	17:51	21	8,3	0,030	0,25	<LQ	5	<LQ	9,0E+02	0,167	<LQ	0,42
	20:52	23	9,4	0,023	<LQ	<LQ	4	38	3,0E+02	0,169	<LQ	0,35
	01:25	49	7,2	<LQ	0,19	<LQ	4	<LQ	3,0E+02	0,188	<LQ	0,38
	05:56	21	6,6	<LQ	<LQ	0,041	4	<LQ	2,0E+02	0,225	<LQ	0,41
Média	-	28	8,5	0,029	0,20	0,035	5	23	4,4E+02	0,185	0,005	0,39
3º Evento 24/06/2015	02:29	14	6,8	0,025	<LQ	<LQ	5	13	7,0E+02	0,096	<LQ	0,28
	05:30	15	5,3	<LQ	0,49	<LQ	4	<LQ	2,2E+03	0,091	<LQ	0,59
	08:31	23	9,0	0,026	0,51	<LQ	4	25	1,6E+03	0,137	<LQ	0,65
	11:32	41	9,8	0,019	0,29	<LQ	7	<LQ	2,3E+03	0,164	<LQ	0,46
	16:05	28	9,6	0,033	0,37	<LQ	6	<LQ	<100	0,147	<LQ	0,52
	20:36	22	12,5	<LQ	0,37	<LQ	5	<LQ	4,0E+02	0,147	<LQ	0,52
Média	-	24	8,8	0,023	0,37	0,023	5	16	7,8E+02	0,130	0,004	0,50
4º Evento 25 e 26/07/2015	12:03	25	5,4	0,027	0,23	0,074	<LQ	46	2,0E+02	0,038	<LQ	0,27
	15:04	35	7,2	<LQ	<LQ	<LQ	10	35	7,0E+02	0,109	<LQ	0,29
	18:05	40	9,7	0,038	0,26	<LQ	5	<LQ	3,0E+02	0,134	<LQ	0,40
	21:06	37	10,0	<LQ	0,31	<LQ	9	<LQ	1,0E+02	0,158	<LQ	0,47
	01:39	47	7,9	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	1,0E+02	0,155	<LQ	0,34
	06:10	49	6,1	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	1,3E+02	0,131	<LQ	0,32
Média	-	39	7,7	0,022	0,22	0,032	5	24	1,9E+02	0,121	0,004	0,35
Média Geral	-	33	8,0	0,029	0,29	0,029	5	27	5,0E+02	0,127	0,004	0,42

Tabela 5.2-2 – Eventos de Chuva –Bacia reflorestamento - Estação Chuvosa

Evento de Chuva na Estação Chuvosa	Horário da Coleta da Amostra	GRUPO 1					GRUPO 2					N t (mg/L)
		DQO (mg/L)	TOC (mg/L)	P t (mg/L)	NKT (mg/L)	N Amon t (mg/L)	DBO 5,20 (mg/L)	SST (mg/L)	Coli. T. (NMP/100mL)	Nitratos (mg/L)	Nitritos (mg/L)	
Limite de Quantificação		6	1	0,016	0,180	0,023	2	15	1,0E+00	0,008	0,004	-
Bacia Reflorestamento												
5º Evento 29/11/2015	00:43	50	8,1	0,102	0,410	0,050	4	23	1,9E+03	0,111	0,021	0,54
	03:44	58	10,0	0,111	0,440	0,033	5	63	3,6E+03	0,048	<LQ	0,49
	06:45	58	12,0	0,076	0,530	0,060	<LQ	30	5,1E+03	0,069	<LQ	0,60
	09:46	41	12,0	0,079	0,870	0,069	12	30	5,4E+03	0,066	<LQ	0,94
	14:19	74	12,0	0,075	1,120	0,067	15	<LQ	1,2E+03	0,057	<LQ	1,18
	18:50	18	9,5	0,094	0,450	0,039	4	21	5,0E+02	0,059	<LQ	0,51
Média	-	50	10,6	0,090	0,637	0,053	7	30	2,2E+03	0,068	0,007	0,71
6º Evento 05 e 06/12/2015	19:23	18	7,8	<LQ	0,380	0,073	3	46	2,8E+03	0,089	0,026	0,50
	22:24	30	12,0	0,071	0,450	0,032	4	31	1,7E+03	0,062	0,039	0,55
	01:25	32	18,0	0,017	0,320	0,078	2	21	2,9E+03	0,116	<LQ	0,44
	04:26	23	13,0	0,020	0,390	0,047	4	25	1,4E+03	0,103	0,005	0,50
	08:59	22	13,0	0,034	0,300	0,032	3	<LQ	1,2E+03	0,112	0,026	0,44
	13:30	19	9,0	<LQ	0,490	0,029	3	<LQ	4,4E+02	0,065	0,018	0,57
Média	-	24	12,1	0,032	0,388	0,049	3	26	1,5E+03	0,091	0,020	0,50
7º Evento 12 e 13/12/2015	15:49	46	5,3	0,045	<LQ	0,053	8	40	2,7E+03	0,136	0,018	0,33
	18:50	24	10,0	0,057	0,520	0,034	6	56	3,9E+03	0,047	<LQ	0,57
	21:51	32	11,8	0,030	0,500	0,045	7	60	7,9E+03	0,169	<LQ	0,67
	00:52	46	12,1	0,065	0,450	0,045	5	52	6,1E+03	0,241	0,013	0,70
	05:25	29	12,6	0,049	0,380	0,050	7	44	4,1E+03	0,112	0,010	0,50
	09:56	53	9,3	0,018	0,570	<LQ	6	22	5,0E+02	0,192	<LQ	0,77
Média	-	38	10,2	0,044	0,433	0,042	7	46	3,2E+03	0,150	0,009	0,59
8º Evento 18 e 19/12/2015	15:24	26	6,9	0,082	0,220	0,064	2	155	5,8E+03	0,154	<LQ	0,38
	18:28	41	8,6	0,057	0,420	0,050	2	60	9,3E+03	0,088	<LQ	0,51
	21:32	72	9,9	0,021	0,510	0,050	2	59	7,8E+03	0,111	<LQ	0,63
	00:34	39	9,7	0,054	0,300	0,047	<LQ	40	6,0E+03	0,143	<LQ	0,45
	05:12	24	7,9	0,030	0,260	0,024	2	20	3,3E+02	0,104	<LQ	0,37
	09:44	27	6,2	0,038	0,610	0,032	3	22	5,0E+02	0,064	0,008	0,68
Média	-	38	8,2	0,047	0,387	0,045	2	59	2,7E+03	0,111	0,005	0,50
Média Geral	-	38	10,3	0,053	0,461	0,047	5	40	2,4E+03	0,105	0,010	0,58

Figura 5.2-1 – Hidrograma e Polutograma de Eventos de Chuva na Bacia Reflorestamento – Fósforo Total



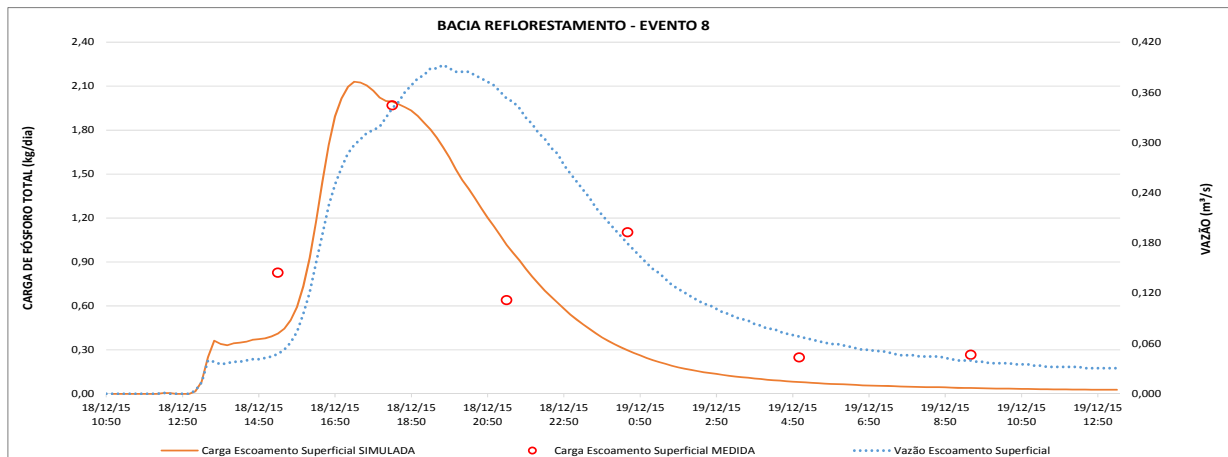
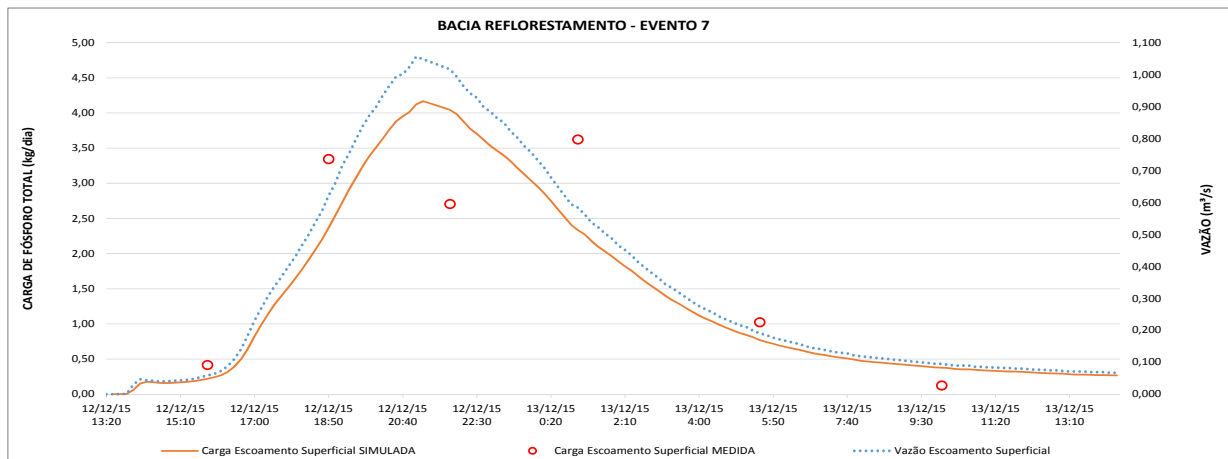
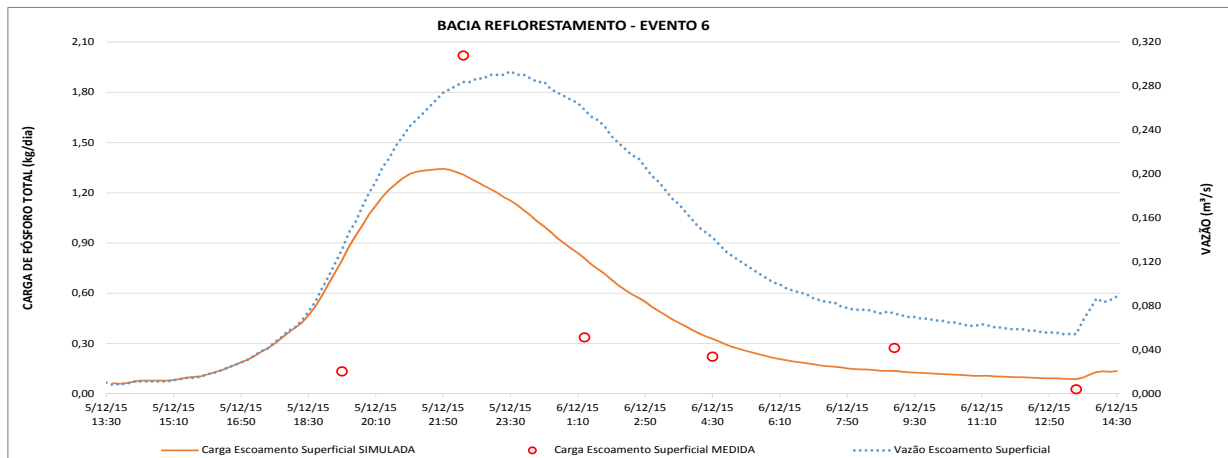
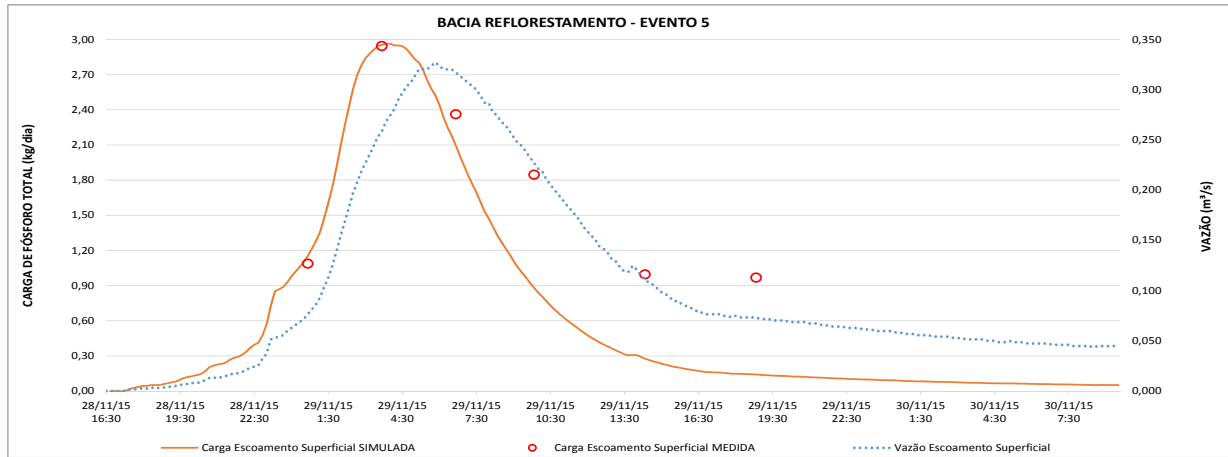
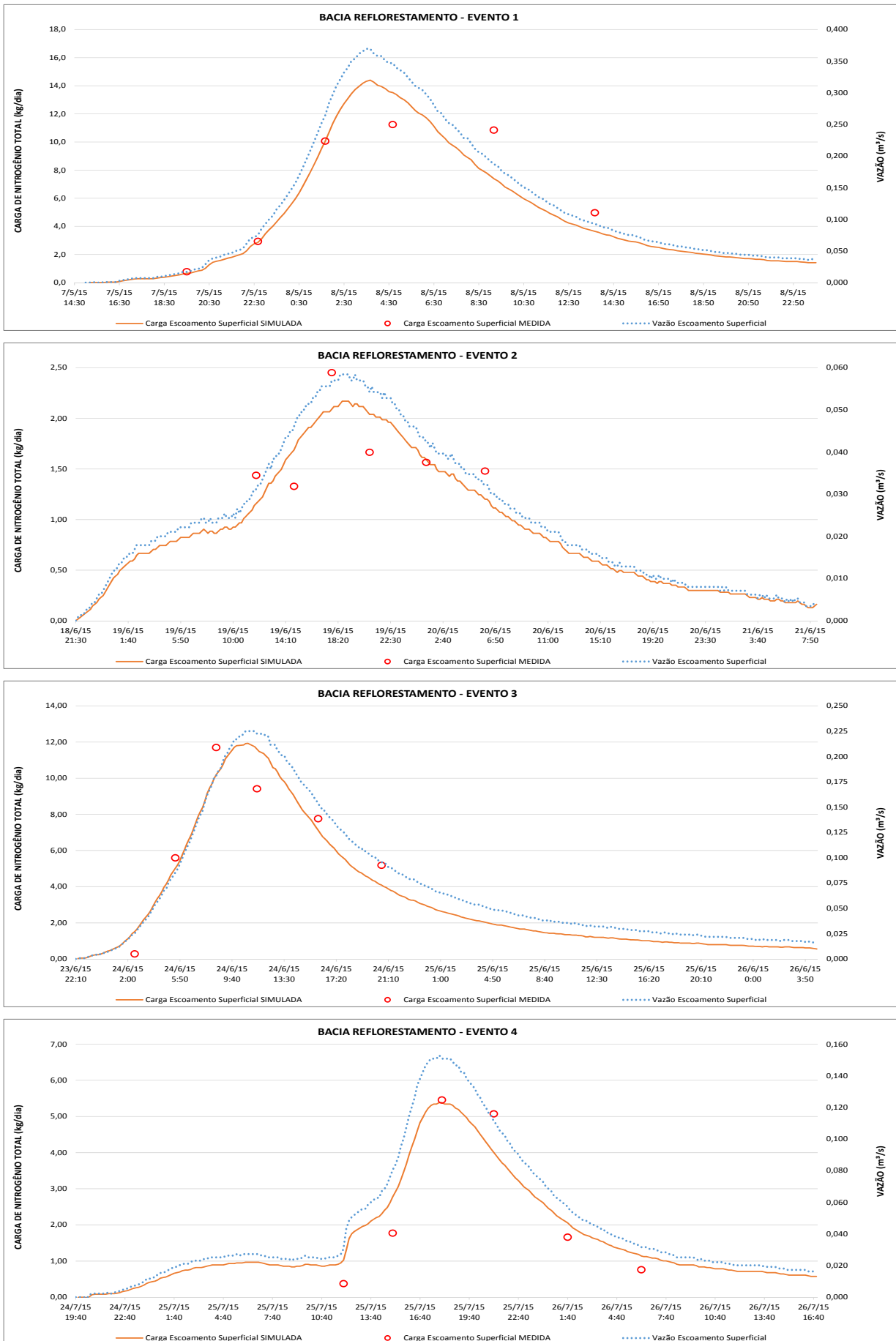


Figura 5.2-2 – Hidrograma e Polutograma de Eventos de Chuva na Bacia Reflorestamento – Nitrogênio Total



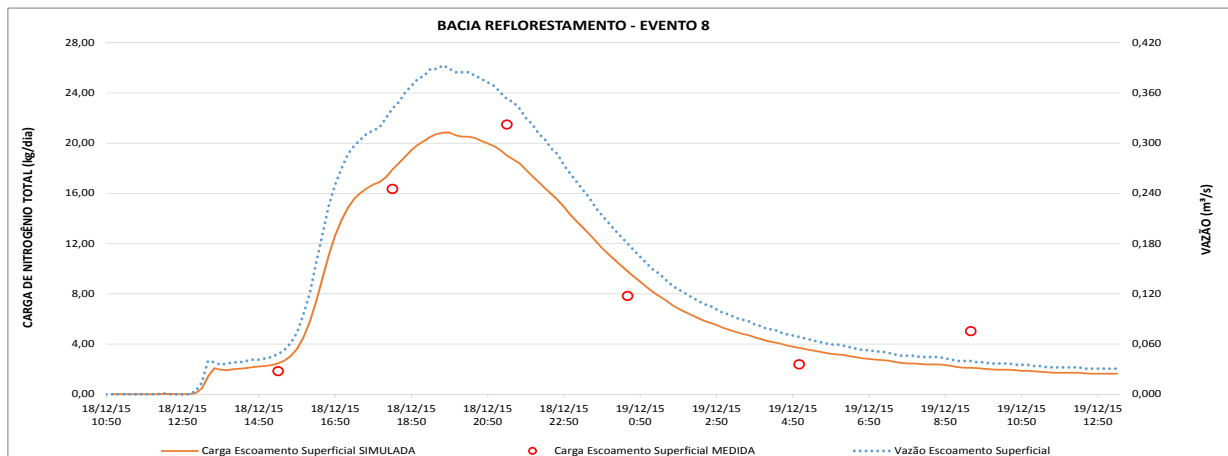
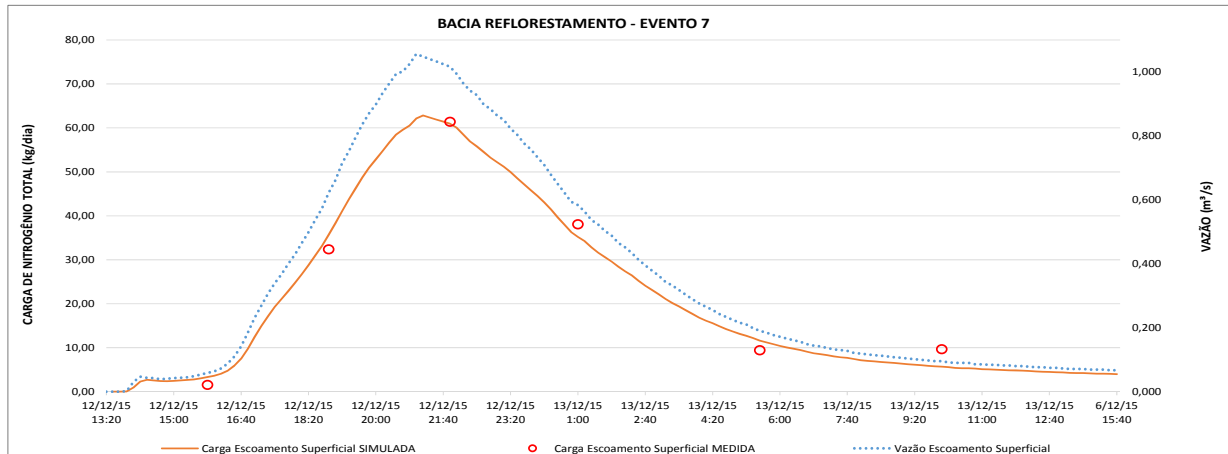
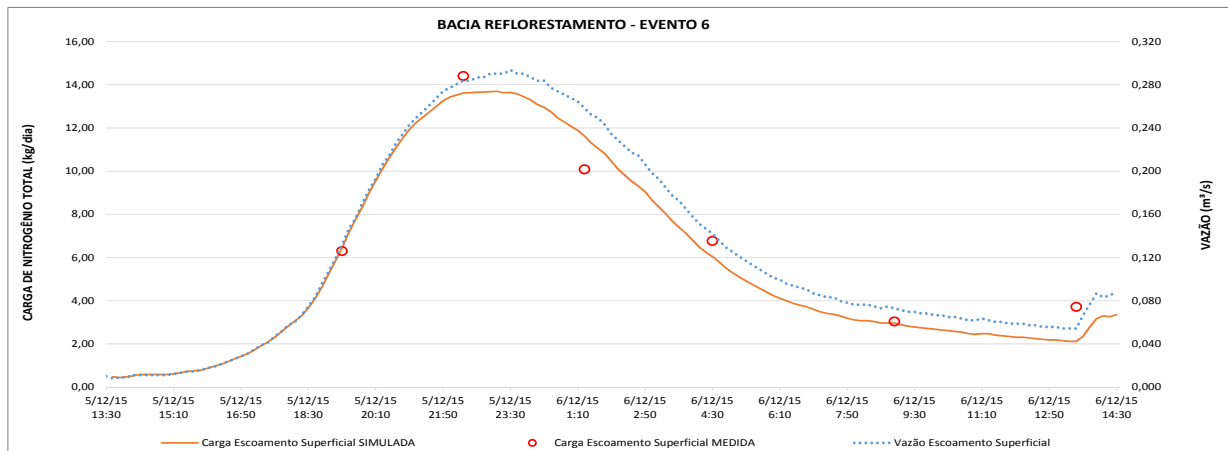
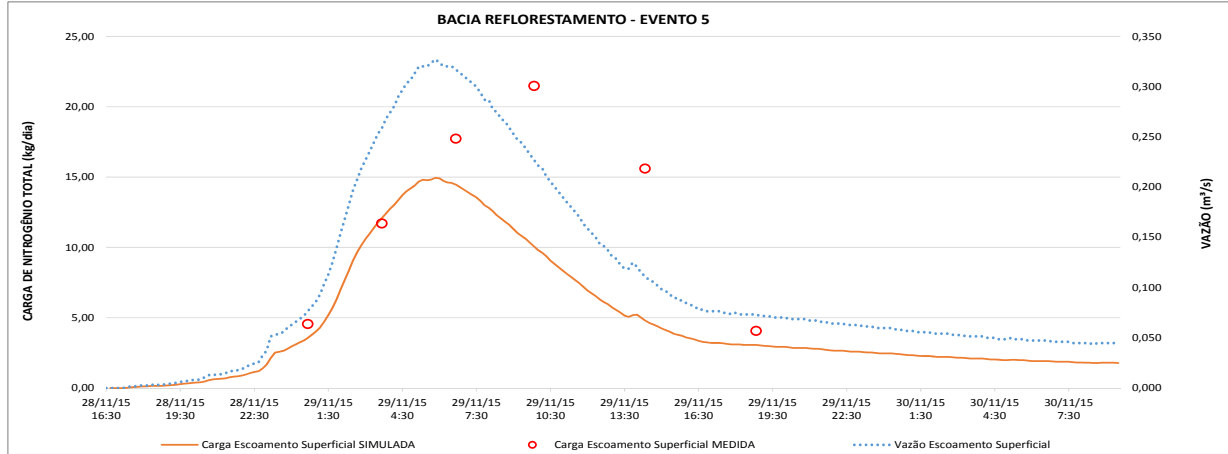


Figura 5.2-3 – Hidrograma e Polutograma de Eventos de Chuva na Bacia Reflorestamento – DBO



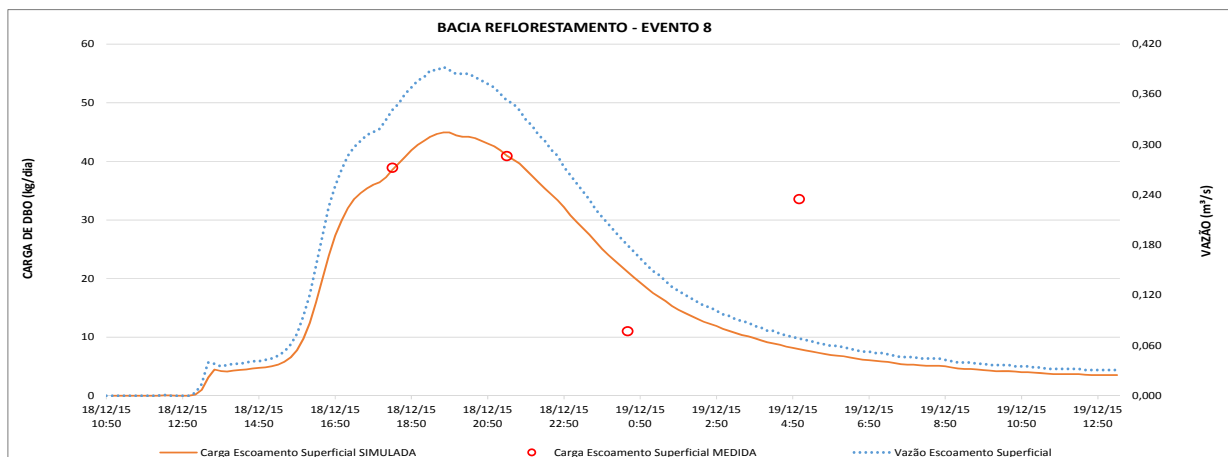
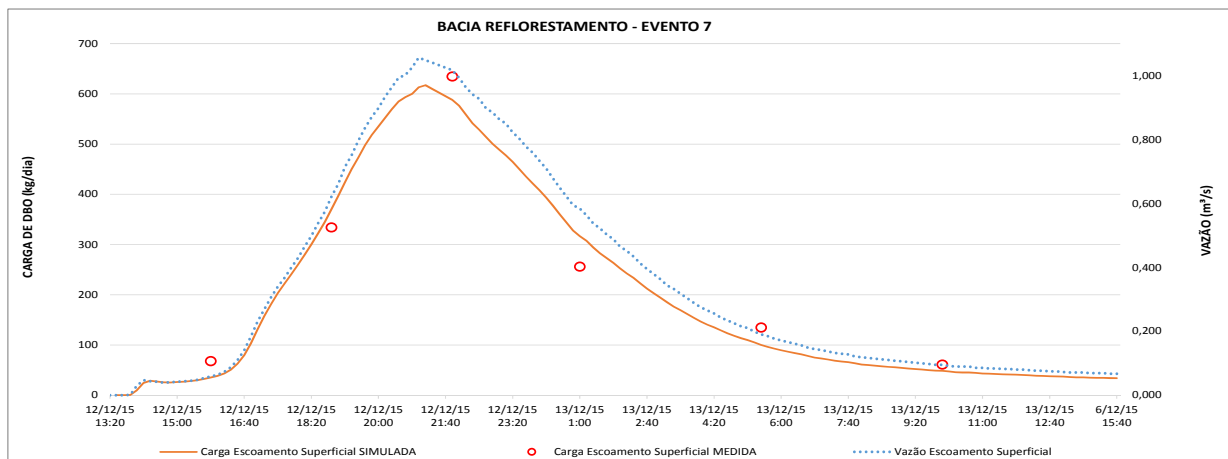
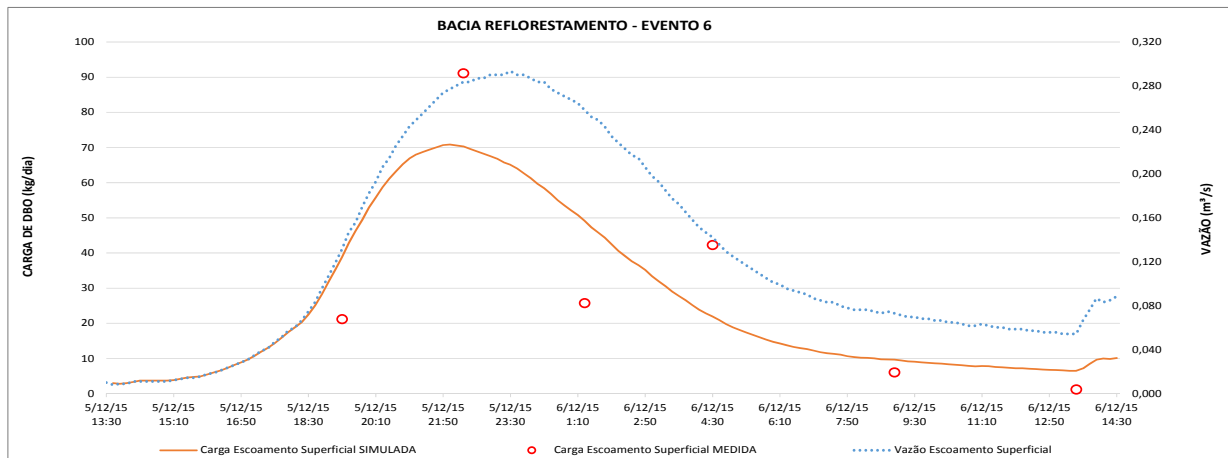
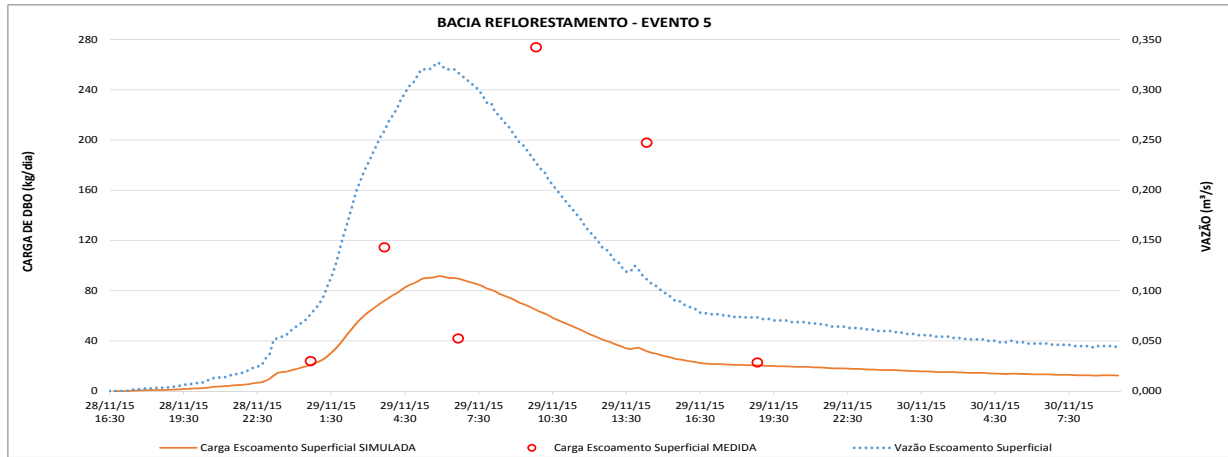
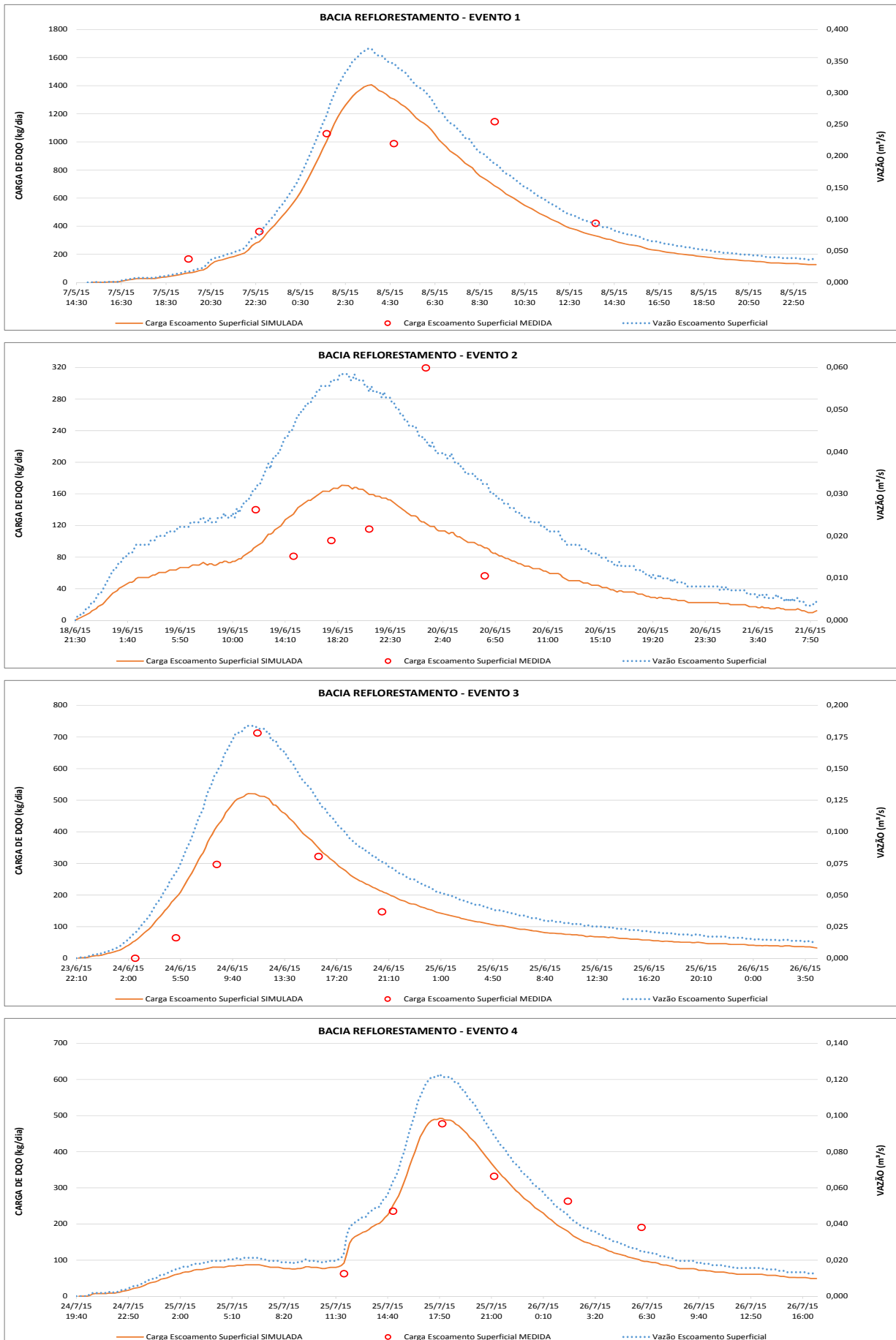


Figura 5.2-4 – Hidrograma e Polutograma de Eventos de Chuva na Bacia Reflorestamento – DQO



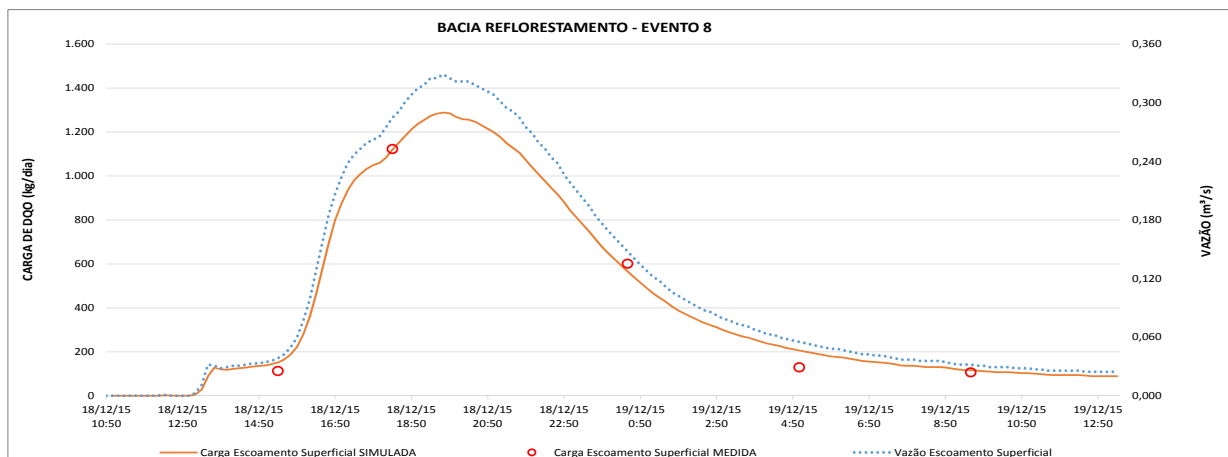
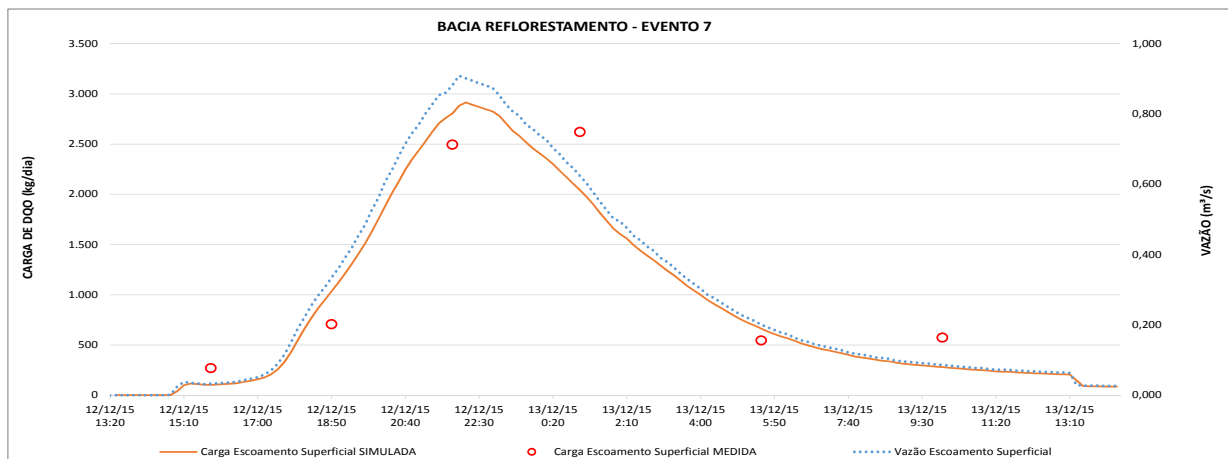
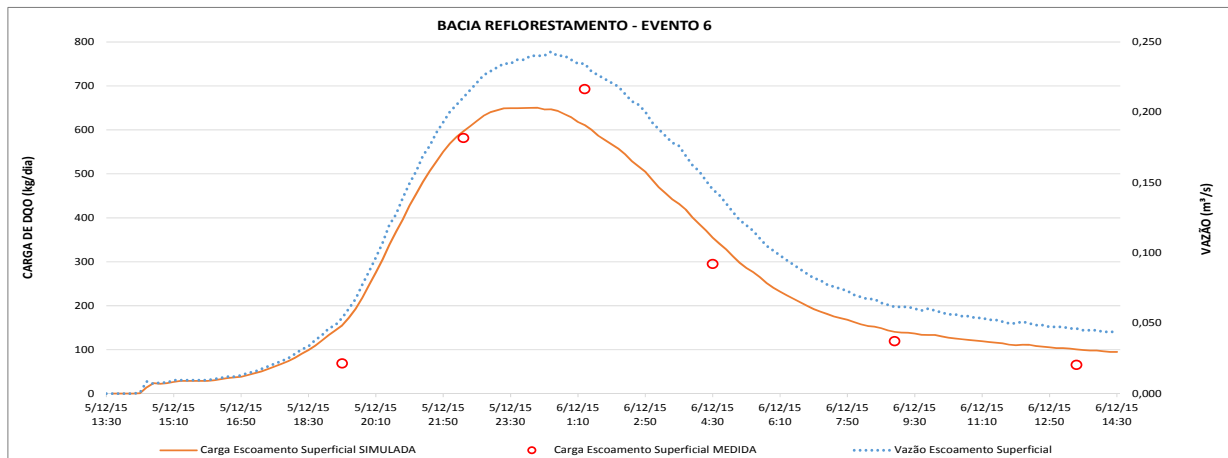
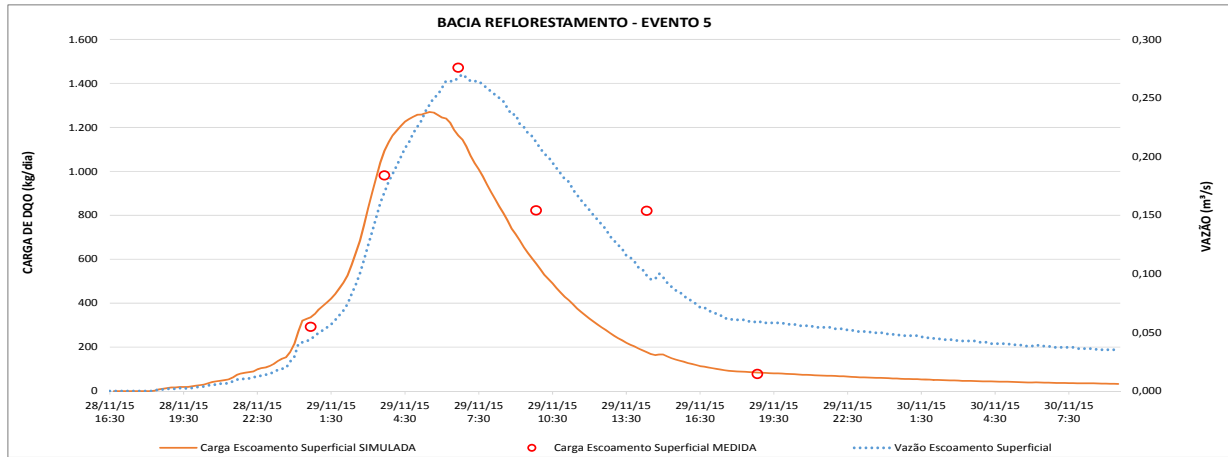
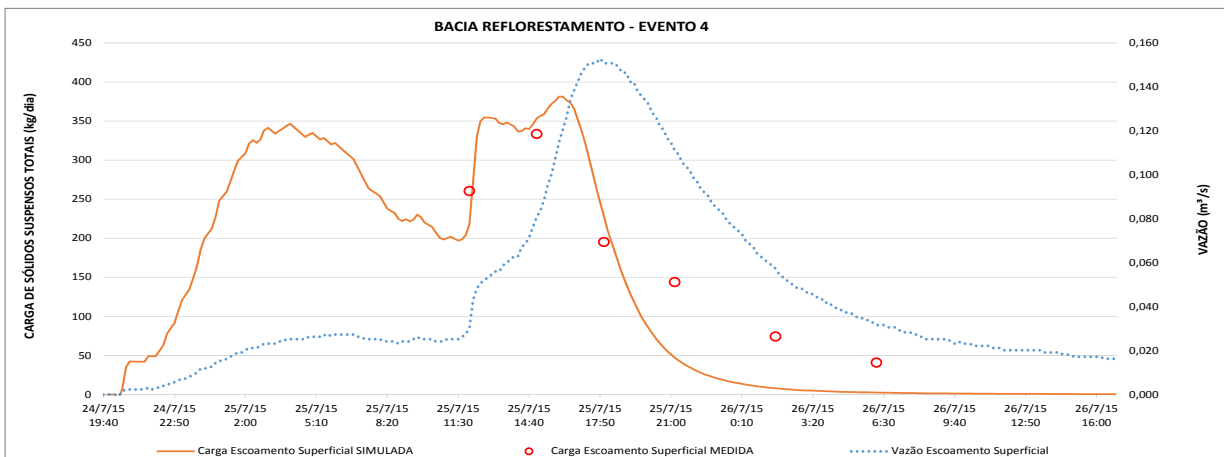
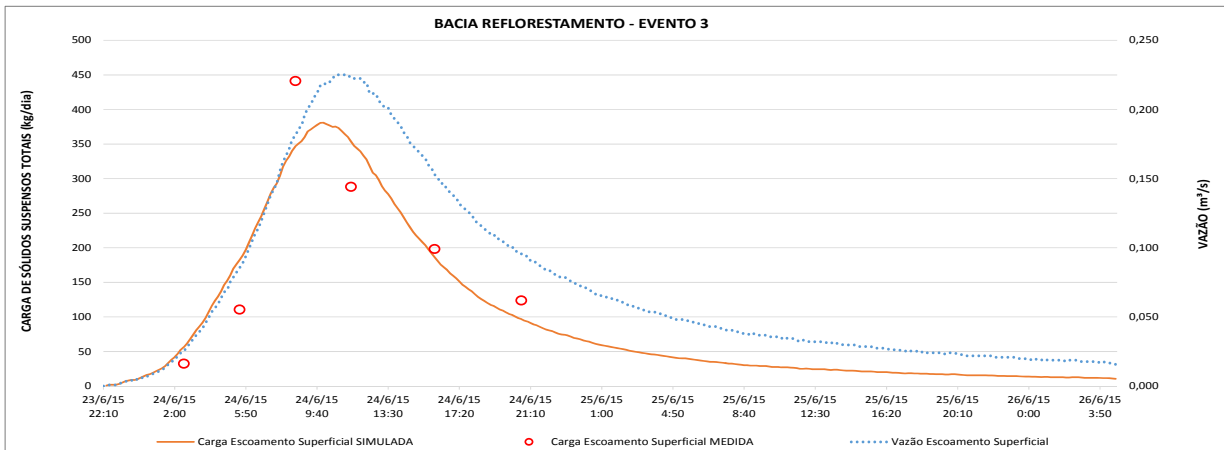
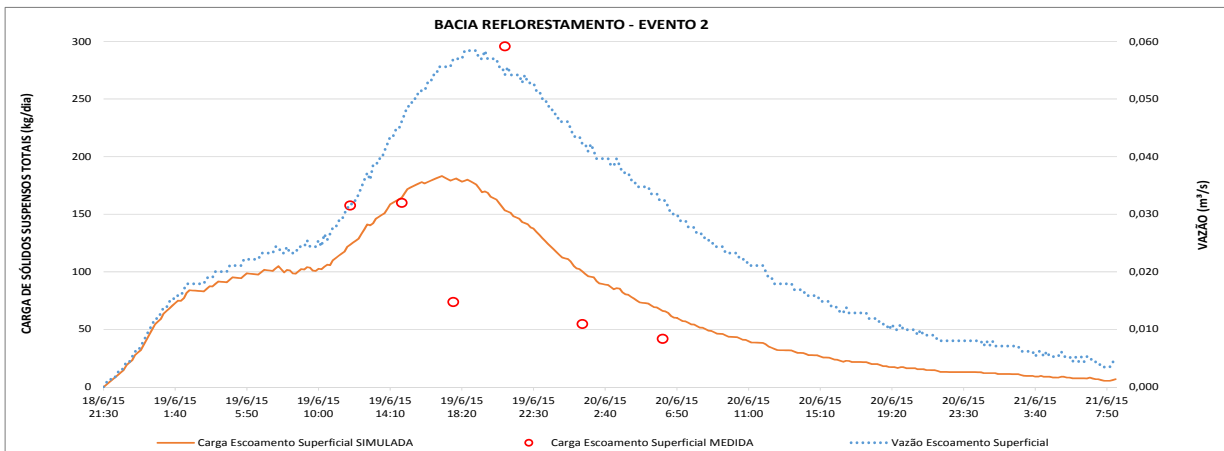
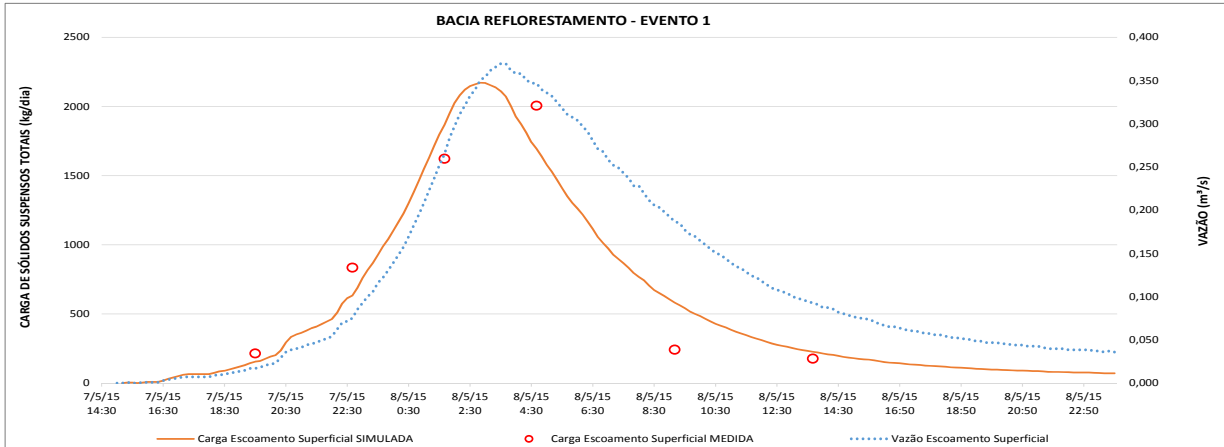


Figura 5.2-5 – Hidrograma e Polutograma de Eventos de Chuva na Bacia Reflorestamento – SST



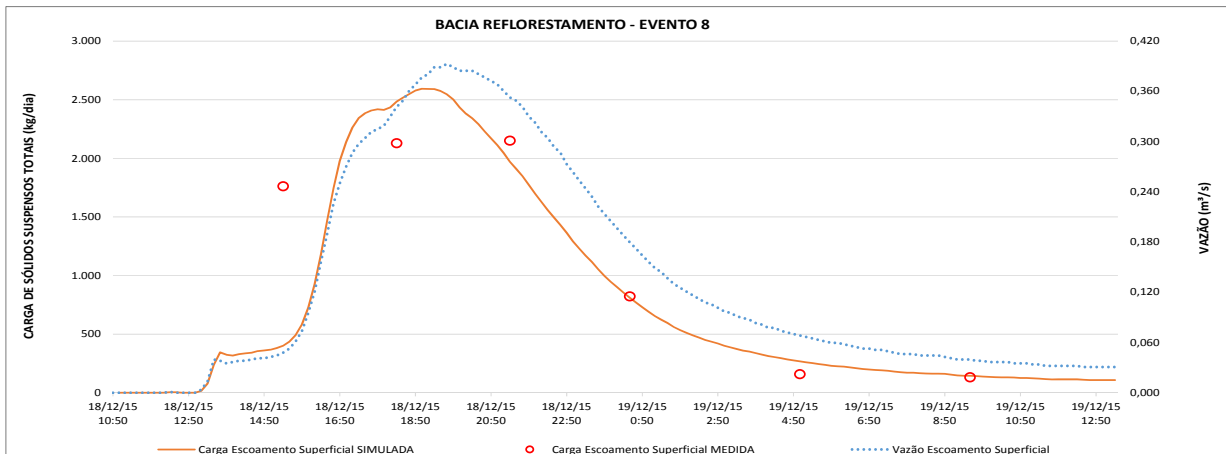
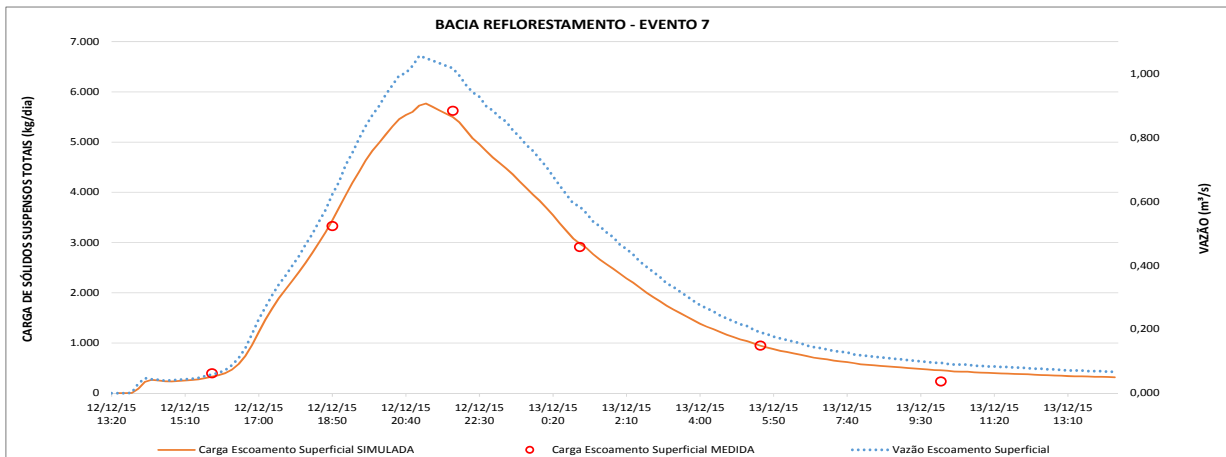
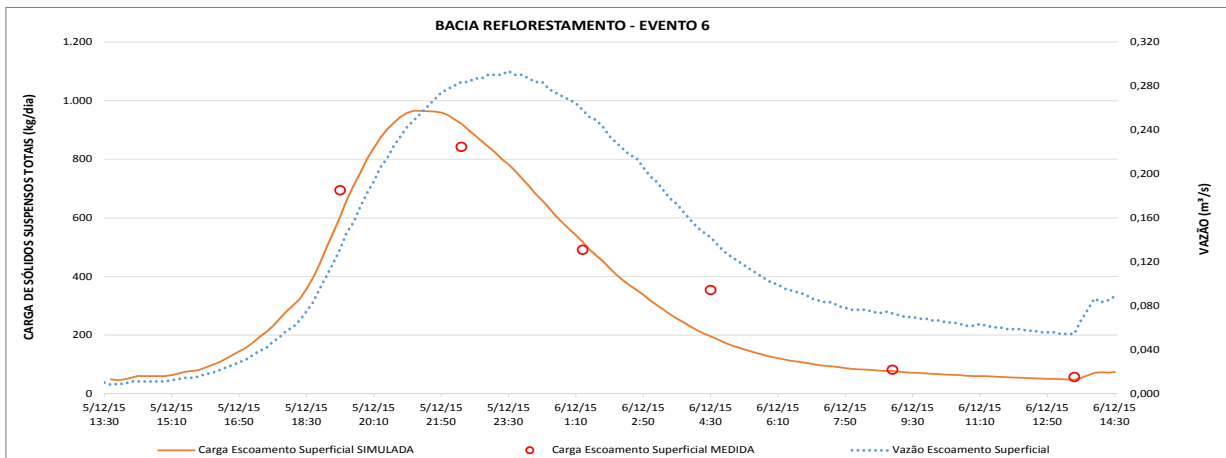
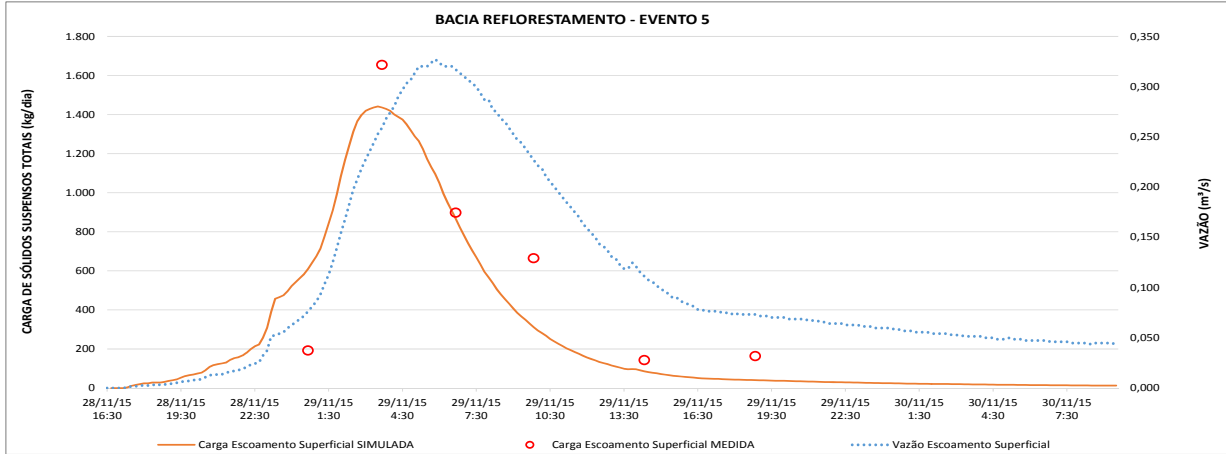
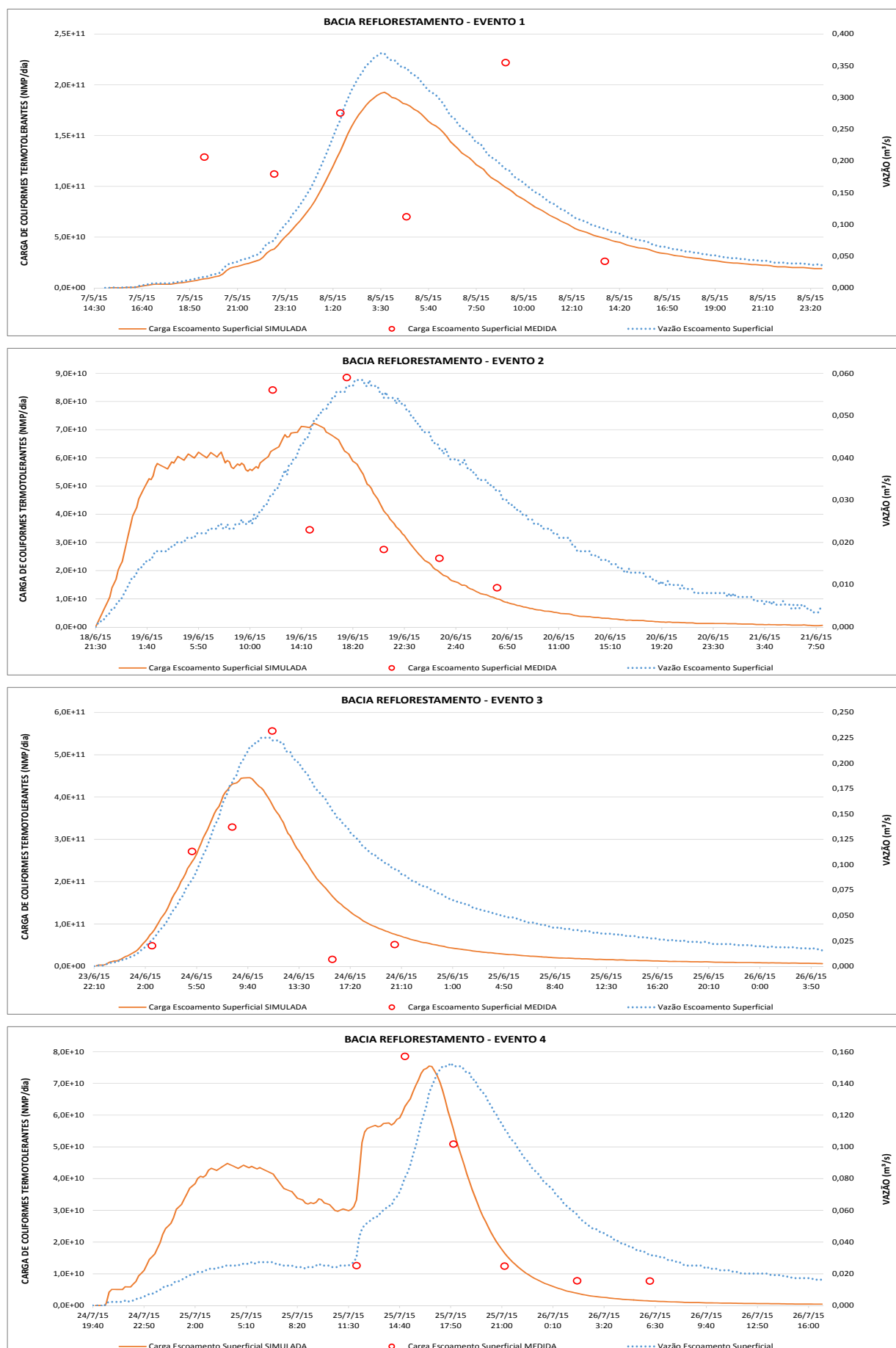


Figura 5.2-6 – Hidrograma e Polutograma de Eventos de Chuva na Bacia Reflorestamento – Coliformes Termotol.



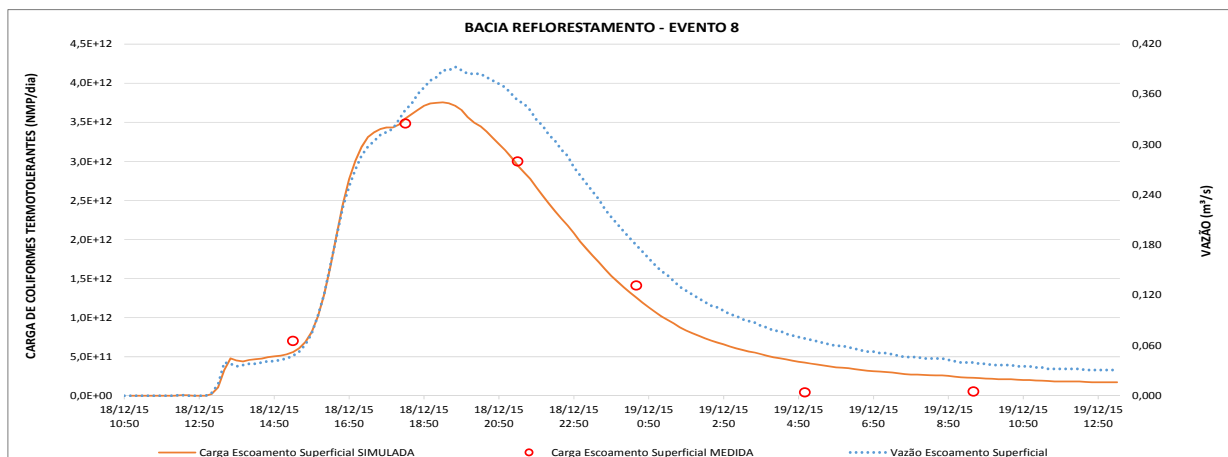
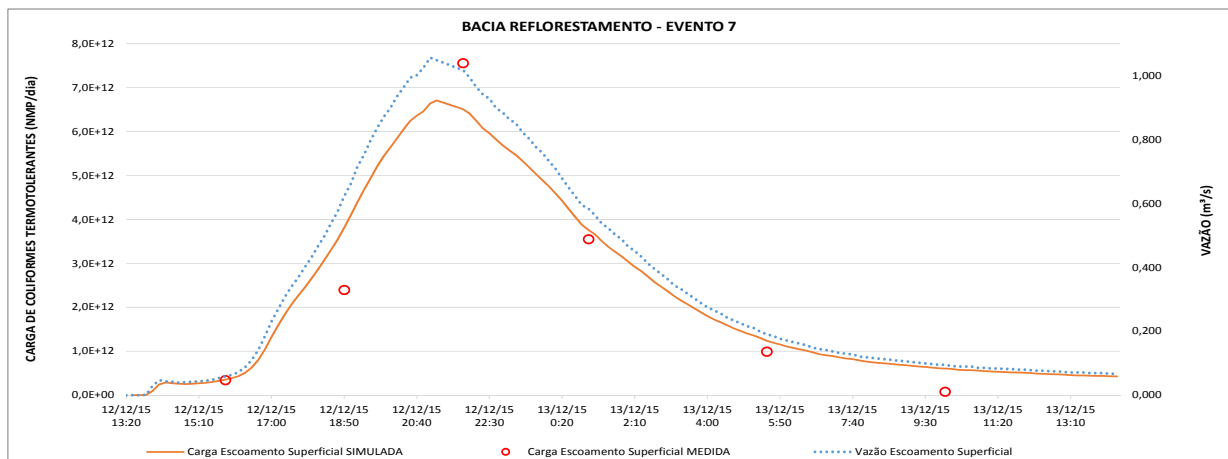
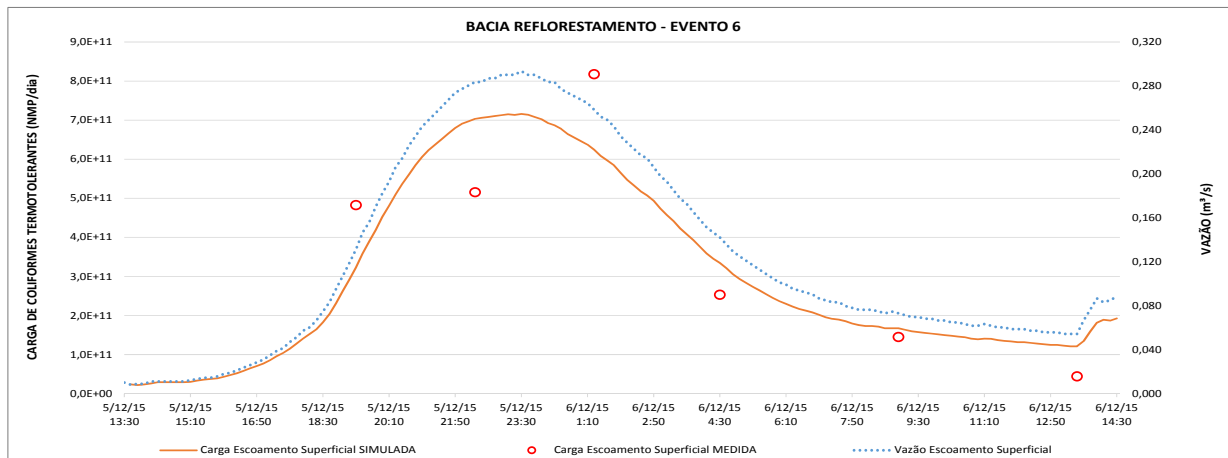
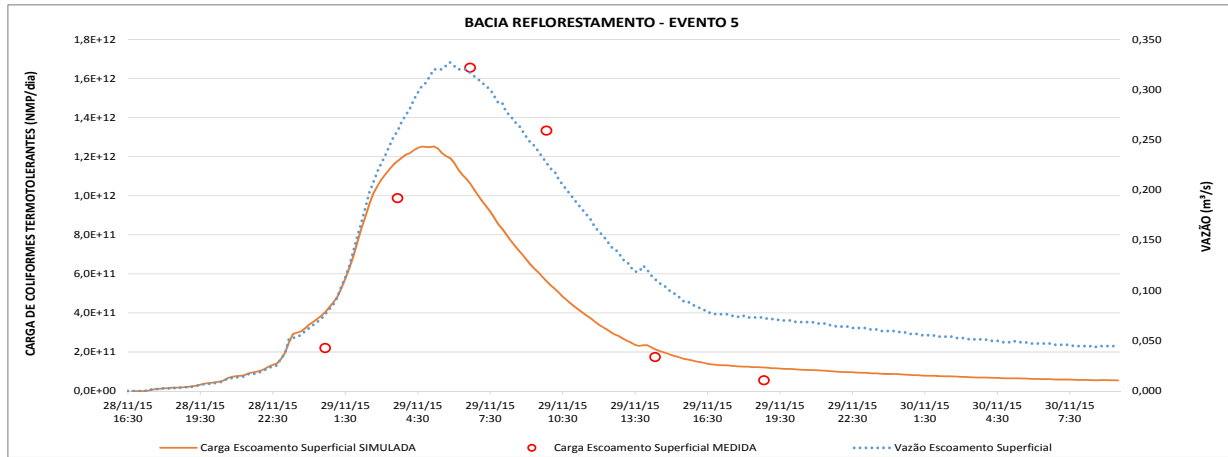
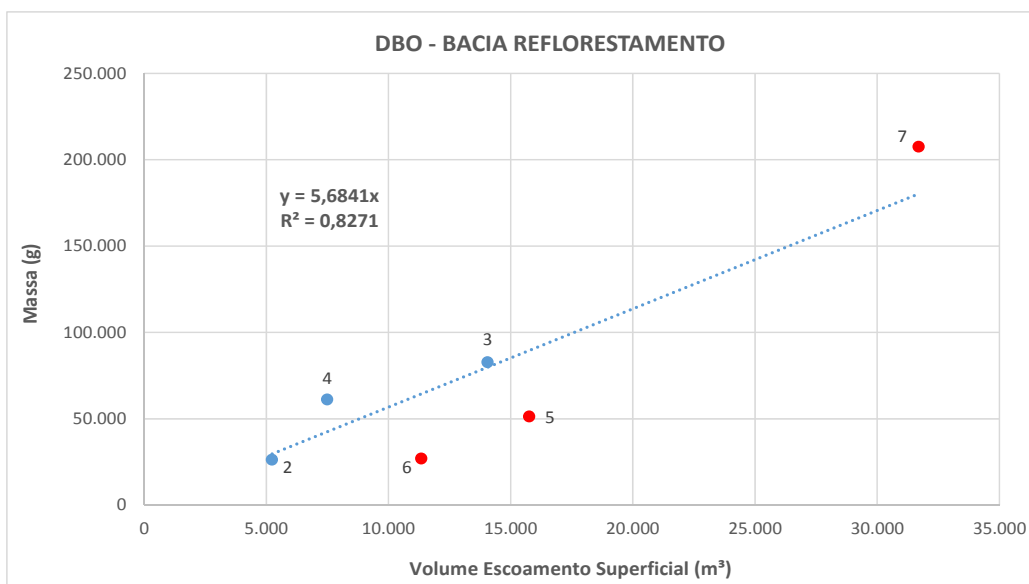
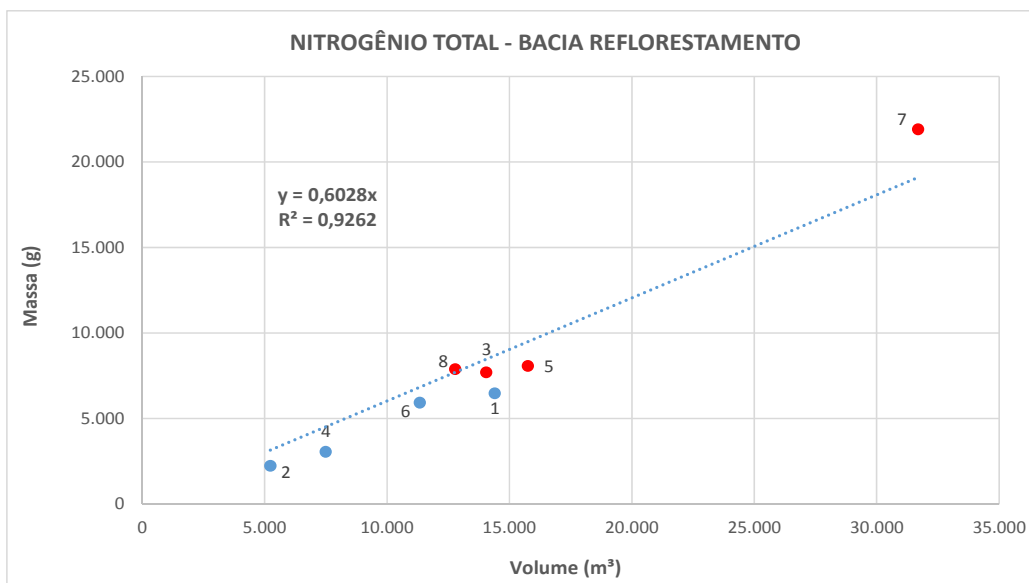
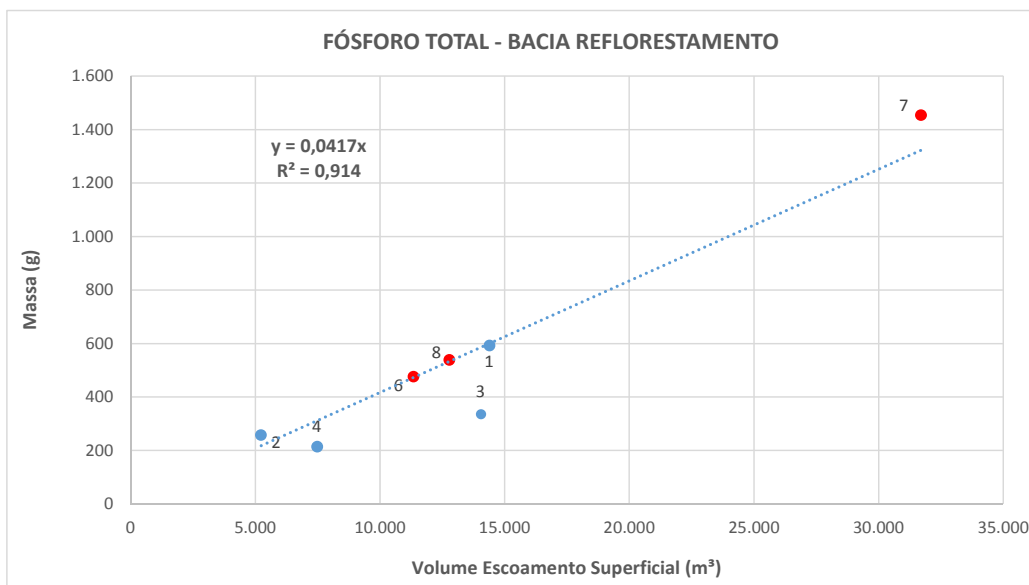
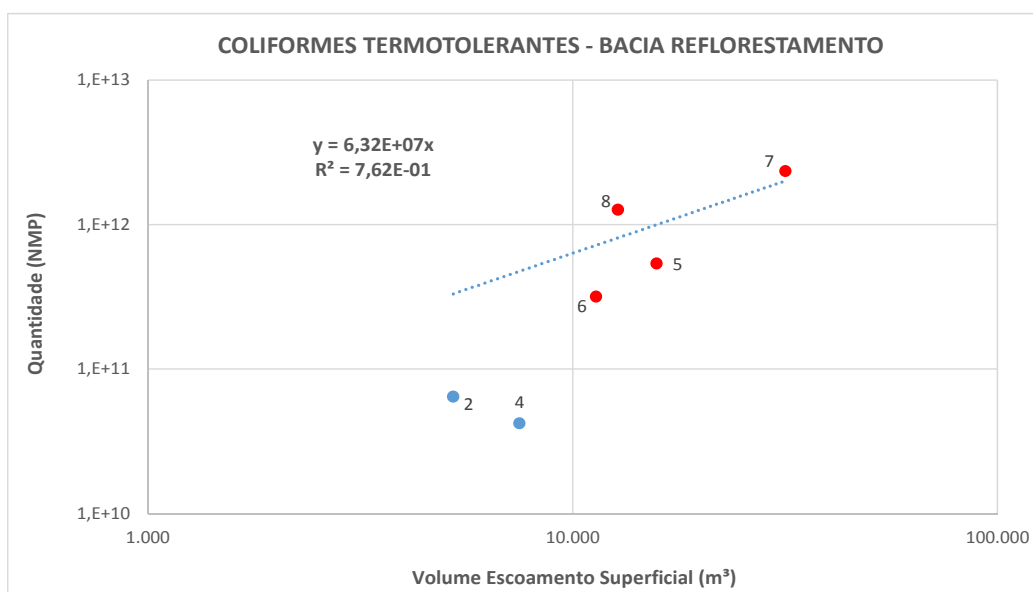
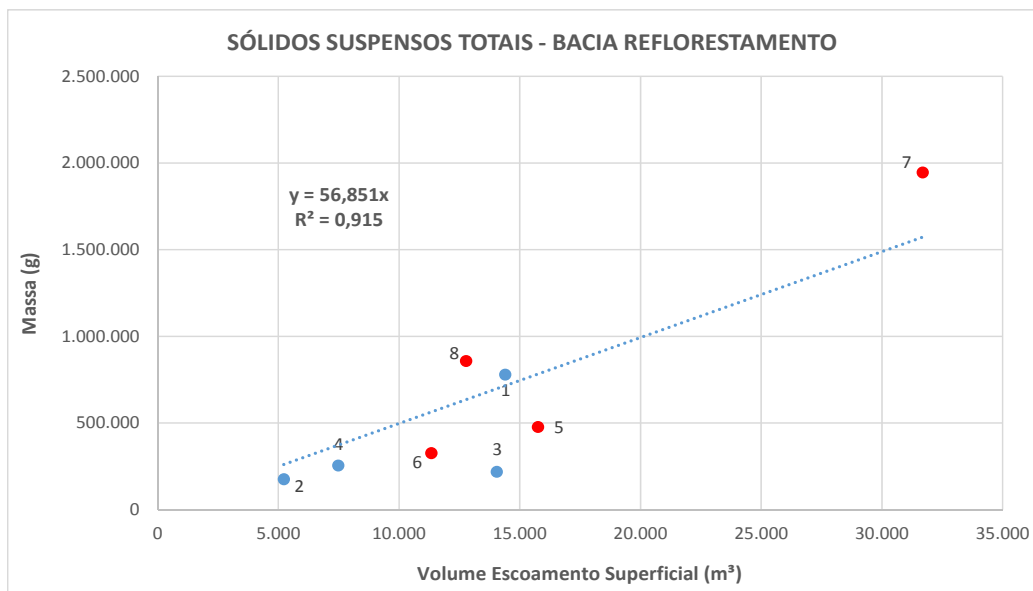
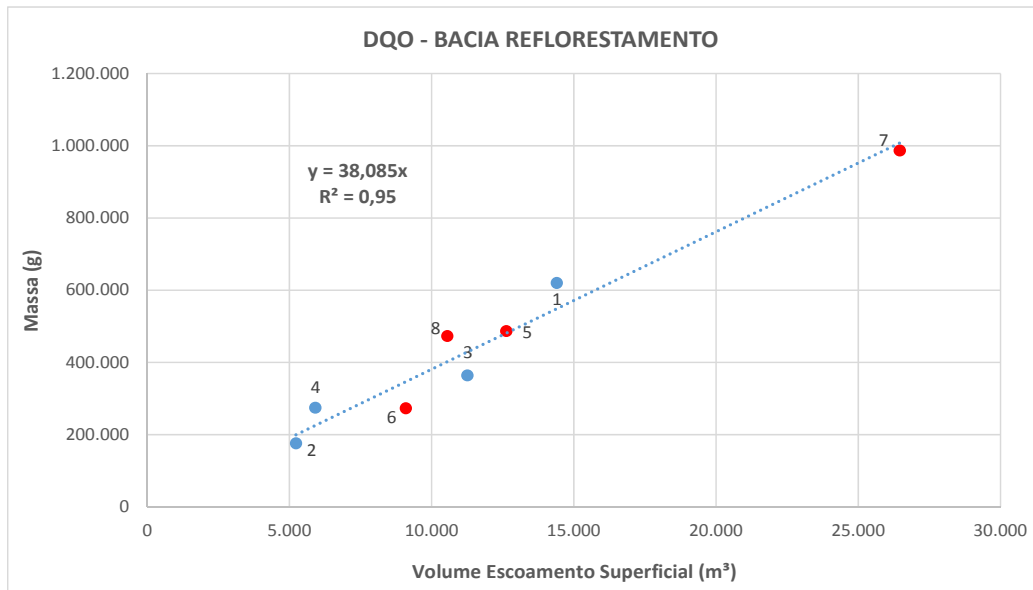


Figura 5.2-7 – Curvas de Tendência e Concentração Média dos Eventos – Bacia Reflorestamento





Concentrações Amostradas nos Eventos

- DQO e DBO: As concentrações médias amostradas de DQO ao longo dos eventos na estação seca variaram entre 14 mg/L a 57 mg/L com média de 33 mg/L. Na estação chuvosa os valores foram praticamente semelhantes, sendo que o range de variação foi de 22 mg/L a 74 mg/L com média de 38 mg/L.

As concentrações de DBO apresentaram comportamento semelhante nas duas estações, com média de 5 mg/L nos eventos amostrados, variando entre 3 e 15 mg/L nas amostras realizadas.

A relação entre DQO e DBO é da ordem de 7. A relação entre DQO e TOC é em média 3,9.

- As concentrações médias amostradas de PT ao longo dos eventos na estação seca tiveram variação entre 0,016 mg/L (limite de quantificação) a 0,077 mg/L com média de 0,029 mg/L. Na estação chuvosa o range de variação foi de 0,016 mg/L a 0,111 mg/L com média de 0,053 mg/L.
- A concentração média de NT nos eventos da estação seca foi 0,42 mg/L, enquanto na estação chuvosa foi de 0,58 mg/L. A concentração de Nitrato representa cerca de 30% do NT na estação seca e 18% do NT na estação chuvosa. A concentração de Nitrito representa cerca de 1,3% do NT. A concentração de NAmoniacal é cerca de 10% da concentração de NKT.
- A concentração de Sólidos Suspensos nos eventos amostrados variou de 15 a 73 mg/L na estação seca e de 15 a 155 mg/L nos eventos da estação chuvosa. As concentrações médias foram, respectivamente 27 e 40 mg/L.
- As densidades médias de coliformes termotolerantes nos eventos amostrados nas duas estações foram, respectivamente, $5,0 \times 10^2$ e $2,4 \times 10^3$ NMP/100mL.

Carga dos Eventos Amostrados e Concentração Média dos Eventos (CME)

A Tabela 5.2-3 resume os resultados da Concentração Média dos Eventos, obtida dos gráficos de correção antes apresentados e as cargas poluidoras em cada evento amostrado.

Tabela 5.2-3 – Bacia Reflorestamento – CME e Cargas em Eventos de Chuva

BACIA REFLORESTAMENTO						
Amostragens	PT	NT	DQO	DBO	SST	Coliformes Termo.
Carga nos Eventos de Chuva (kg/dia e NMP/dia)						
1º Evento de Chuva (1.950 min)	0,437	4,79	457,51	27,99	574,66	6,4E+10
2º Evento de Chuva (3.540 min)	0,105	0,91	71,40	10,69	71,17	2,6E+10
3º Evento de Chuva (3.280 min)	0,147	3,38	159,47	36,33	95,18	9,8E+10
4º Evento de Chuva (2.680 min)	0,115	1,65	147,21	209,69	136,26	2,3E+10
5º Evento de Chuva (2.370 min)	0,657	4,91	295,35	31,13	288,97	3,3E+11
6º Evento de Chuva (1.470 min)	0,466	5,82	266,79	18,39	317,57	3,1E+11
7º Evento de Chuva (1.430 min)	1,464	22,05	992,94	209,00	1.957,65	2,4E+12
8º Evento de Chuva (1.520 min)	0,510	7,47	310,61	16,10	811,09	1,2E+12
Concentração Média dos Eventos - CME (mg/L e NMP/100mL)	0,042	0,603	38,1	5,7	56,9	6,3E+03

5.3 Eventos de Chuva – Bacia Mata

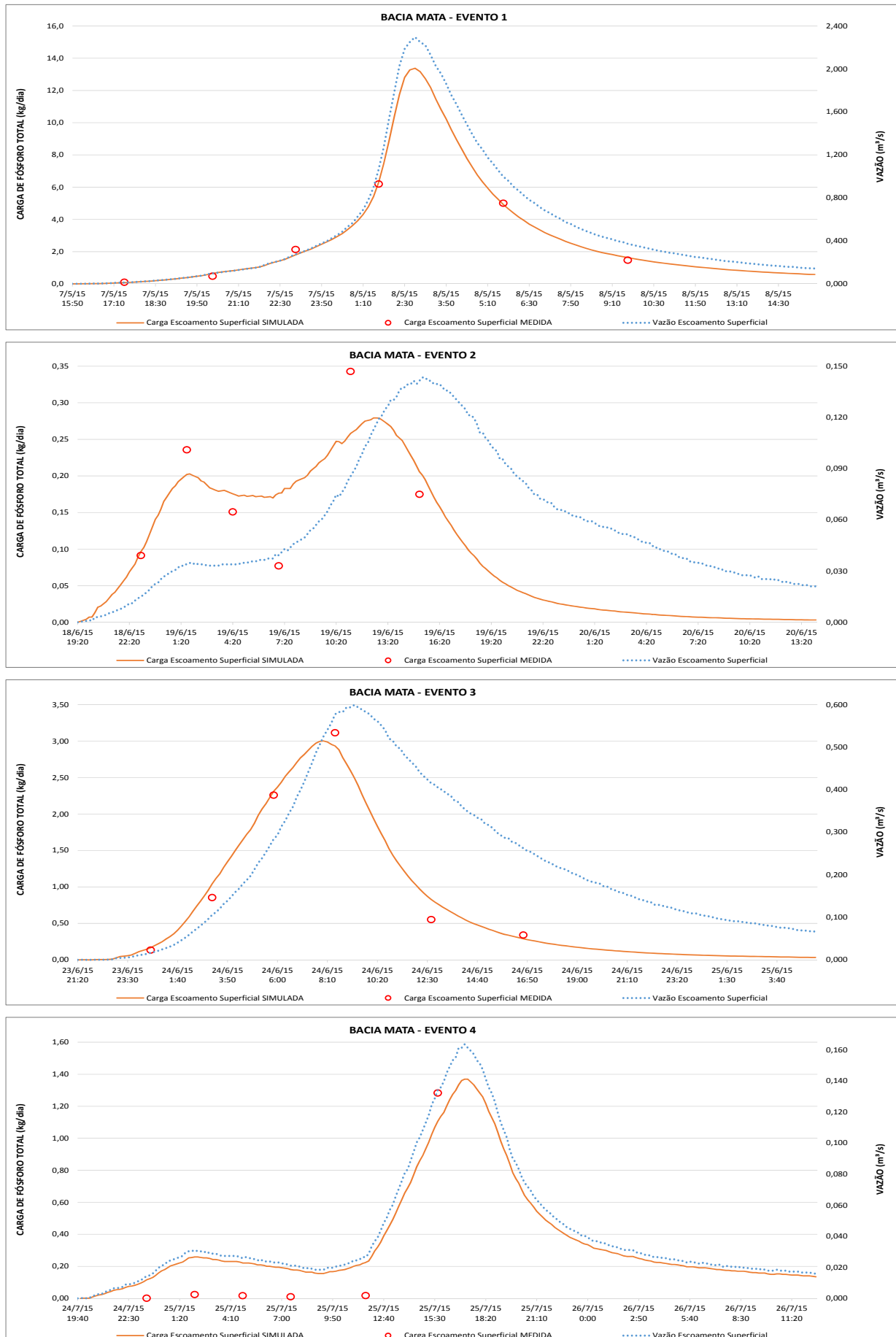
Tabela 5.3-1 – Eventos de Chuva – Bacia Mata – Estação Seca

Evento de Chuva na Estação Seca	Horário da Coleta da Amostra	GRUPO 1					GRUPO 2					N t (mg/L)
		DQO (mg/L)	TOC (mg/L)	P t (mg/L)	NKT (mg/L)	N Amon t (mg/L)	DBO 5,20 (mg/L)	SST (mg/L)	Coli. T. (NMP/100mL)	Nitratos (mg/L)	Nitritos (mg/L)	
Limite de Quantificação		6	1	0,016	0,18	0,023	2	15	1	0,008	0,004	-
Bacia Mata												
1º Evento 07 e 08/05/2015	17:34	39	6,7	0,046	0,31	<LQ	4	14	1,3E+03	0,020	<LQ	0,33
	20:17	48	6,3	0,049	0,40	<LQ	13	32	2,1E+03	0,043	<LQ	0,45
	22:58	44	10,9	0,083	0,51	<LQ	10	40	3,2E+03	0,037	<LQ	0,55
	01:39	84	13,7	0,066	0,73	<LQ	4	45	3,7E+03	0,063	<LQ	0,80
	05:42	70	17,8	0,057	0,72	<LQ	11	26	1,2E+03	<LQ	<LQ	0,73
	09:43	70	18,2	0,044	0,66	<LQ	13	10	6,0E+02	0,023	0,004	0,69
Média	-	59	12,3	0,058	0,56	0,023	9	28	1,7E+03	0,032	0,004	0,59
2º Evento 18 e 19/06/2015	23:00	49	12,9	0,043	0,24	0,025	4	26	7,6E+02	0,070	<LQ	0,31
	01:41	32	11,2	0,058	0,29	0,059	4	15	6,4E+02	0,054	<LQ	0,35
	04:22	36	9,8	0,041	0,29	0,035	4	<LQ	4,7E+02	0,036	<LQ	0,33
	07:03	44	10,1	0,024	0,34	0,028	4	<LQ	1,0E+03	0,216	<LQ	0,56
	11:06	36	18,4	0,042	0,29	0,023	5	31	5,5E+02	<LQ	<LQ	0,30
	15:07	41	<LQ	<LQ	0,57	0,024	5	26	4,2E+02	0,113	<LQ	0,69
Média	-	40	10,6	0,037	0,34	0,032	4	21	6,1E+02	0,083	0,004	0,42
3º Evento 24/06/2015	00:30	35	9,3	0,054	0,47	<LQ	4	30	7,4E+02	0,021	<LQ	0,50
	03:11	51	13,5	0,081	0,80	<LQ	13	22	3,2E+03	0,053	<LQ	0,86
	05:52	75	18,8	0,087	0,88	<LQ	25	52	1,5E+03	0,081	<LQ	0,97
	08:33	61	19,5	0,061	0,48	<LQ	18	<LQ	1,1E+03	0,092	0,004	0,58
	12:36	49	20,3	<LQ	0,64	<LQ	18	<LQ	2,8E+02	0,040	<LQ	0,68
	16:37	56	20,0	<LQ	0,44	<LQ	18	11	1,2E+02	0,053	<LQ	0,50
Média	-	55	16,9	0,053	0,62	0,023	16	24	7,1E+02	0,057	0,004	0,68
4º Evento 24 e 25/07/2015	23:31	31	7,5	<LQ	<LQ	<LQ	4	<LQ	24	0,063	<LQ	0,25
	02:12	29	9,5	<LQ	<LQ	<LQ	4	<LQ	40	0,047	<LQ	0,23
	04:53	31	8,6	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	103	0,053	<LQ	0,24
	07:34	37	7,3	<LQ	<LQ	<LQ	4	<LQ	71	0,050	<LQ	0,23
	11:37	31	8,5	<LQ	<LQ	<LQ	4	<LQ	<LQ	0,044	<LQ	0,23
	15:38	22	16,5	0,099	0,75	<LQ	7	63	63	0,057	<LQ	0,81
Média	-	30	9,7	0,030	0,28	0,023	4	23	50	0,052	0,004	0,33
Média Geral	-	46	12,3	0,044	0,45	0,025	8	24	7,7E+02	0,056	0,004	0,51

Tabela 5.3-2 – Eventos de Chuva – Bacia Mata – Estação Chuvosa

Evento de Chuva na Estação Chuvosa	Horário da Coleta da Amostra	GRUPO 1					GRUPO 2					N t (mg/L)
		DQO (mg/L)	TOC (mg/L)	P t (mg/L)	NKT (mg/L)	N Amon t (mg/L)	DBO 5,20 (mg/L)	SST (mg/L)	Coli. T. (NMP/100mL)	Nitratos (mg/L)	Nitritos (mg/L)	
Limite de Quantificação		6	1	0,016	0,180	0,023	2	15	1,0E+00	0,008	0,004	-
Bacia Mata												
5º Evento 19 e 20/11/2015	17:07	14	12,0	0,175	0,520	<LQ	5	51	1,4E+03	0,077	0,001	0,60
	19:48	62	12,0	0,165	0,550	0,032	15	47	2,2E+03	0,087	<LQ	0,64
	22:29	58	12,0	0,108	0,300	<LQ	19	33	6,7E+02	0,080	<LQ	0,38
	01:10	33	13,0	0,092	0,300	<LQ	3	<LQ	3,2E+02	0,066	<LQ	0,37
	05:13	50	12,0	0,119	0,490	<LQ	5	17	1,0E+02	0,048	<LQ	0,54
	09:14	74	14,0	0,079	0,360	<LQ	9	32	9,1E+02	0,052	<LQ	0,42
Média	-	49	12,5	0,123	0,420	0,025	9	33	6,3E+02	0,068	0,003	0,49
6º Evento 28 e 29/11/2015	22:27	30	8,8	0,122	0,770	0,038	3	36	1,7E+03	0,043	<LQ	0,82
	01:08	51	12,0	0,126	0,510	<LQ	5	42	3,1E+03	0,029	0,022	0,56
	03:49	35	15,0	0,125	0,760	<LQ	3	56	1,4E+03	0,038	<LQ	0,80
	06:30	50	19,0	0,103	0,540	<LQ	5	27	2,1E+03	0,067	<LQ	0,61
	10:33	50	19,0	0,096	0,950	0,032	6	<LQ	5,9E+02	0,043	<LQ	1,00
	14:34	12	18,0	0,084	0,570	<LQ	5	<LQ	1,8E+02	0,023	0,018	0,61
Média	-	38	15,3	0,109	0,683	0,027	5	32	1,1E+03	0,041	0,009	0,73
7º Evento 05 e 06/12/2015	16:23	36	14,0	0,021	0,390	0,390	4	57	6,0E+03	0,110	<LQ	0,50
	19:04	50	16,0	0,075	0,470	0,470	<LQ	66	5,9E+03	0,106	0,040	0,62
	21:45	60	22,0	0,086	0,730	0,730	7	42	3,4E+03	0,151	0,036	0,92
	00:26	60	5,8	0,069	0,540	0,540	9	<LQ	3,7E+03	0,086	0,027	0,65
	04:29	48	20,0	0,037	0,780	0,780	4	<LQ	1,1E+03	0,093	0,072	0,95
	08:30	60	20,0	<LQ	0,250	0,250	7	<LQ	1,0E+02	0,021	0,058	0,33
Média	-	52	16,3	0,051	0,527	0,527	6	35	1,9E+03	0,095	0,040	0,66
8º Evento 12 e 13/12/2015	15:53	37	12,1	0,111	0,410	0,055	7	51	1,6E+03	0,080	<LQ	0,49
	18:34	69	16,1	0,058	0,370	0,034	15	34	1,6E+03	0,012	<LQ	0,39
	21:15	69	12,1	0,061	0,540	0,041	15	19	1,8E+03	0,230	<LQ	0,77
	23:56	49	16,6	0,032	0,390	0,040	6	19	9,1E+02	0,131	0,006	0,53
	03:59	71	17,5	0,059	<LQ	0,036	8	<LQ	1,8E+02	0,049	<LQ	0,23
	08:00	44	15,8	0,068	0,480	<LQ	7	15	7,6E+01	0,075	0,003	0,56
Média	-	57	15,0	0,065	0,395	0,038	10	26	1,0E+03	0,096	0,004	0,50
Média Geral	-	49	14,8	0,087	0,506	0,154	7	31	1,2E+03	0,075	0,014	0,60

Figura 5.3-1 – Hidrograma e Polutograma de Eventos de Chuva na Bacia Mata – Fósforo Total



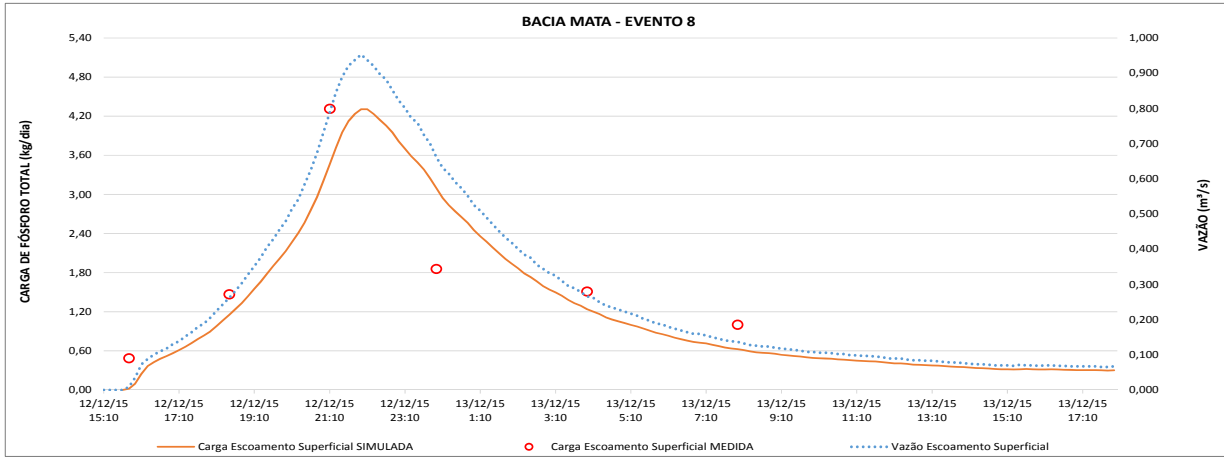
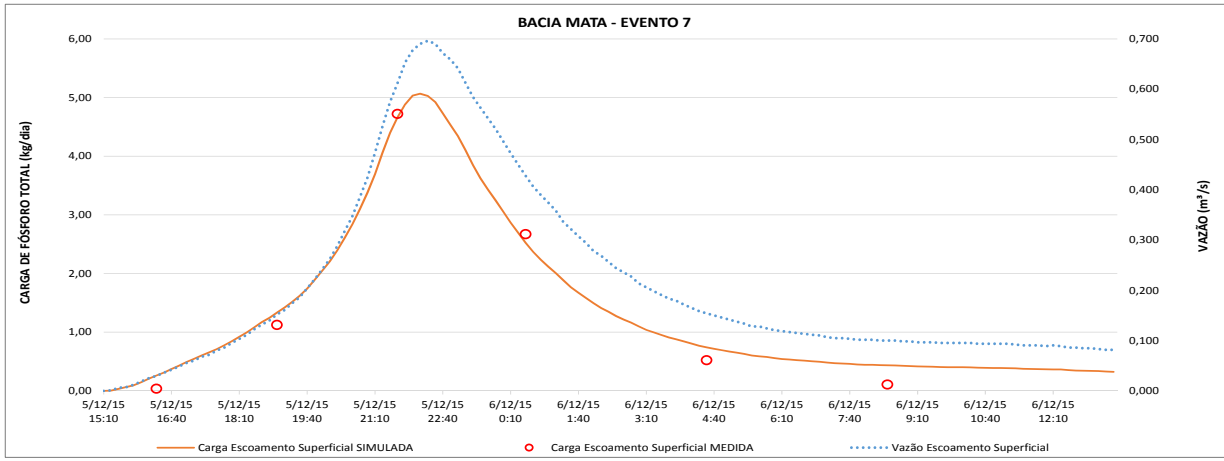
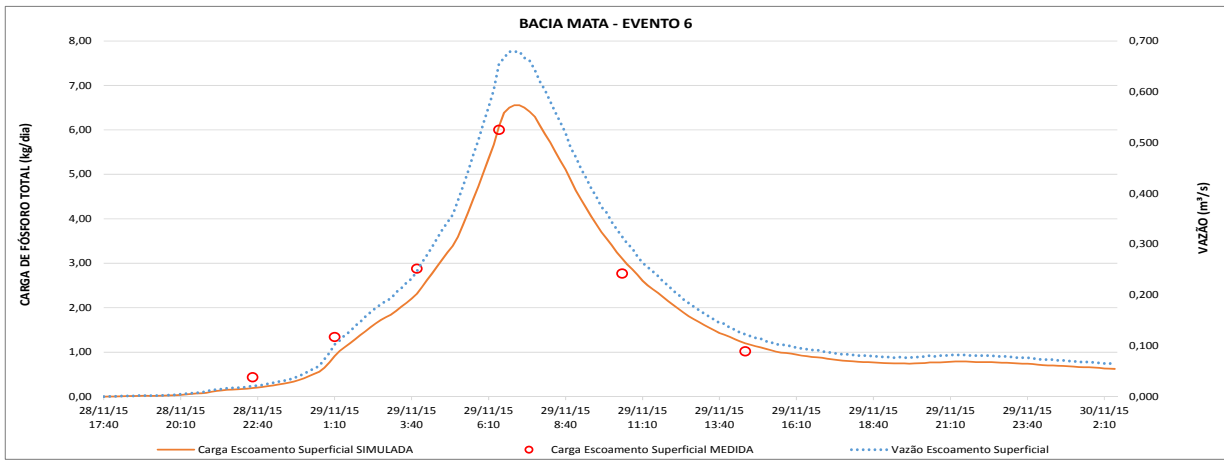
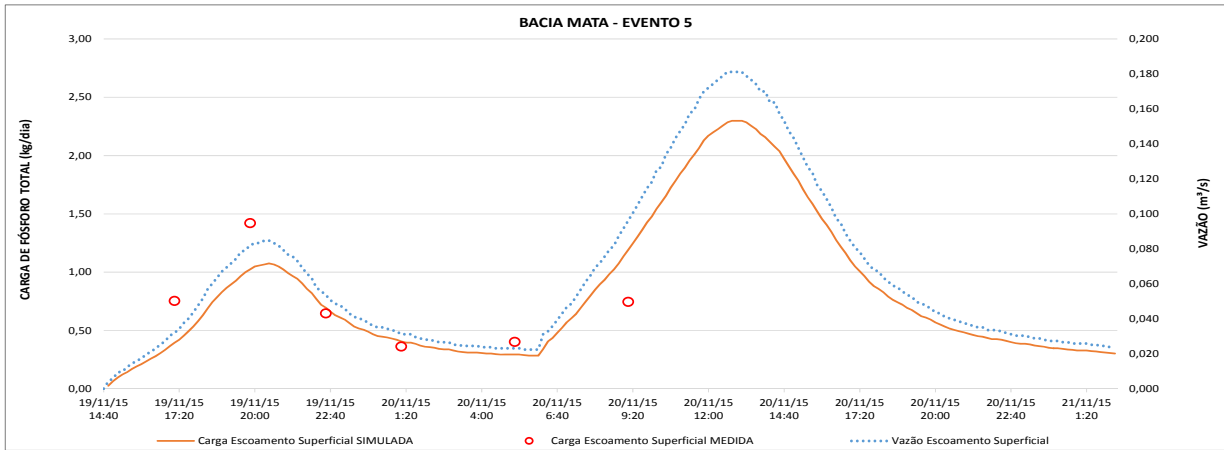
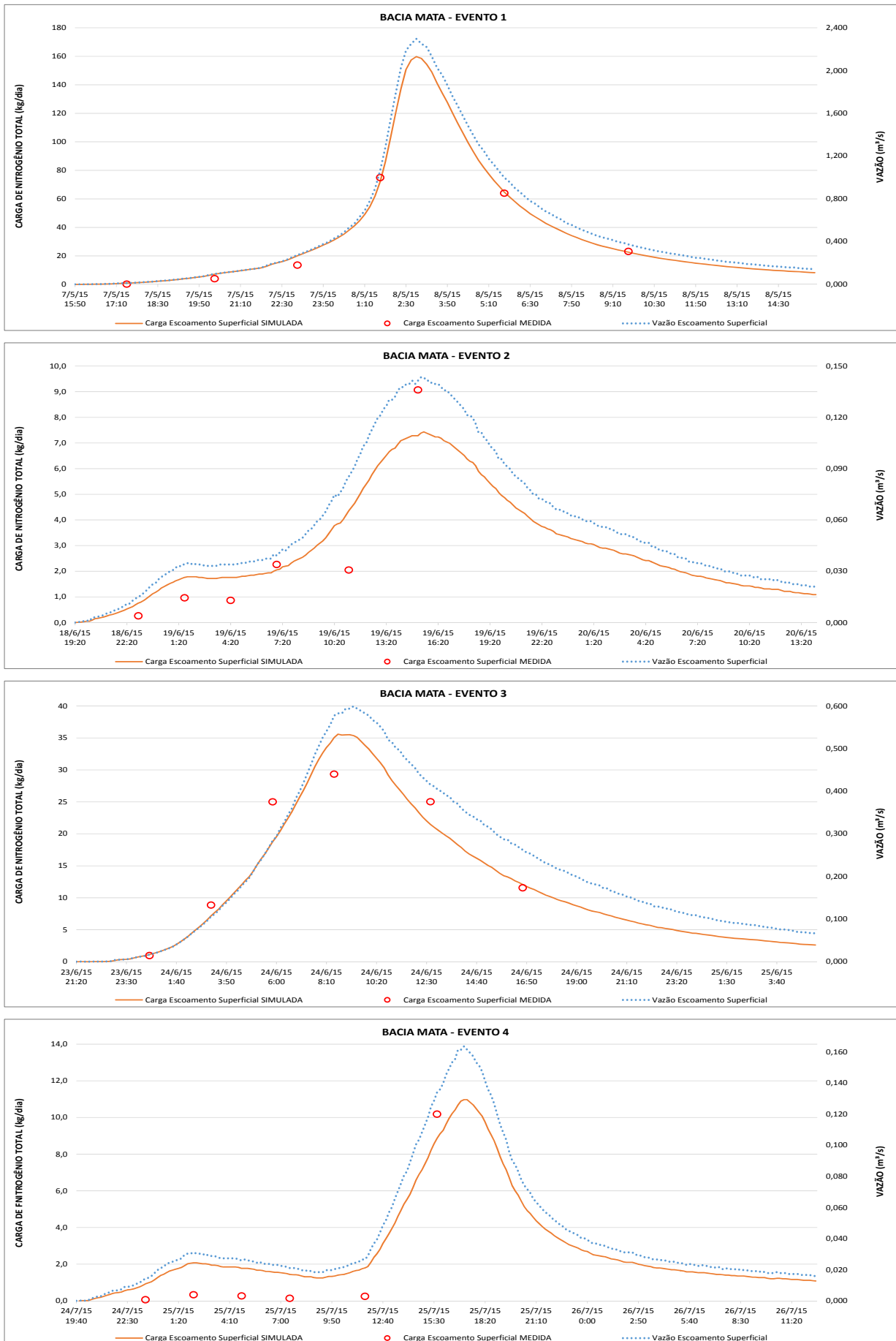


Figura 5.3-2 – Hidrograma e Polutograma de Eventos de Chuva na Bacia Mata – Nitrogênio Total



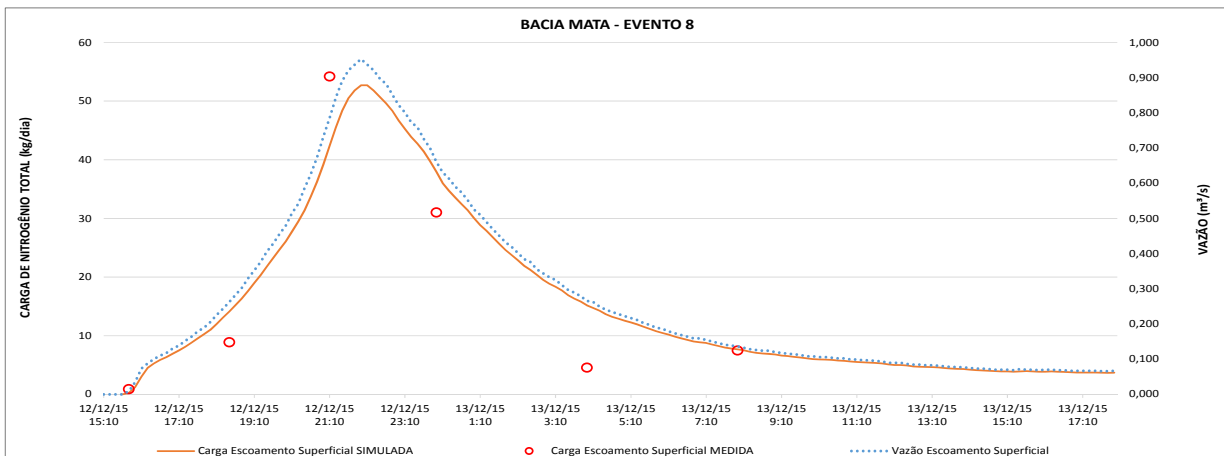
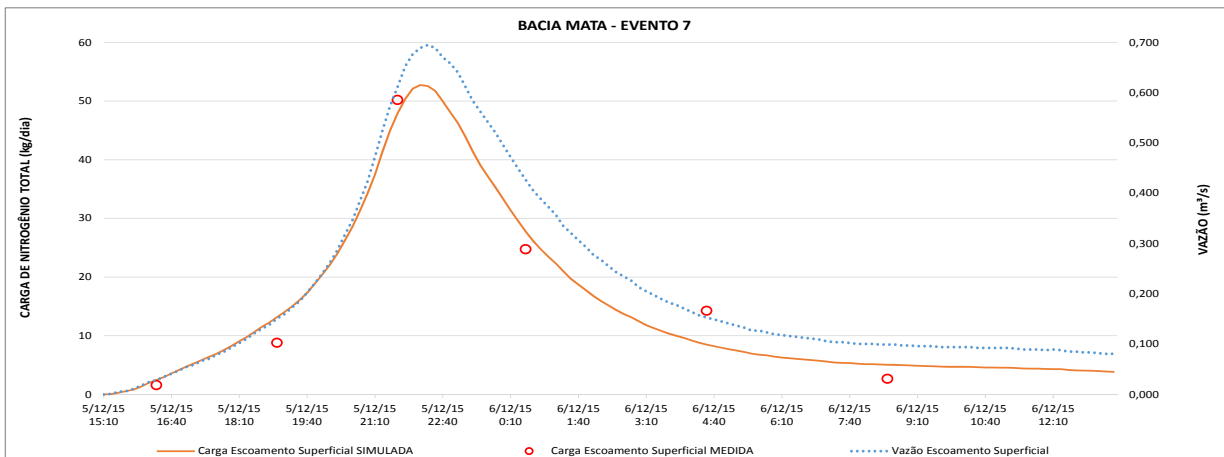
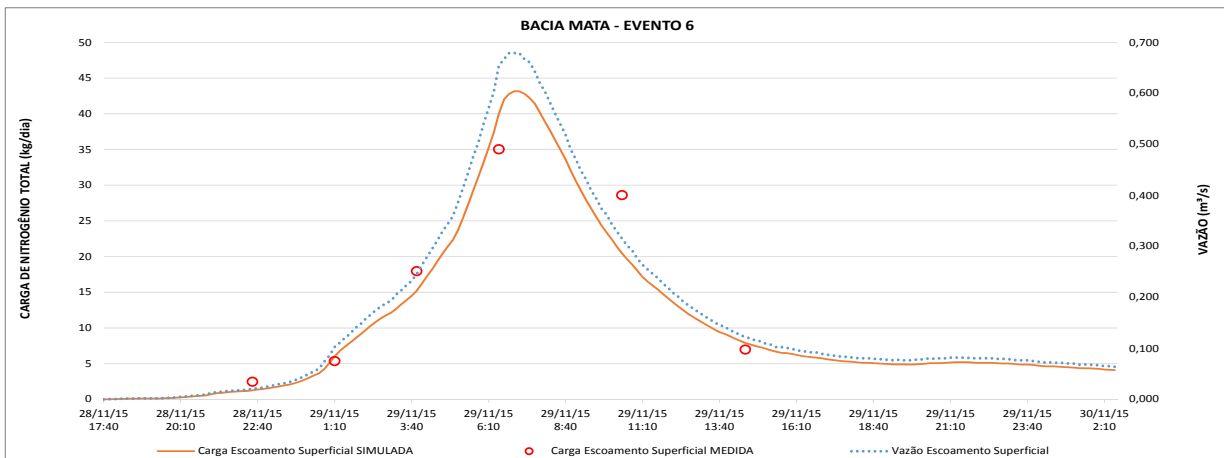
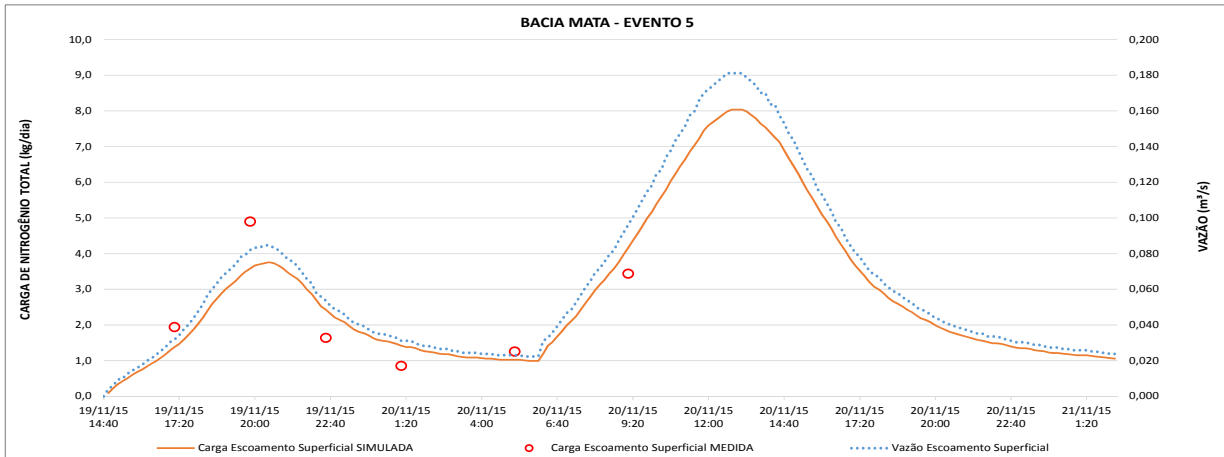
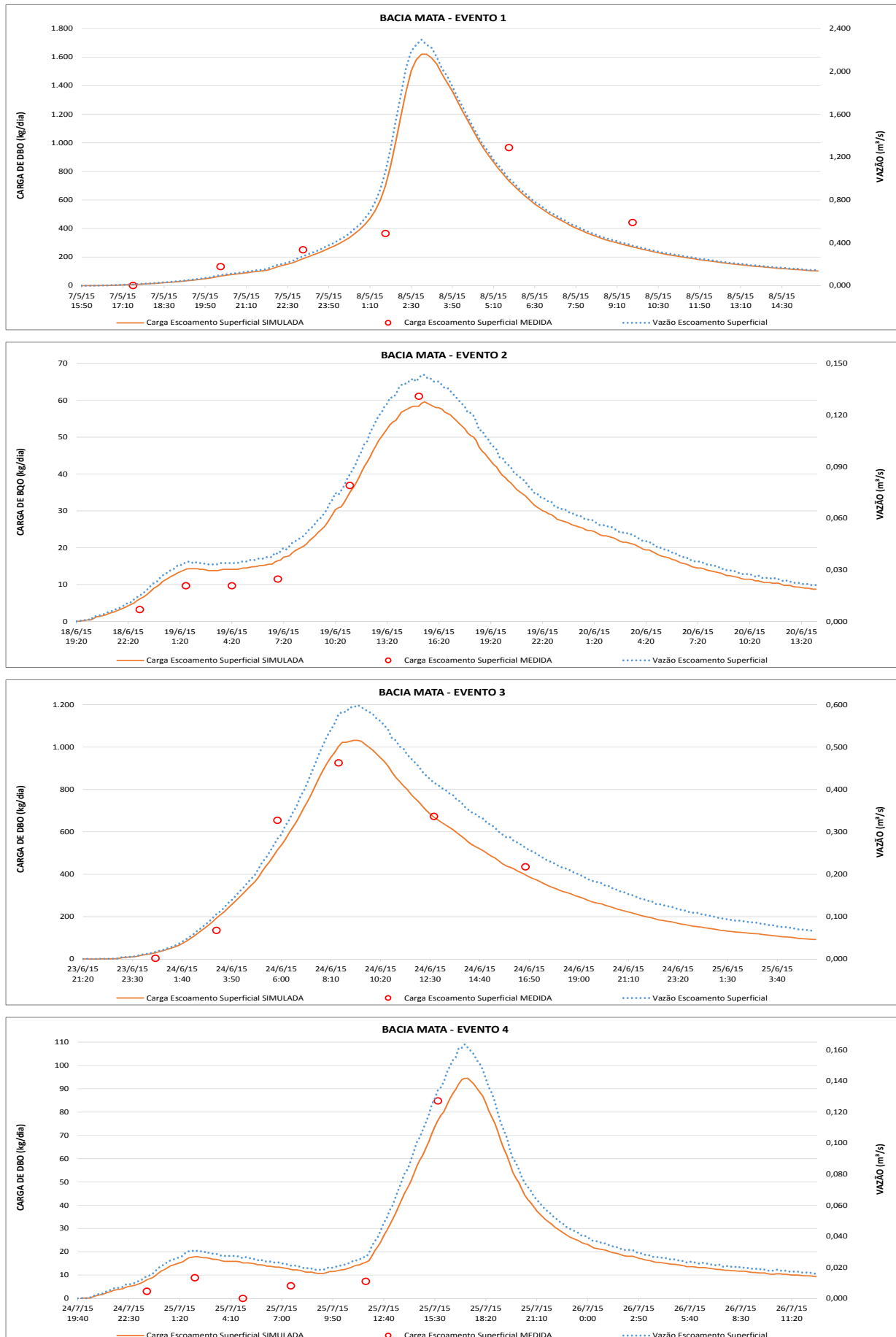


Figura 5.3-3 – Hidrograma e Polutograma de Eventos de Chuva na Bacia Mata – DBO



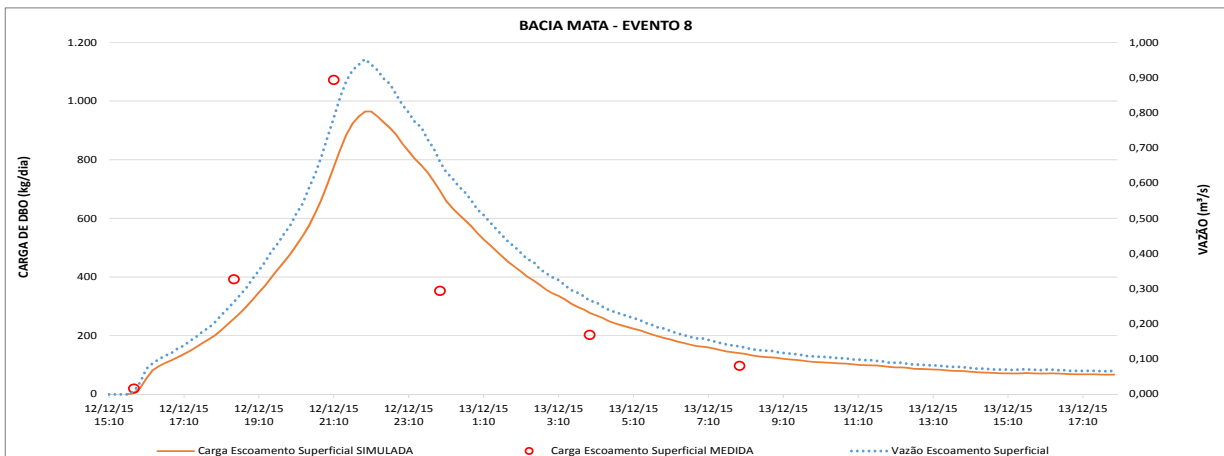
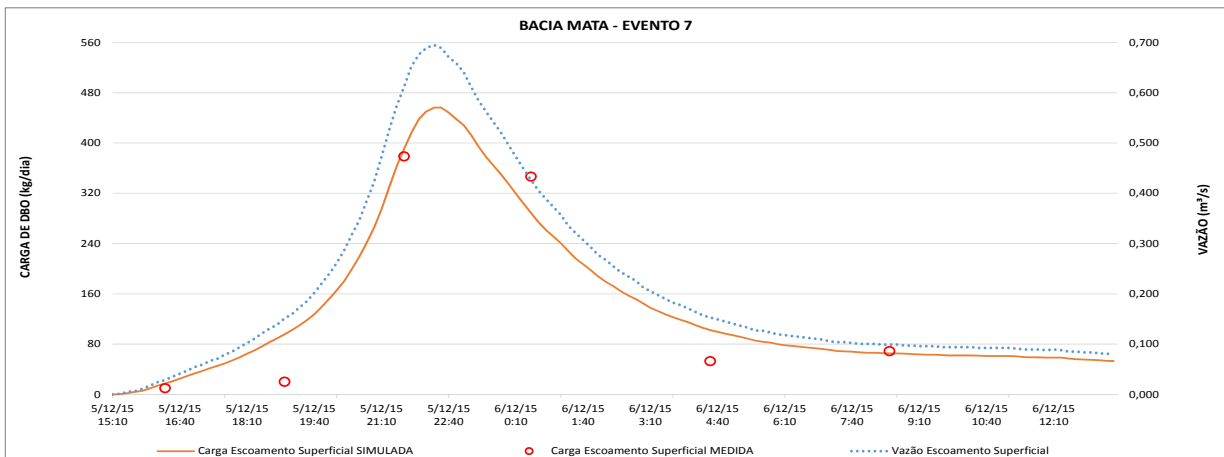
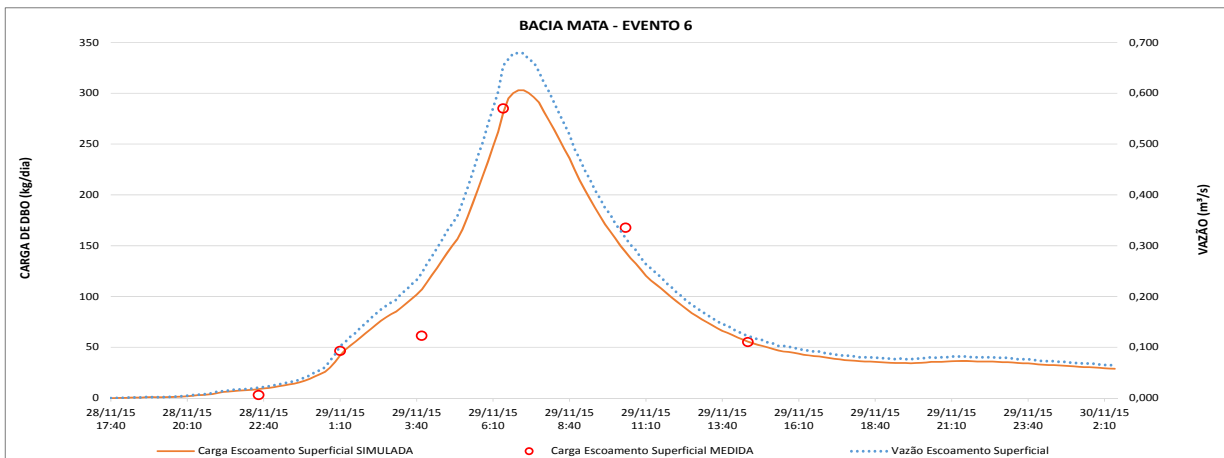
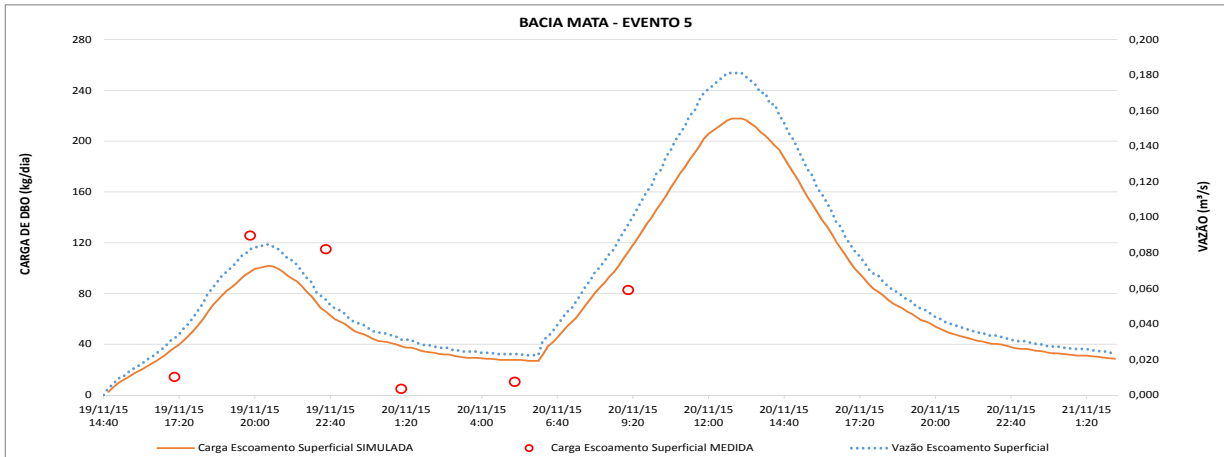
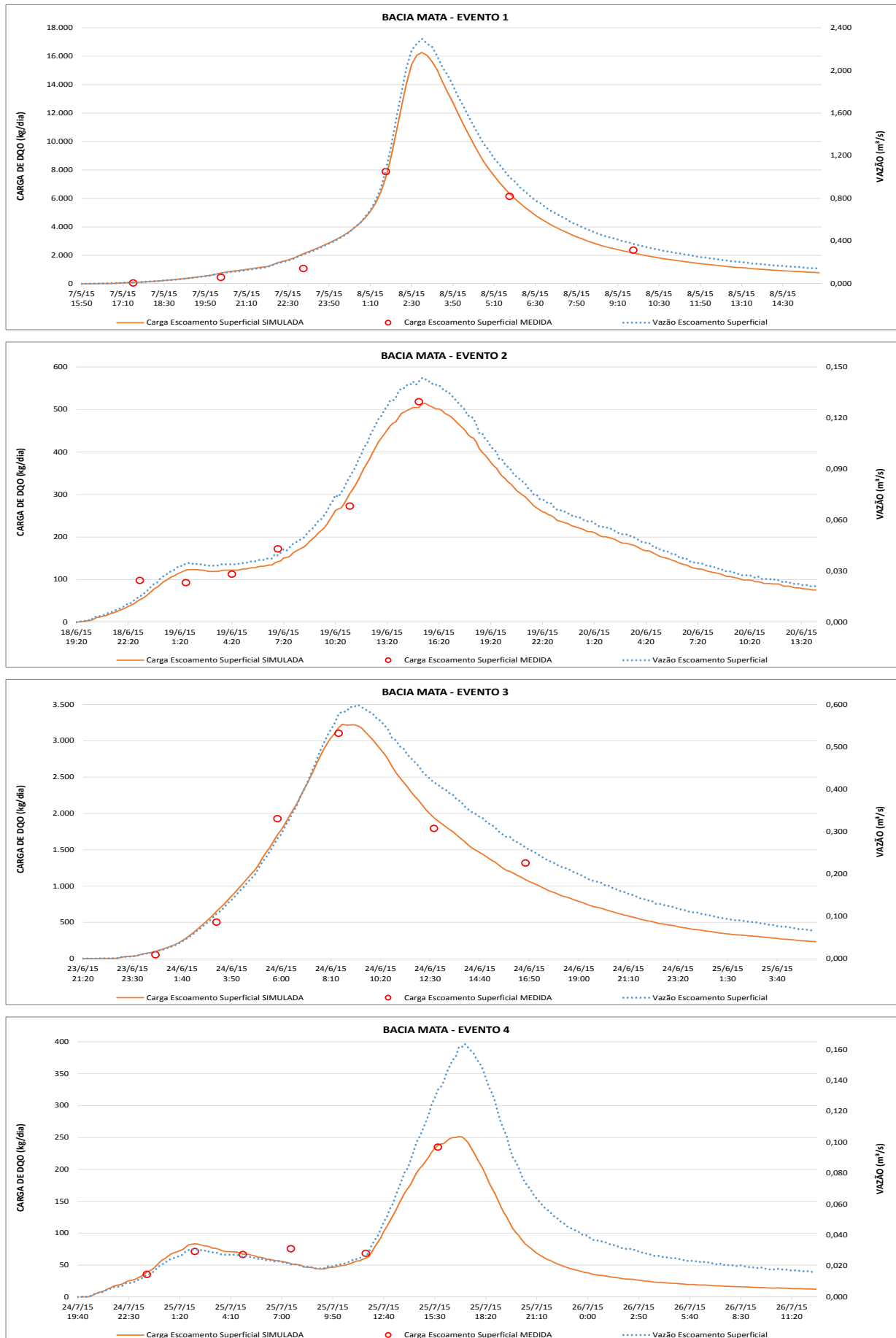


Figura 5.3-4 – Hidrograma e Polutograma de Eventos de Chuva na Bacia Mata – DQO



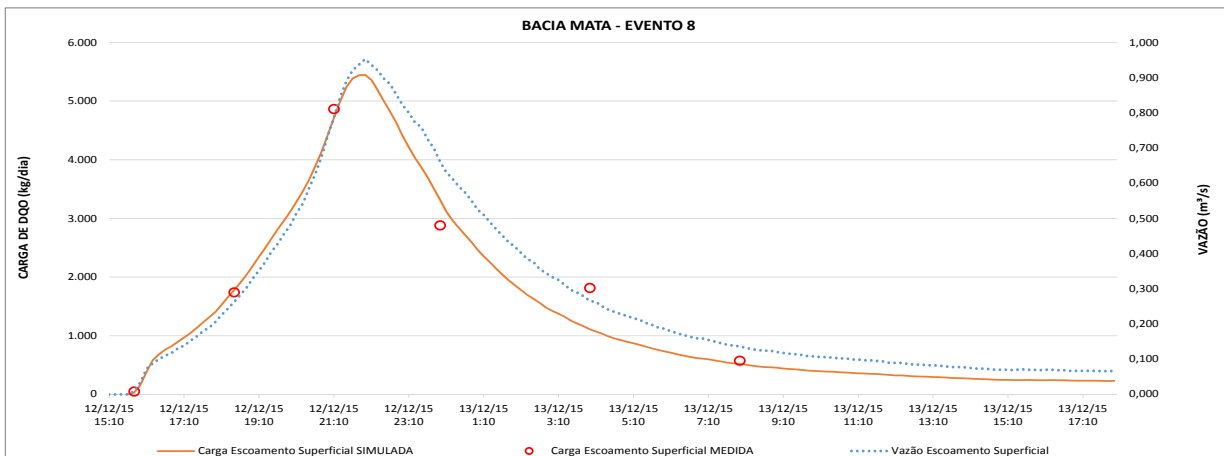
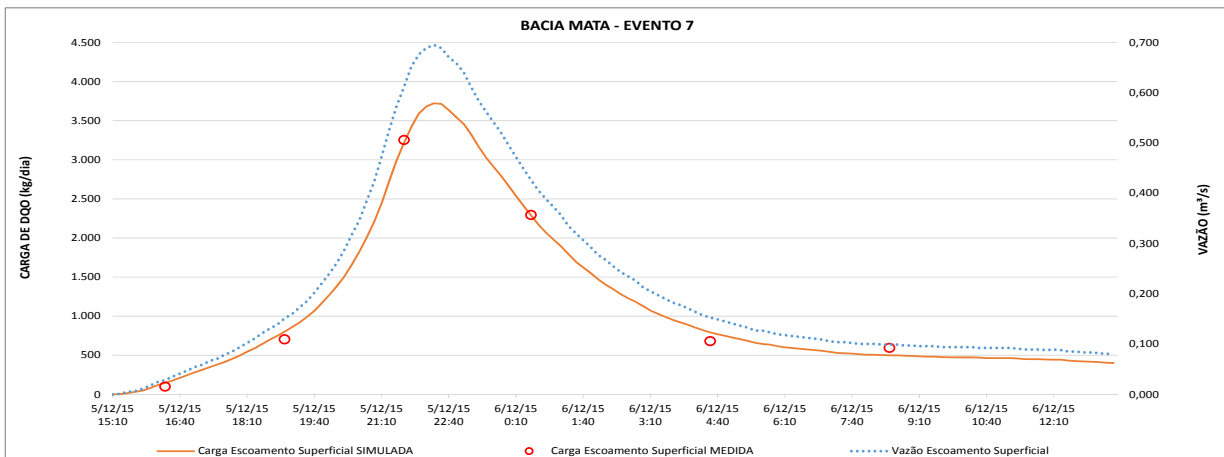
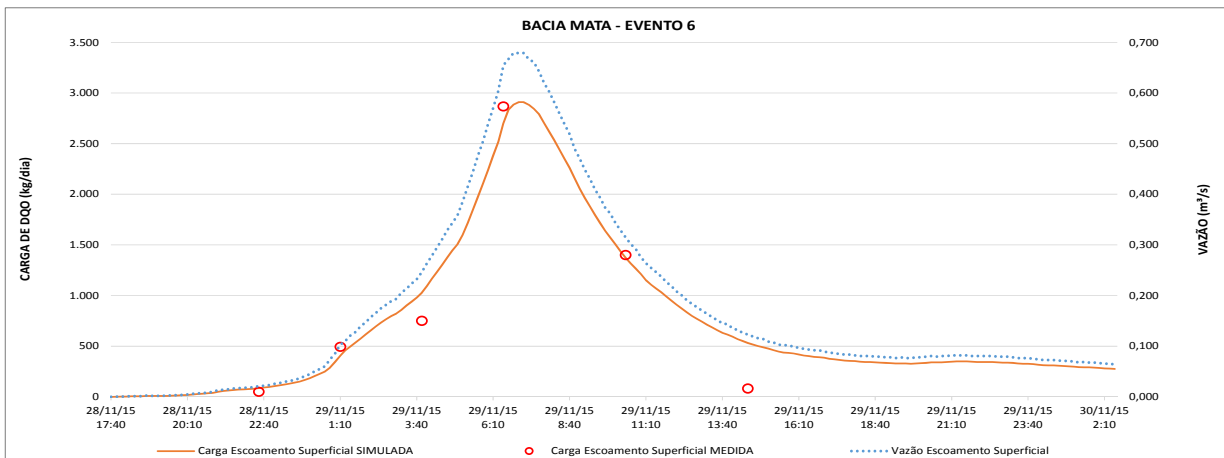
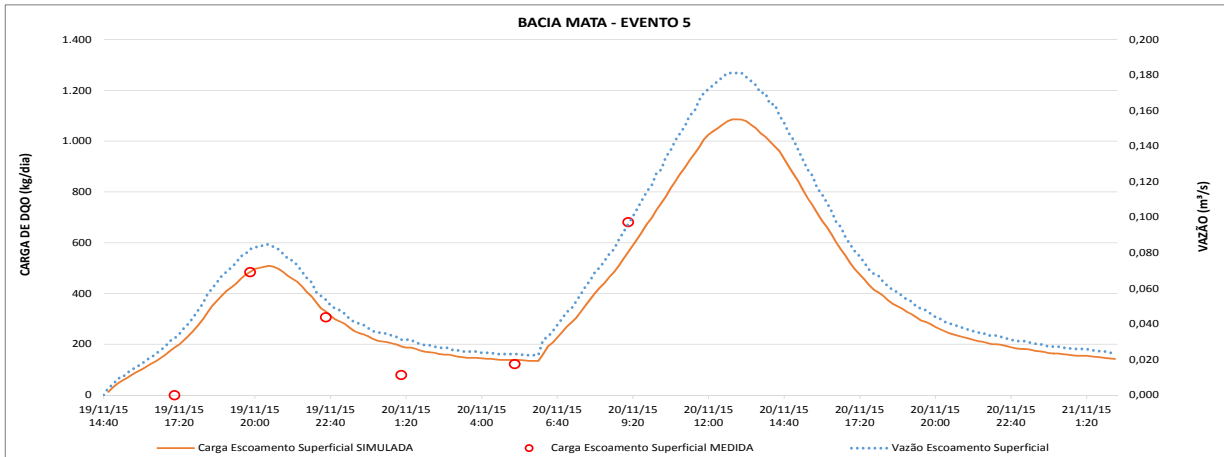
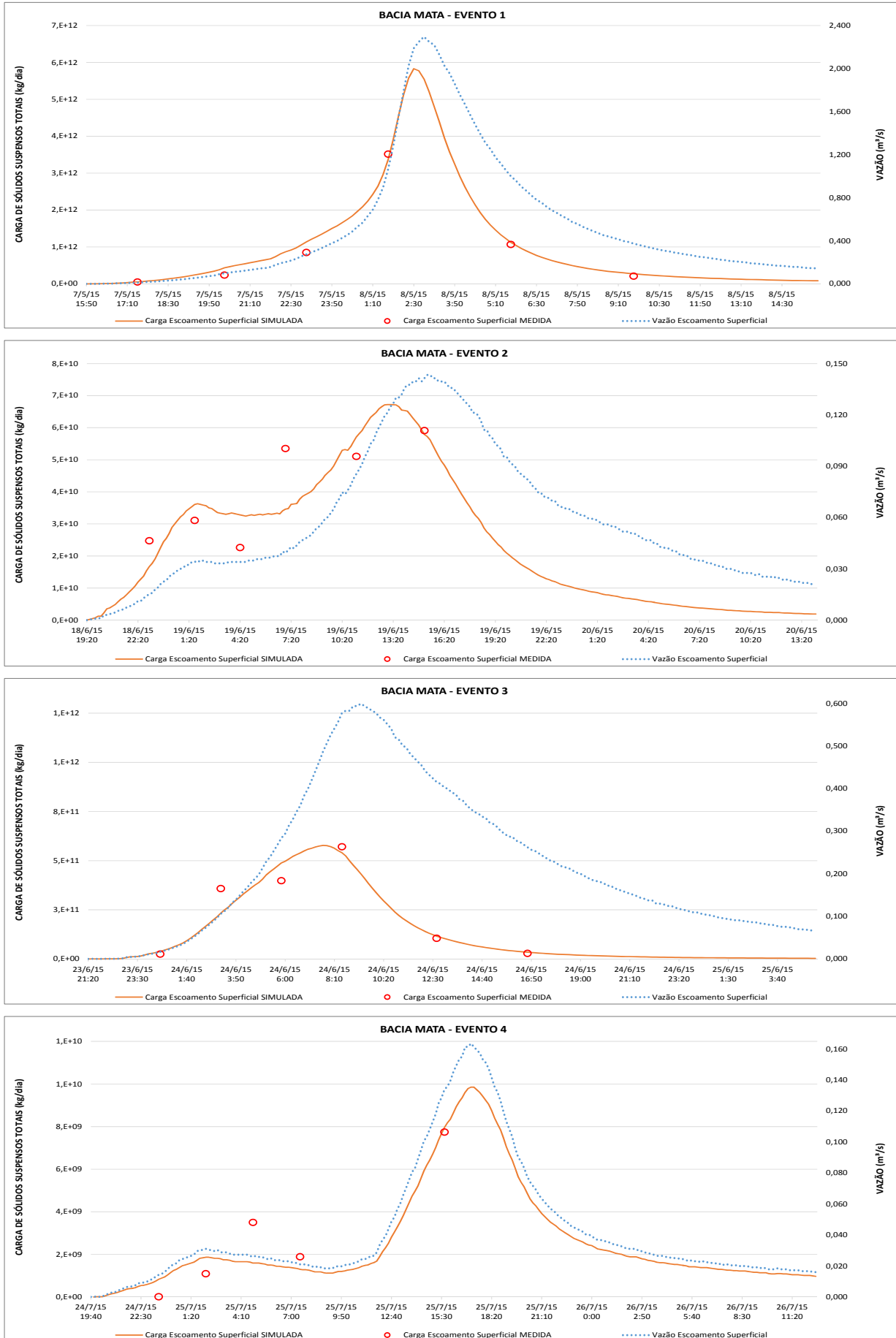


Figura 5.3-5 – Hidrograma e Polutograma de Eventos de Chuva na Bacia Mata – SST



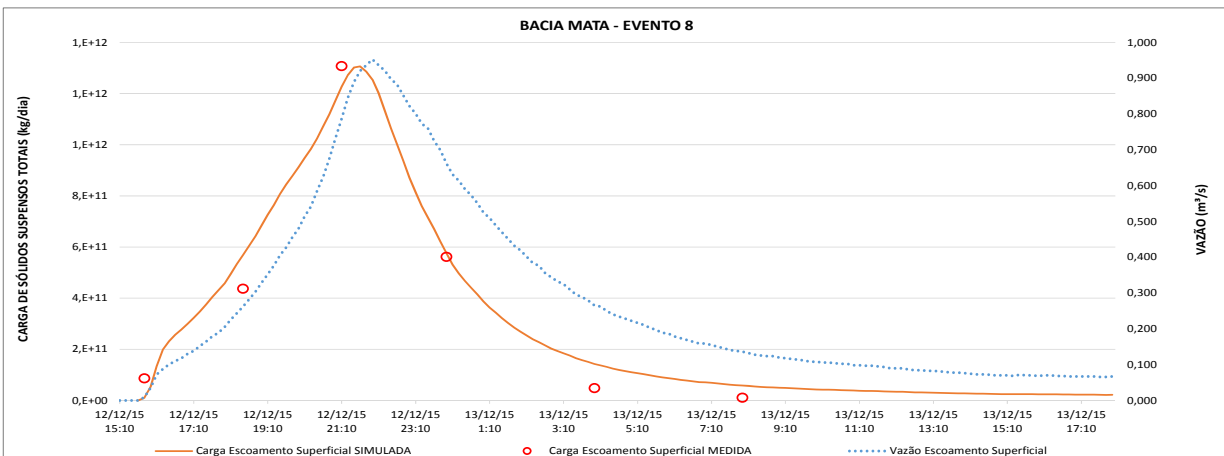
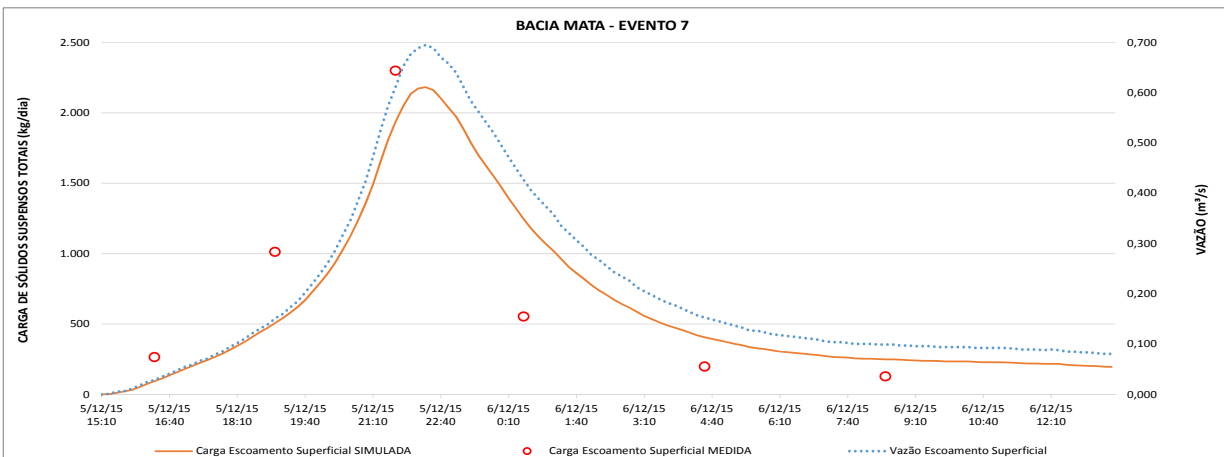
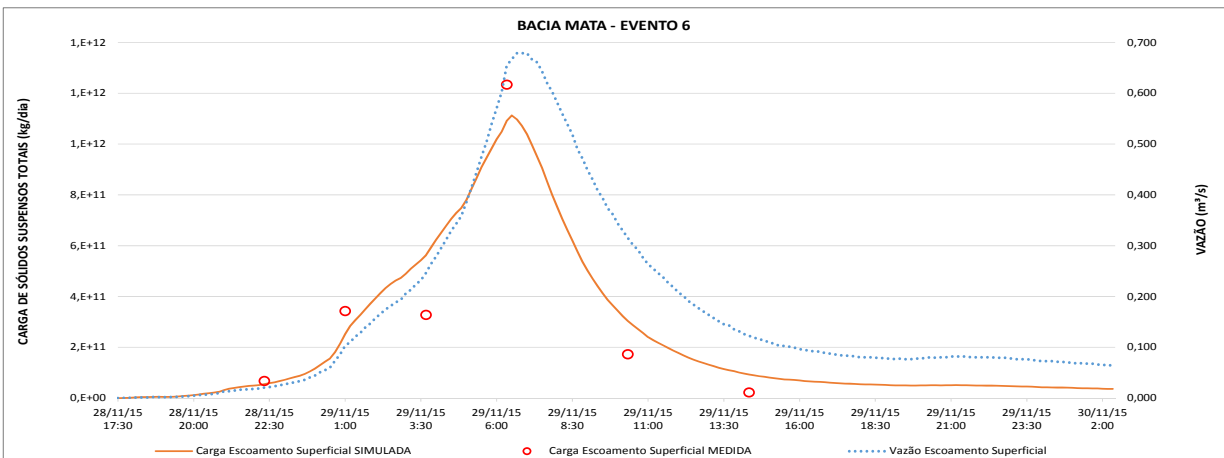
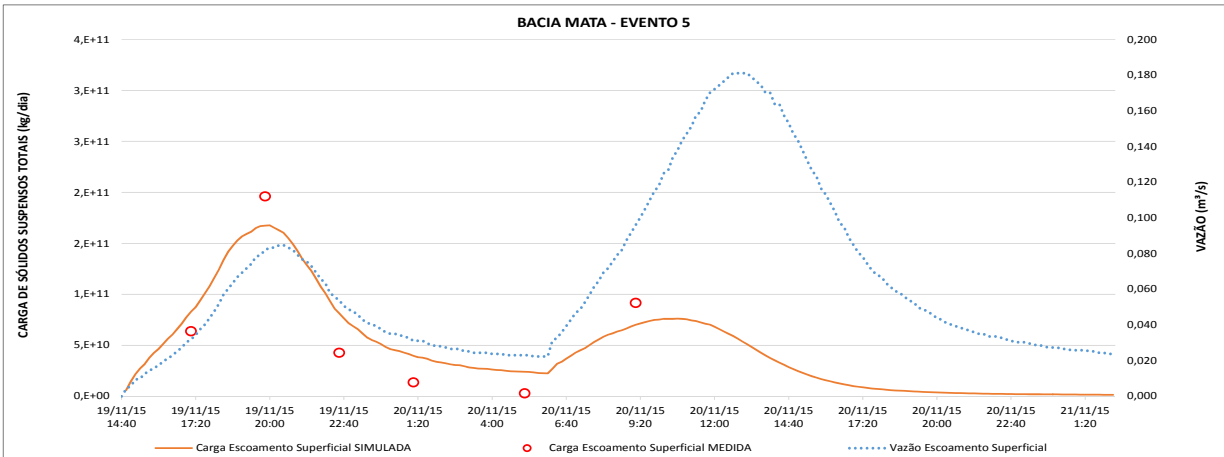
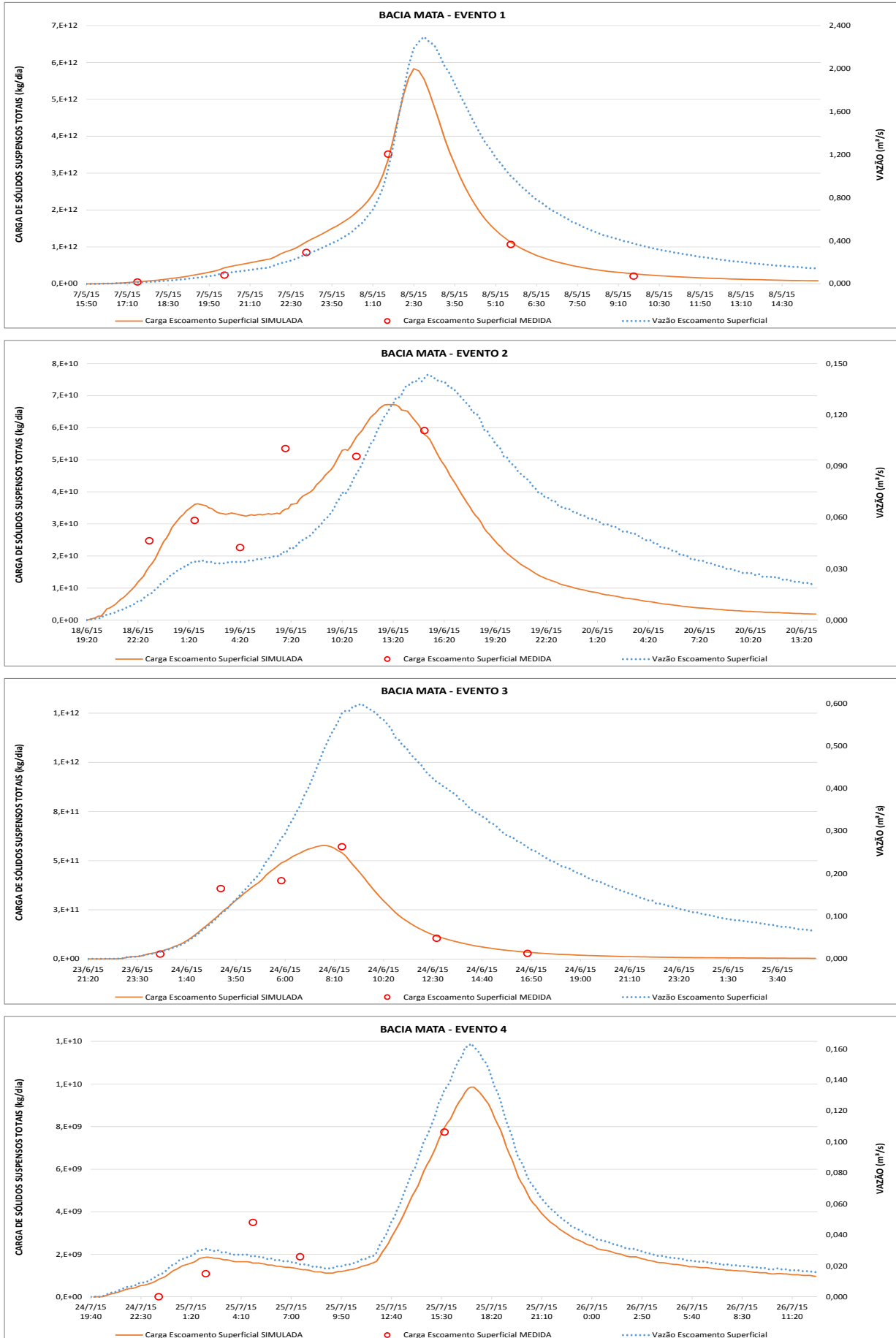


Figura 5.3-6 – Hidrograma e Polutograma de Eventos de Chuva na Bacia Mata – Coliformes Termotolerantes



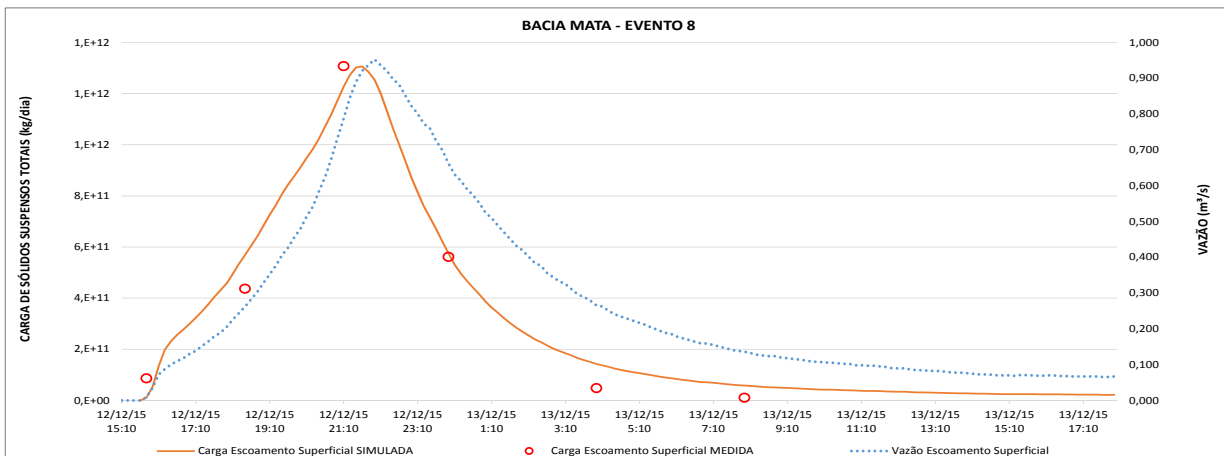
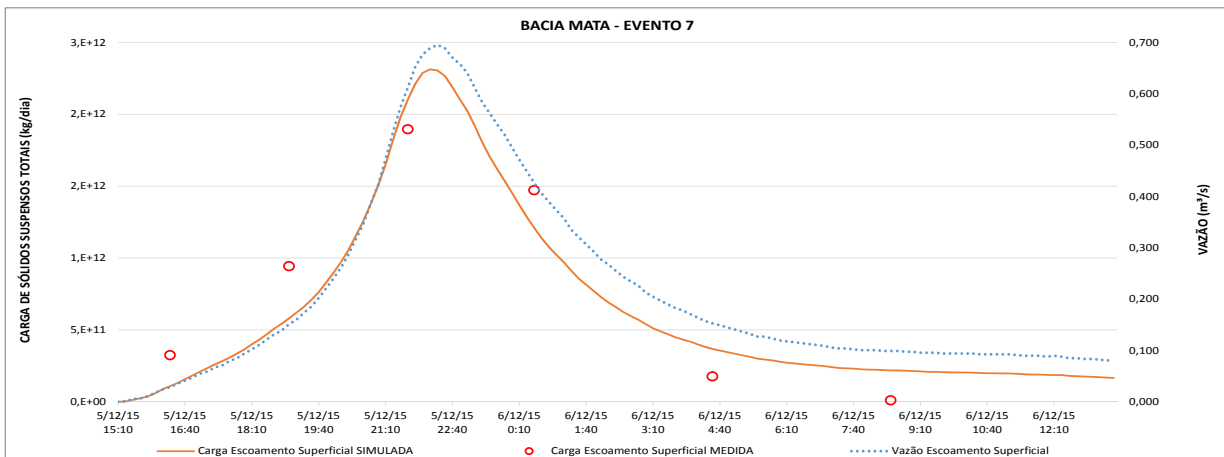
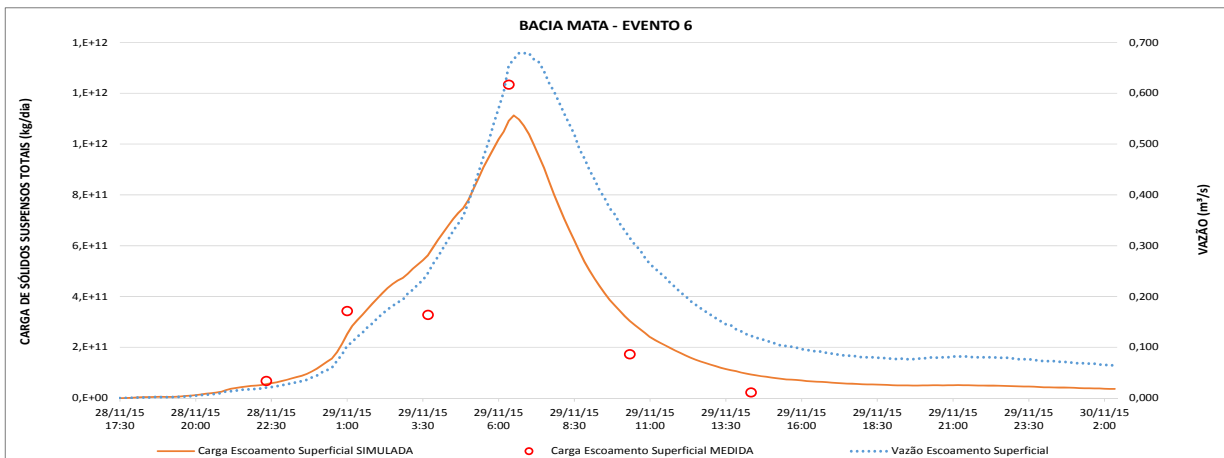
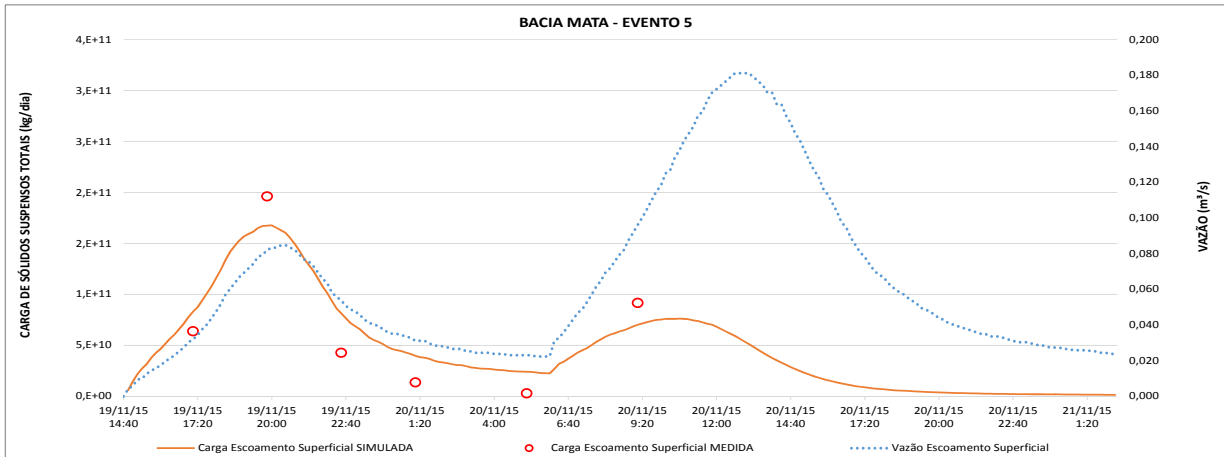
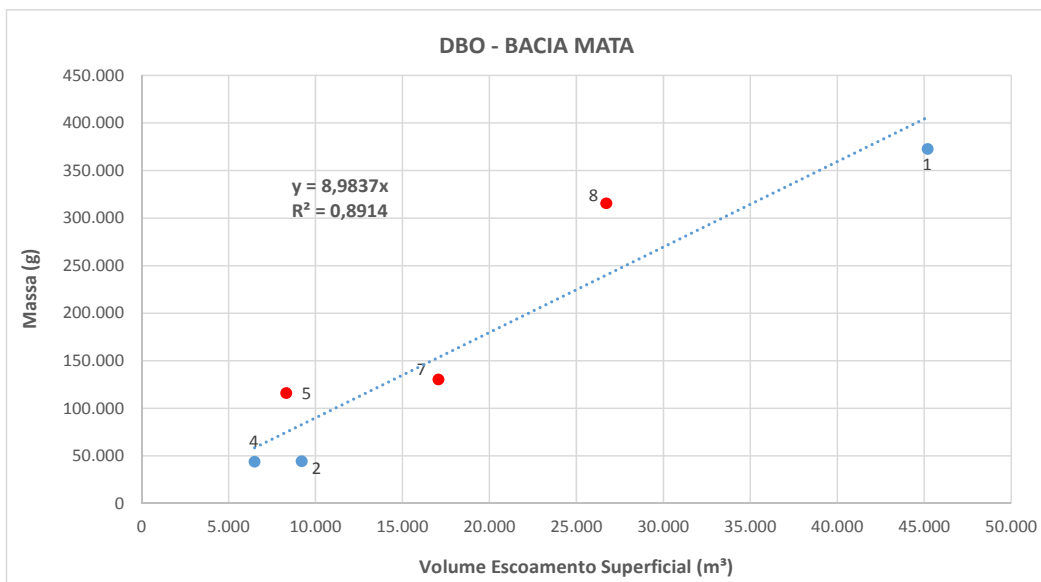
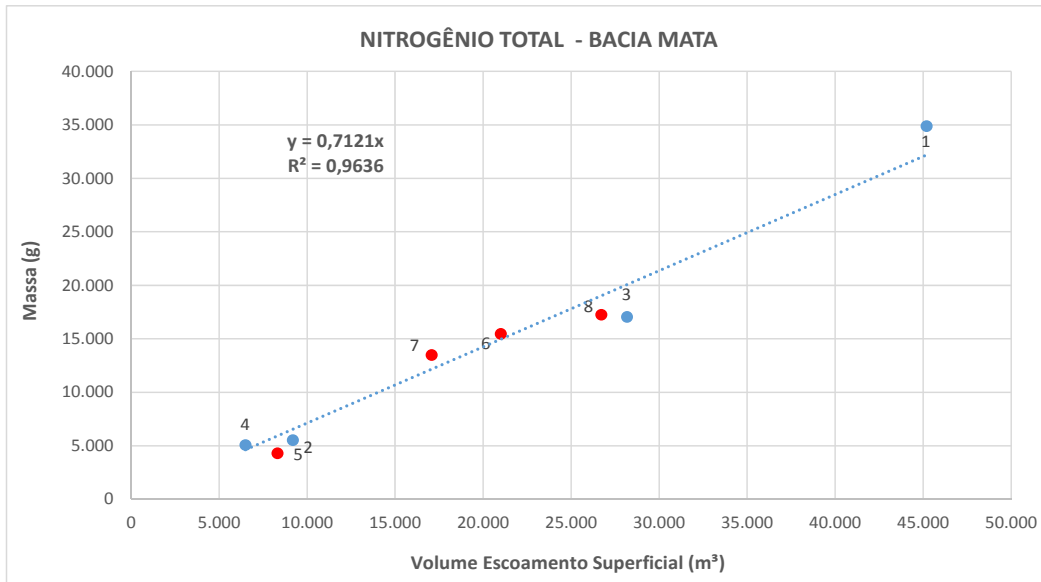
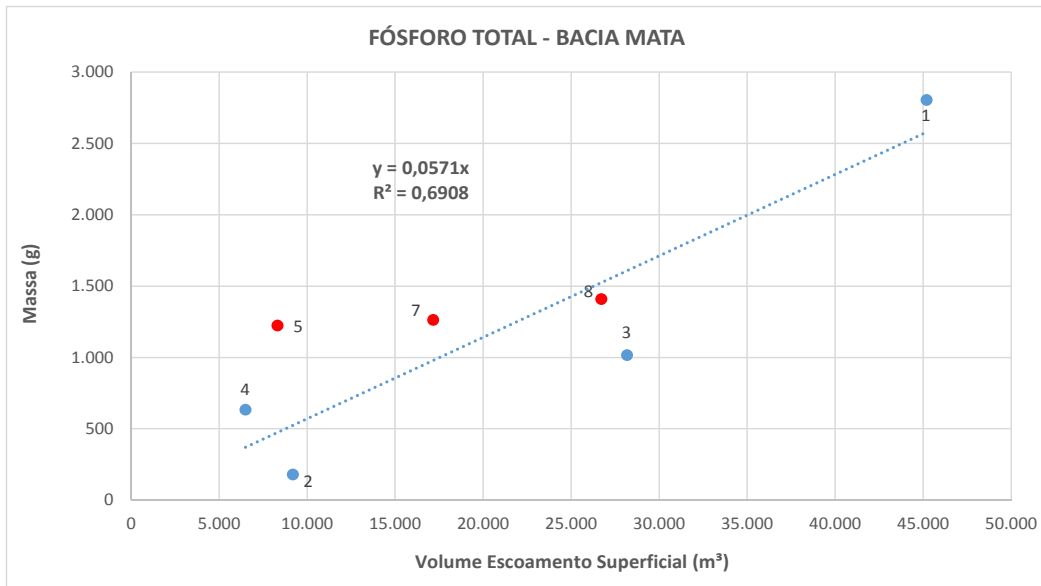
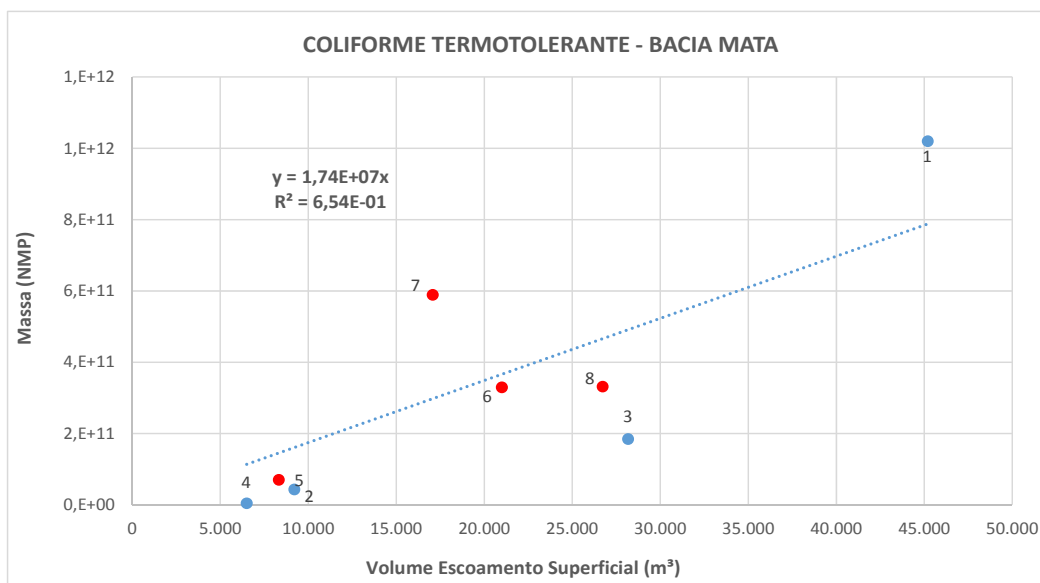
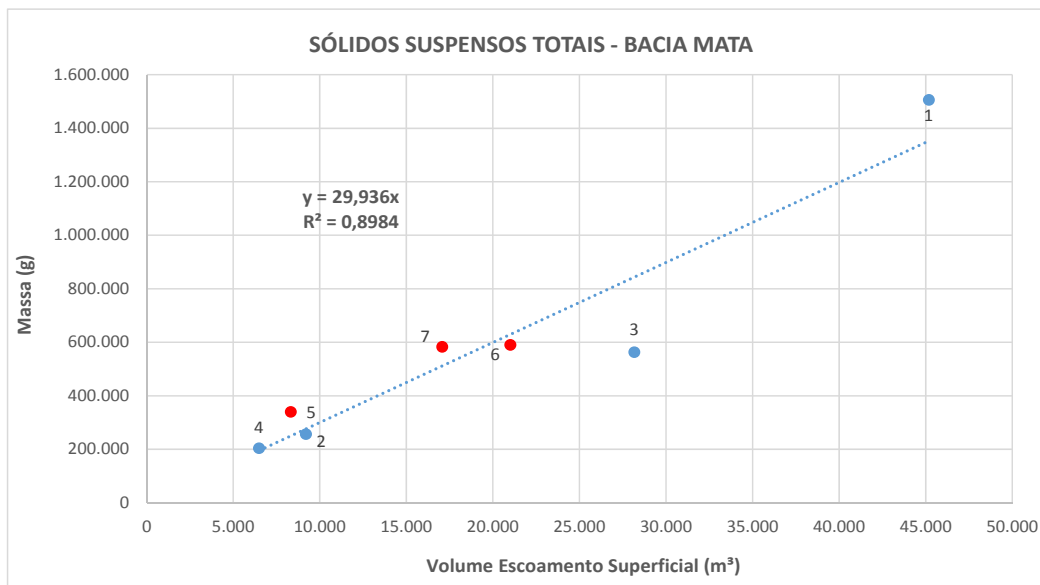
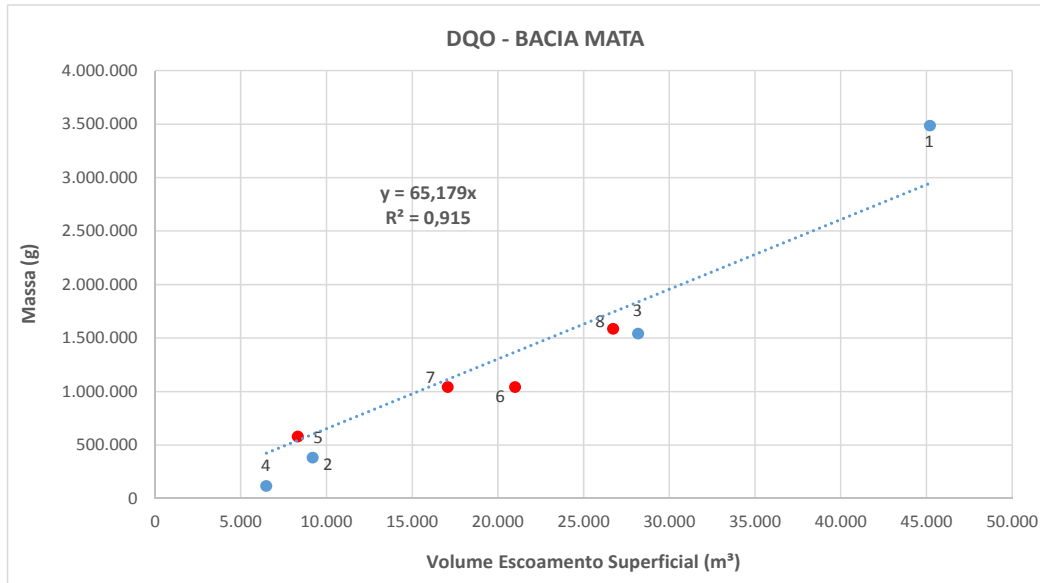


Figura 5.3-7 – Curvas de Tendência e Concentração Média dos Eventos – Bacia Mata





Concentrações Amostradas nos Eventos

- DQO e DBO: As concentrações médias amostradas de DQO ao longo dos eventos na estação seca variaram entre 22 mg/L a 84 mg/L com média de 46 mg/L. Na estação chuvosa os valores foram praticamente semelhantes, sendo que o range de variação foi de 12 mg/L a 74 mg/L com média de 49 mg/L.

As concentrações de DBO apresentaram comportamento semelhante nas duas estações, com média de 8 e 7 mg/L nos eventos amostrados, com valores variando entre 3 e 1 mg/L nas amostras realizadas.

A relação entre DQO e DBO é da ordem de 6,4, média dos eventos. A relação entre DQO e TOC é em média 3,5.

- As concentrações médias amostradas de PT ao longo dos eventos na estação seca tiveram variação entre 0,016 mg/L (limite de quantificação) a 0,099 mg/L com média de 0,044 mg/L. Na estação chuvosa o range de variação foi de 0,016 mg/L a 0,95 mg/L com média de 0,087 mg/L.
- A concentração média de NT nos eventos da estação seca foi 0,51 mg/L, enquanto na estação chuvosa foi de 0,60 mg/L. A concentração de Nitrato representa cerca de 11,5% do NT na média das duas estações e a concentração de Nitrito representa cerca de 1,6% do NT. A concentração de NAmoñiacal varia de 5,5% da concentração de NKT nos eventos amostrados na estação seca para 30% nos da estação chuvosa.
- As concentrações de Sólidos Suspensos são semelhantes nos eventos amostrados das duas estações, e variou de 15 a 63/66 mg/L, com médias de 24 e 31 mg/L.
- As densidades médias de coliformes termotolerantes nos eventos amostrados nas duas estações foram, respectivamente, $7,7 \times 10^2$ e $1,2 \times 10^3$ NMP/100mL.

Carga dos Eventos Amostrados e Concentração Média dos Eventos (CME)

A Tabela 5.3-3 resume os resultados da Concentração Média dos Eventos, obtida dos gráficos de correção antes apresentados e as cargas poluidoras em cada evento amostrado.

Tabela 5.3-3 – Bacia Mata – CME e Cargas em Eventos de Chuva

BACIA MATA						
Amostragens	PT	NT	DQO	DBO	SST	Coliformes Termo.
Carga nos Eventos de Chuva (kg/dia e NMP/dia)						
1º Evento de Chuva (1.440 min)	2,804	34,87	3.485,75	372,69	1.506,17	1,0E+12
2º Evento de Chuva (2.960 min)	0,088	2,68	186,02	21,53	124,49	2,1E+10
3º Evento de Chuva (3.070 min)	0,476	7,99	722,68	245,51	263,62	8,6E+10
4º Evento de Chuva (2.710 min)	0,336	2,70	62,29	23,22	108,29	2,4E+09
5º Evento de Chuva (2.150 min)	0,823	2,86	386,77	77,57	618,75	4,7E+10
6º Evento de Chuva (2.210 min)	1,529	10,06	677,47	70,65	266,63	2,1E+11
7º Evento de Chuva (1.350 min)	1,346	14,37	1.110,41	138,83	621,65	6,3E+11
8º Evento de Chuva (1.590 min)	1,276	15,61	1.435,58	285,64	457,17	3,0E+11
Concentração Média dos Eventos - CME (mg/L e NMP/100mL)	0,057	0,712	65,2	8,98	29,9	1,7E+03

5.4 Eventos de Chuva – Bacia Agricultura

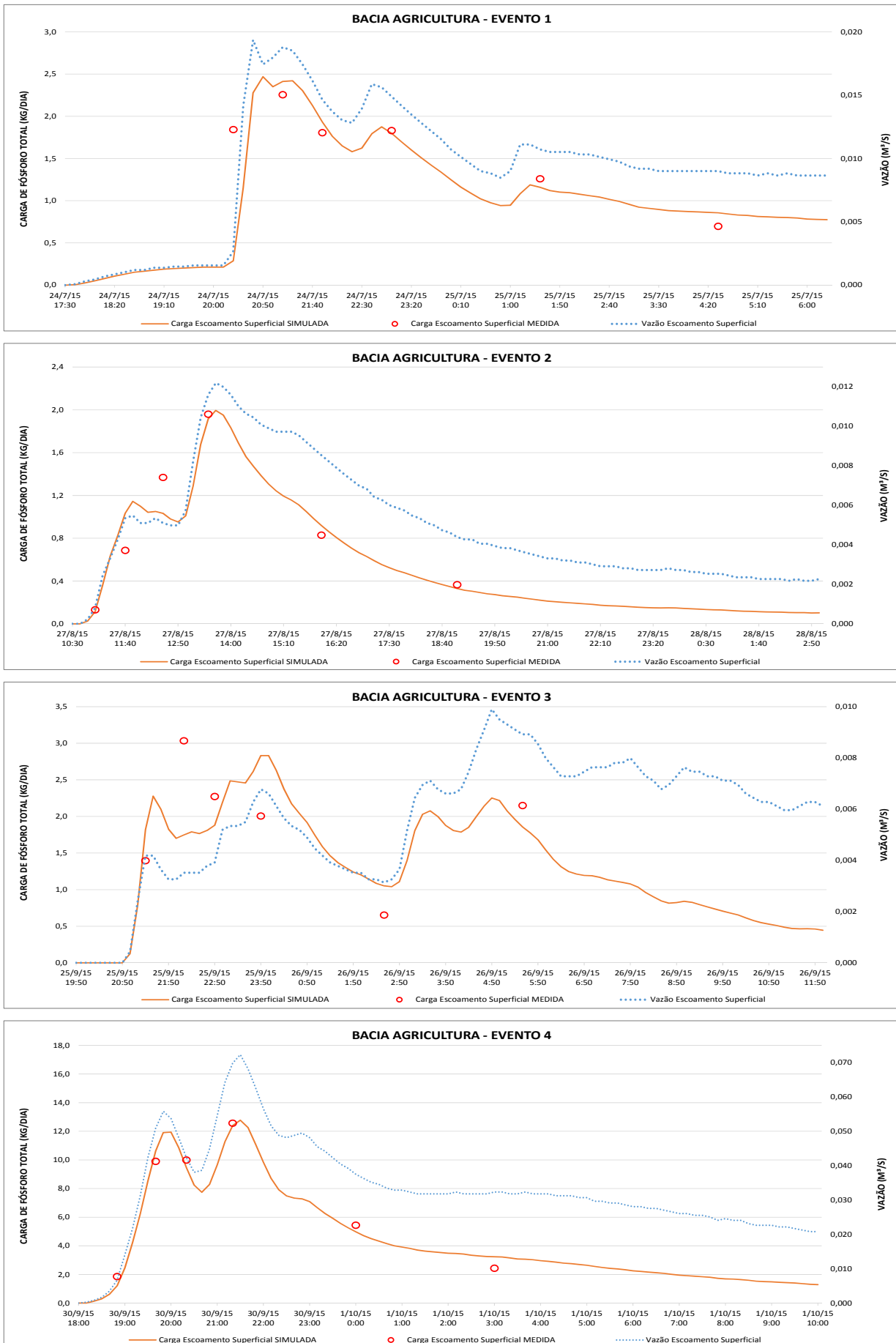
Tabela 5.4-1 – Eventos de Chuva – Bacia Agricultura - Estação Seca

Evento de Chuva na Estação Seca	Horário da Coleta da Amostra	GRUPO 1					GRUPO 2					N t (mg/L)
		DQO (mg/L)	TOC (mg/L)	P t (mg/L)	NKT (mg/L)	N Amon t (mg/L)	DBO 5,20 (mg/L)	SST (mg/L)	Coli. T. (NMP/100mL)	Nitratos (mg/L)	Nitritos (mg/L)	
Limite de Quantificação		6	1	0,016	0,18	0,023	2	15	1	0,008	0,004	-
Bacia Agricultura												
1º Evento 24 e 25/07/2015	20:23	92	12,0	3,46	8,03	0,201	20	5.300	6,0E+02	0,55	0,006	8,59
	21:09	90	28,3	1,21	1,66	0,160	7	470	4,0E+02	1,64	0,015	3,32
	21:55	76	18,9	1,20	1,44	0,204	4	260	3,0E+02	2,17	<LQ	3,61
	22:56	72	19,9	1,20	1,78	0,357	4	920	5,0E+01	0,72	<LQ	2,50
	01:29	55	18,2	1,09	1,14	0,135	7	478	2,0E+02	1,72	<LQ	2,86
	04:30	65	13,5	0,73	0,96	0,058	5	135	3,0E+02	1,78	<LQ	2,74
Média	-	75	18,5	1,482	2,50	0,186	8	1.261	2,4E+02	1,43	0,006	3,94
2º Evento 27/08/2015	10:57	104	32,0	0,69	2,47	0,359	21	3.920	8,5E+03	1,21	0,015	3,70
	11:43	144	20,0	1,09	1,65	0,281	11	1.740	4,0E+03	1,24	0,021	2,91
	12:29	160	45,0	2,12	3,37	0,378	14	1.040	1,4E+03	1,05	0,045	4,47
	13:30	73	26,0	1,64	2,64	0,147	14	640	9,3E+03	1,51	0,017	4,17
	16:03	63	17,0	0,931	1,03	0,123	9	151	4,6E+03	1,23	0,014	2,27
	19:04	30	13,0	0,722	2,47	0,112	10	90	4,2E+03	1,26	0,013	3,74
Média	-	96	25,5	1,199	2,27	0,233	13	1.264	4,5E+03	1,25	0,021	3,54
3º Evento 25 e 26/09/2015	21:21	271	56,0	1,96	7,94	1,640	89	3.370	7,9E+03	1,42	0,064	9,42
	22:07	250	23,0	4,36	4,31	0,587	12	691	4,0E+02	1,95	0,519	6,78
	22:53	291	20,0	3,17	3,28	0,532	11	599	4,0E+02	1,86	0,049	5,19
	23:54	194	19,0	2,13	3,20	0,395	32	1.723	2,7E+03	1,87	0,054	5,12
	02:27	114	14,0	1,15	2,33	0,387	7	178	9,0E+02	1,40	0,046	3,78
	05:28	126	23,0	1,92	2,06	0,348	7	218	1,8E+03	1,77	0,053	3,88
Média	-	208	25,8	2,448	3,85	0,648	26	1.130	1,3E+03	1,71	0,131	5,70
4º Evento 30/09 e 01/10/2015	18:51	213	21,0	1,02	1,83	0,220	147	5.420	6,4E+03	1,04	0,039	2,91
	19:37	150	13,0	1,68	1,57	0,228	130	1.480	5,2E+03	1,75	0,064	3,38
	20:23	124	11,0	1,92	2,27	0,270	44	1.310	4,0E+03	1,34	0,056	3,67
	21:24	95	12,0	1,67	2,84	0,135	45	1.350	6,5E+03	1,14	0,036	4,02
	23:57	73	12,0	1,19	1,57	0,084	40	462	1,0E+03	0,884	0,021	2,48
	02:58	54	9,8	0,66	0,98	0,080	40	311	2,7E+03	0,696	0,016	1,69
Média	-	118	13,1	1,357	1,84	0,170	74	1.722	3,6E+03	1,140	0,039	3,02
Média Geral	-	124	20,7	1,621	2,62	0,309	30	1.344	2,4E+03	1,383	0,049	4,05

Tabela 5.4-2 – Eventos de Chuva – Bacia Agricultura - Estação Chuvosa

Evento de Chuva na Estação Chuvosa	Horário da Coleta da Amostra	GRUPO 1					GRUPO 2					N t (mg/L)
		DQO (mg/L)	TOC (mg/L)	P t (mg/L)	NKT (mg/L)	N Amon t (mg/L)	DBO 5,20 (mg/L)	SST (mg/L)	Coli. T. (NMP/100mL)	Nitratos (mg/L)	Nitritos (mg/L)	
Limite de Quantificação		6	1	0,016	0,180	0,023	2	15	1,0E+02	0,008	0,004	-
Bacia Agricultura												
5º Evento 26/10/2015	03:19	86	28,0	2,200	2,380	0,793	8	709	4,2E+03	1,190	0,019	3,59
	04:05	346	89,0	6,580	7,470	0,766	10	3.020	9,0E+03	1,220	0,042	8,73
	04:51	228	85,0	3,270	4,480	1,070	51	3.790	6,4E+03	1,140	0,046	5,67
	05:52	223	65,0	3,910	4,450	0,770	12	3.460	5,3E+03	1,500	0,049	6,00
	08:25	72	30,0	2,390	2,700	0,301	9	1.080	9,6E+02	1,400	0,037	4,14
	11:26	105	27,0	2,020	2,400	0,163	7	569	8,7E+03	0,545	0,018	2,96
Média	-	177	54,0	3,395	3,980	0,644	16	2105	4,7E+03	1,170	0,035	5,18
6º Evento 04 e 05/11/2015	17:39	431	91,0	6,750	7,230	0,486	94	2.000	3,1E+03	0,519	0,021	7,77
	18:25	320	61,0	7,500	8,750	0,423	152	1.310	<100	0,680	0,024	9,45
	19:11	426	110,0	4,030	5,850	0,210	104	1.170	9,1E+03	0,905	0,019	6,77
	20:12	119	54,0	2,940	3,670	0,075	32	834	<100	0,705	0,011	4,39
	22:45	124	58,0	6,800	7,300	0,069	124	621	5,0E+03	0,729	0,008	8,04
	01:46	50	19,0	1,770	1,840	0,030	19	240	2,7E+03	0,563	<LQ	2,41
Média	-	245	65,5	4,965	5,773	0,216	88	1029	4,4E+03	0,680	0,015	6,47
7º Evento 17 e 18/11/2015	22:28	230	67,0	1,440	4,970	1,670	22	1.700	1,3E+03	0,266	0,046	5,28
	23:18	140	48,0	1,030	4,790	0,745	12	2.180	1,6E+03	1,030	0,029	5,85
	00:06	202	51,0	1,260	2,210	0,632	12	2.840	1,8E+03	1,270	0,030	3,51
	01:08	69	27,0	0,041	2,930	1,530	13	1.100	1,5E+03	0,593	0,002	3,53
	03:44	41	13,0	0,034	3,800	1,410	10	690	1,2E+03	0,069	<LQ	3,87
	06:46	112	25,0	0,216	8,850	2,060	27	983	7,4E+03	<LQ	<LQ	8,86
Média	-	132	38,5	0,670	4,592	1,341	16	1582	1,9E+03	0,540	0,019	5,15
8º Evento 28 e 29/11/2015	16:03	384	18,0	0,061	1,520	0,668	33	4.350	2,4E+03	0,431	<LQ	1,96
	16:49	69	57,0	3,820	7,160	0,359	23	2.580	<100	2,010	<LQ	9,17
	17:35	91	32,0	1,600	1,960	0,395	32	1.770	1,0E+02	1,650	0,004	3,61
	18:36	121	68,0	3,100	6,070	0,301	38	2.520	5,0E+03	1,780	<LQ	7,85
	21:09	218	89,0	2,780	5,340	0,236	70	3.790	1,0E+03	1,210	<LQ	6,55
	00:10	58	57,0	4,540	5,630	0,718	24	2.390	4,0E+03	0,257	<LQ	5,89
Média	-	157	53,5	2,650	4,613	0,446	37	2900	1,4E+03	1,220	0,004	5,84
Média Geral	-	211	59,8	4,180	4,877	0,430	52	1567	4,6E+03	0,925	0,025	5,83

Figura 5.4-1 – Hidrograma e Polutograma de Eventos de Chuva na Bacia Agricultura - Fósforo Total



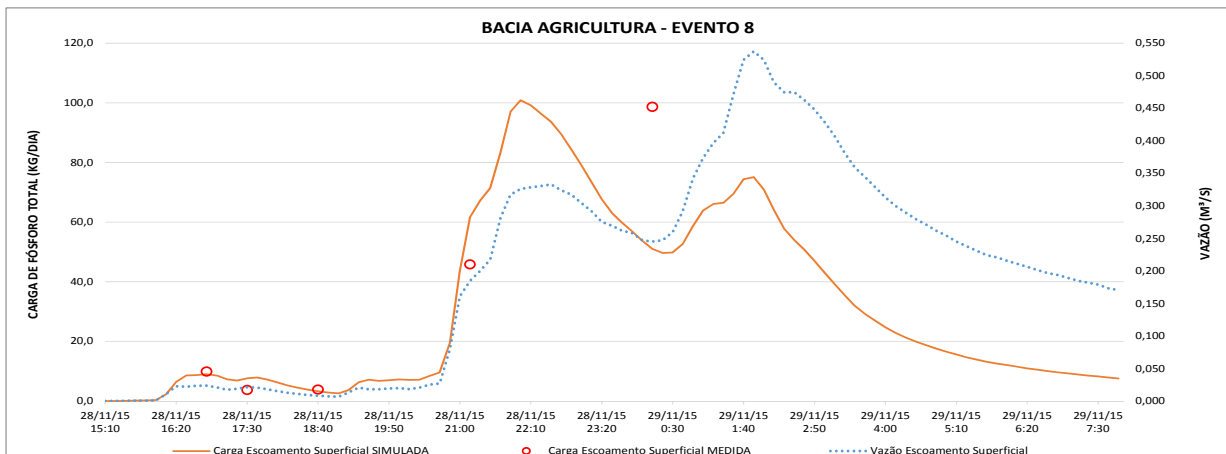
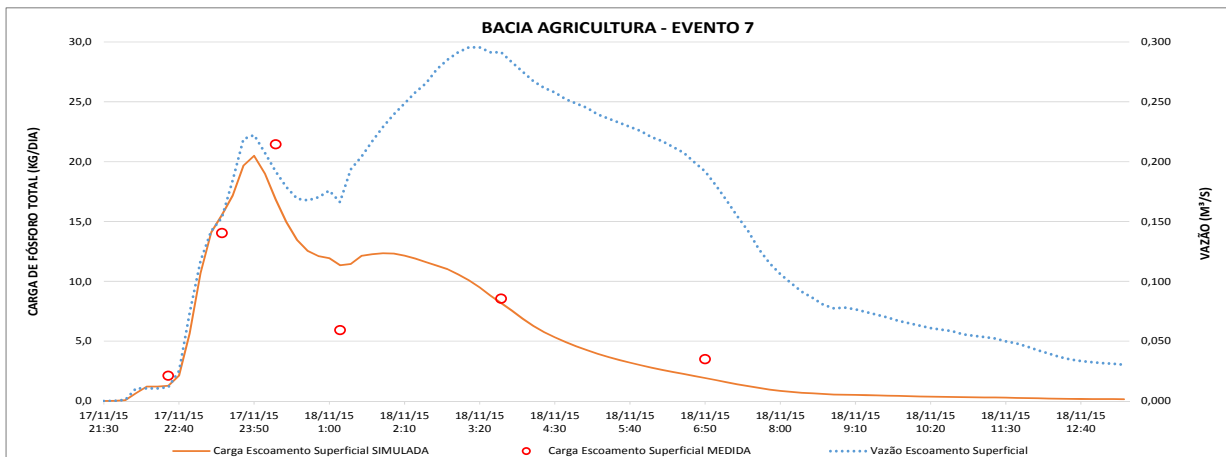
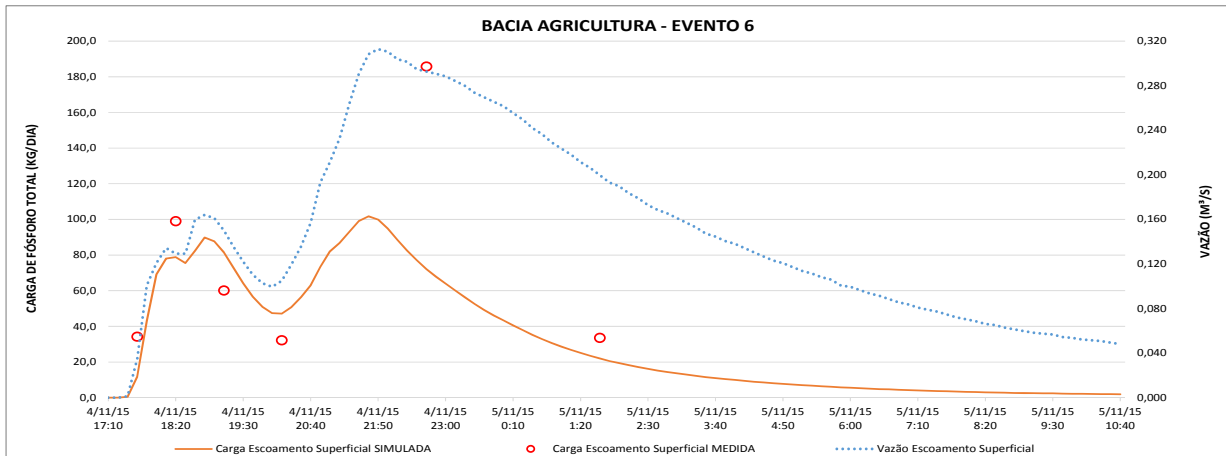
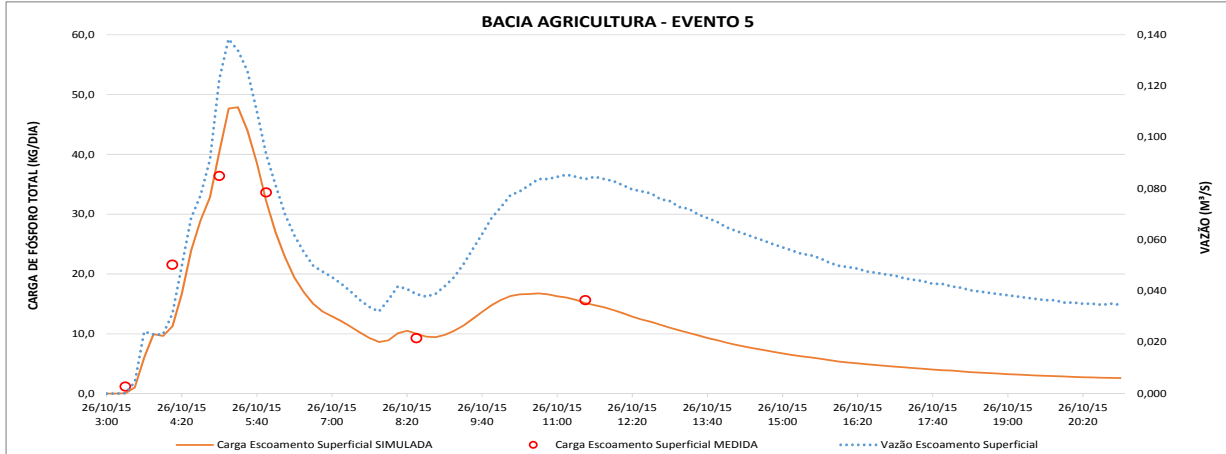
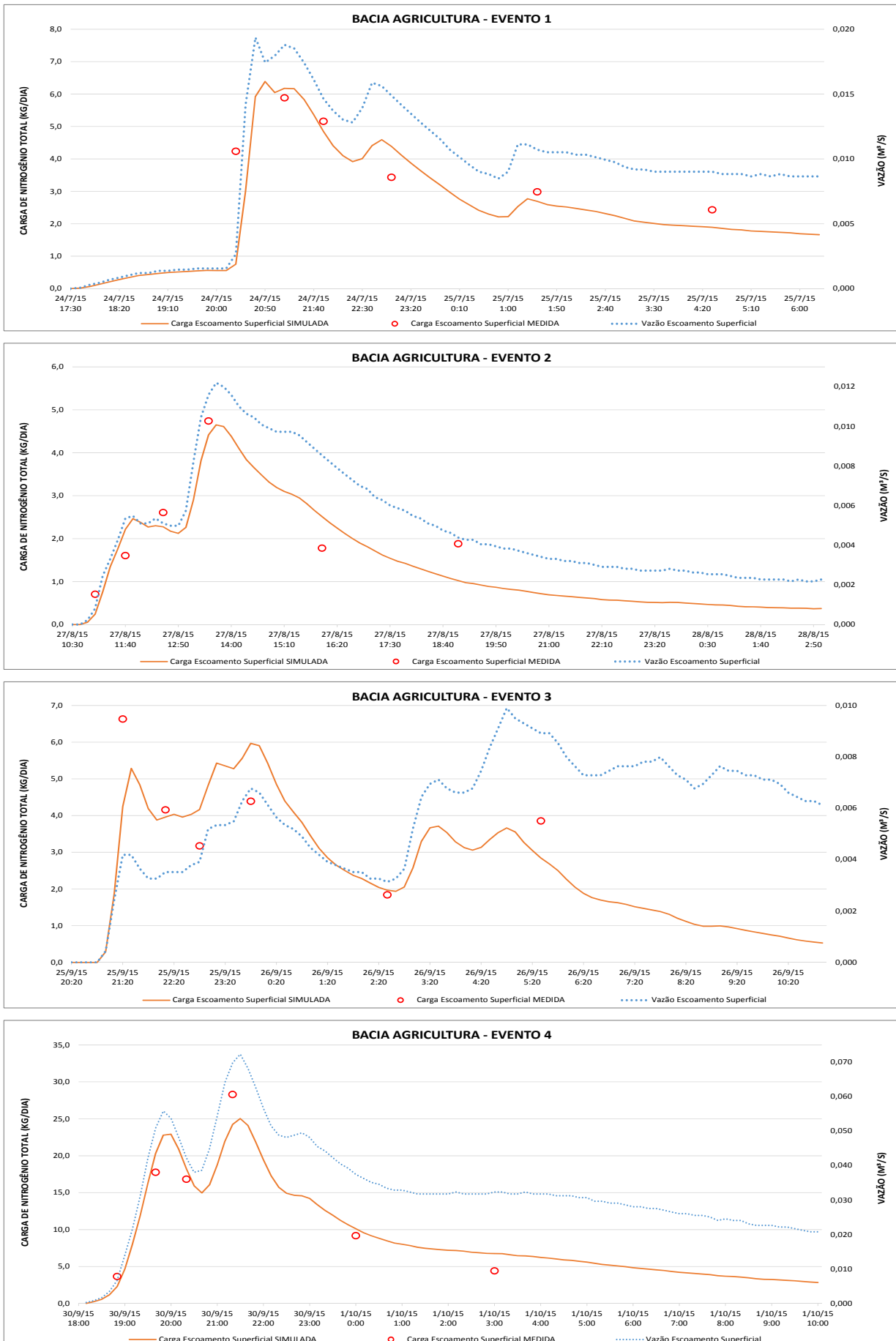


Figura 5.4-2 – Hidrograma e Polutograma de Eventos de Chuva na Bacia Agricultura - Nitrogênio Total



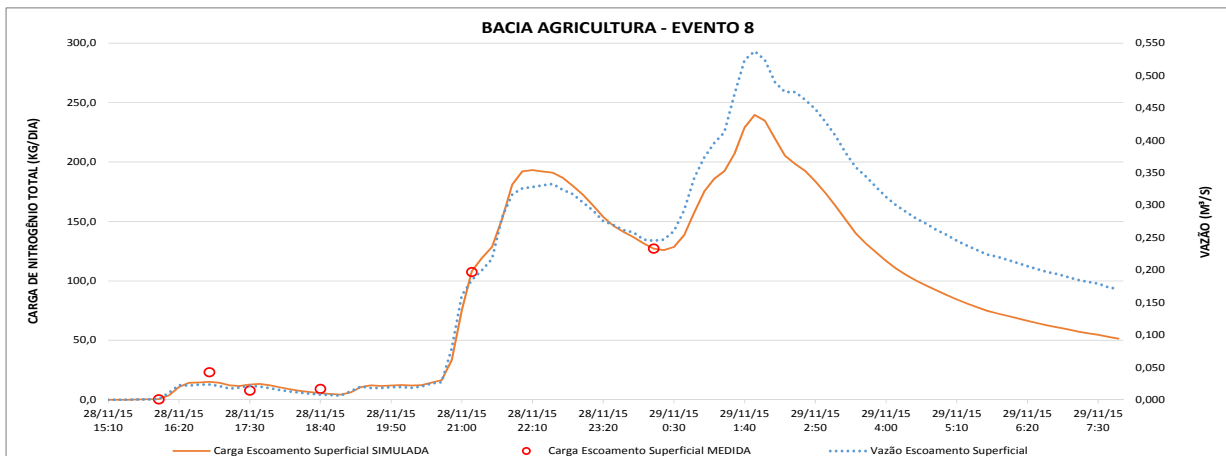
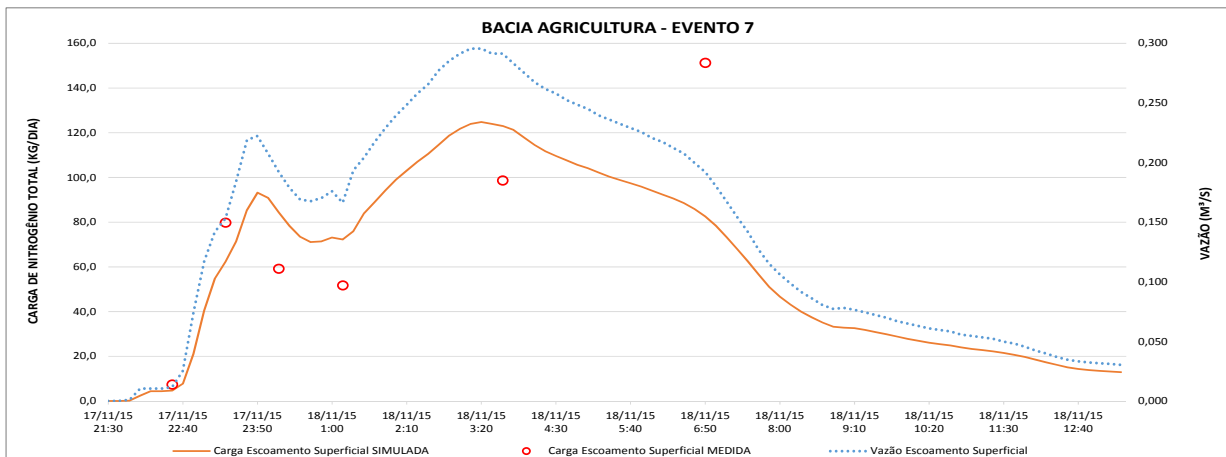
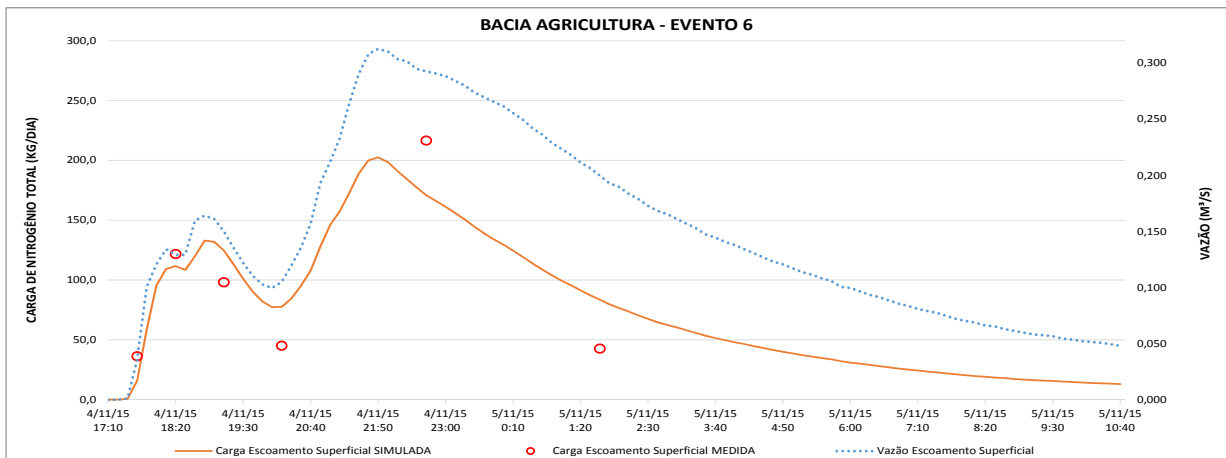
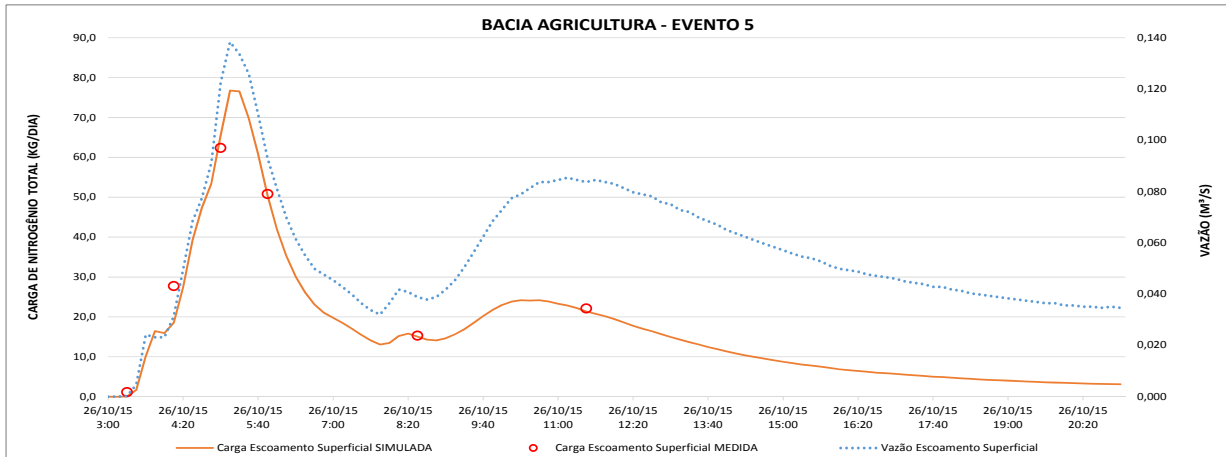
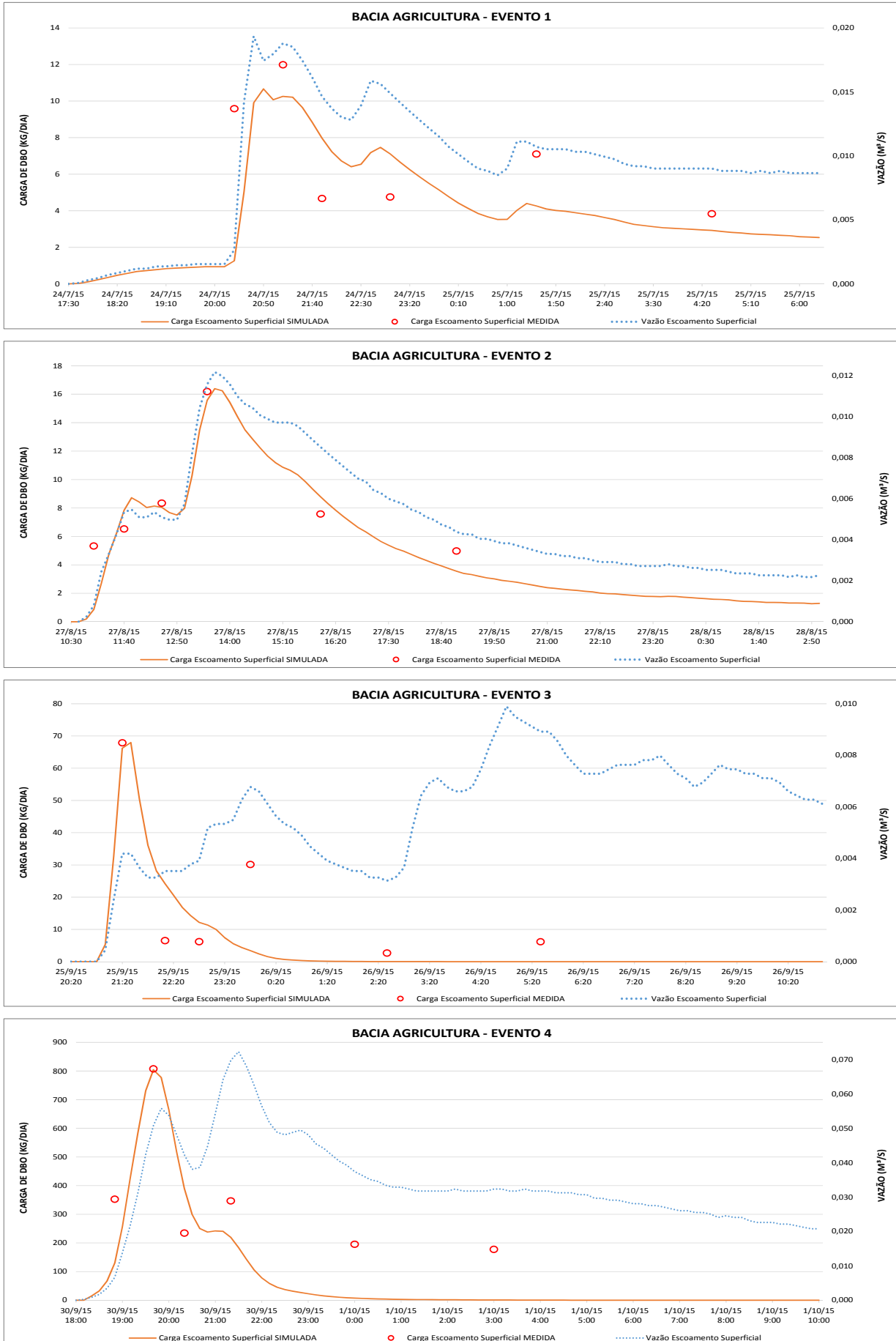


Figura 5.4-3 – Hidrograma e Polutograma de Eventos de Chuva na Bacia Agricultura - DBO



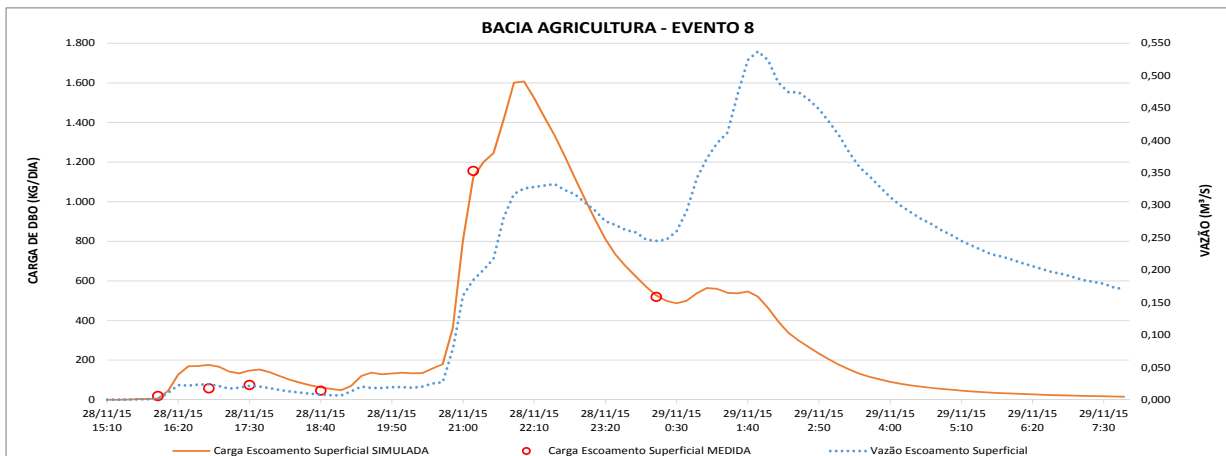
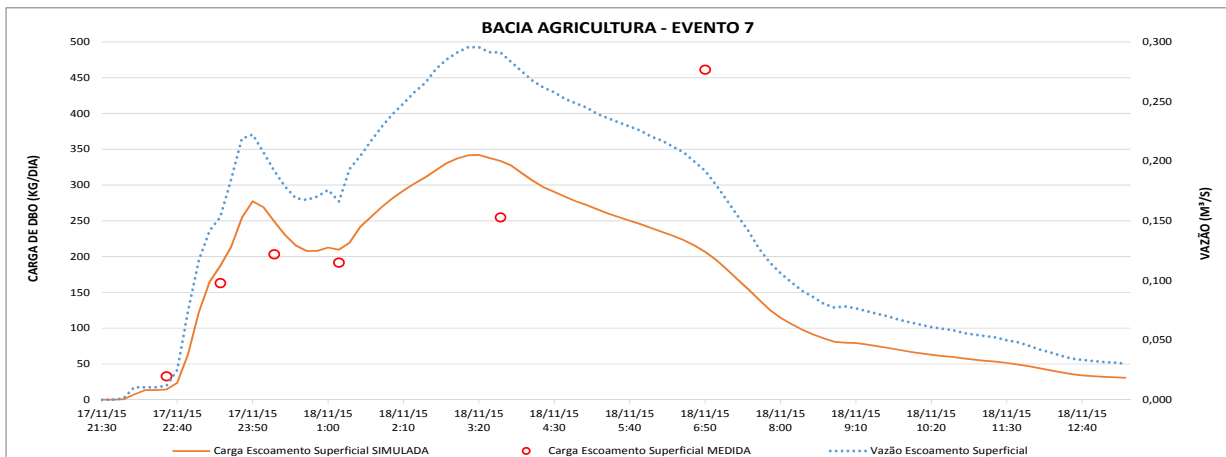
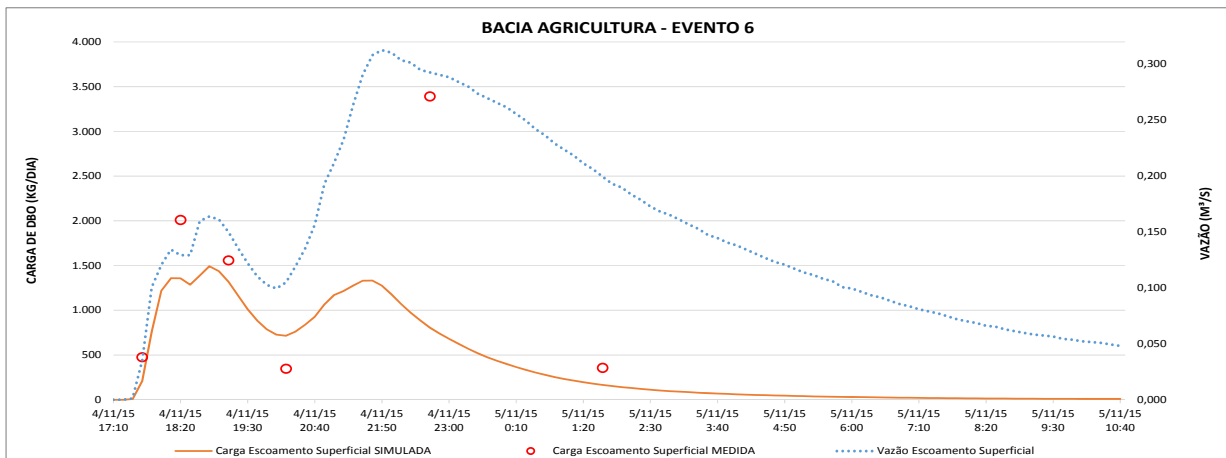
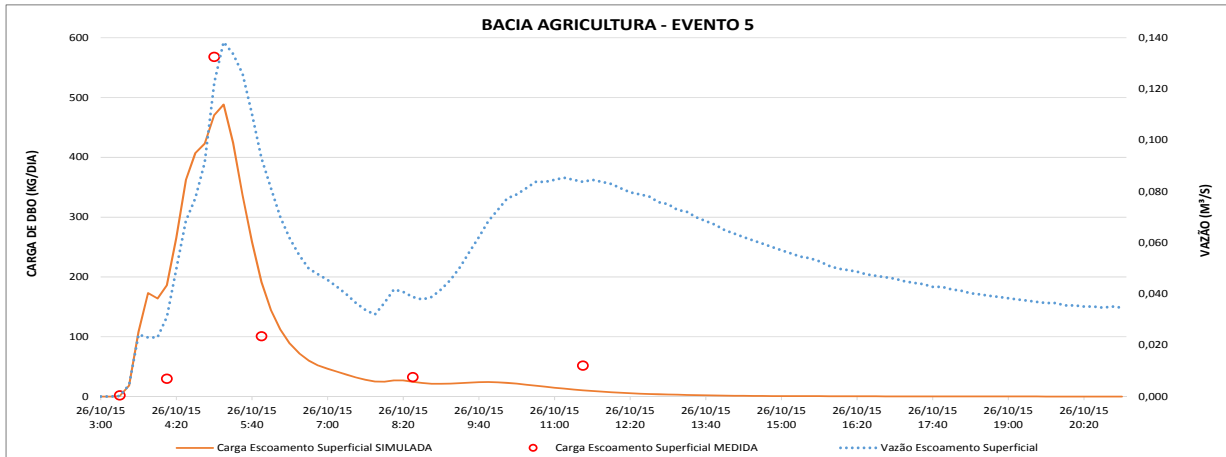
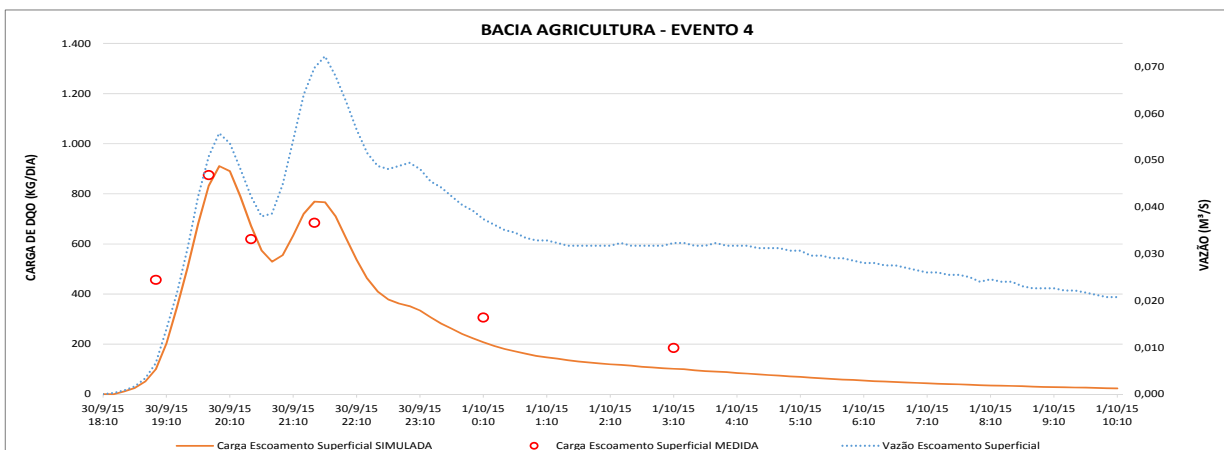
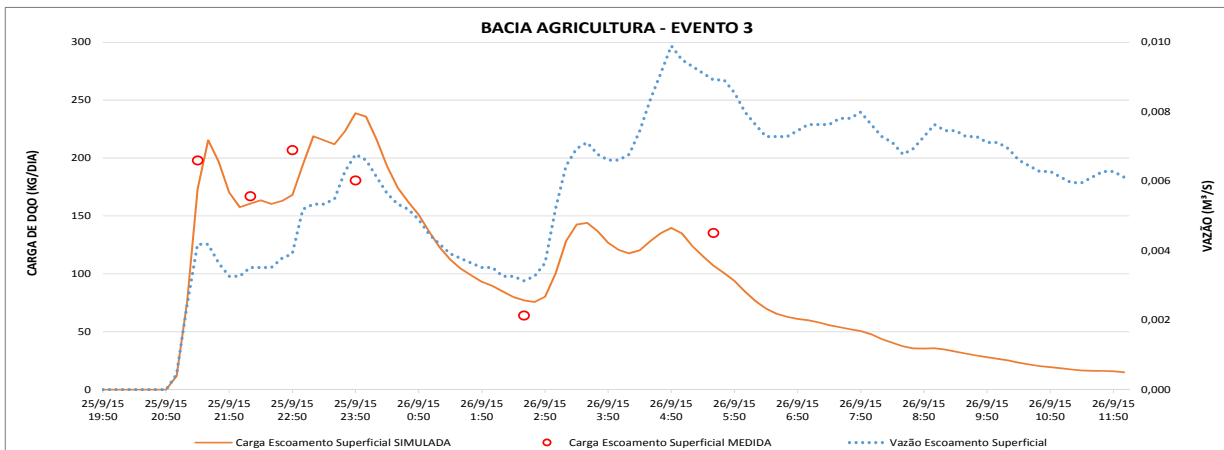
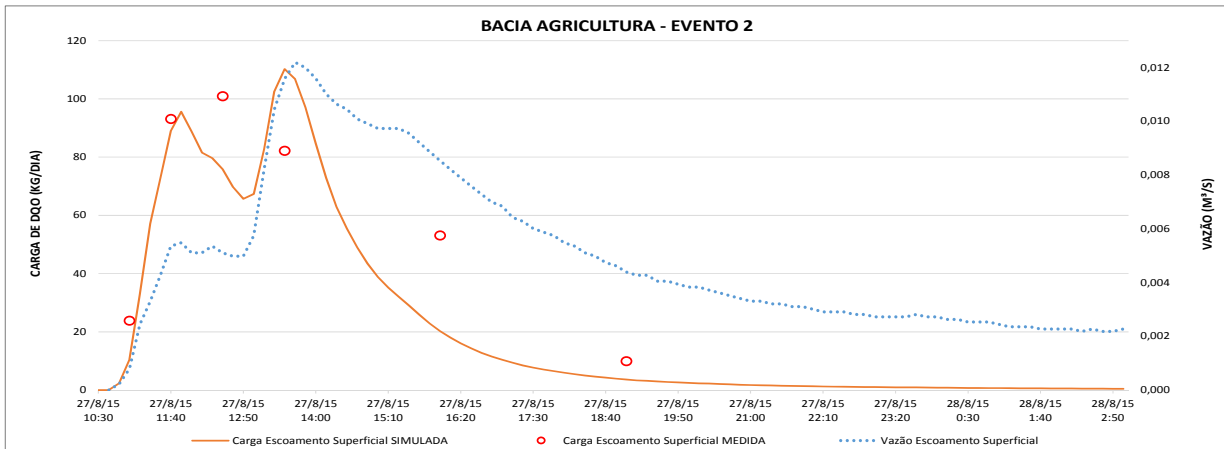
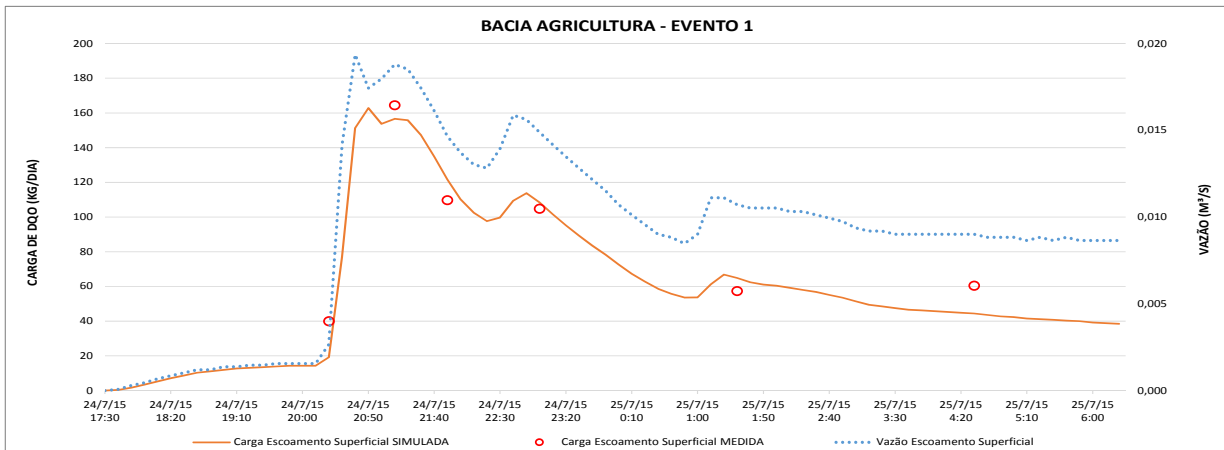


Figura 5.4-4 – Hidrograma e Polutograma de Eventos de Chuva na Bacia Agricultura - DQO



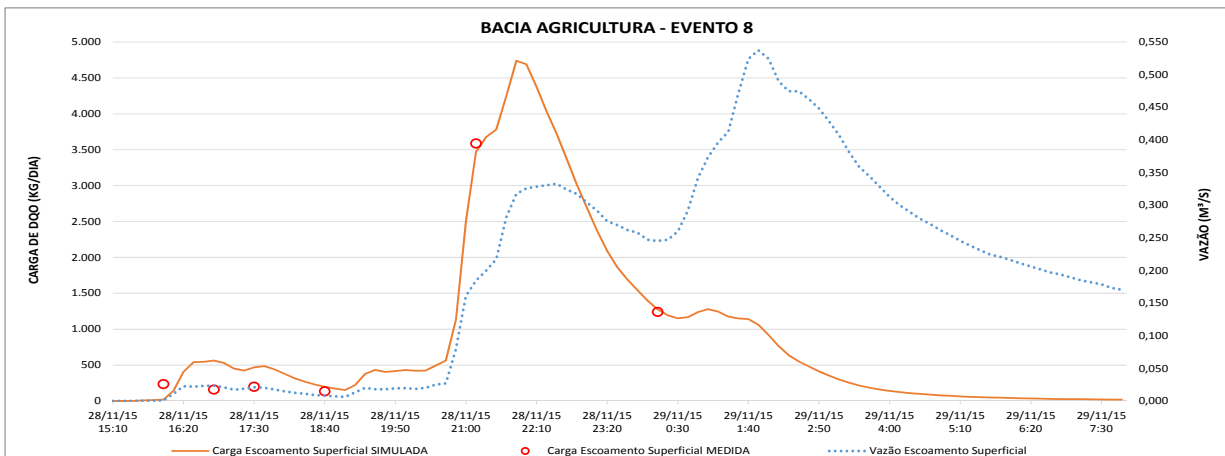
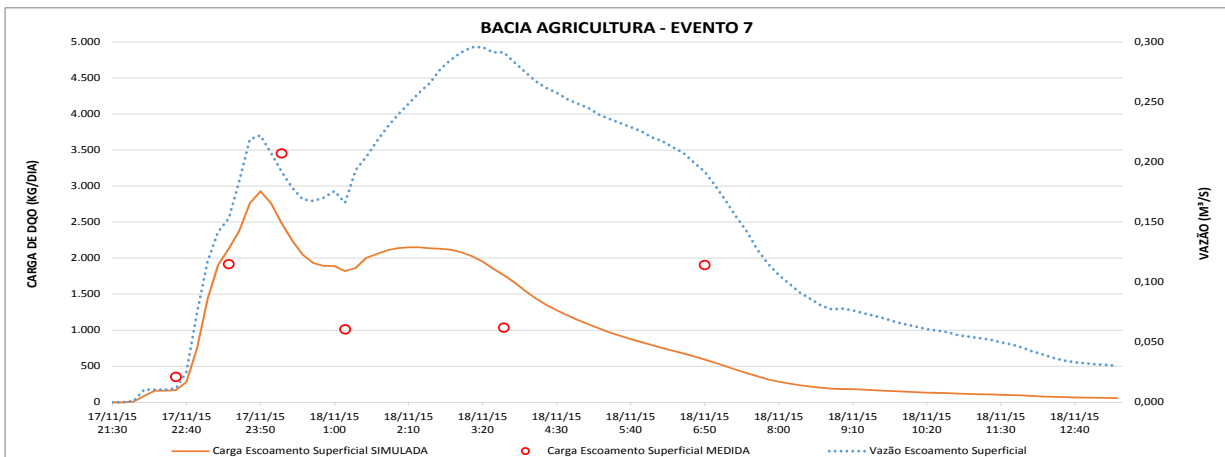
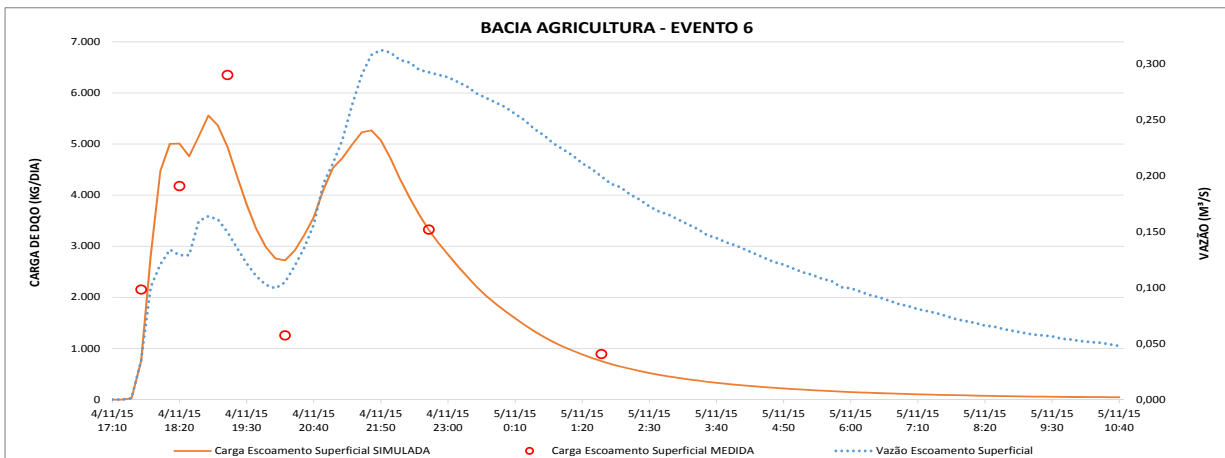
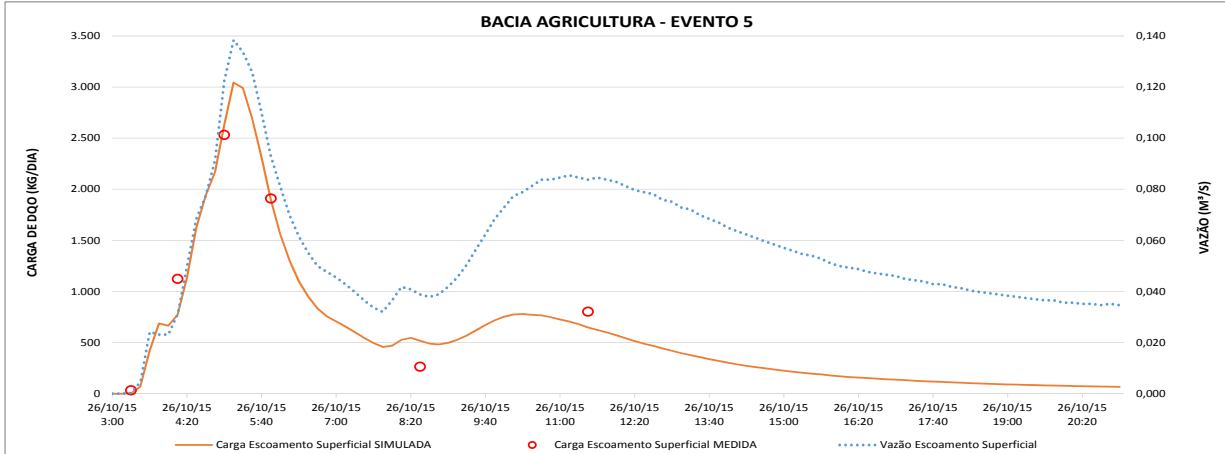


Figura 5.4-5 – Hidrograma e Polutograma de Eventos de Chuva na Bacia Agricultura – SST



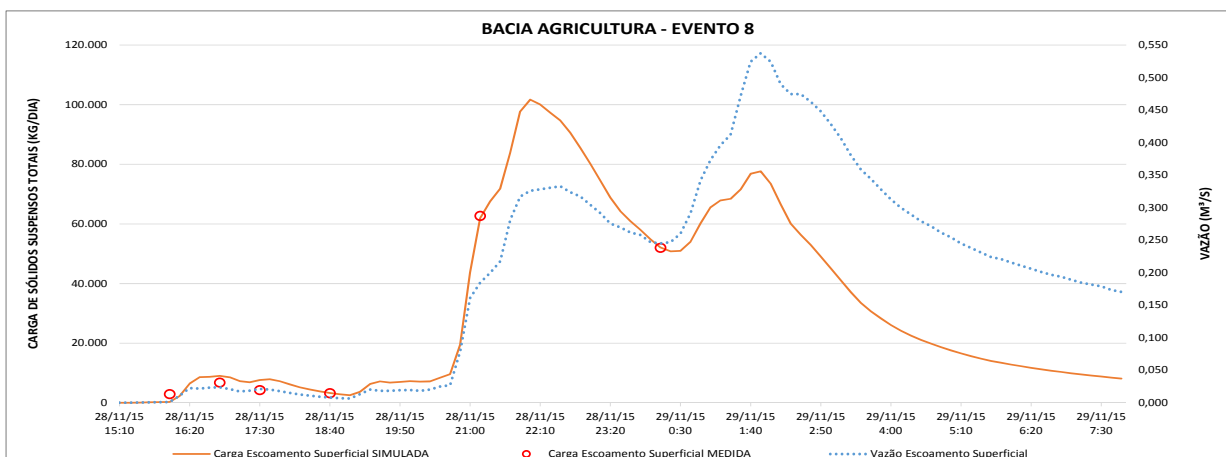
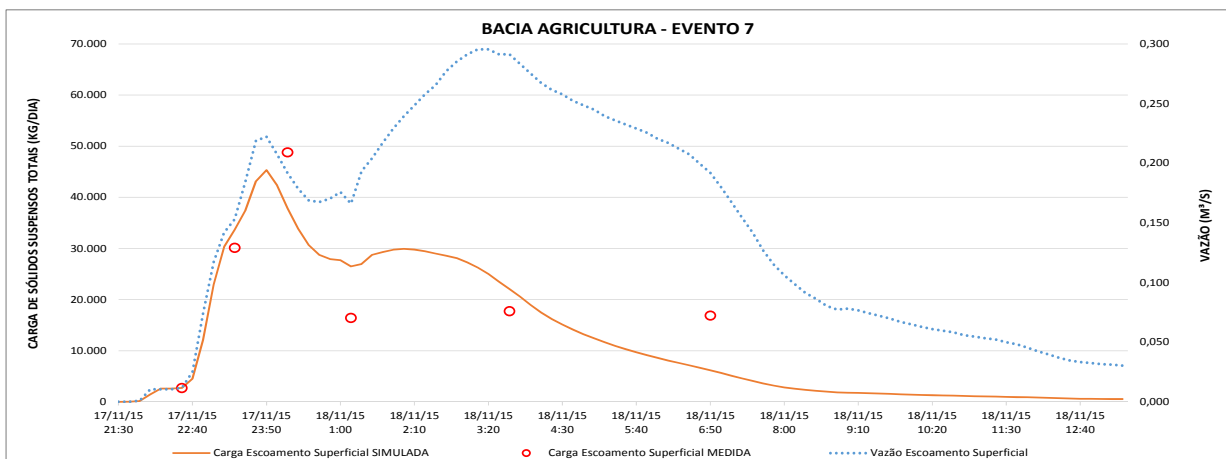
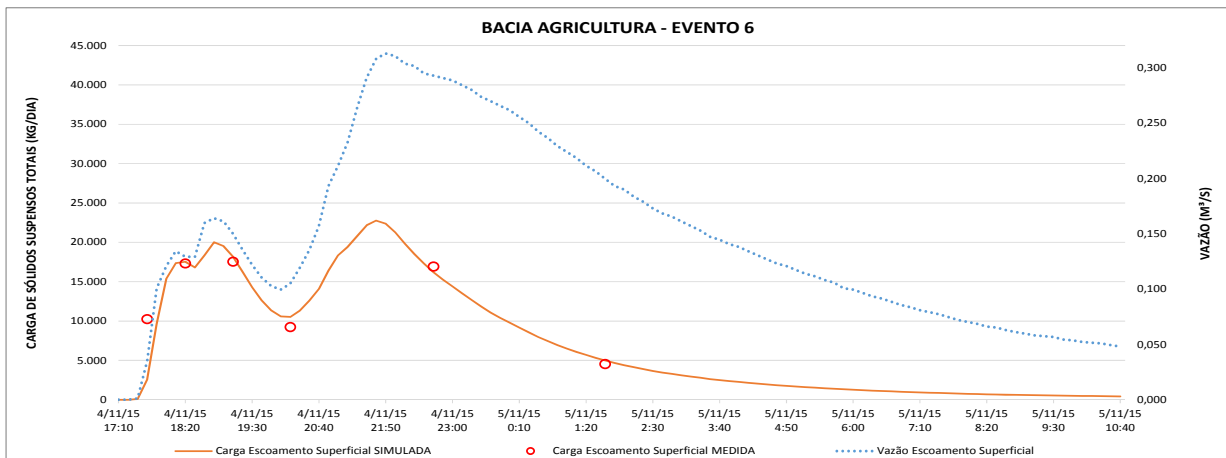
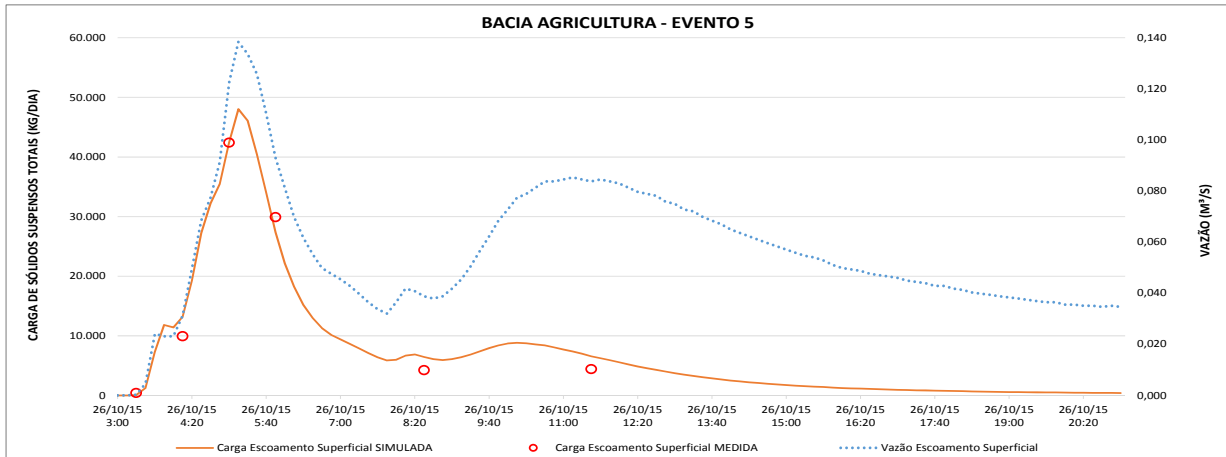
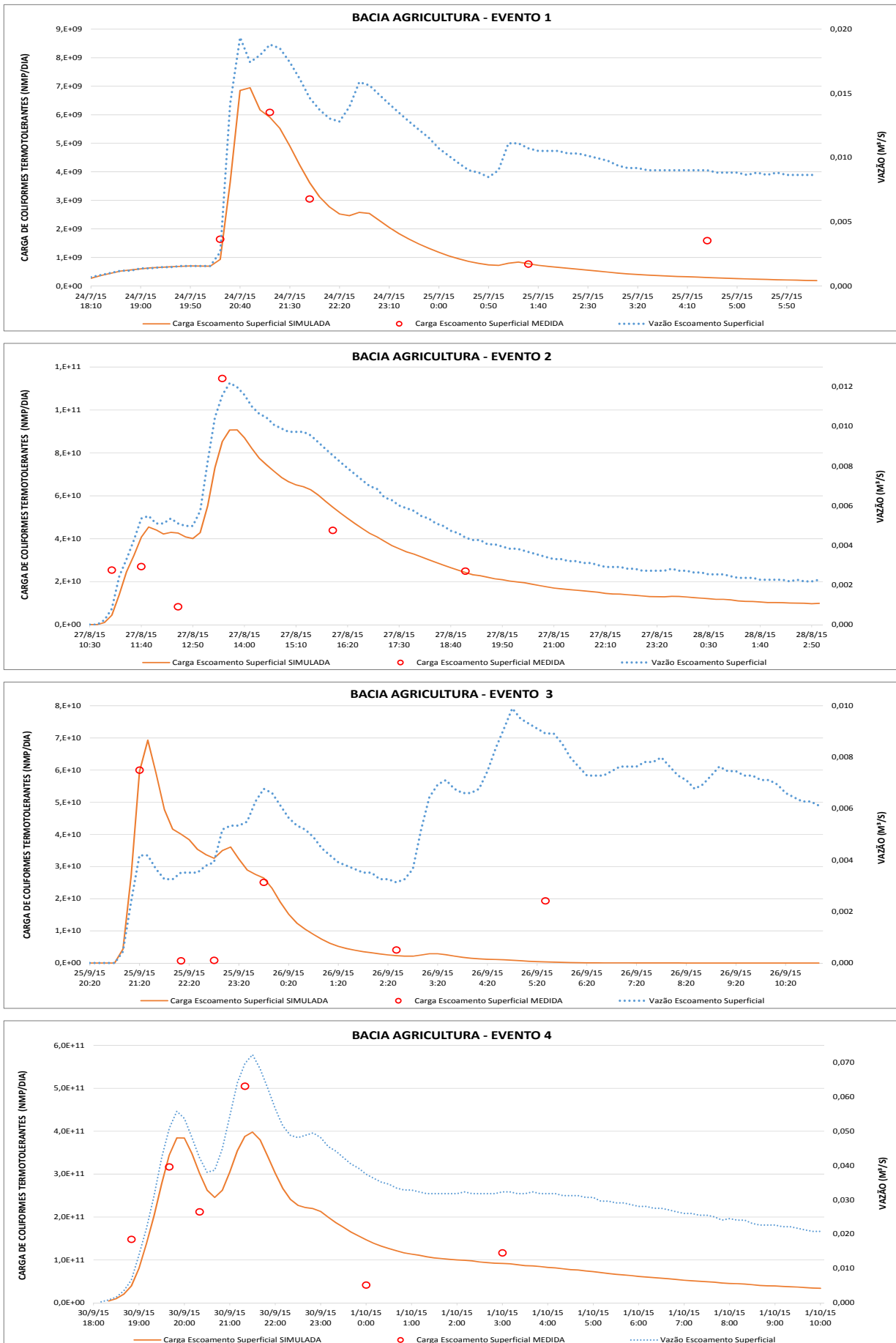


Figura 5.4-6 – Hidrograma e Polutograma de Eventos de Chuva - Bacia Agricultura – Coliformes Termotolerantes



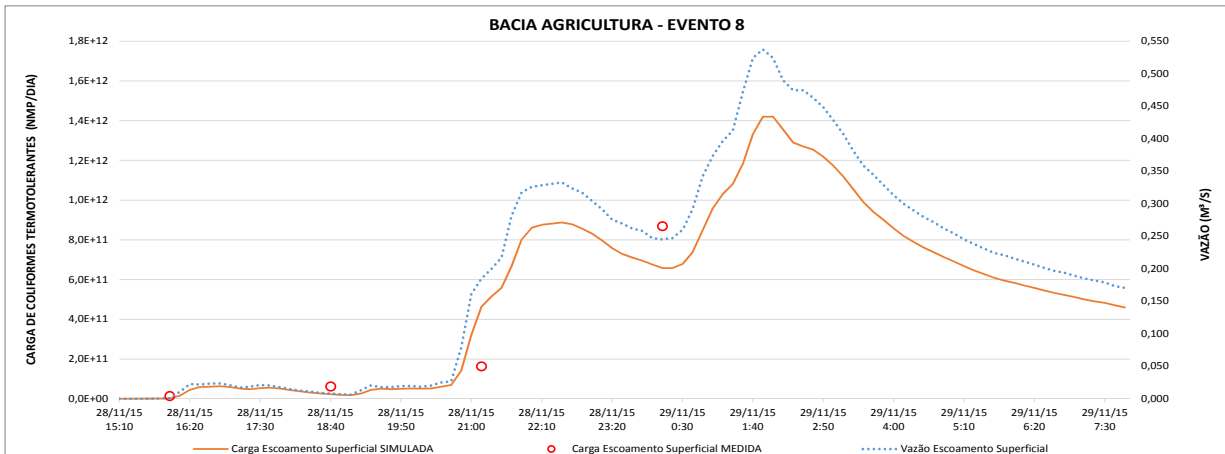
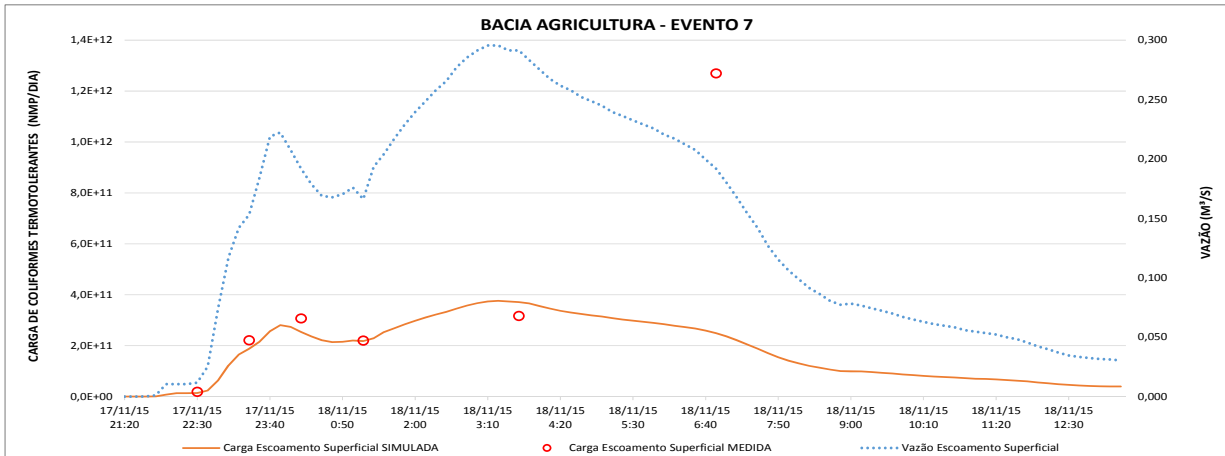
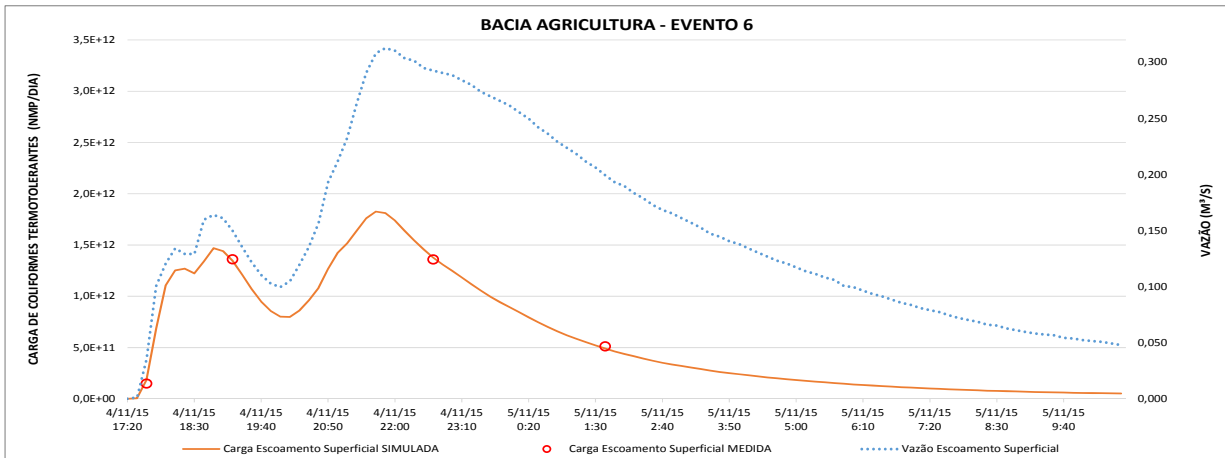
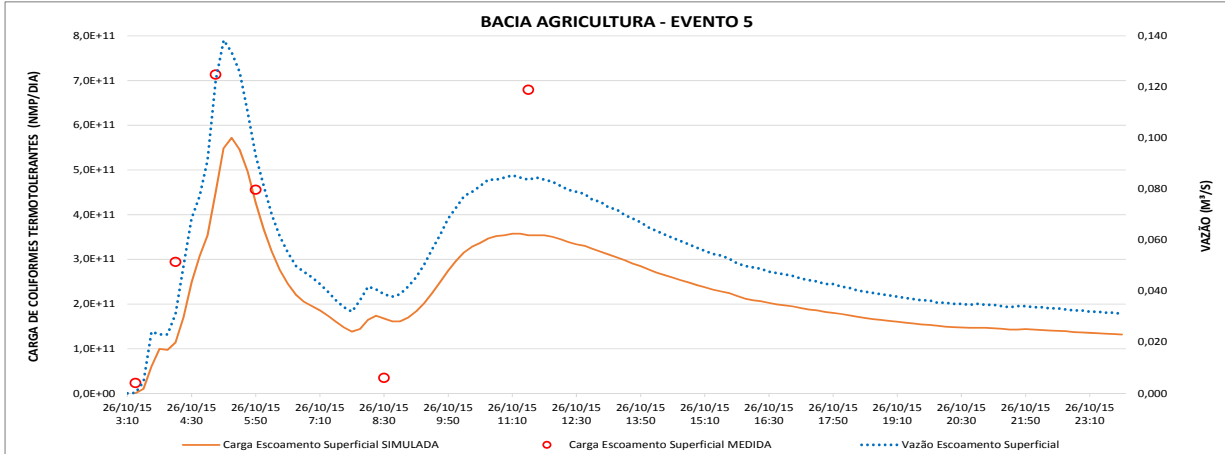
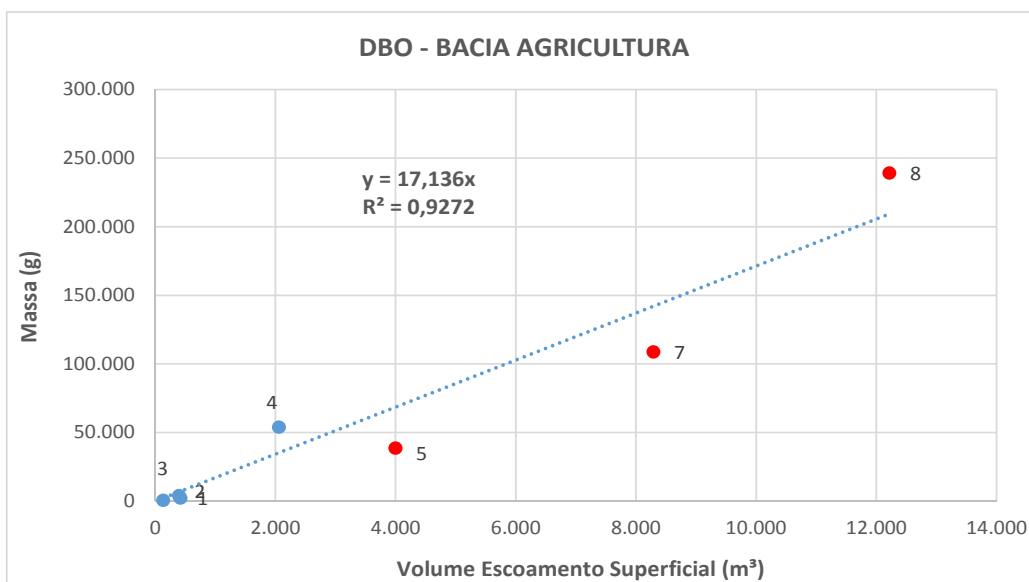
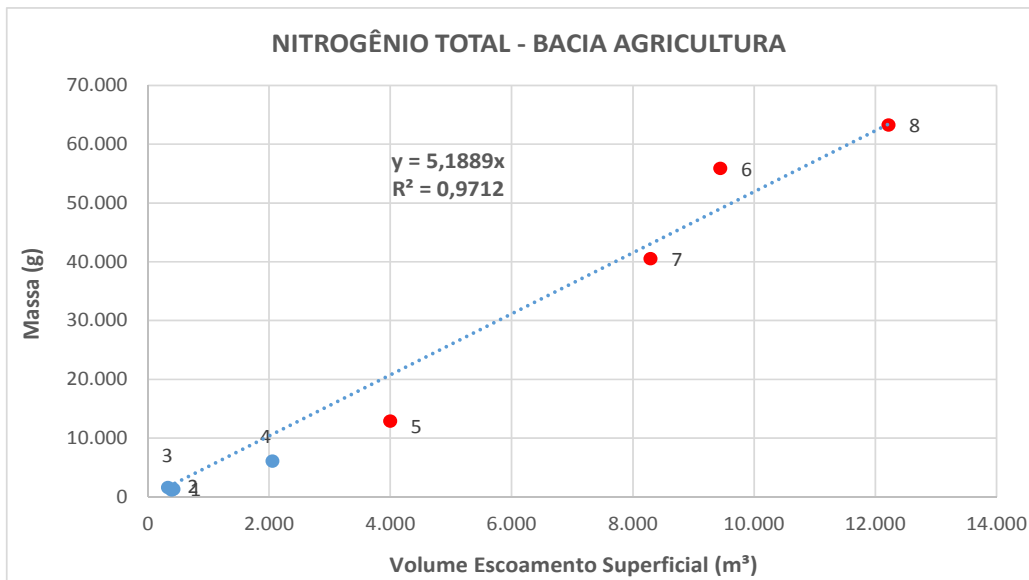
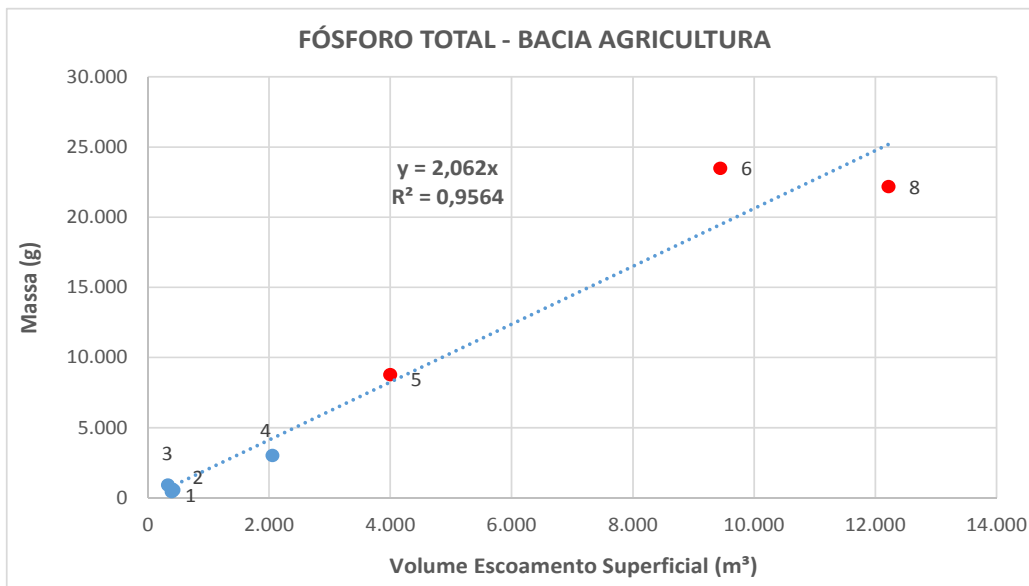
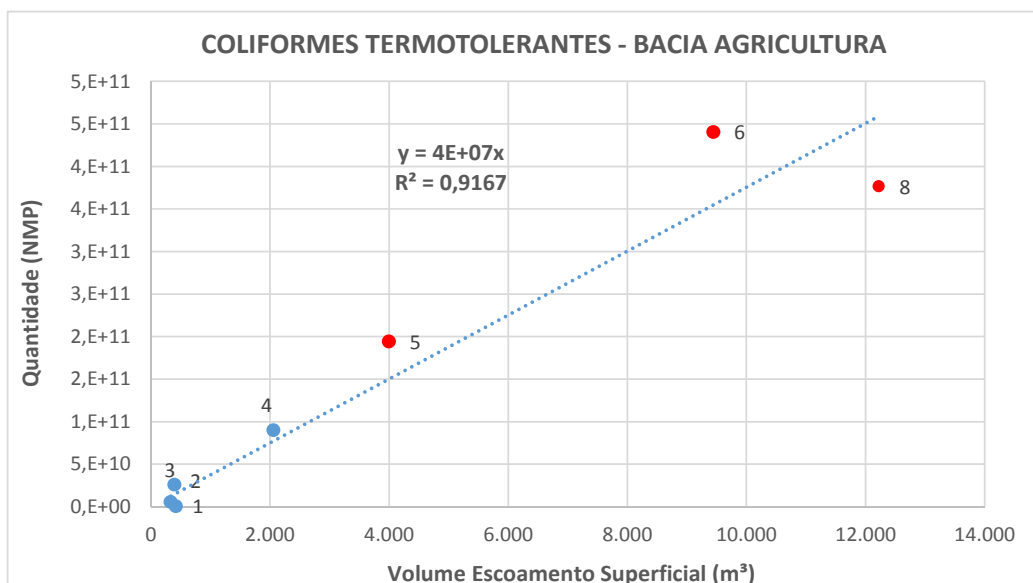
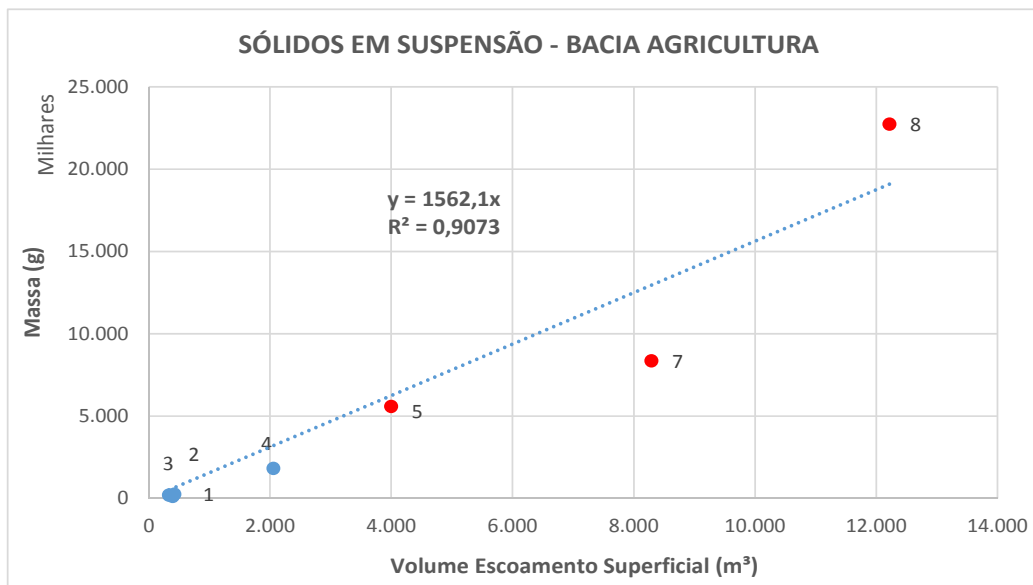
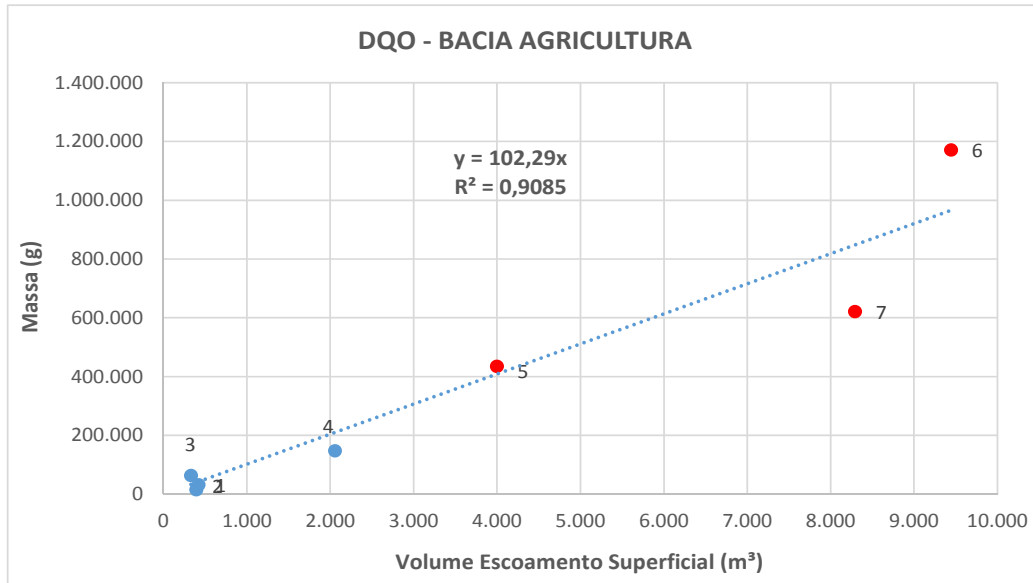


Figura 5.4-7 – Curvas de Tendência e Concentração Média dos Eventos – Bacia Agricultura





Concentrações Amostradas nos Eventos

- DQO e DBO: As concentrações médias amostradas de DQO ao longo dos eventos na estação seca variaram entre 30 mg/L a 213 mg/L com média de 124 mg/L. Na estação chuvosa os valores foram superiores, sendo que o range de variação foi de 41 mg/L a 431 mg/L com média de 211 mg/L. As concentrações de DBO apresentaram valores médios de 30 e 52 mg/L nos eventos amostrados respectivamente nas estações seca e chuvosa. A relação entre DQO e DBO é da ordem de 4,1 na média dos eventos. A relação entre DQO e TOC varia nas duas estações: 6 na seca e 3,5 na chuvosa.
- As concentrações médias amostradas de PT variaram bastante entre os eventos amostrados nas duas estações. Na estação seca variou 0,66 mg/L e 3,46 mg/L com média de 1,621 mg/L. Na estação chuvosa o range de variação foi de 0,034 mg/L a 7,5 mg/L, com 4 amostras acima de 6 mg/L e média geral de 4,18 mg/L.
- A concentração média de NT nos eventos da estação seca foi 4,05 mg/L, enquanto na estação chuvosa chegou a 5,83 mg/L. A concentração de Nitrato representa cerca de 30% a 16% do NT, respectivamente nas estações seca e chuvosa. A concentração de Nitrito representa cerca de 1,2% e 0,4% do NT, também respectivamente em cada estação. A concentração de NAmoniaco varia de 12% a 9% da concentração de NKT na média dos eventos amostrados em cada estação.
- As concentrações de Sólidos Suspensos são semelhantes nos eventos amostrados das duas estações, com médias de 1.344 a 1.567 mg/L. São os maiores valores observados entre as bacias monitoradas.
- As densidades médias de coliformes termotolerantes nos eventos amostrados nas duas estações foram, respectivamente, $2,4 \times 10^3$ e $4,6 \times 10^3$ NMP/100mL.

Carga dos Eventos Amostrados e Concentração Média dos Eventos (CME)

A Tabela 5.4-3 resume os resultados da Concentração Média dos Eventos, obtida dos gráficos de correção antes apresentados e as cargas poluidoras em cada evento amostrado.

Tabela 5.4-3 – Bacia Agricultura – CME e Cargas em Eventos de Chuva

BACIA AGRICULTURA						
Amostragens	PT	NT	DQO	DBO	SST	Coliformes Termo.
Carga nos Eventos de Chuva (kg/dia e NMP/dia)						
1º Evento de Chuva (780 min)	1,005	2,41	59,12	3,88	459,83	1,3E+09
2º Evento de Chuva (1.940 min)	0,315	0,87	11,32	3,04	99,00	1,9E+10
3º Evento de Chuva (920 min)	1,413	2,52	98,41	10,11	318,57	9,1E+09
4º Evento de Chuva (1.080 min)	4,016	8,11	195,88	71,74	2.427,10	1,2E+11
5º Evento de Chuva (1.250 min)	10,110	14,85	500,20	44,50	6.422,21	2,2E+11
6º Evento de Chuva (1.050 min)	32,203	76,64	1.604,74	404,99	7.223,47	6,0E+11
7º Evento de Chuva (960 min)	5,053	60,72	930,89	163,12	12.516,44	1,8E+11
8º Evento de Chuva (1.000 min)	31,907	91,08	909,94	344,18	32.708,28	5,4E+11
Concentração Média dos Eventos - CME (mg/L e NMP/100mL)	2,062	5,19	102	17,1	1.562	3,8E+03

5.5 Eventos de Chuva – Bacia Urbana

Tabela 5.5-1 – Eventos de Chuva – Bacia Urbana - Estação Seca

Evento de Chuva na Estação Seca	Horário da Coleta da Amostra	GRUPO 1					GRUPO 2					N t (mg/L)
		DQO (mg/L)	TOC (mg/L)	P t (mg/L)	NKT (mg/L)	N Amon t (mg/L)	DBO 5,20 (mg/L)	SST (mg/L)	Coli. T. (NMP/100mL)	Nitratos (mg/L)	Nitritos (mg/L)	
Limite de Quantificação		6	1	0,016	0,18	0,023	2	15	1	0,008	0,004	-
Bacia Urbana												
1º Evento 27/08/2015	12:37	88	12,0	0,370	1,54	0,874	13	52	1,8E+03	0,912	0,109	2,56
	12:58	88	14,0	0,968	1,76	0,565	16	109	8,6E+03	0,618	0,076	2,45
	13:19	144	18,0	1,370	2,42	0,450	20	299	2,9E+03	0,541	<LQ	2,97
	13:40	275	17,0	1,080	2,67	0,378	13	119	4,7E+03	0,605	0,037	3,31
	14:53	65	8,7	0,474	3,06	0,629	8	<LQ	1,5E+03	1,280	0,087	4,43
	16:44	65	7,6	0,187	1,38	0,814	6	<LQ	1,1E+03	2,650	0,079	4,11
Média	-	121	12,9	0,742	2,14	0,618	13	102	2,6E+03	1,101	0,065	3,30
2º Evento 26/09/2015	03:25	41	11,0	0,226	1,57	0,497	7	<LQ	2,1E+05	1,080	0,046	2,70
	03:46	40	9,2	0,381	1,48	0,303	6	27	3,5E+04	0,872	0,037	2,39
	04:07	71	9,9	0,932	1,69	0,408	23	131	8,9E+04	0,695	0,039	2,42
	04:28	53	9,1	0,794	1,18	0,417	21	213	1,0E+05	0,681	0,035	1,90
	05:41	114	9,8	0,434	2,10	0,448	24	45	8,0E+04	0,938	0,051	3,09
	07:32	133	24,0	1,020	1,58	0,474	27	145	9,8E+04	0,777	0,054	2,41
Média	-	75	12,2	0,631	1,60	0,425	18	96	9,0E+04	0,841	0,044	2,48
3º Evento 30/09/2015	17:45	383	62,0	2,56	3,30	1,230	249	574	2,4E+04	0,771	0,091	4,16
	18:06	95	8,7	1,23	1,71	0,298	29	885	3,9E+05	0,319	0,024	2,05
	18:27	92	9,4	1,18	2,84	0,399	46	601	3,9E+05	0,665	0,029	3,53
	18:48	133	11,0	0,548	1,06	0,375	44	785	1,7E+05	0,633	0,029	1,72
	20:01	73	11,0	0,512	2,19	0,284	24	379	9,5E+04	0,948	0,038	3,18
	21:52	90	12,0	0,576	1,76	0,221	43	479	1,7E+05	0,905	0,021	2,69
Média	-	144	19,0	1,101	2,14	0,468	73	617	1,5E+05	0,707	0,039	2,89
4º Evento 03/10/2015	03:59	61	18,0	0,864	3,76	0,613	23	198	4,6E+05	0,817	0,071	4,65
	04:20	54	16,0	0,599	2,70	0,548	25	406	4,9E+05	0,770	0,070	3,54
	04:41	42	11,0	0,395	1,20	0,524	12	377	3,8E+05	1,450	0,061	2,71
	05:02	51	13,0	0,500	1,08	0,497	14	359	5,0E+05	0,894	0,063	2,04
	06:15	36	8,2	0,301	1,68	0,574	7	164	3,3E+05	0,862	0,040	2,58
	08:06	51	13,0	0,576	2,39	1,240	20	136	4,2E+05	0,764	0,081	3,24
Média	-	49	13,2	0,539	2,14	0,666	17	273	4,3E+05	0,926	0,064	3,13
Média Geral	-	97	14,3	0,753	2,00	0,544	30	272	1,7E+05	0,894	0,053	2,95

Tabela 5.5-2 – Eventos de Chuva – Bacia Urbana - Estação Chuvosa

Evento de Chuva na Estação Chuvosa	Horário da Coleta da Amostra	GRUPO 1					GRUPO 2					N t (mg/L)
		DQO (mg/L)	TOC (mg/L)	P t (mg/L)	NKT (mg/L)	N Amon t (mg/L)	DBO 5,20 (mg/L)	SST (mg/L)	Coli. T. (NMP/100mL)	Nitratos (mg/L)	Nitritos (mg/L)	
Limite de Quantificação		6	1	0,016	0,180	0,023	2	15	1,0E+00	0,008	0,004	-
Bacia Urbana												
5º Evento 22/10/2015	13:27	138	26,0	1,500	2,480	0,520	53	506	5,0E+03	0,827	0,039	3,35
	13:48	112	21,0	0,948	0,320	0,566	43	1.260	1,3E+04	0,663	0,029	1,01
	14:09	60	18,0	0,612	2,140	0,390	22	672	1,7E+03	0,925	0,032	3,10
	14:30	112	13,0	0,294	1,140	0,235	19	382	6,0E+03	1,260	0,038	2,44
	15:43	48	10,0	0,197	0,950	0,182	17	144	1,5E+04	2,520	0,028	3,50
	17:34	44	12,0	0,190	1,240	0,241	13	60	2,0E+03	1,140	0,043	2,42
Média	-	86	16,7	0,624	1,378	0,356	28	504	5,2E+03	1,223	0,035	2,64
6º Evento 26/10/2015	05:13	53	16,0	0,302	1,330	0,341	9	50	9,2E+03	2,940	0,037	4,31
	05:34	17	11,0	0,248	1,300	0,361	8	32	8,1E+03	2,370	0,038	3,71
	05:55	47	12,0	0,355	1,780	0,227	8	77	1,3E+03	1,120	0,041	2,94
	06:16	41	12,0	0,371	1,870	0,674	8	27	8,7E+03	1,360	0,068	3,30
	07:29	46	12,0	0,479	2,350	0,797	11	37	8,9E+03	2,690	0,084	5,12
	09:20	39	11,0	0,115	0,920	0,225	4	<LQ	3,0E+03	5,040	0,058	6,02
Média	-	41	12,3	0,312	1,592	0,438	8	40	5,3E+03	2,587	0,054	4,23
7º Evento 04/11/2015	17:58	173	30,0	0,885	1,330	0,227	64	199	8,2E+03	0,879	0,014	2,22
	18:22	55	12,0	0,457	1,120	0,149	15	298	3,4E+03	0,632	0,031	1,78
	18:46	43	10,0	0,226	1,270	0,296	12	102	4,0E+03	0,640	0,046	1,96
	19:12	136	11,0	0,248	1,040	0,157	10	75	3,0E+03	0,691	0,036	1,77
	20:26	86	8,7	0,237	0,430	0,146	33	49	2,1E+03	0,463	0,024	0,92
	22:18	29	8,7	0,183	0,530	0,056	7	115	5,2E+03	0,481	0,016	1,03
Média	-	87	13,4	0,373	0,953	0,172	24	140	3,9E+03	0,631	0,028	1,61
8º Evento 09/11/2015	03:56	117	24,0	1,200	2,230	0,192	20	246	1,2E+03	0,427	0,016	2,67
	04:20	121	39,0	1,260	3,710	0,325	24	395	1,9E+03	0,730	0,058	4,50
	04:44	87	15,0	0,383	1,240	0,230	8	48	3,0E+03	0,647	0,040	1,93
	05:06	39	9,7	0,295	1,090	0,176	6	53	3,7E+03	0,515	0,028	1,63
	06:24	25	8,6	0,257	0,700	0,212	5	27	1,0E+02	1,350	0,044	2,09
	08:16	10	8,5	0,288	2,150	0,273	5	<LQ	2,0E+02	3,460	0,082	5,69
Média	-	67	17,5	0,614	1,853	0,235	11	131	8,9E+02	1,188	0,045	3,09
Média Geral	-	70	15,0	0,480	1,444	0,300	18	204	3,8E+03	1,407	0,040	2,89

Figura 5.5-1 – Hidrograma e Polutograma de Eventos de Chuva na Bacia Urbana – Fósforo Total



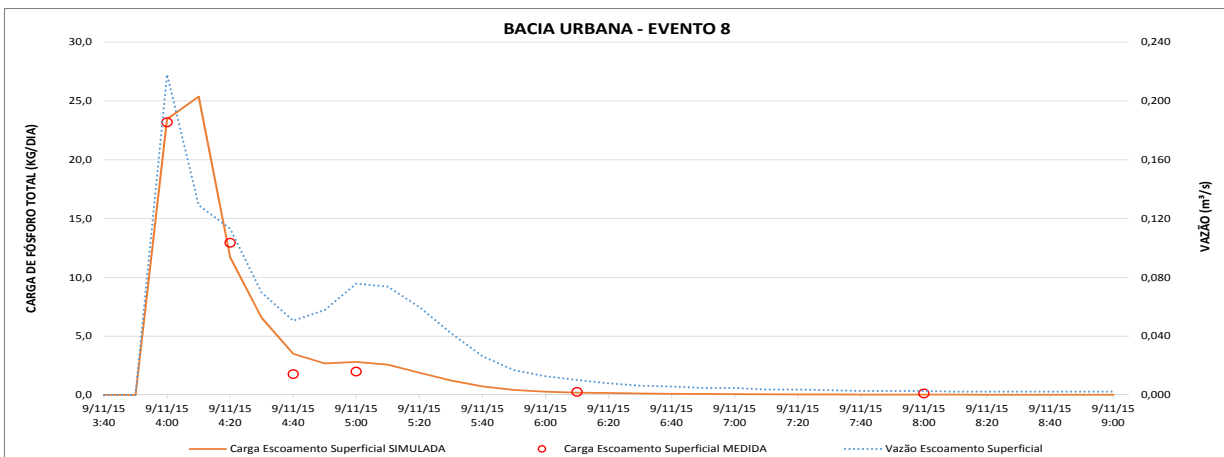
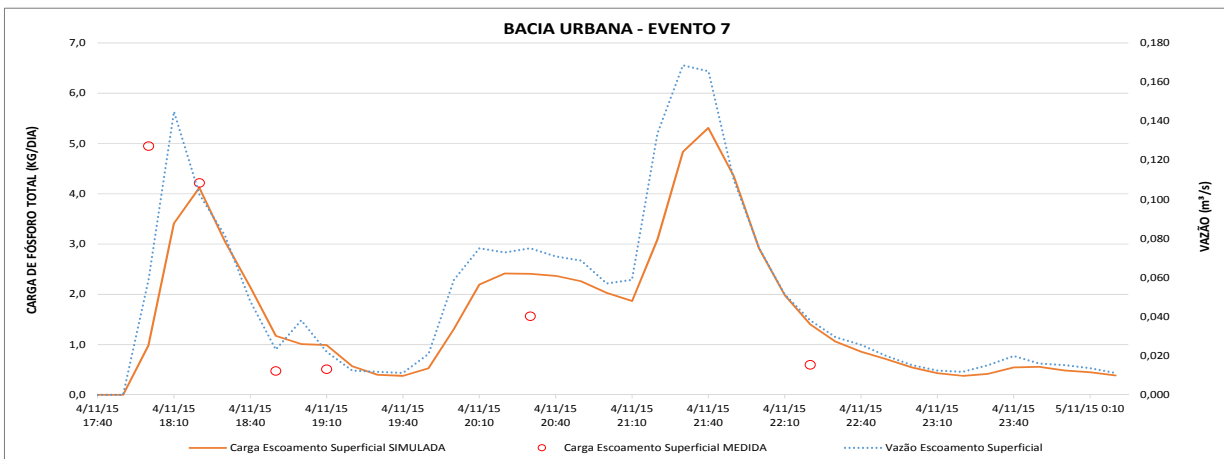
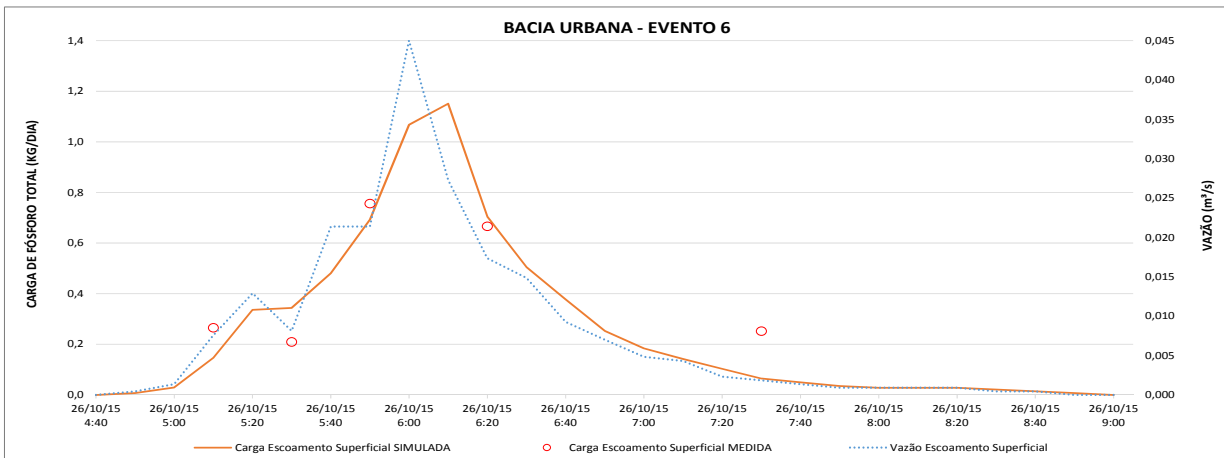
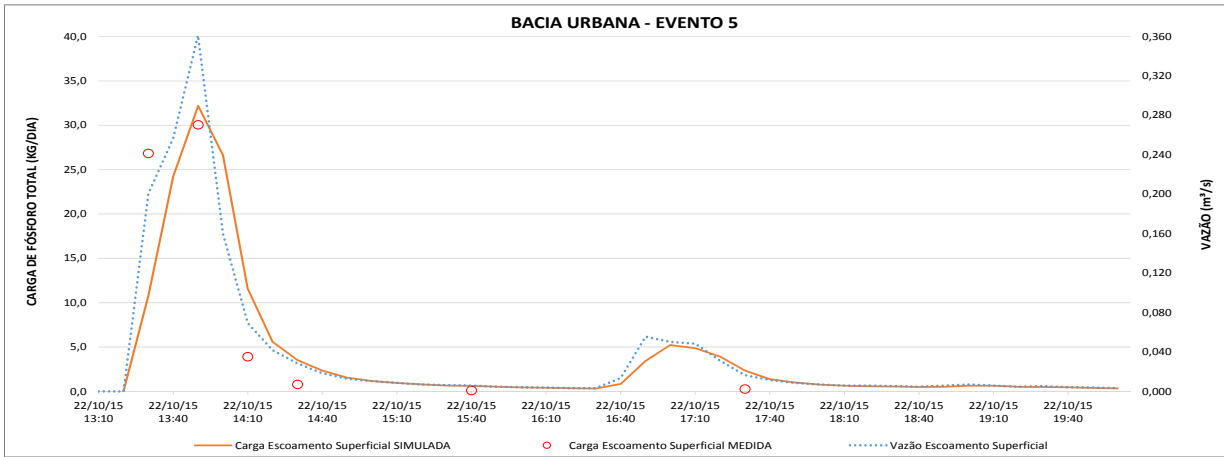
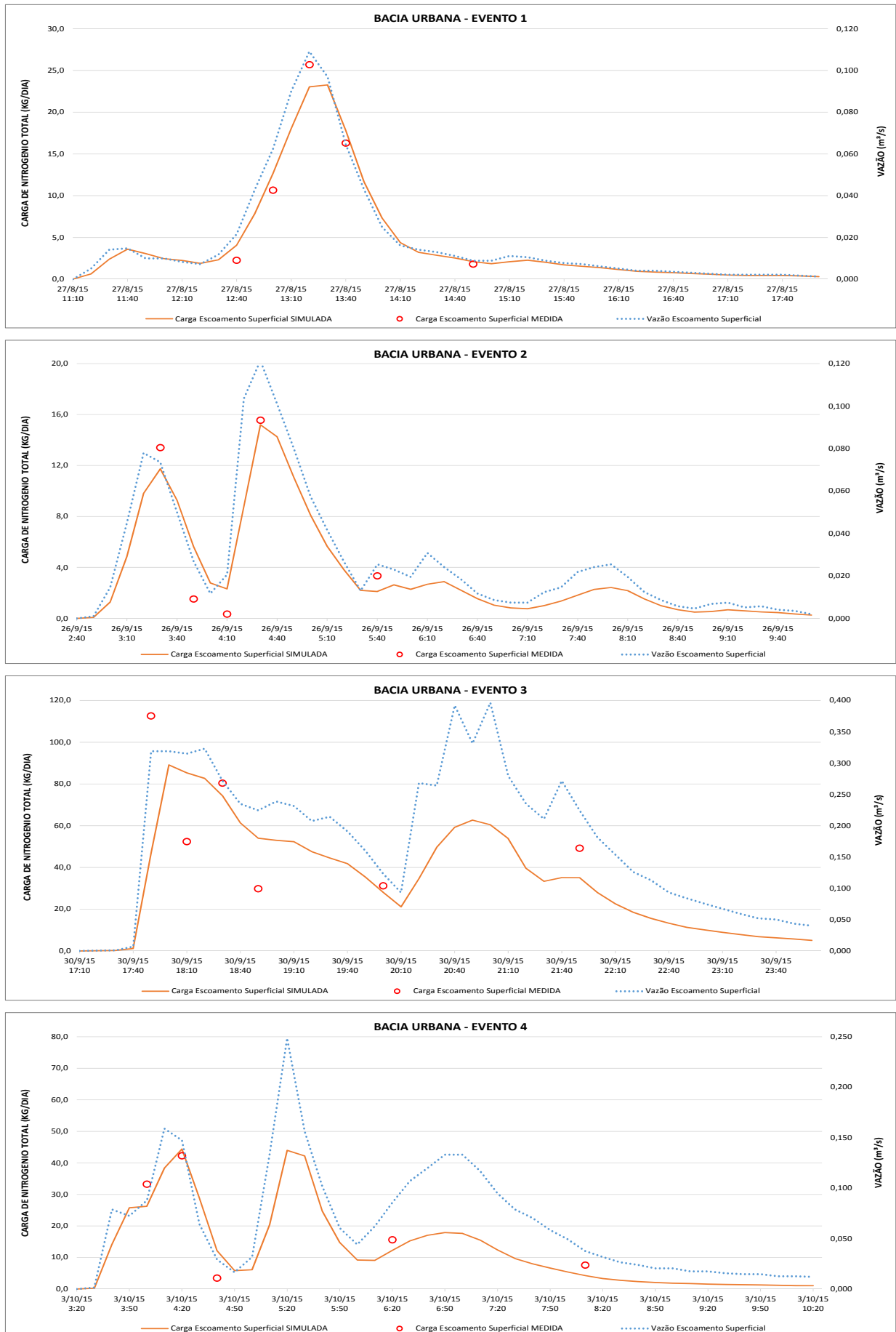


Figura 5.5-2 – Hidrograma e Polutograma de Eventos de Chuva na Bacia Urbana – Nitrogênio Total



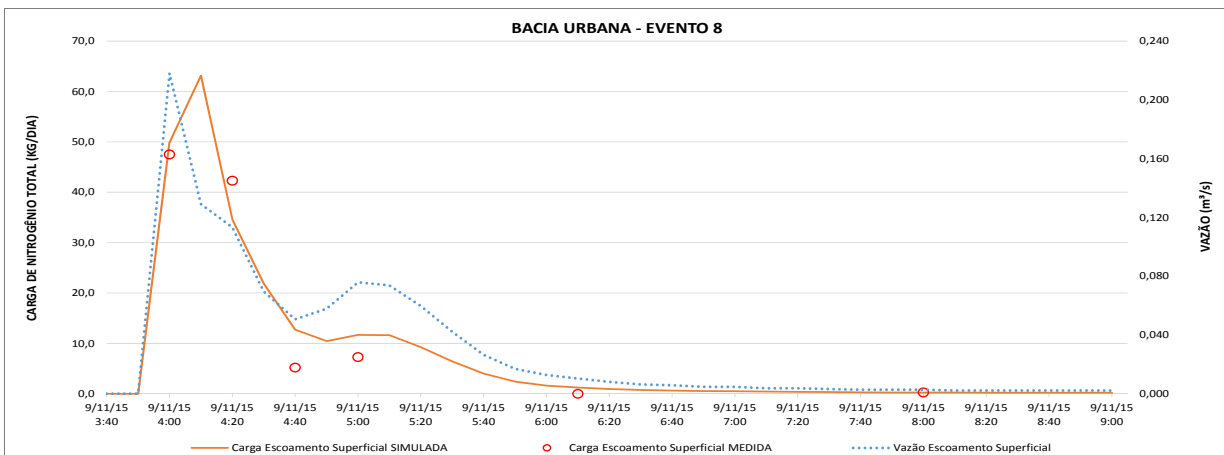
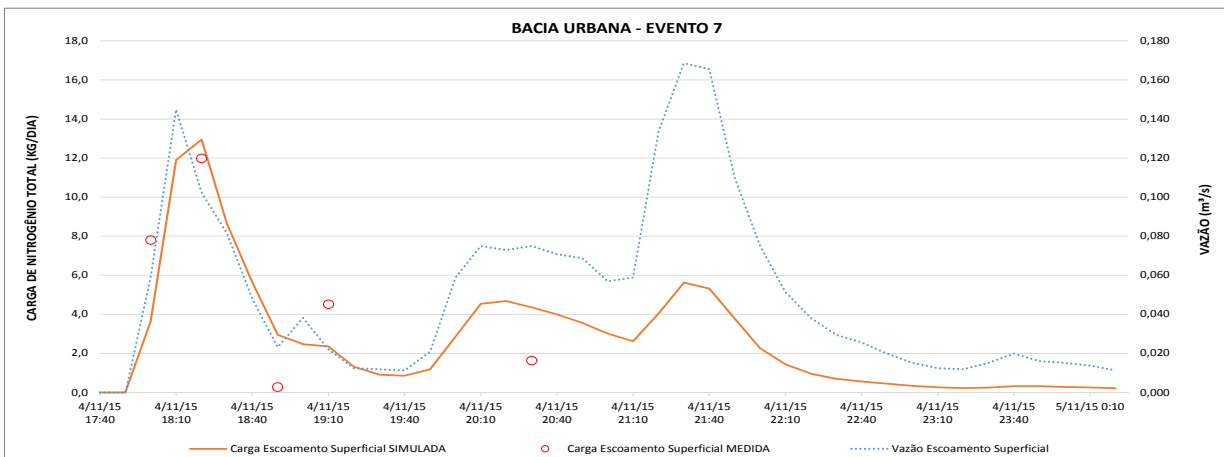
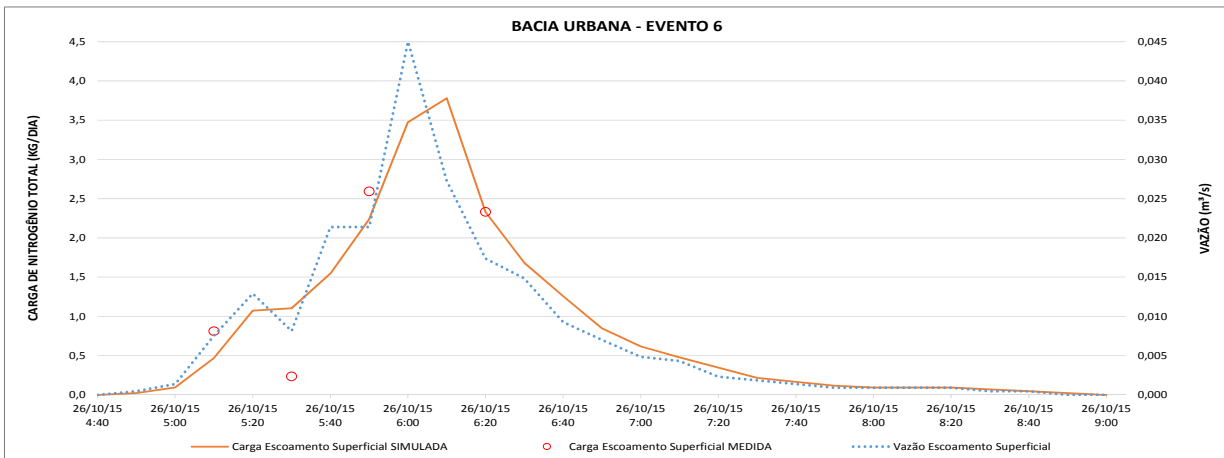
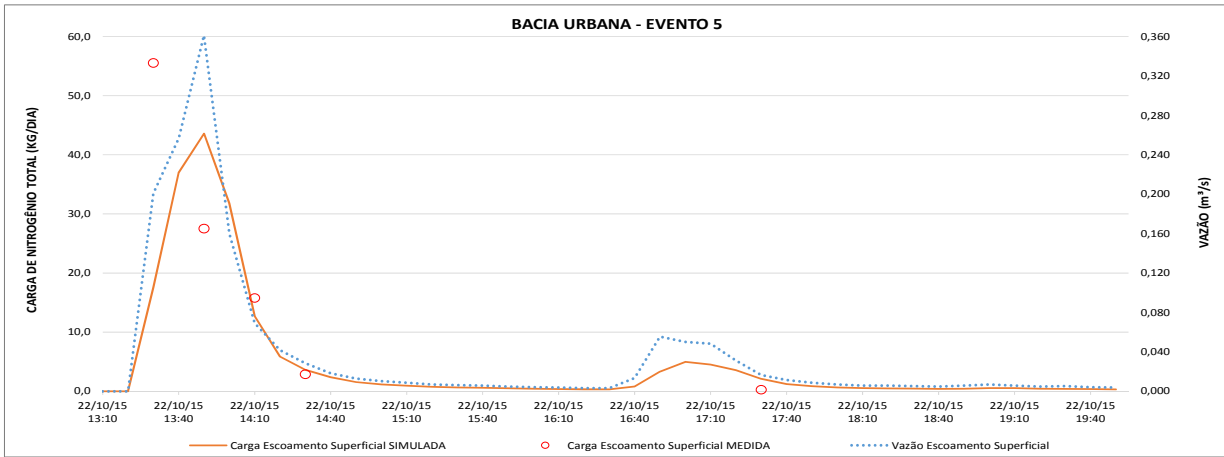


Figura 5.5-3 – Hidrograma e Polutograma de Eventos de Chuva na Bacia Urbana – DBO



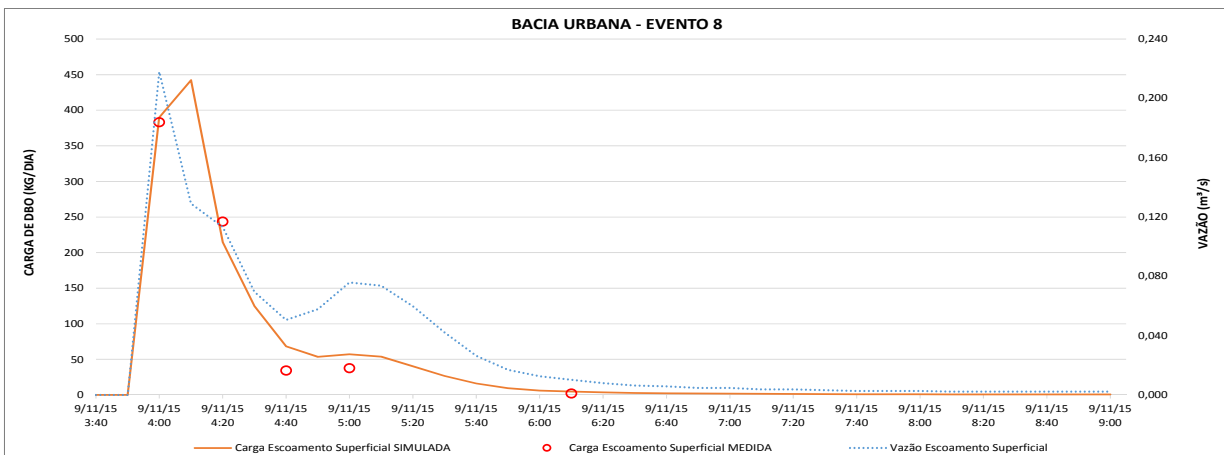
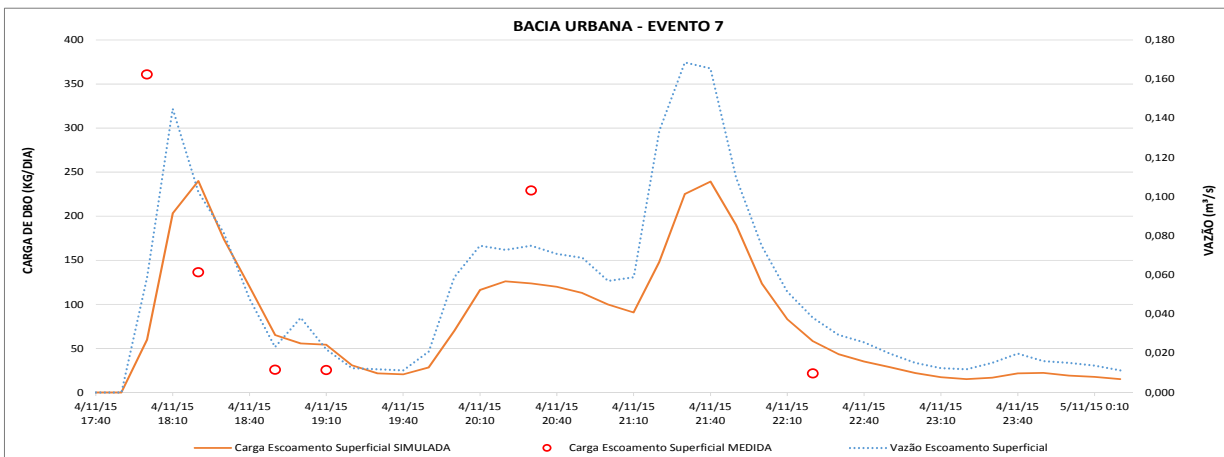
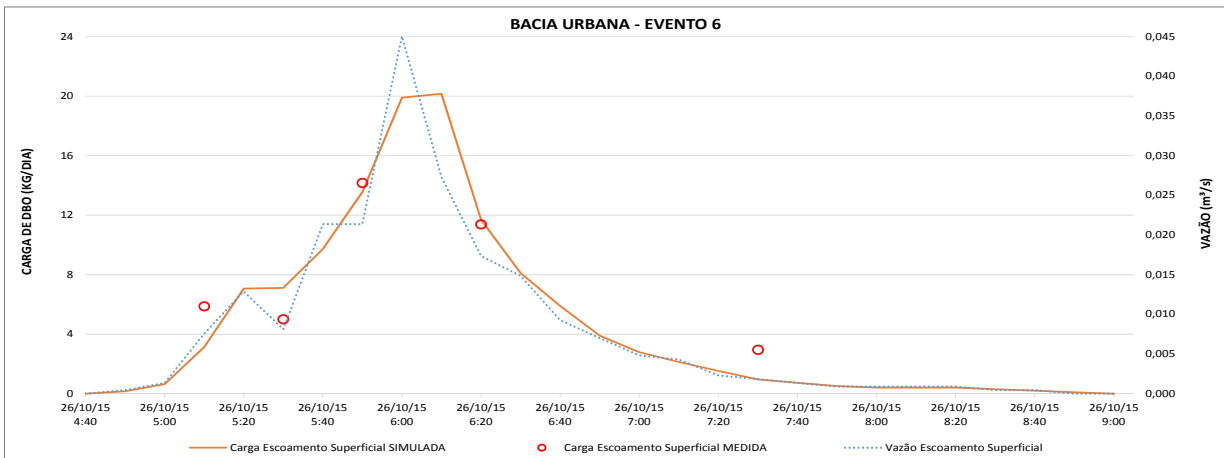
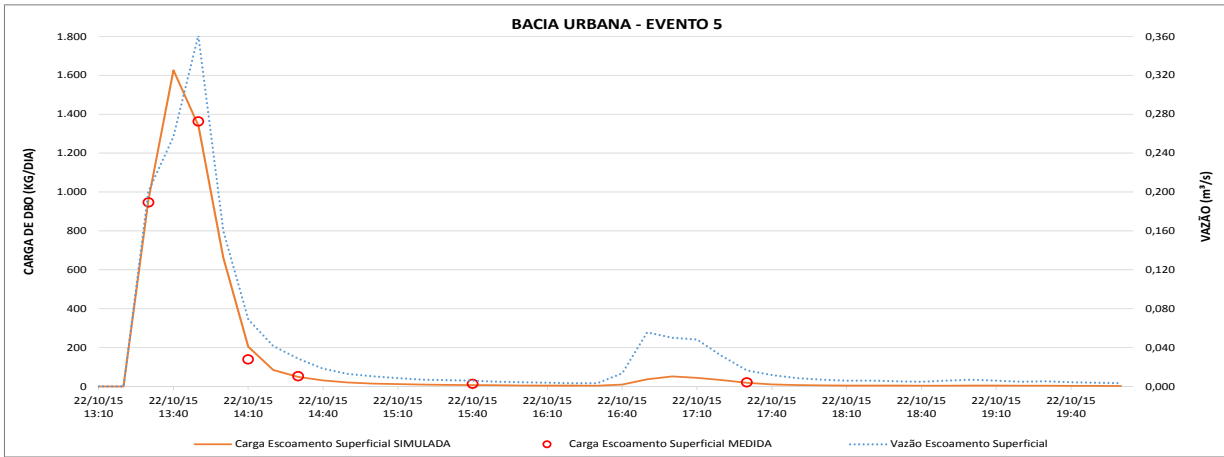


Figura 5.5-4 – Hidrograma e Polutograma de Eventos de Chuva na Bacia Urbana – DQO



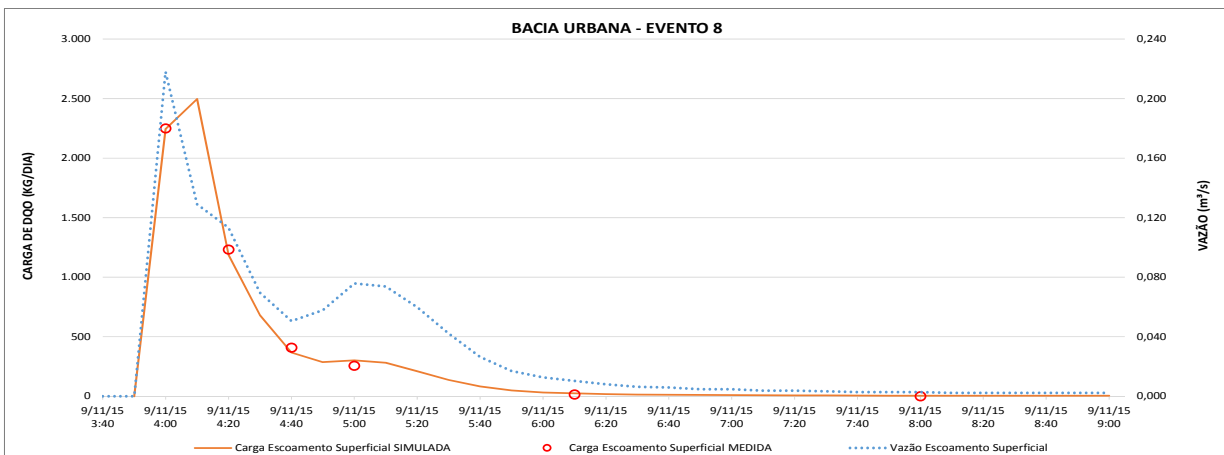
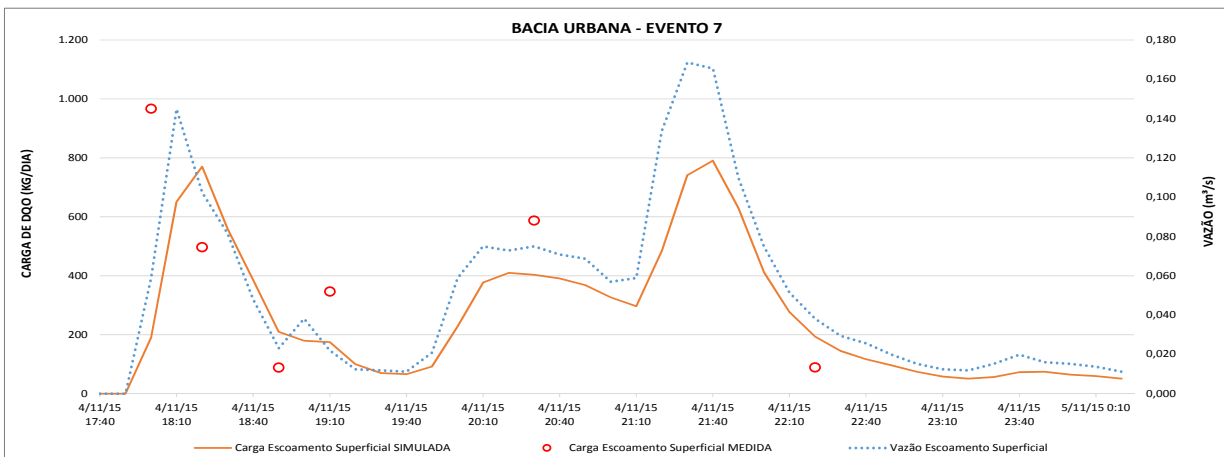
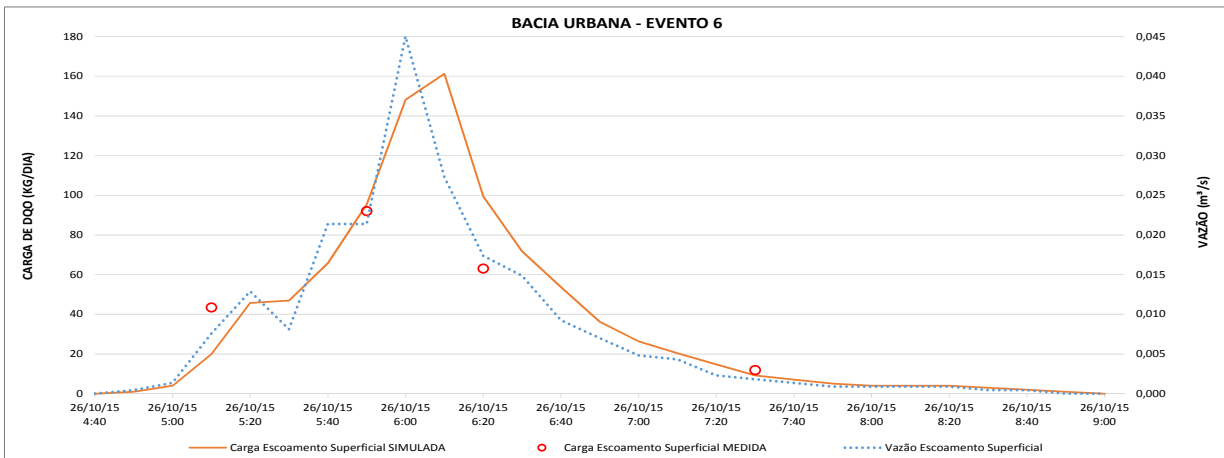
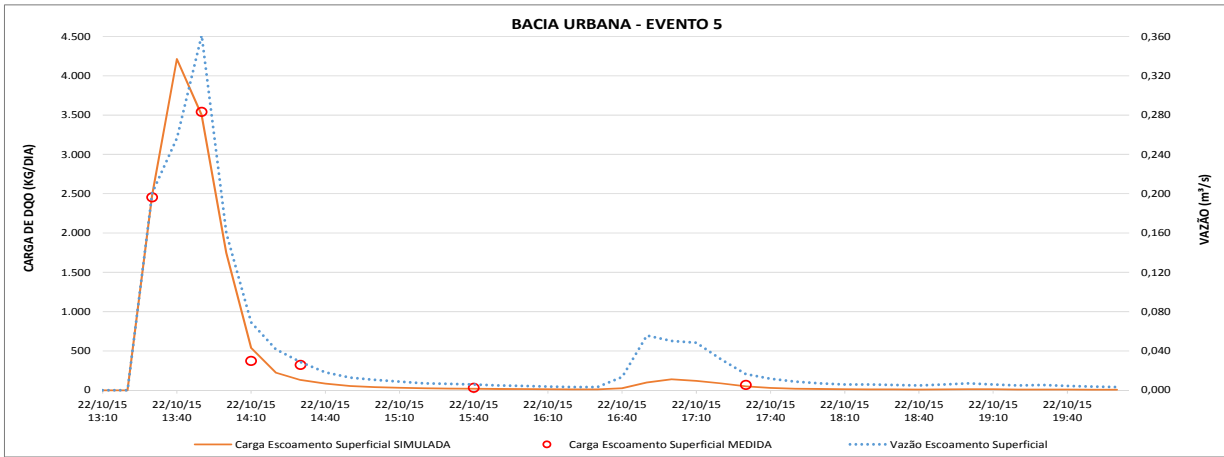
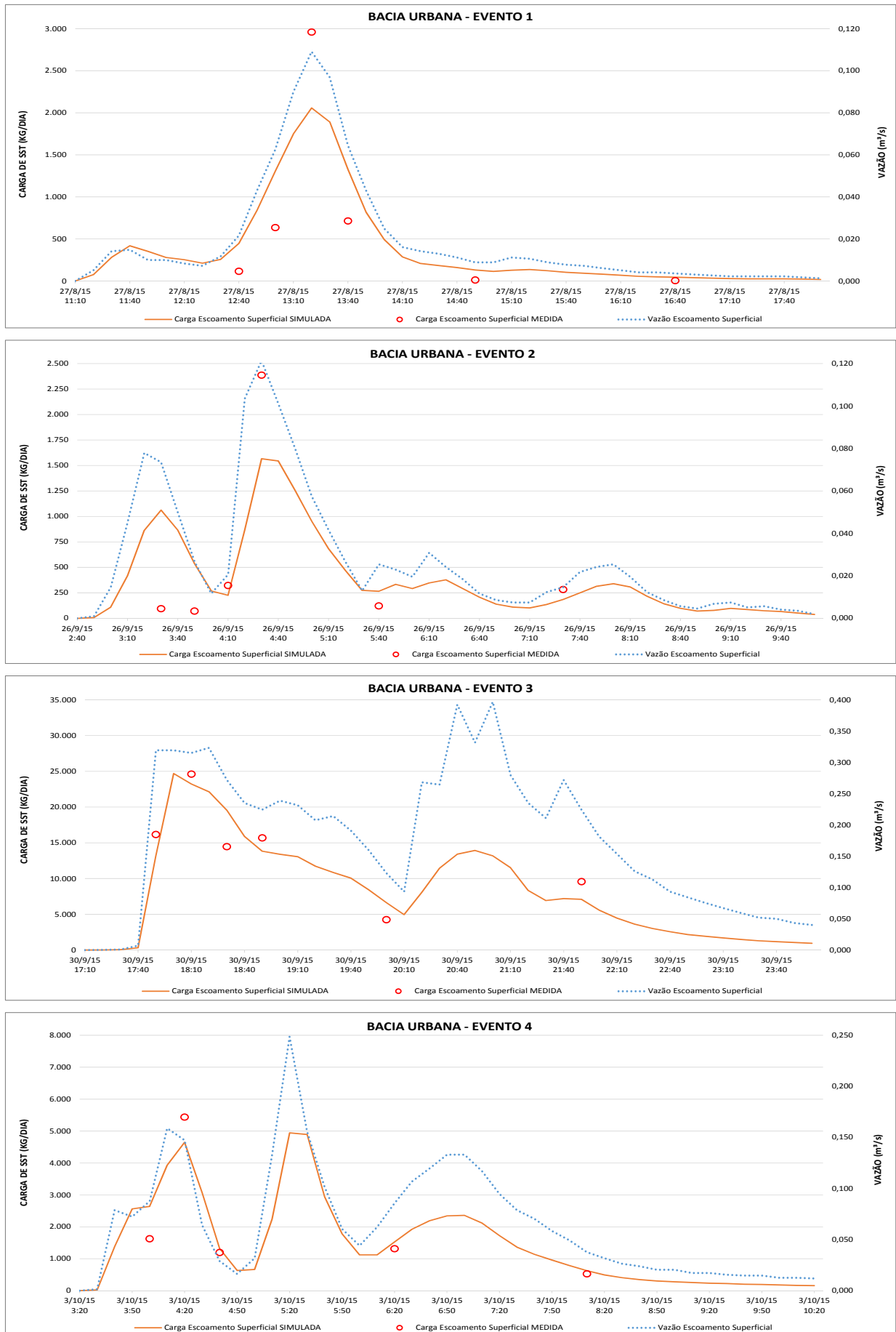


Figura 5.5-5 – Hidrograma e Polutograma de Eventos de Chuva na Bacia Urbana – SST



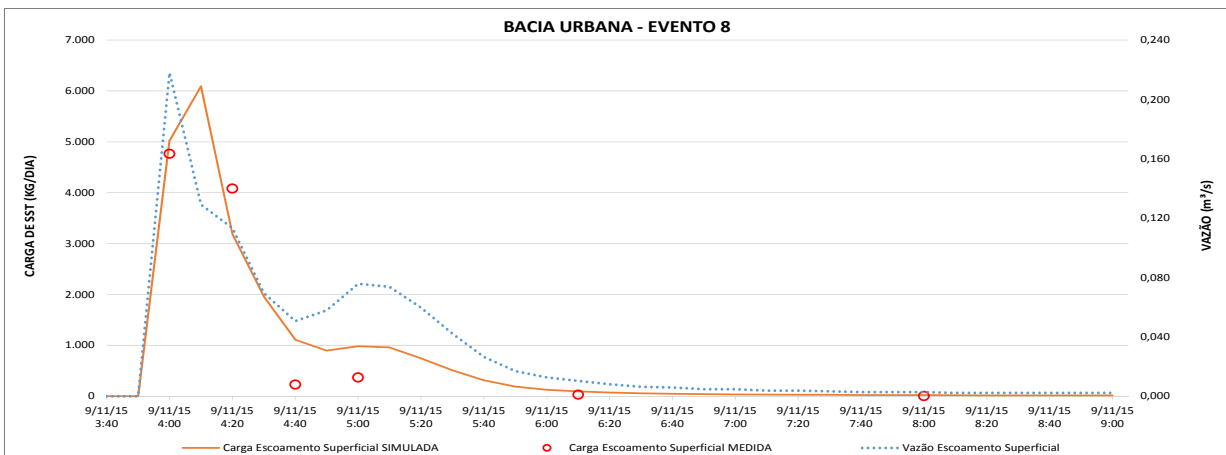
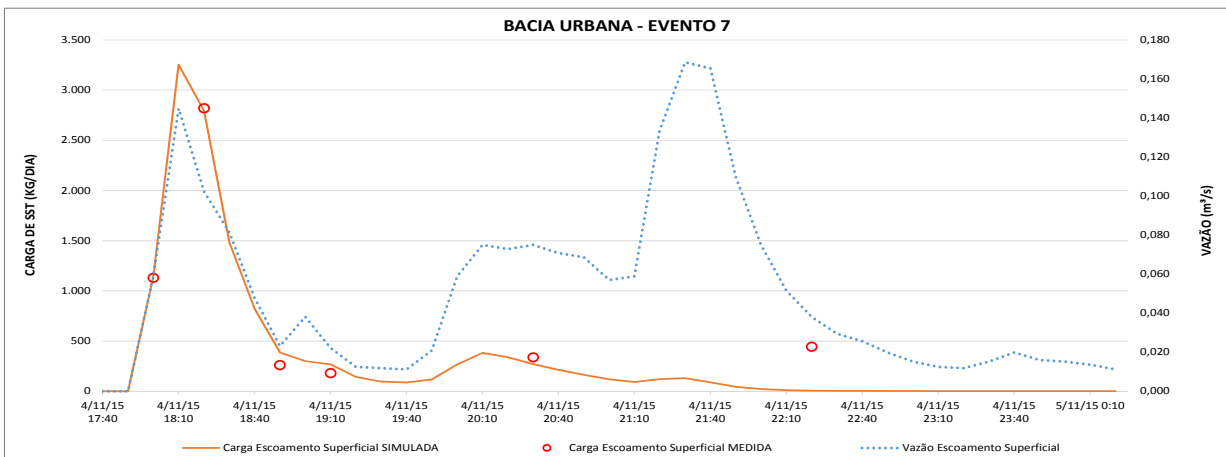
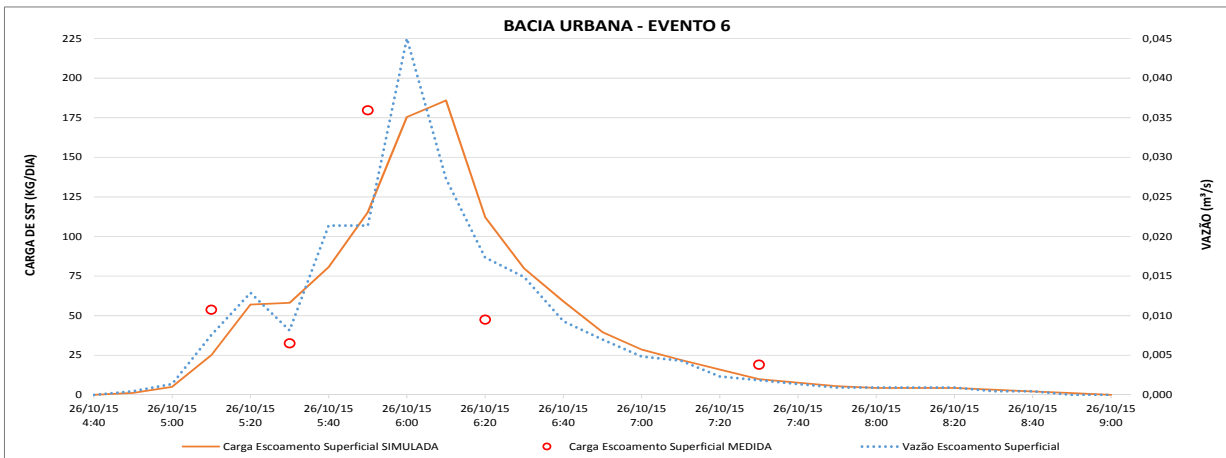
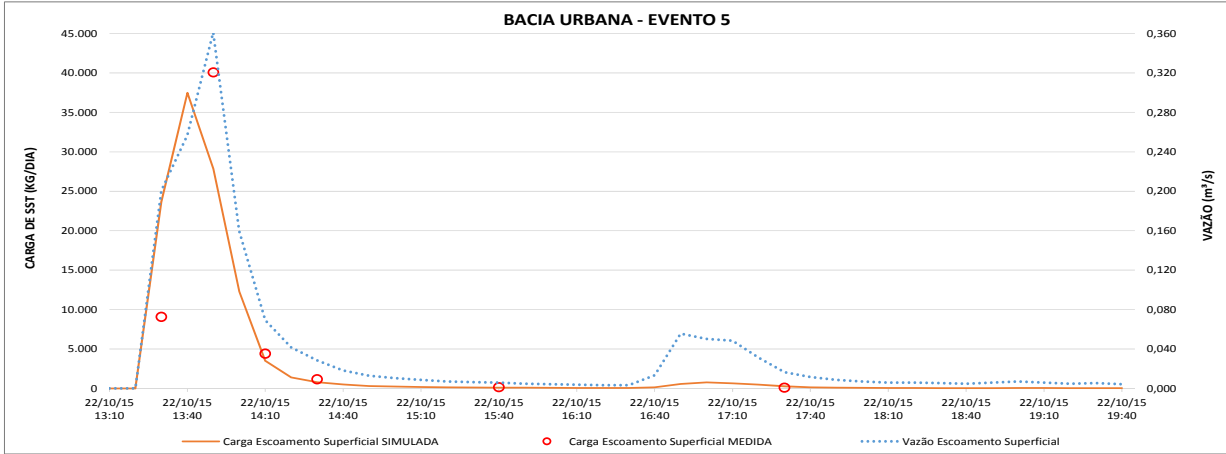


Figura 5.5-6 – Hidrograma e Polutograma de Eventos de Chuva na Bacia Urbana – Coliformes Termotolerantes



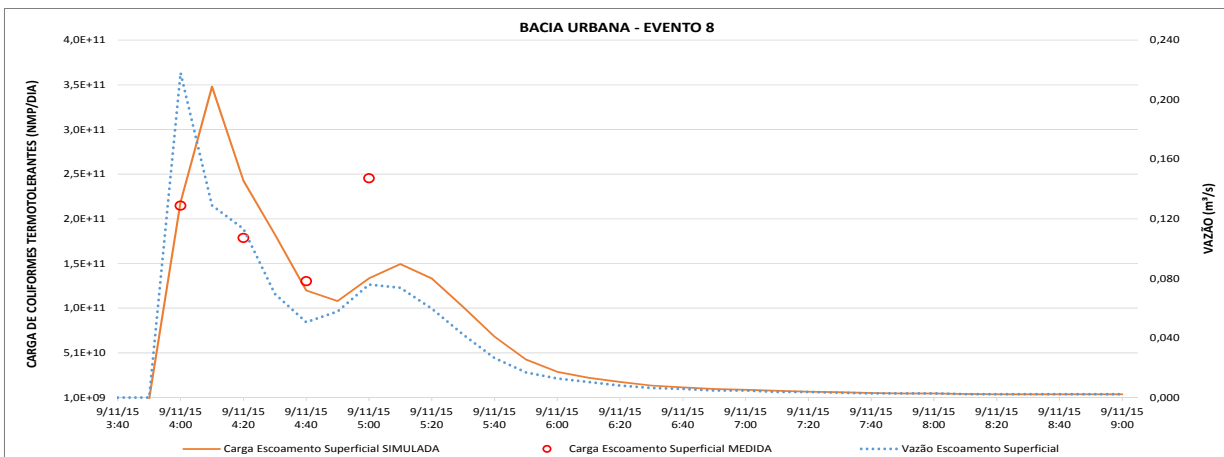
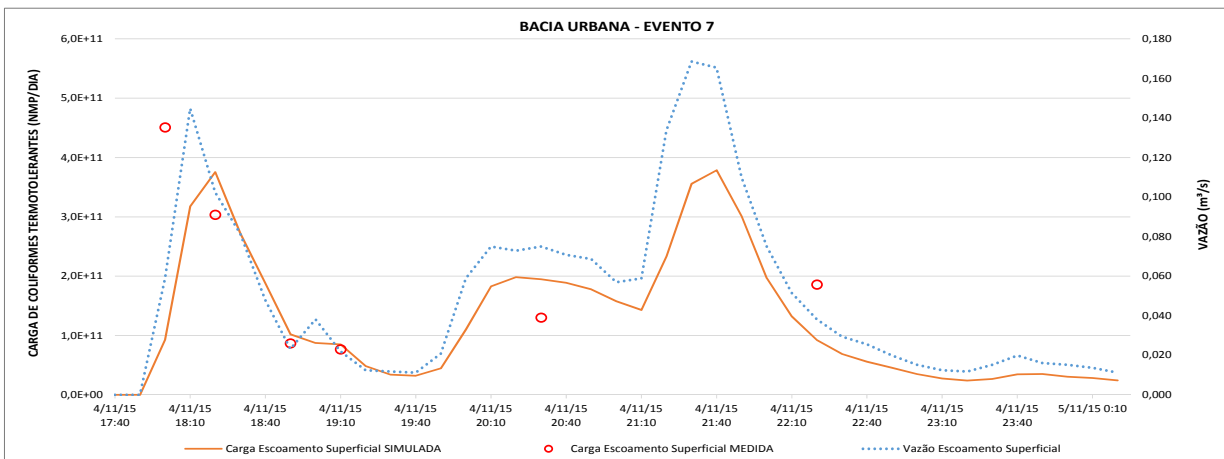
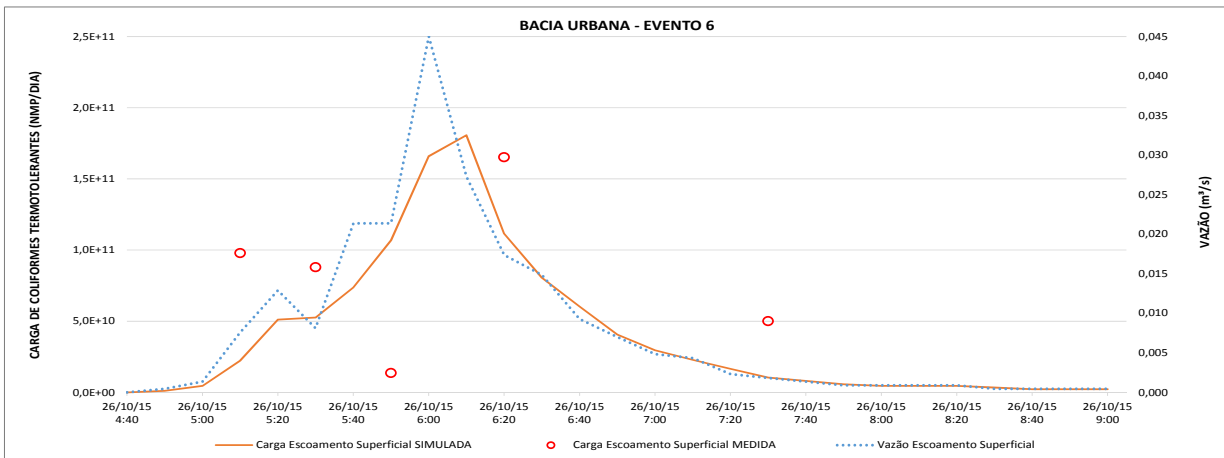
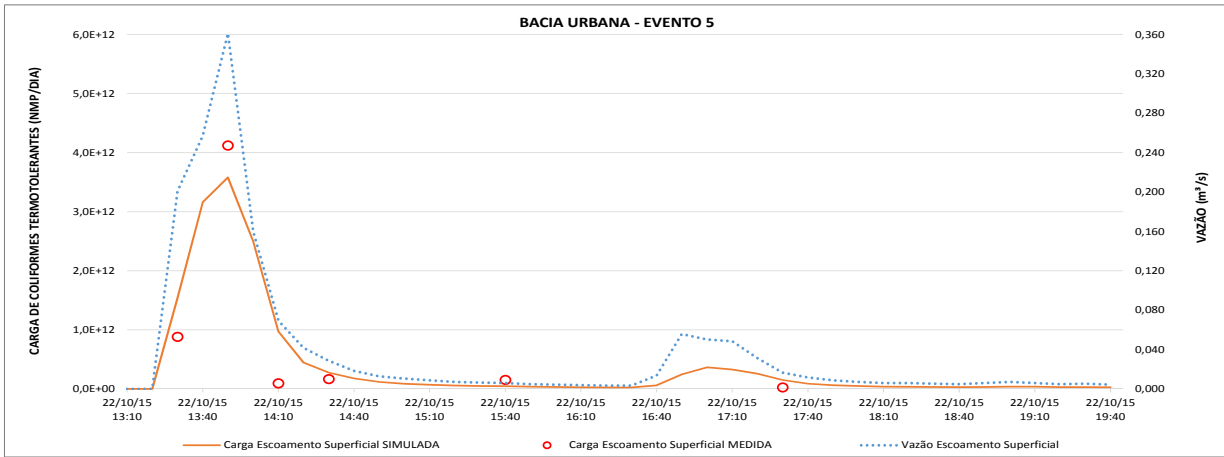
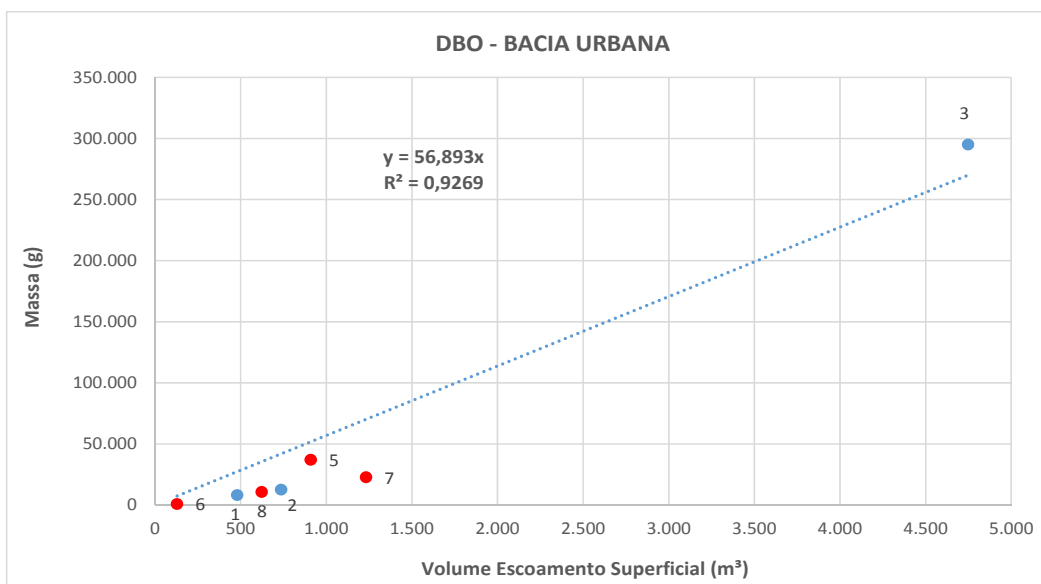
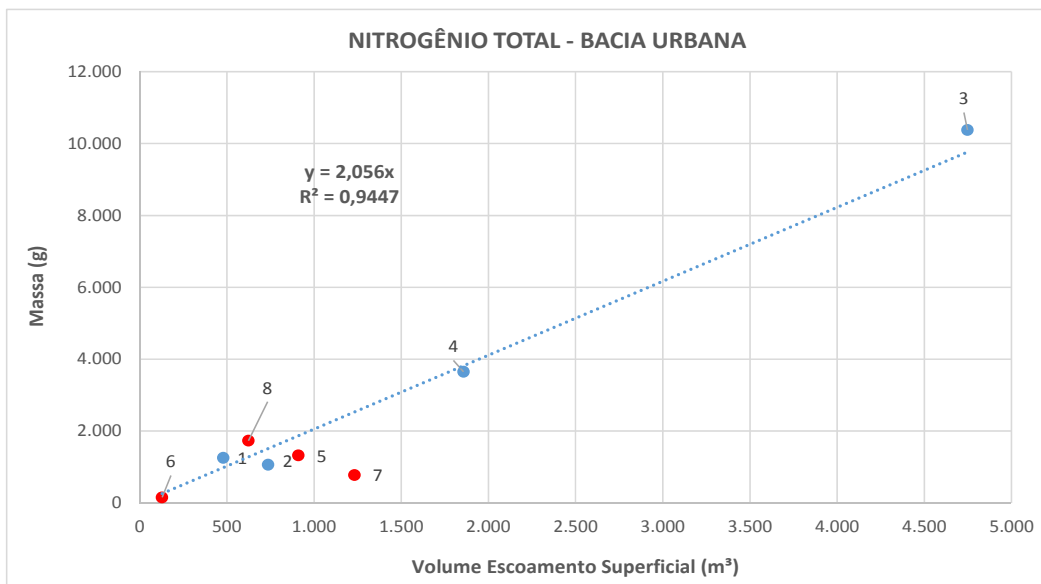
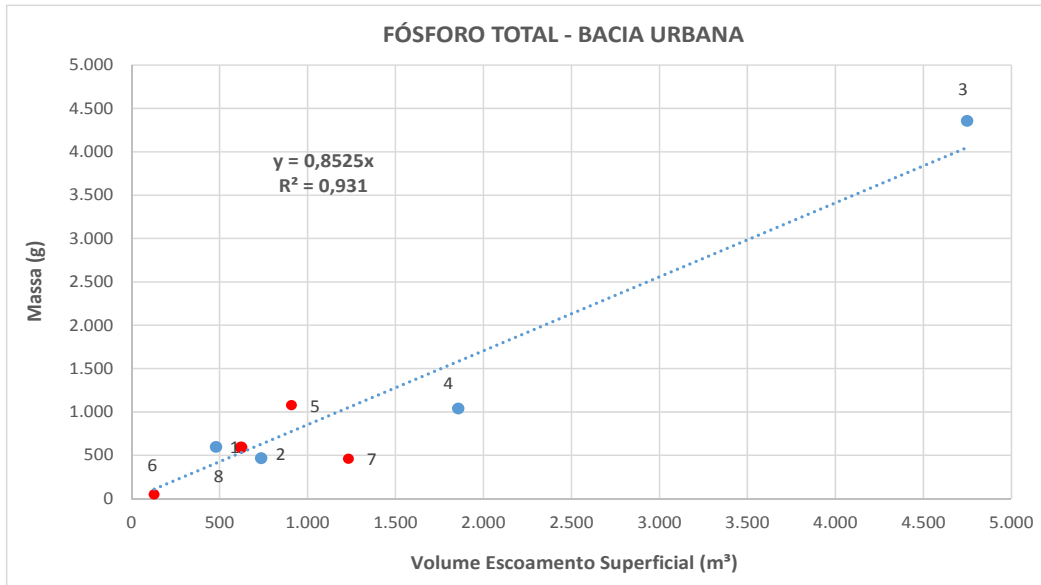
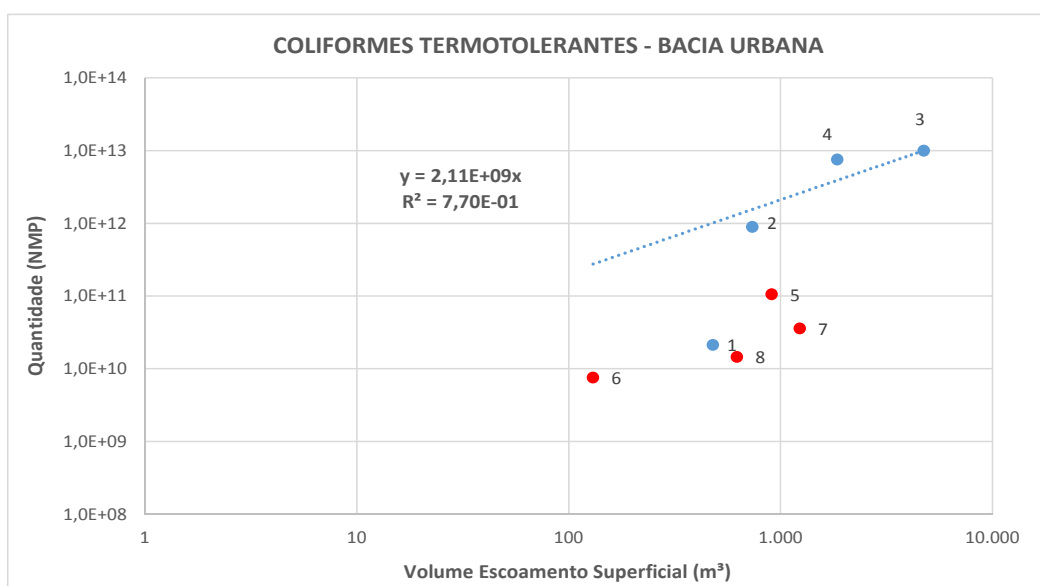
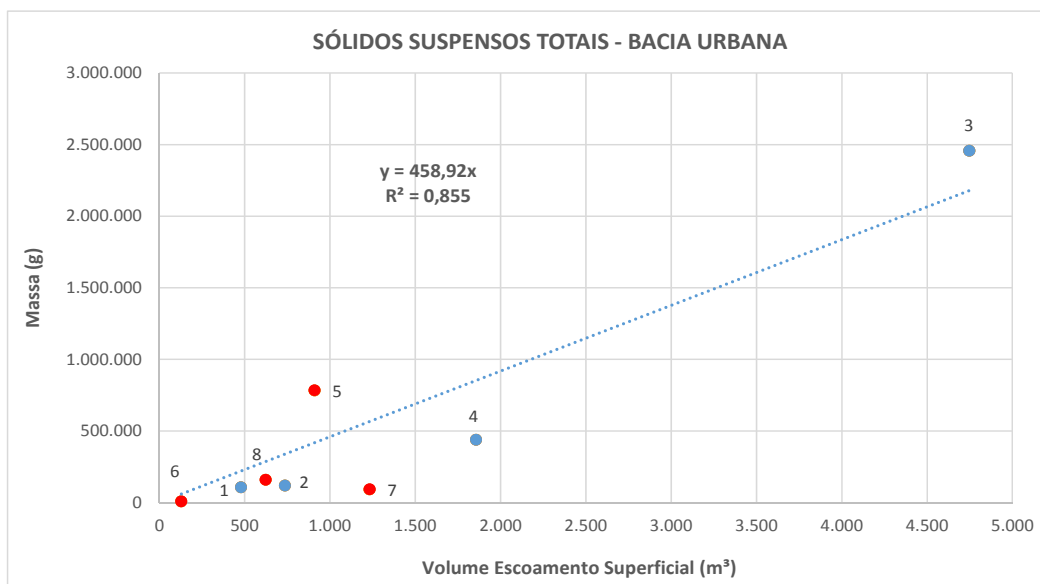
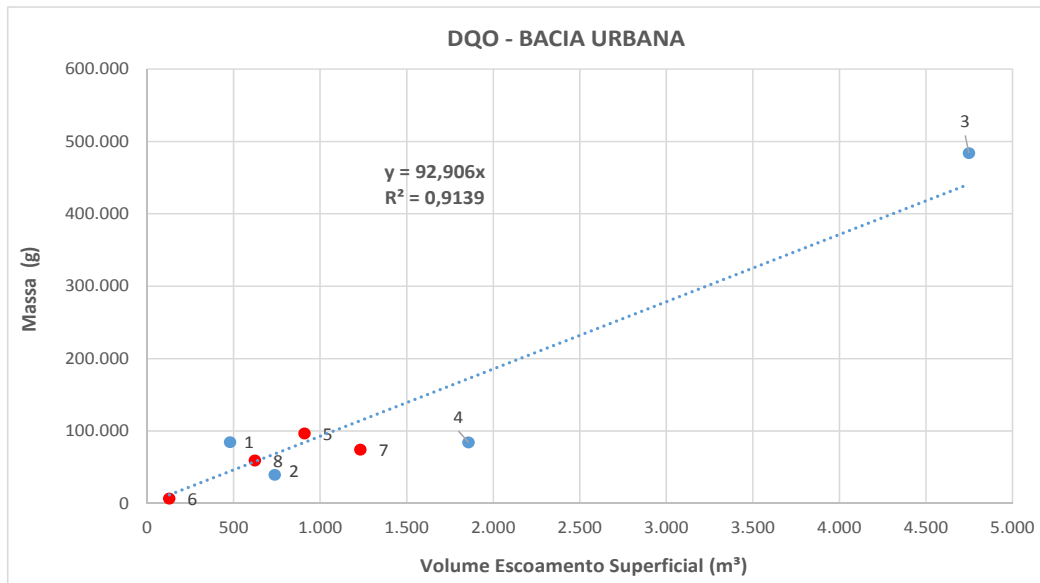


Figura 5.5-7 – Curvas de Tendência e Concentração Média dos Eventos – Bacia Urbana





Concentrações Amostradas nos Eventos

- DQO e DBO: As concentrações médias amostradas de DQO ao longo dos eventos na estação seca variaram entre 36 mg/L a 383 mg/L com média de 97 mg/L. Na estação chuvosa os valores foram superiores, sendo que o range de variação foi de 10 mg/L a 173 mg/L com média de 70 mg/L.
As concentrações de DBO apresentaram valores médios de 30 e 18 mg/L nos eventos amostrados respectivamente nas estações seca e chuvosa.
A relação entre DQO e DBO é da ordem de 3,6 na média dos eventos. A relação entre DQO e TOC varia nas duas estações: 6,8 na seca e 4,7 na chuvosa.
- As concentrações médias amostradas de PT na estação seca variaram 0,187 mg/L e 2,56 mg/L com média de 0,753 mg/L. Na estação chuvosa o range de variação foi de 0,183 mg/L a 1,5 mg/L, com geral de 0,48 mg/L.
- A concentração média de NT nas duas estações foi muito semelhante: 2,95 mg/L e 2,89 mg/L, respectivamente nas estações seca e chuvosa. A concentração de Nitrato representa cerca de 30% a 49% do NT, também respectivamente nas duas estações. A concentração de Nitrito representa cerca de 1,6% média das duas estações. A concentração de NAmoñiacal é cerca de 24% da concentração de NKT na média dos eventos amostrados em cada estação.
- As concentrações de Sólidos Suspensos são semelhantes nos eventos amostrados das duas estações, com médias de 272 e 204 mg/L.
- As densidades médias de coliformes termotolerantes nos eventos amostrados nas duas estações foram, respectivamente, $1,7 \times 10^5$ e $3,8 \times 10^3$ NMP/100mL.

Carga dos Eventos Amostrados e Concentração Média dos Eventos (CME)

A Tabela 5.5-3 resume os resultados da Concentração Média dos Eventos, obtida dos gráficos de correção antes apresentados e as cargas poluidoras em cada evento amostrado.

Tabela 5.5-3 – Bacia Urbana – CME e Cargas em Eventos de Chuva

BACIA URBANA						
Amostragens	PT	NT	DQO	DBO	SST	Coliformes Termo.
Carga nos Eventos de Chuva (kg/dia e NMP/dia)						
1º Evento de Chuva (460 min)	1,869	3,93	265,67	26,10	332,24	6,7E+10
2º Evento de Chuva (460 min)	1,462	3,33	124,30	39,53	368,29	2,8E+12
3º Evento de Chuva (670 min)	9,361	22,30	1.040,33	634,37	5.281,36	1,5E+13
4º Evento de Chuva (790 min)	1,896	6,65	154,25	48,70	800,16	1,4E+13
5º Evento de Chuva (430 min)	3,610	4,43	322,86	123,78	2.622,70	3,5E+11
6º Evento de Chuva (370 min)	0,185	0,61	32,84	3,30	30,00	2,9E+10
7º Evento de Chuva (400 min)	1,654	2,80	266,87	81,72	330,08	1,3E+11
8º Evento de Chuva (420 min)	2,020	5,94	203,32	36,69	543,43	5,0E+10
Concentração Média dos Eventos - CME (mg/L e NMP/100mL)	0,853	2,06	92,9	56,9	459	2,1E+05

6. ANÁLISE CONSOLIDADA DOS RESULTADOS

Os capítulos anteriores mostraram os resultados do monitoramento hidrológico e do monitoramento da qualidade da água em tempo seco e em eventos de chuva, com uma análise individualizada por tipo de campanha e por bacia.

No presente capítulo apresenta-se a análise consolidada dos resultados. Inicialmente a análise é feita por bacia, comparando os resultados das campanhas de tempo seco e de eventos de chuva. A seguir, a análise comparativa é feita entre bacias, para cada tipo de amostragem. Ao final, apresenta-se uma estimativa de cargas anuais geradas nas bacias representativas durante o período hidrológico monitorado, compreendido entre abril/2015 e março/2016.

6.1 Análise Conjunta dos Resultados por Bacia

Apresenta-se a seguir, para cada uma das cinco bacias representativas monitoradas, uma análise comparativa dos resultados das duas campanhas de tempo seco e dos oito eventos de chuva monitorados (concentrações), para os parâmetros indicadores da qualidade das águas que serão objeto das etapas posteriores de estimativa de cargas geradas nas bacias do SPAT.

De modo geral, as *Concentrações no Tempo Seco*, para todos os parâmetros, são inferiores às *Concentrações Médias dos Eventos de Chuva* (CME). Isso significa que, em todas as bacias monitoradas, o escoamento superficial originado pelas precipitações atmosféricas apresenta maior concentração de poluentes do que o escoamento de base, indistintamente em bacias com maior ou menor grau de intervenção antrópica.

Os resultados de cada bacia são apresentados, adiante, por meio de uma tabela e gráficos, autoexplicativos. A tabela mostra o resumo das concentrações nas campanhas de Tempo Seco e a CME para cada parâmetro e um coeficiente que mostra a relação entre a CME e a concentração média de Tempo Seco. A seguir alguns destaques da análise comparativa:

- A maior relação observada entre concentrações de eventos de chuva e de tempo seco está na Bacia Chácara para PT e NT, onde as CME são da ordem de 7 vezes maiores que as concentrações em tempo seco. Na Bacia Agricultura a relação é da ordem de 3, e nas bacias Reflorestamento e Mata, a relação cai para cerca de 2 (CME é o dobro das concentrações de Tempo Seco).
- Na Bacia Urbana há uma peculiaridade, enquanto a relação para PT é 4,5, observa-se que para NT esse valor é 0,3, o que representa o único caso em que a CME é menor que a concentração de Tempo Seco. Isto se deve às elevadas concentrações de Nitrato observadas em Tempo Seco e que não ocorre nos eventos de chuva. Esses resultados corroboram a hipótese aventada no Cap. 4, de que há contribuição de Nitratos vinda do lençol subterrâneo, possivelmente proveniente de contribuições do cemitério municipal ou de fossas sépticas.
- Para os parâmetros DBO e DQO, a relação entre CME e as concentrações médias de Tempo Seco tem valores entorno de 2 a 3, em todas as bacias, exceto na Urbana para DBO, em que a relação sobe para 6,3, o que pode indicar contribuição de algum extravasamento da rede de esgotos durante eventos de chuva (águas pluviais ligadas à rede de esgotos, provocando extravasamento).
- Para Sólidos Suspensos Totais, as relações são da ordem de 2 a 3 nas bacias mais protegidas (mata e reflorestamento), sobem para cerca de 11 a 12 nas bacias Chácara e Agricultura, atingindo quase 30 na Bacia Urbana; isso mostra que a atividade antrópica é a fonte principal de sólidos
- A CME de Coliformes ultrapassou o padrão da classe 2 (1.000 NMP/100 mL) para todos os pontos e em particular na Bacia Urbana onde chegou à ordem de 10^5 NMP/100 mL, sugerindo uma intensa resposta desse parâmetro no escoamento superficial para os usos antrópicos. No tempo seco foram observados valores mais baixos, às vezes bem inferiores a 1.000 NMP/100 mL (exceto na bacia urbana). A relação entre densidades de Coliformes de eventos de chuva e tempo seco situaram-se entre 3,9 na Agricultura e 182 na Reflorestamento: esses valores podem aparentemente indicar uma faixa muito grande, porém são referentes a números absolutos de tempo seco muito baixos, o que reduz a significância desses extremos.

Tabela 6.1-1 – Comparativo de Concentrações – Bacia Chácara

BACIA CHÁCARA						
Amostragens	PT	NT	DQO	DBO	SST	Coliformes Termo.
Concentrações (mg/L e NMP/100mL)						
Tempo Seco - Estação seca	0,024	0,27	21	5,1	15	2,6E+01
Tempo Seco - Estação Chuvosa	0,124	0,42	31	7,7	20	2,6E+02
Tempo Seco - Valor adotado (média)	0,074	0,34	26	6,4	17,5	8,2E+01
Eventos de Chuva (CME)	0,562	2,42	52	23,3	204	3,2E+03
CME / Concentração Média Tempo Seco	7,6	7,1	2,0	3,6	11,7	3,9E+01

Figura 6.1-1 – Comparativo de Concentrações – Bacia Chácara

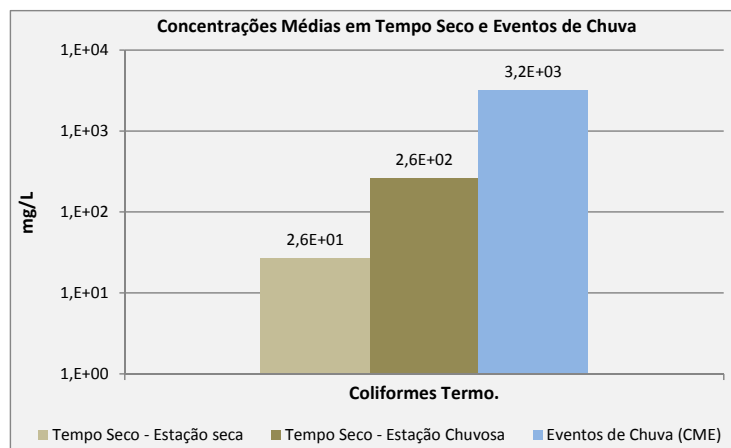
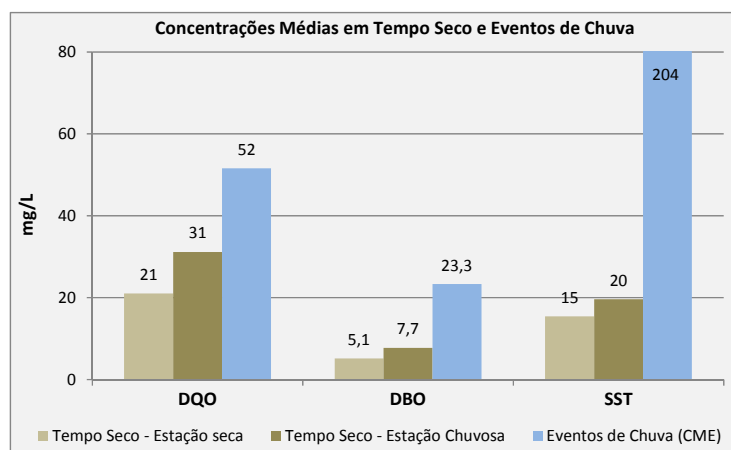
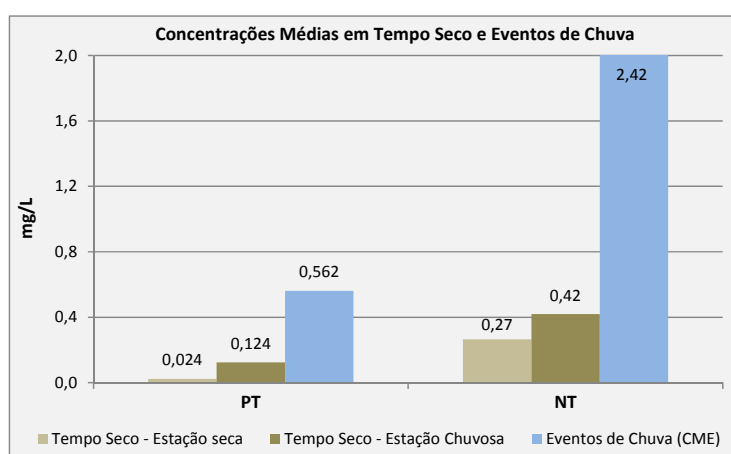


Tabela 6.1- 2 – Comparativo de Concentrações – Bacia Reflorestamento

BACIA REFLORESTAMENTO						
Amostragens	PT	NT	DQO	DBO	SST	Coliformes Termo.
Concentrações (mg/L e NMP/100mL)						
Tempo Seco - Estação seca	0,019	0,27	19	4,7	15	2,1E+01
Tempo Seco - Estação Chuvosa	0,023	0,42	24	3,8	15	5,4E+01
Tempo Seco - Valor adotado (média)	0,021	0,34	22	4,3	15	3,4E+01
Eventos de Chuva (EC)	0,042	0,60	38	5,7	57	6,3E+03
CME / Concentração Média Tempo Seco	2,0	1,8	1,8	1,3	3,8	185,5

Figura 6.1-2 – Comparativo de Concentrações – Bacia Reflorestamento

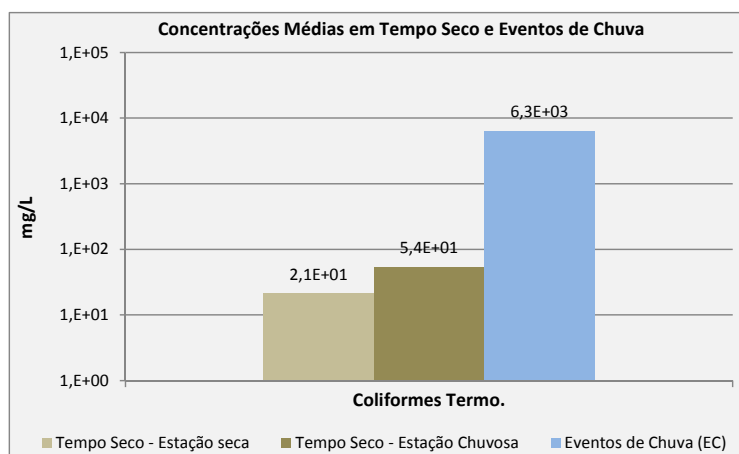
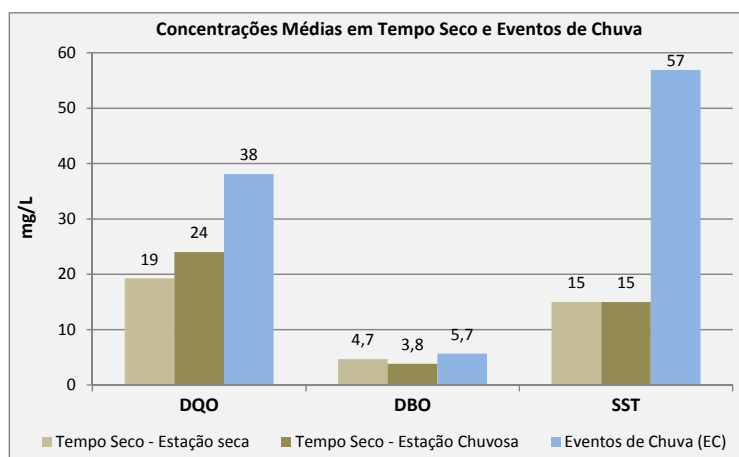
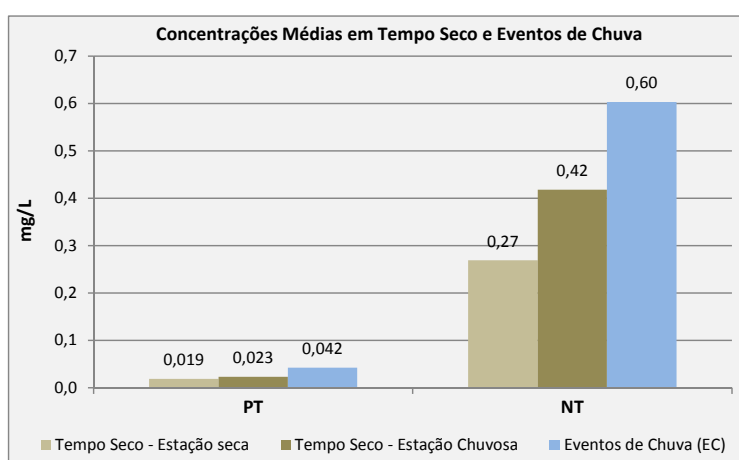


Tabela 6.1-3 – Comparativo de Concentrações – Bacia Mata

BACIA MATA						
Amostragens	PT	NT	DQO	DBO	SST	Coliformes Termo.
Concentrações (mg/L e NMP/100mL)						
Tempo Seco - Estação seca	0,025	0,29	28	4,6	15	4,5E+01
Tempo Seco - Estação Chuvosa	0,027	0,47	37	3,7	15	3,2E+01
Tempo Seco - Valor adotado (média)	0,026	0,38	33	4,2	15,1	3,8E+01
Eventos de Chuva (EC)	0,057	0,71	65	9,0	30	1,7E+03
CME / Concentração Média Tempo Seco	2,2	1,9	2,0	2,2	2,0	44,6

Figura 6.1-3 – Comparativo de Concentrações – Bacia Mata

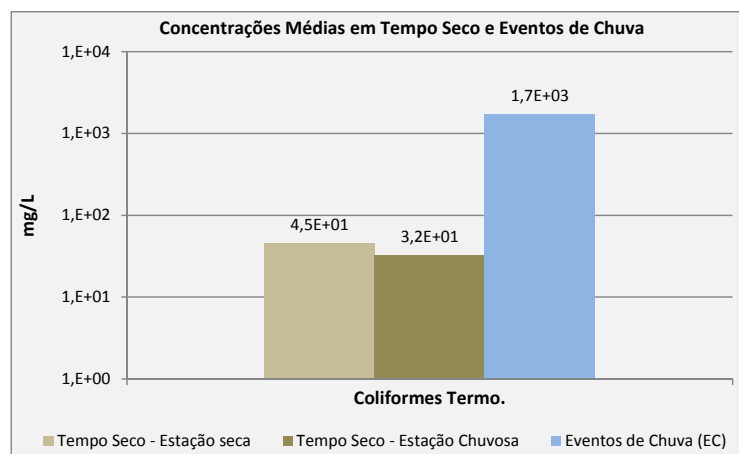
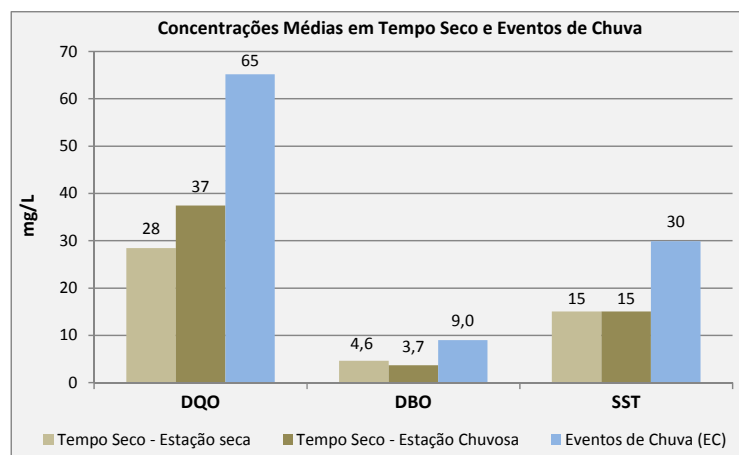
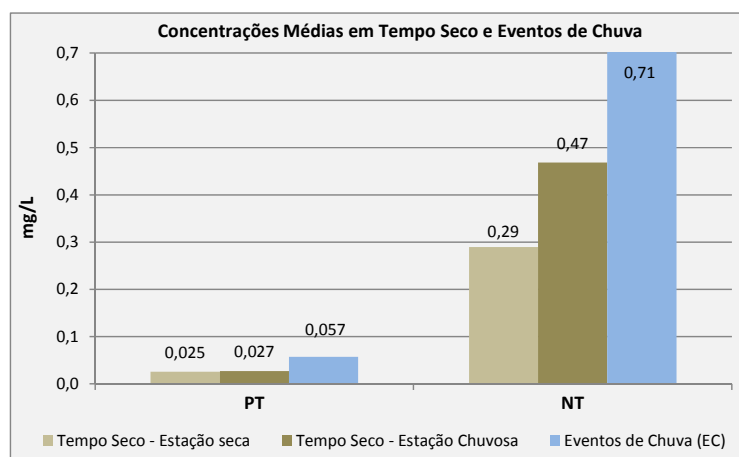


Tabela 6.1-4 – Comparativo de Concentrações – Bacia Agrícola

BACIA AGRICULTURA						
Amostragens	PT	NT	DQO	DBO	SST	Coliformes Termo.
Concentrações (mg/L e NMP/100mL)						
Tempo Seco - Estação seca	0,595	2,21	54	7,2	197	3,5E+02
Tempo Seco - Estação Chuvosa	0,620	1,79	48	5,9	77	2,6E+03
Tempo Seco - Valor adotado (média)	0,608	2,00	51	6,5	137	9,7E+02
Eventos de Chuva (EC)	2,060	5,19	102	17,1	1.562	3,8E+03
CME / Concentração Média Tempo Seco	3,4	2,6	2,0	2,6	11,4	3,9

Figura 6.1-4 – Comparativo de Concentrações – Bacia Agrícola

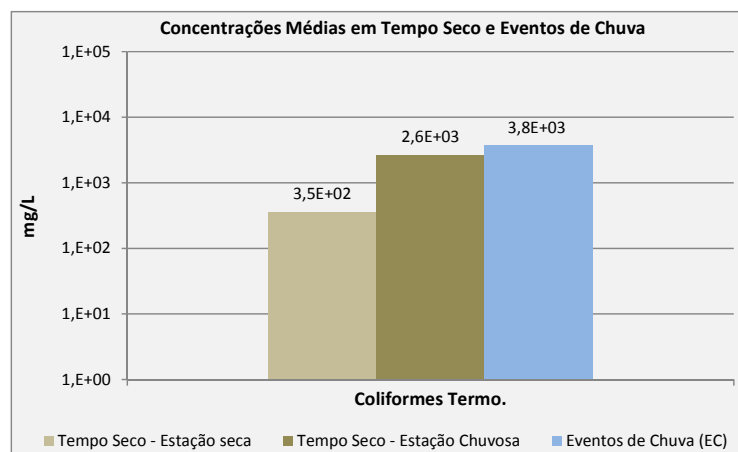
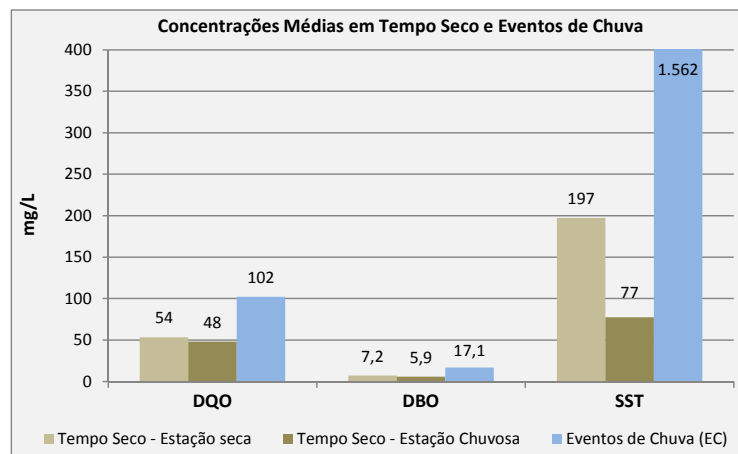
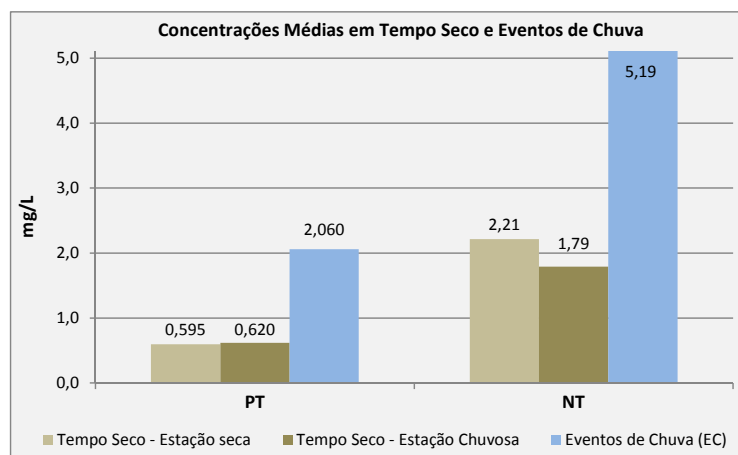
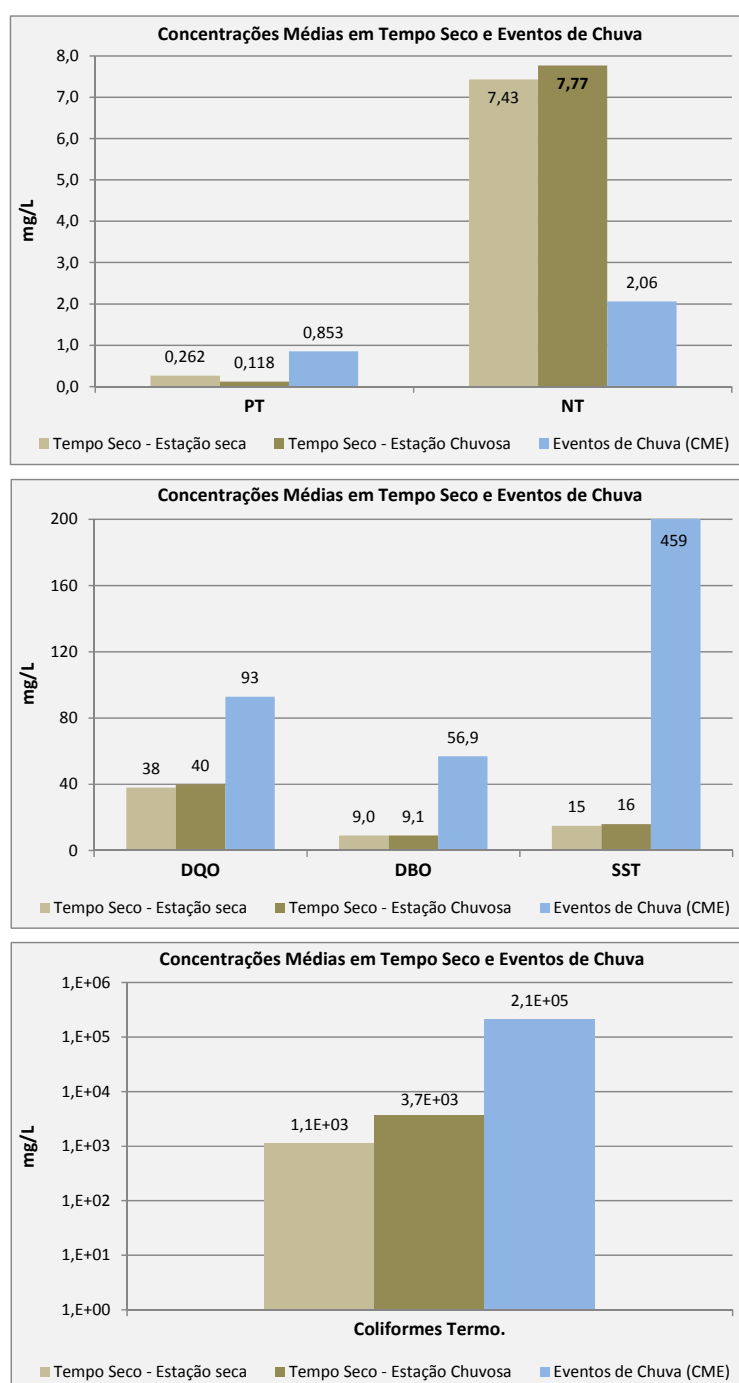


Tabela 6.1-5 – Comparativo de Concentrações – Bacia Urbana

BACIA URBANA						
Amostragens	PT	NT	DQO	DBO	SST	Coliformes Termo.
Concentrações (mg/L e NMP/100mL)						
Tempo Seco - Estação seca	0,262	7,43	38	9,0	15	1,1E+03
Tempo Seco - Estação Chuvosa	0,118	7,77	40	9,1	16	3,7E+03
Tempo Seco - Valor adotado (média)	0,190	7,60	39	9,1	15,5	2,0E+03
Eventos de Chuva (CME)	0,853	2,06	93	56,9	459	2,1E+05
CME / Concentração Média Tempo Seco	4,5	0,3	2,4	6,3	29,6	103,1

Figura 6.1-5 – Comparativo de Concentrações – Bacia Urbana



6.2 Análise Conjunta dos Resultados entre Bacias das Campanhas de Tempo Seco

A tabela e os gráficos a seguir mostram o resumo comparativo das concentrações médias de tempo seco nas cinco bacias monitoradas, de cuja análise destacam-se os seguintes elementos:

a) Nutrientes PT e NT

As bacias Reflorestamento e Mata são as que apresentam menores concentrações médias de PT e NT, sendo ligeiramente superiores na bacia Mata. A relação N/P nas duas bacias é ordem de 15.

Na Bacia Chácara, a concentração média de NT é semelhante às anteriores, sendo que a concentração de PT é da ordem de 3 vezes maior nas duas bacias anteriores, resultando em uma relação N/P de 4,6.

Na sequência, em termos crescentes da concentração média de PT, aparece a bacia Urbana (mais do dobro da concentração média observada na Chácara) e a bacia Agricultura, esta com a maior concentração de PT, cujo valor é mais de 3 vezes superior à média da bacia Urbana.

Ressalta-se que, na seca, as bacias reflorestamento, mata e chácara não desrespeitaram o padrão da classe 2 em ambientes lóticos (0,1 mg/L).

Em termos de NT, a concentração na bacia Urbana supera a da Agricultura. Essa situação é decorrente das elevadas concentrações de Nitrato na bacia Urbana, como já comentado em outras seções deste documento. Essa anomalia leva a relação N/P ao valor de 40, muito elevado para condições normais em bacias urbanas, cujo valor usual está na faixa entre 7 e 8, devido à predominância de contribuições de esgotos domésticos.

As bacias Chácara e Agricultura são semelhantes na relação N/P, na faixa entre 3,3 e 4,6.

b) DQO e DBO

Para estes parâmetros não se observam variações tão significativas entre as bacias quanto os nutrientes.

A bacia Reflorestamento apresentou as menores concentrações médias e valor intermediário na relação DQO/DBO. Na bacia Mata a concentração média de DBO é semelhante, porém apresenta maior concentração de DQO (50% superior).

Quanto a DBO essas duas bacias apresentaram média superior ao padrão da classe 1 (3,0 mg/L), mas inferior ao padrão de classe 2 (5,0 mg/L).

Em termos de DQO seguem em ordem crescente as concentrações médias nas bacias Chácara, Urbana e Agricultura, com valores entre 26 e 51 mg/L. Já para DBO, as bacias Chácara e Agricultura tem concentrações semelhantes (6,4 e 6,5 mg/L) e a bacia Urbana tem média de 9,1 mg/L. Essas concentrações são superiores ao padrão da classe 2.

c) Sólidos Suspensos

Em Tempo Seco as concentrações de SST são majoritariamente inferiores a 15 mg/L (limite de quantificação), exceto na bacia Agricultura, onde na concentração média alcança 137 mg/L., provavelmente devido ao manejo do solo.

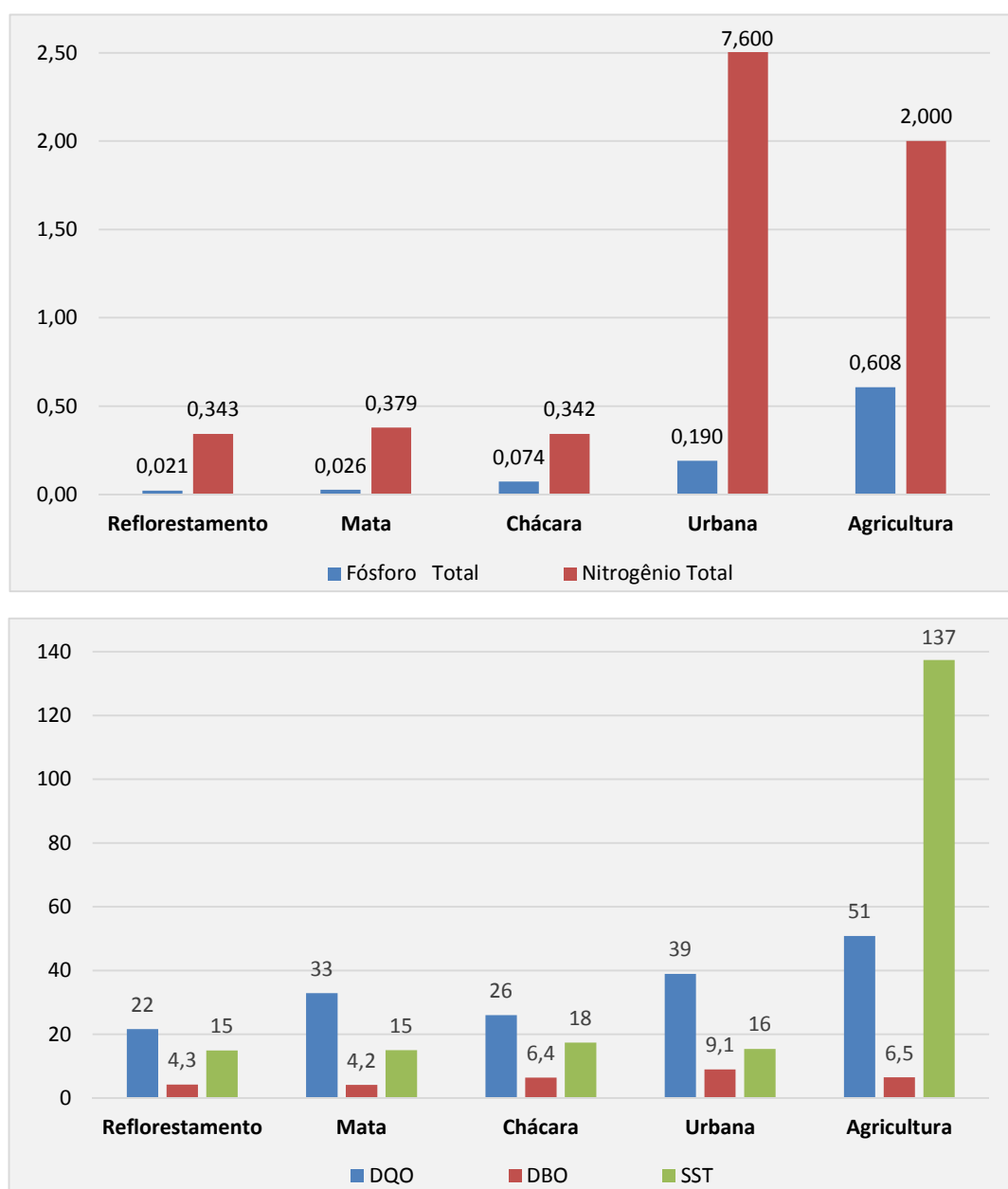
d) Coliformes Termotolerantes

Densidades abaixo de 100 NMP/100mL nas bacias Reflorestamento, Mata e Chácara, seguidas de Agricultura (970 NMP/100 mL) e Urbana (2.000 NMP/100mL).

**Tabela 6.2-1 – Concentrações Médias de Tempo Seco
(mg/L) ou (NMP/100mL)**

BACIA	Fósforo Total	Nitrogênio Total	DQO	DBO	SST	Coli Termot.	N/P	DQO/DBO
Reflorestamento	0,021	0,343	22	4,3	15	3,4E+01	16,4	5,1
Mata	0,026	0,379	33	4,2	15	3,8E+01	14,5	7,9
Chácara	0,074	0,342	26	6,4	18	8,2E+01	4,6	4,1
Urbana	0,190	7,600	39	9,1	16	2,0E+03	40,0	4,3
Agricultura	0,608	2,000	51	6,5	137	9,7E+02	3,3	7,8

Figura 6.2-1 – Concentrações Médias em Tempo Seco



6.3 Análise Conjunta dos Resultados entre Bacias das Campanhas de Eventos de Chuva

A tabela e os gráficos a seguir mostram um resumo comparativo das concentrações médias dos eventos de chuva (CME) nas bacias monitoradas, de cuja análise destacam-se:

e) Numa avaliação geral, considerando a maioria dos parâmetros, há uma sequência predominante em relação aos valores crescentes da CME: Reflorestamento, Mata, Chácara, Urbana e Agricultura.

f) Nutrientes PT e NT

A sequência acima se ajusta às CMEs de PT, que variam de baixos nas bacias Reflorestamento e Mata, passando por valores intermediários nas bacias Chácara e Urbana (10 a 15 vezes maiores), até as maiores CMEs na bacia Agricultura (40 vezes maior que as primeiras).

Para as CMEs de NT, a sequência se interverte entre Urbana e Chácara, sendo que nestas os valores são cerca de 3 a 4 vezes a CME nas bacias Reflorestamento e Mata. Na Agricultura a CME é cerca do dobro da observada na Urbana e Chácara.

A relação N/P é da ordem de 12 a 14 nas bacias Reflorestamento e Mata, passa a 4,3 na Chácara, e chega a 2,4 e 2,4 nas duas restantes.

g) DQO e DBO

As posições na sequência inicial de valores crescentes alteram-se para DQO entre Mata e Chácara, e para DBO a bacia Agricultura cai para a terceira posição. Os valores de DQO, entretanto, não apresentam grande variação, pois a relação entre o maior e menor valor é da ordem de 2,6. Já para DBO há uma variação maior, da ordem de 10 vezes.

A relação DQO/DBO apresenta dois grupos: entre 6 e 7,3 nas bacias Reflorestamento, Mata e Agricultura; e da ordem de 2 nas bacias Chácara e Urbana.

h) Sólidos Suspensos

As concentrações de SST são superiores ao tempo seco em todas as bacias, com valores elevados nas bacias Chácara, Urbana e Agricultura.

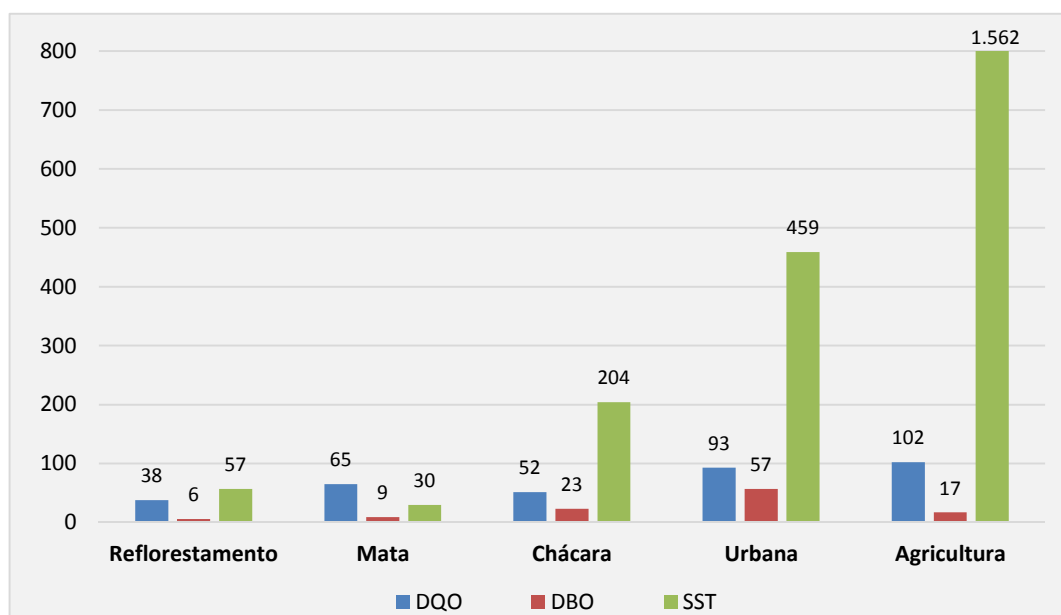
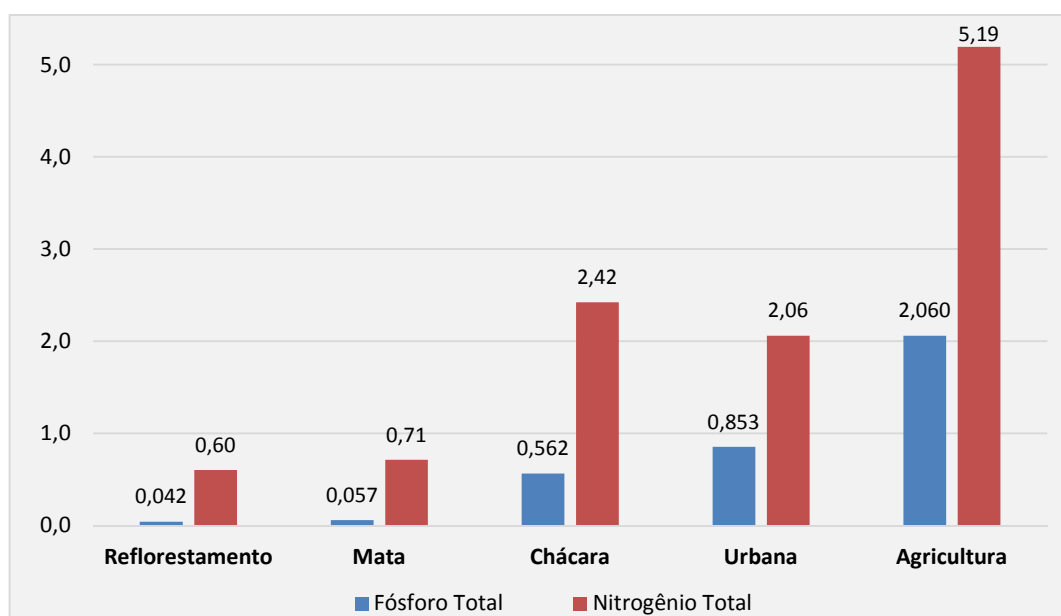
i) Coliformes Termotolerantes

Densidades da ordem de 10^3 NMP/100mL nas bacias Reflorestamento, Mata, Chácara e Agricultura, passando à casa de 10^5 NMP/100mL na bacia Urbana.

**Tabela 6.3-1 – Concentrações Médias de Eventos de Chuva
(mg/L) ou (NMP/100mL)**

BACIA	Fósforo Total	Nitrogênio Total	DQO	DBO	SST	Coli Termot.	N/P	DQO/DBO
Reflorestamento	0,042	0,60	38	6	57	6,3E+03	14,4	6,7
Mata	0,057	0,71	65	9	30	1,7E+03	12,5	7,3
Chácara	0,562	2,42	52	23	204	3,2E+03	4,3	2,2
Urbana	0,853	2,06	93	57	459	2,1E+05	2,4	1,6
Agricultura	2,060	5,19	102	17	1562	3,8E+03	2,5	6,0

Figura 6.3-1 – Concentrações Médias em Eventos de Chuva



6.4 Estimativa de Cargas Médias Anuais nas Bacias Monitoradas

A carga anual de poluentes gerada por fontes difusas nas bacias monitoradas pode ser estimada a partir da soma de duas parcelas:

- **Carga gerada durante o tempo seco**, isto é, proveniente do escoamento de base e das atividades antrópicas desenvolvidas nas bacias; esta parcela já está definida para cada bacia, pois é representada pela carga média das duas campanhas realizadas em tempo seco, cujos resultados estão apresentados no Capítulo 4;
- **Carga de Eventos de Chuva**: é estimada pelo produto da Concentração Média de Eventos (CME), obtida para cada poluente em cada bacia, pela vazão média anual de escoamento superficial. Os valores de CME foram determinados para cada bacia (Capítulo 5). A estimativa da vazão anual média dos eventos de chuva nas bacias monitoradas foi obtida pela análise individual dos hidrogramas de cheia ao longo do ano hidrológico Abril/2015 a Março/2016 (registro do nível d'água a cada 10 min e cálculo da vazão por meio da respectiva curva-chave ou equação de vertedor – caso da bacia Urbana), separando-se o escoamento de base com a definição do instante de início de ascensão (sequência de vazões crescentes em mais de dois intervalos) e o ponto final da recessão, este definido por meio da seguinte relação:

$$\text{tempo de recessão} = 1,67 \times \text{tempo de ascensão} \text{ (Método do Hidrograma Unitário).}$$

A Tabela 6.4-1 mostra as vazões médias, vazões médias de base (tempo seco) e vazões médias dos eventos de chuva, e os percentuais de cada parcela.

Tabela 6.4-1 – Vazões Médias no Período Monitorado (Abril/2015 a Março/2016)

BACIA	Vazão Média					
	Específica	Anual	de Base		de Eventos de Chuva	
	L/s.km ²	L/s	L/s	%	L/s	%
Urbana	57,6	13,2	7,8	59%	5,5	41%
Chácara	15,4	11,1	7,3	66%	3,7	34%
Agricultura	9,2	28,1	17,5	62%	10,6	38%
Reflorestamento	16,8	103,3	77,4	75%	25,9	25%
Mata	21,6	74,4	43,4	58%	30,9	42%

A Tabela 6.4-2 resume as cargas estimadas para os diferentes parâmetros indicadores de qualidade de água nas cinco bacias monitoradas, explicitadas as duas parcelas e a participação percentual de cada uma.

Tabela 6.4-2 – Estimativa de Cargas nas Bacias Monitoradas

CARGAS (kg/dia)													
BACIA		PT		NT		DQO		DBO		SST		Coliformes Termotolerantes	
		kg/dia	%	kg/dia	%	kg/dia	%	kg/dia	%	kg/dia	%	kg/dia	%
REFLORESTAMENTO	Tempo Seco	0,143	60%	2,40	64%	149	64%	28,1	69%	101	44%	2,3E+09	2%
	Eventos de Chuva	0,094	40%	1,35	36%	85	36%	12,7	31%	127	56%	1,4E+11	98%
	Total	0,237	-	3,8	-	234	-	41	-	228	-	1,4E+11	-
MATA	Tempo Seco	0,088	37%	1,33	41%	113	39%	13,5	36%	50	39%	1,2E+09	3%
	Eventos de Chuva	0,152	63%	1,90	59%	174	61%	24,0	64%	80	61%	4,5E+10	97%
	Total	0,240	-	3,2	-	288	-	37	-	130	-	4,7E+10	-
CHÁCARA	Tempo Seco	0,052	22%	0,22	9%	17	50%	4,1	36%	11	14%	5,0E+08	5%
	Eventos de Chuva	0,181	78%	2,21	91%	17	50%	7,5	64%	66	86%	1,0E+10	95%
	Total	0,232	-	2,4	-	33	-	12	-	77	-	1,1E+10	-
AGRICULTURA	Tempo Seco	0,198	10%	0,64	12%	16	15%	2,1	12%	43	3%	3,1E+09	8%
	Eventos de Chuva	1,881	90%	4,73	88%	93	85%	15,6	88%	1.425	97%	3,5E+10	92%
	Total	2,079	-	5,4	-	109	-	18	-	1.468	-	3,8E+10	-
URBANA	Tempo Seco	0,124	26%	5,07	85%	26	40%	6,0	20%	10	5%	1,4E+10	1%
	Eventos de Chuva	0,363	74%	0,88	15%	39	60%	24,2	80%	195	95%	8,9E+11	99%
	Total	0,487	-	5,9	-	65	-	30	-	205	-	9,1E+11	-

7. ESTIMATIVA DE CARGAS GERADAS NAS BACIAS DA APRM-ATC

7.1 Metodologia

A estimativa das cargas geradas nas bacias que compõem a APRM-ATC, um dos objetivos principais deste estudo, será executada conforme definido pelo Consórcio em sua Proposta Técnica, por meio do *Modelo de Correlação Uso do Solo – Qualidade de Água – MQUAL*, concebido para estimar cargas geradas em bacias hidrográficas em função do uso e ocupação do solo. Esse modelo, definido como instrumento de planejamento nas leis específicas das APRMs Guarapiranga e Billings, tem sido utilizado em inúmeras outras bacias hidrográficas e será adaptado para as condições do sistema hídrico da APRM-ATC.

O Modelo MQUAL é constituído por três Módulos: geração de cargas, simulação de rios e simulação de reservatórios. O módulo de geração de cargas é constituído por duas partes: um sub-módulo de geração de cargas em tempo seco, e outro sub-módulo para estimativa de carga difusa em eventos de chuva. Este módulo será objeto da aplicação às bacias da APRM-ATC para estimar a carga gerada.

A carga total afluente (W) é a soma da carga em tempo seco (W_{ts}) e a carga em eventos de chuva (W_{ec}) conforme a equação básica abaixo:

$$W = W_{ts} + W_{ec} \text{ onde:}$$

$$W_{ts} = f_t \times [\sum_i (A_i \times c_i) + \sum_j (P_j \times e_j) + \sum_k B_k]$$

f_t coeficiente de transporte da sub-bacia; representa de forma agregada os processos de retenção e autodepuração entre os pontos de geração e a foz do curso de água que drena a sub-bacia;

A_i área ocupada pelas diferentes categorias de uso do solo na sub-bacia, em km^2 ;

c_i coeficientes de exportação de cargas difusas das diferentes categorias de uso do solo, em $\text{kg}/\text{km}^2 \cdot \text{dia}$; (no caso da APRM-ATC, são os CECTS adiante obtidos)

P_j população urbana residente na sub-bacia, em diferentes condições de disponibilidade de infraestrutura sanitária;

e_j coeficientes de exportação de esgotos gerados por população em diferentes condições de disponibilidade de infraestrutura sanitária, em $\text{kg}/\text{hab} \cdot \text{dia}$;

B_k outras cargas pontuais na sub-bacia, em kg/dia .

$$W_{ec} = K \times Pa \times Ce \times Ct \times A$$

K coeficiente que representa a parcela da precipitação anual que resulta em escoamento superficial;

Pa precipitação anual na bacia;

Ce coeficiente de escoamento superficial;

Ct concentração típica dos eventos de chuva na bacia; (no caso da APRM-ATC, são as CME)

A área da bacia.

As seguintes categorias de uso do solo são utilizadas para estimativa de cargas difusas:

- Uso rural
 - *atividades agrícolas*, englobando áreas de culturas permanentes, temporárias, hortifrutícolas, atividades pecuárias e chácaras para uso de subsistência;
 - *reflorestamento*;
 - *mata*, englobando também a categoria capoeirão;

- *capoeira e campo*;
- *áreas de chácaras*, constituídas pelos loteamentos de chácaras de lazer.
- **Uso urbano**
 - *área urbanizada de padrão superior*, englobando as categorias de uso residencial de alto e médio padrão, nas três classes de densidades; são áreas em que há melhor desempenho dos serviços urbanos e disponibilidade de infraestrutura; inclui também áreas verdes, clubes, praças e outros equipamentos urbanos;
 - *área urbanizada de padrão inferior*, englobando as categorias de uso residencial de baixo padrão e habitação subnormal;
 - *área industrial e comercial*: categoria identificada no mapeamento de uso e ocupação do solo, que requer tratamento individualizado pois, mesmo quando situada em áreas bem atendidas nos serviços urbanos, induz maior movimentação de pessoas e veículos e o manuseio de cargas de substâncias diversas, apresentando comportamento distinto das áreas predominantemente residenciais.

Para estimativa do componente residual de Cargas de Esgotos Domésticos:

- cargas que afluem diretamente aos cursos de água, sem passar por sistema individual de disposição; são geradas por população em favelas sem urbanização, por áreas servidas por redes mas que não dispõem de sistema de tratamento ou exportação, ou na ocorrência de falhas no sistema de coleta, interceptação e bombeamento;
- cargas geradas por população com sistema individual de disposição final (fossas sépticas com infiltração no solo), em áreas com baixa densidade populacional, onde se pode contar com boa capacidade de absorção dos efluentes pelo solo;
- cargas geradas por população com sistema individual de disposição de esgotos, porém em áreas de alta densidade populacional, onde é baixa a capacidade de absorção dos efluentes pelo solo, ocorrendo extravasamentos praticamente permanentes para as vias públicas.

As seguintes etapas metodológicas foram utilizadas para obtenção das cargas poluidoras geradas nas bacias da APRM-ATC:

- a) **Obtenção de Coeficientes de Exportação de Cargas de Tempo Seco (CECTS) e Concentrações Médias de Eventos de Chuva (CME) por Categoria de Uso do Solo:** embora as bacias monitoradas tenham sido selecionadas em função do uso preponderante, todas elas são constituídas por mais de um uso; assim, os CECTS e CME obtidos “por bacia” devem ser transformados em CECTS e CME “por categoria de uso do solo” para que se possa generalizar a contribuição “por uso” para o conjunto das bacias da APRM-ATC.

Para essa transformação, a hipótese adotada é que os CECTS e CME de cada *bacia* é o resultado da soma ponderada dos CECTS e CME de cada *categoria de uso do solo* que a constitui. Por meio de um sistema de equações que utiliza como índice de ponderação a *área ocupada* de cada categoria de uso do solo em cada bacia, obtém-se os coeficientes e concentrações procurados.

- b) **Adaptação do Modelo MQUAL para a Bacia da APRM-ATC:** adequação da estrutura computacional (planilhas Excel) para comportar as 17 sub-bacias que compõem a APRM, conforme definidas na Lei Específica, para entrada de dados e apresentação dos resultados.
- c) **Preparação dos dados de entrada para o MQUAL:** obtenção da área ocupada pelas categorias de uso e ocupação do solo em cada sub-bacia da APRM-ATC (atualização do mapeamento via interpretação de imagens), assim como da distribuição da população urbana e da disponibilidade de infraestrutura sanitária (percentual da população atendida por rede de esgotos, percentuais de exportação e/ou

tratamento, percentuais de áreas urbana com baixa densidade, < 60 hab/ha, para o caso de áreas com disposição em fossas sépticas);

- d) **Estimativa das Cargas Geradas de PT, NT, DBO, SST e Coli:** aplicação do MQUAL para obtenção das cargas geradas e análise dos resultados, comparativamente com estudos apresentados no PDPA da APRM-ATC e metas definidas na respectiva Lei Específica.

A seguir se descreve a execução de cada uma das etapas.

7.2 Uso e Ocupação do Solo nas Bacias Monitoradas

A Tabela 7.2-1 resume a composição de usos do solo (como utilizadas no Modelo MQUAL) nas bacias monitoradas, já descritas no Capítulo 2. Esses resultados incluem algumas agregações de usos necessárias quando se tem em vista o objetivo de generalizar o critério para toda a bacia da APRM-ATC:

- Nas bacias reflorestamento e mata foram desprezados os usos campo e chácara cuja participação era inferior 0,4% da área dessas bacias;
- Na bacia Agricultura, a categoria vegetação de várzea foi incorporada à própria categoria agricultura, e a categoria campo incorporada à categoria chácara; ambas categorias representam cerca de 6% da área total da bacia monitorada;
- Na bacia Chácara, a categoria campo (7% da área da bacia) também foi incorporada à própria categoria chácara.

Tabela 7.2-1 – Resumo da Composição de Usos do Solo nas Bacias Monitoradas

Uso do Solo / Categoria	Bacia				
	Reflorestamento	Mata	Agricultura	Chácara	Urbana
	% de ocupação por uso				
<i>Reflorestamento</i>	67	11	8	-	-
<i>Mata</i>	33	89	14	22	-
<i>Agricultura</i>	-	-	59	6	-
<i>Chácara</i>	-	-	19	72	-
<i>Urbana SPAT</i>	-	-	-	-	70
<i>Campo</i>	-	-	-	-	30

7.3 Coeficientes de Exportação de Cargas de Tempo Seco (CECTS) por Categoria de Uso do Solo

Em vista da distribuição de usos do solo nas bacias monitoradas, a obtenção dos CECTS por categoria de uso, pode ser feita na seguinte sequência:

- Usos Reflorestamento e Mata:** as equações abaixo definem os CECTS das bacias Reflorestamento e Mata, que resolvidas permitem obter os CRCTS correspondentes a esses usos, e serem utilizados na etapa seguinte:

$$\text{CECTS}_{\text{bacia R}} = 0,67 \times \text{CECTS}_{\text{uso R}} + 0,33 \times \text{CECTS}_{\text{uso M}}$$

$$\text{CECTS}_{\text{bacia M}} = 0,11 \times \text{CECTS}_{\text{uso R}} + 0,89 \times \text{CECTS}_{\text{uso M}}$$

Onde:

$\text{CECTS}_{\text{bacia R}}$ e $\text{CECTS}_{\text{bacia M}}$ são os obtidos no monitoramento das bacias, e

$\text{CECTS}_{\text{uso R}}$ e $\text{CECTS}_{\text{uso M}}$ são os coeficientes por uso do solo para o MQUAL.

- **Usos Agricultura e Chácara:** as equações abaixo definem os CECTS das bacias Agricultura e Chácara, que resolvidas permitem obter os CRCTS correspondentes a esses usos:

$$\text{CECTS}_{\text{bacia A}} = 0,59 \times \text{CECTS}_{\text{uso A}} + 0,19 \times \text{CECTS}_{\text{uso Ch}} + 0,08 \times \text{CECTS}_{\text{uso R}} + 0,14 \times \text{CECTS}_{\text{uso M}}$$

$$\text{CECTS}_{\text{bacia Ch}} = 0,06 \times \text{CECTS}_{\text{uso A}} + 0,72 \times \text{CECTS}_{\text{uso Ch}} + 0,22 \times \text{CECTS}_{\text{uso M}}$$

Onde:

$\text{CECTS}_{\text{bacia A}}$ e $\text{CECTS}_{\text{bacia Ch}}$ são os obtidos no monitoramento das bacias, e

$\text{CECTS}_{\text{uso A}}$ e $\text{CECTS}_{\text{uso Ch}}$ são os coeficientes por uso do solo para o MQUAL.

- **Uso Urbano SPAT:** para obtenção do CECTS de uso urbano foram necessárias algumas considerações que a diferem dos usos precedentes:

- nesta bacia há contribuições de esgotos domésticos da população não servida por rede que devem ser estimados e extraídos dos valores monitorados para obtenção dos CECTS relativo à carga difusa, equivalente ao demais usos; a estimativa foi feita com a utilização dos coeficientes de geração de cargas de esgotos do Modelo MQUAL 2.0, como função da população urbana e a disponibilidade de infraestrutura sanitária; os valores obtidos, considerando uma população urbana de 860 hab., 91% de atendimento por rede de esgotos, 96% de exportação do esgoto coletado (dados obtidos do cadastro fornecido pela SABESP), 100% da bacia em baixa densidade, foram:

Cargas unitárias (kg/dia.km ² ou NMP/dia.km ²)				
PT	NT	DBOc	SST	Coli Termot.
0,4575	3,597	19	13	1,09E+10

Como no MQUAL não há previsão de coeficientes para DQO, adotou-se para CECTS desse parâmetro a relação 4,3:1 em relação à DBO obtida no monitoramento realizado para essa bacia;

- as concentrações de cargas de NT foram fortemente influenciadas pela elevada participação de Nitratos: essa característica própria dessa bacia não deve ser extrapolada para as demais bacias da APRM-ATC; para este parâmetro, adotou-se o CECTS a partir de um valor da relação NT/PT em áreas urbanas estudadas anteriormente na bacia do Guarapiranga; o valor adotado da relação NT/PT foi de 7:1, relação entre os coeficientes de exportação de cargas do Uso Urbano Padrão Superior, que mais se aproxima das condições de uso na bacia monitorada;
- como na bacia urbana monitorada há uma parcela não desprezível ocupada por campo (área coberta por vegetação rasteira, com algum movimento de terra, presença de algumas cabeças de gado) foi necessário adotar coeficientes de exportação de carga para esse uso; a melhor referência disponível é o conjunto de coeficientes de geração de cargas em tempo seco obtidos para bacia do Guarapiranga (MQUAL2.0), do qual se extraíram as relações, por parâmetro, que definem os coeficientes adotados para o uso campo.

A Tabela 7.3-1 resume os CECTS obtidos por bacia e por uso.

**Tabela 7.3-1 – Coeficientes de Exportação de Cargas de Tempo Seco - CECTS
(kg/dia.km² ou NMP/dia.km²)**

BACIA MONITORADA	Fósforo Total	Nitrog. Total	DQO	DBO	SST	Coli Termot.
Reflorestamento	0,0233	0,390	24,1	4,6	16,4	3,7E+08
Mata	0,0255	0,386	32,8	3,9	14,6	3,6E+08
Chácara	0,0720	0,307	23,2	5,7	15,4	6,9E+08
Urbana	0,5400	22,034	113,1	26,2	45,0	5,9E+10
Agricultura	0,0651	0,212	5,4	0,7	14,1	1,0E+09

USO DO SOLO	Fósforo Total	Nitrog.Total	DQO	DBO	SST	Coli Termot.
<i>Mata</i>	0,0259	0,3851	34,6	3,8	14,2	3,6E+08
<i>Reflorestamento</i>	0,0220	0,3925	19,0	5,0	17,5	3,7E+08
<i>Agricultura</i>	0,0923	0,4152	13,0	0,6	25,0	1,6E+09
<i>Chácara</i>	0,0844	0,2736	20,6	6,8	14,9	7,1E+08
<i>Urbana SPAT</i>	0,1128	0,7895	37,8	8,8	35,6	6,9E+10
<i>Campo (Guarapiranga)</i>	0,0120	0,3230	24,6	4,0	23,8	3,0E+08

7.4 Concentrações Médias de Eventos de Chuva (CME) por Categoria de Uso do Solo

A mesma metodologia anterior por adotada para transformação das CME por bacia para as CME por uso. Ressalta-se que para os eventos de chuva as CME incluem eventuais contribuições excepcionais de esgotos domésticos durante esses eventos (por ex. extravasamento de redes).

A Tabelas 7.3-2 resume as CME obtidos por bacia e por uso.

**Tabela 7.4-1 – Concentrações Médias de Eventos de Chuva - CME
(mg/L ou NMP/100mL)**

BACIA MONITORADA	Fósforo Total	Nitrog. Total	DQO	DBO	SST	Coli Termot.
Reflorestamento	0,043	0,594	37,9	5,5	55	6,2E+03
Mata	0,057	0,712	65,2	9,0	30	1,7E+03
Chácara	0,562	2,420	51,6	23,3	204	3,2E+03
Urbana	0,853	2,060	92,9	56,9	459	2,1E+05
Agricultura	2,060	5,190	102,0	17,0	1.562	4,0E+03

USO DO SOLO	Fósforo Total	Nitrog. Total	DQO	DBO	SST	Coli Termot.
<i>Mata</i>	0,060	0,735	70,6	9,7	25	8,2E+02
<i>Reflorestamento</i>	0,035	0,524	21,8	3,4	70	8,9E+03
<i>Agricultura</i>	3,355	8,253	181	23	2.645	7,0E+03
<i>Chácara</i>	0,483	2,449	35,0	27,5	55	3,6E+03
<i>Urbana SPAT</i>	1,208	2,719	114,5	78,7	625	3,0E+05
<i>Campo</i>	0,024	0,523	42,5	6,0	71	4,8E+03

7.5 Adaptação do Modelo MQUAL para a Bacia da APRM-ATC

A versão para a Bacia da APRM-ATC do **Modelo de Correlação Uso do Solo / Qualidade de Água – MQUAL**, à qual propõe-se a denominação **MQUAL APRM-ATC 2016**, foi derivada da versão original MQUAL2.0 preparada para a bacia Guarapiranga (SMA, 1999) e da versão MQUAL-2.1B aplicada à bacia Billings (UGP/SSRH, 2015).

A plataforma computacional do modelo permanece como um arquivo Excel composto pelas seguintes planilhas:

- **Nome da Simulação:** definição do número, denominação e observações descritivas da simulação a ser realizada;
- **Dados de Entrada:** tabela contendo os seguintes dados de entrada:
 - relação das sub-bacias integrantes da APRM-ATC: número e nome;
 - vazões naturais específicas de cada sub-bacia;
 - área total de cada sub-bacia e área ocupada de cada categoria de uso do solo; foram adotadas as mesmas categorias das versões anteriores do MQUAL, porém com a introdução de uma nova categoria em área urbana, denominada Urbana SPAT, para representar as características de ocupação urbana nos pequenos núcleos e mesmo nas sedes de Biritiba Mirim e Salesópolis, as quais mostraram-se muito diferentes das categorias que deram origem ao MQUAL, originalmente baseadas em áreas urbanas periféricas da Bacia do Guarapiranga; mantém-se as demais categorias de áreas urbanas já existentes para representar zonas urbanas semelhantes às originais do modelo;
 - população urbana e em habitação sub-normal em cada sub-bacia;
 - características da infraestrutura sanitária em cada sub-bacia, exatamente como nas versões anteriores.
- **Cargas Geradas:** tabelas de cálculo das cargas médias anuais de Tempo Seco, de Eventos de Chuva e Total; equações adotadas:

Cargas de Tempo Seco:

$$W_{ts} = f_t \times [\sum_i (A_i \times c_i) + \sum_j (P_j \times e_j) + \sum_k B_k]$$

- f_t coeficiente de transporte da sub-bacia; representa de forma agregada os processos de retenção e autodepuração entre os pontos de geração e a foz do curso de água que drena a sub-bacia;
- A_i área ocupada pelas diferentes categorias de uso do solo na sub-bacia, em km²;
- c_i coeficientes de exportação de cargas difusas das diferentes categorias de uso do solo, em kg/km².dia; (no caso da APRM-ATC, são os CECTS adiante obtidos)
- P_j população urbana residente na sub-bacia, em diferentes condições de disponibilidade de infraestrutura sanitária;
- e_j coeficientes de exportação de esgotos gerados por população em diferentes condições de disponibilidade de infraestrutura sanitária, em kg/hab.dia;
- B_k outras cargas pontuais na sub-bacia, em kg/dia.

$$W_{ec} = \sum_i [CME_i \times A_i] \times q \times Ces$$

CME concentração típica de cada parâmetro dos eventos de chuva na sub-bacia (mg/L);

A área da bacia em cada categoria de uso do solo (ha);

q vazão específica média de longo termo de cada sub-bacia (L/s.km²);

Ces coeficiente de escoamento superficial (relação entre vazão média de escoamento superficial e a vazão média na bacia: valor adotado = 0,3).

- **Gráficos de Fósforo Total:** elaboração automática de gráficos ilustrativos dos resultados das cargas geradas de Fósforo Total por sub-bacias;
- **Coefficientes e CME:** conjunto dos Coeficientes de Exportação de Cargas de Tempo Seco (CECTS) e das Concentrações Médias de Eventos (CME). Coeficientes determinados neste estudo (tabelas 7.3-1 e 7.3-2), complementados pelos determinados no Estudo de Cargas Difusas na Bacia do Guarapiranga, (SMA, 1999) para os usos não contemplados no presente estudo.

7.6 Preparação dos Dados de Entrada para o MQUAL

Seguindo a metodologia proposta no Plano de Trabalho, realizou-se as seguintes etapas para a execução dos trabalhos:

- **Atualização do mapeamento de uso e ocupação do solo:** Revisão do mapa de uso e Ocupação do solo ano 2002, escala 1:25.000, por meio de interpretação de imagens 2010/11 fornecidas para este estudo e disponíveis no site <datageo.ambiente.sp.gov.br/>, tendo em vista as categorias do MQUAL.
- **Distribuição de População por sub-bacias da APRM-ATC:** Correlação espacial entre os dados populacionais dos setores censitário estimados para 2015 com as sub-bacias do MQUAL, segundo metodologia desenvolvida pela equipe técnica da consultora que considera as áreas efetivamente ocupadas, conforme o mapa de uso e ocupação do solo;
- **Estimativas da Infraestrutura Sanitária:** Estimativa de atendimento das redes de coleta, exportação e tratamento de esgotos e correlação espacial com as sub-bacias da APRM-ATC usadas no MQUAL; dados básicos do cadastro fornecido pela SABESP e obtidos no Plano de Esgotos do SEMAE de Mogi das Cruzes;
- **Estimativa de vazões específicas médias de longo termo:** Vazões específicas por sub-bacia para permitir o cálculo das vazões médias de eventos de chuva; estimativa com base na Plano de Bacia e estudo de regionalização do DAEE.

7.6.1 Atualização do Uso e Ocupação do solo

A atualização do mapeamento do uso e ocupação do solo da Bacia da APRM-ATC teve por objetivo identificar as principais alterações ocorridas desde o último mapeamento realizado em 2002 até o ano de 2012, data do último levantamento por satélite disponível pela EMPLASA.

Ainda foi necessário adequá-lo às categorias do MQUAL, conforme a seguir, apresentando a classificação completa do mapa fonte e uma breve explicação da definição de cada uma delas dentro das categorias do modelo.

Ajustes de Uso e Ocupação do Solo

Os ajustes realizados no mapeamento do Uso e Ocupação do Solo de 2002 da EMPLASA foram realizados com base na experiência de campo da equipe técnica e apoio de imagens de alta resolução (IGC/EMPLASA, 45 centímetros de resolução, projeção SIRGAS 2000), disponível no site <datageo.ambiente.sp.gov.br>.

consultado entre dezembro 2015 e março 2016. Tiveram por objetivo melhor classificar o uso existente em relação ao potencial de geração de cargas poluentes e às categorias utilizadas pelo MQUAL, compatibilizando-se com as necessidades deste estudo e adequando-os com especial atenção aos limites oficiais da Bacia e dos reservatórios d'água.

- **Limite da Área de Estudo:** Foi utilizado o limite aprovado na Lei Específica da APRM-ATC, a mesma delimitação utilizada oficialmente pela CETESB, exigindo pequenos ajustes na classe de corpos d'água do Mapa de uso e ocupação do solo;
- **Área Urbanizada:** Foi ampliada tendo em vista a expansão urbana na região e a dotação de infraestrutura sanitária em núcleos isolados; algumas áreas de 'Chácaras' foram aqui integradas por conta de loteamentos de melhor padrão e saneamento. Para fins do MQUAL, foi criada nova categoria **Área Urbana – SPAT**, para os núcleos isolados e sedes de Biritiba-Mirim e Salesópolis e mantidos os anteriores para as demais áreas urbanas;
- **Hortifrutigranjeiro:** Foi ampliada tendo em vista a expansão do cinturão agrícola na região e classificada como **"Atividade Agrícola"**;
- **Campo:** Diversas áreas foram reclassificadas em 'Atividade Agrícola', o restante, referente basicamente aos extensos pastos existentes na região, foram classificadas na categoria **"Campo/Capoeira"**;
- **Capoeira:** Foram notadas pequenas alterações na cobertura vegetal da região, aquelas áreas que permaneceram nessa classe foram identificadas como capoeirões com vegetação arbustiva desenvolvida semelhantes às matas;
- **Chácara:** Diversas áreas foram reclassificadas em 'Área Urbanizada' ou 'Atividade Agrícola', as demais foram classificadas em **"Chácara/Movimento de Terra"**;
- **Equipamento Urbano:** Integram a categoria **"Área Urbana de Padrão Superior"** do MQUAL, que na escala de interpretação utilizada não representou mudanças significativas;
- **Espelho d'água:** Normalmente associados a usos rurais, as menores áreas foram reclassificadas conforme o uso mais próximo: chácara, atividade agrícola, mineração e destas conforme sua respectiva correspondência no MQUAL. O restante foi considerado como lagos naturais da drenagem fluvial e desprezados como áreas produtoras de carga no MQUAL, assim como são os reservatórios;
- **Reservatório:** Foi utilizado o limite do reservatório utilizado no mapeamento oficial fornecido a menos de alterações muito significativas nítidas nas imagens que é o caso das bordas leste do Taiapuêba e do Paraitinga. Esta classe não entra como produtora de carga no MQUAL;
- **Favela:** Mantida conforme o mapeamento da EMPLASA, acrescidos de núcleos identificados pelos setores censitários IBGE e outros identificados em campo, classificados no MQUAL como **"Área Urbana de Padrão Inferior"**;
- **Indústria:** Esta classe foi ampliada passando a integrar alguns corredores comerciais e classificados na categoria **'Indústria e Comércio'**. Por outro lado, algumas áreas de galpões, considerou-se mais adequado reclassificá-los como áreas urbanas ou de atividade agrícola;
- **Lixão:** Uma única área no entorno do reservatório Jundiá, integrada como **"Chácara/Movimento de Terra"**;
- **Loteamento Desocupado:** Uma única área na região do Taiapuêba, integrada como **"Chácara/Movimento de Terra"**;
- **Mata:** Percebeu-se alguma perturbação na cobertura vegetal dentro da APRM-ATC, com perdas de áreas para atividade de reflorestamento, mas nada significativo que altere sua situação como principal uso na região, entra no MQUAL na classe **"Mata/Capoeirão"**;
- **Mineração:** Diversas áreas identificadas, expandidas para compreender as lagoas remanescentes, integrada como **"Chácara/Movimento de Terra"** para fins do MQUAL;

- **Movimento de Terra e Solo Exposto:** Incluiu a classe 'Aterro Sanitário'. Algumas áreas foram reclassificadas em 'Atividade Agrícola' e 'Indústria e Comércio';
- **Outros Usos:** Campos antrópicos de uso não identificados na escala utilizada, agregados na categoria "Campo/Capoeira";
- **Reflorestamento:** Mantida no MQUAL com o mesmo nome do mapeamento EMPLASA, percebeu-se apenas pequenas alterações de expansão sobre Mata e vice-versa;
- **Rodovia:** Uma única área no entorno do reservatório Jundiá, integrada como "Chácara/Movimento de Terra";
- **Vegetação de Várzea:** Algumas áreas foram reclassificadas em atividade agrícola, as demais foram identificadas como cobertura vegetal de pequeno porte classificadas na categoria "Campo/Capoeira do MQUAL.

As figuras 7.6-1 e 7.6-2 mostram o mapeamento de uso do solo atualizado para este estudo. A **Tabela 7.6-1** apresenta a classificação adotada e sua correspondência com as categorias do MQUAL e a **Tabela 7.6-2** a distribuição dos usos por sub-bacia da APRM-ATC, em valores absolutos (hectares) e em porcentagem da área

Tabela 7.6-1 – Correspondência de Classes de Uso e Ocupação do Solo MQUAL x EMPLASA

Uso e Ocupação do Solo				Porcentagem de Áreas Produtoras de Carga relativas ao Total	
Categorias MQUAL		Classes EMPLASA - revisado			
1	Atividade Agrícola	1	Hortifrutigranjeiro	9,1%	9,1%
2	Reflorestamento	2	Reflorestamento	24,7%	24,7%
3	Mata / Capoeirão	3	Mata	36,6%	44,9%
		4	Capoeira	8,3%	
4	Campo / Capoeira	5	Campo	11,4%	12,6%
		6	Loteamento desocupado	-	
		7	Outros usos	-	
		8	Vegetação de Várzea	1,2%	
5	Chácara / Movimento de Terra	9	Chácara	5,7%	6,6%
		10	Lixão	-	
		11	Mineração	0,4%	
		12	Movimento de Terra e Solo Exposto	0,5%	
		13	Rodovia	-	
6	Área Urbana Padrão Superior	14	Área Urbanizada	1,3%	1,6%
		15	Equipamento Urbano	0,3%	
7	Área Urbana Padrão Inferior	16	Área Urbanizada (Padrão Inferior)	0,4%	0,4%
		17	Favela	-	
8	Ár. Ind. e Com.	18	Indústria e Comércio	0,1%	0,1%
-	-	19	Espelho d'água	na	na
		20	Reservatório	na	

'na' – não se aplica, são as áreas desprezadas pelo MQUAL por não produzirem cargas.

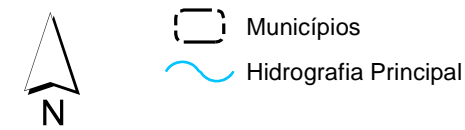
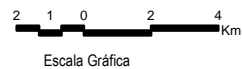
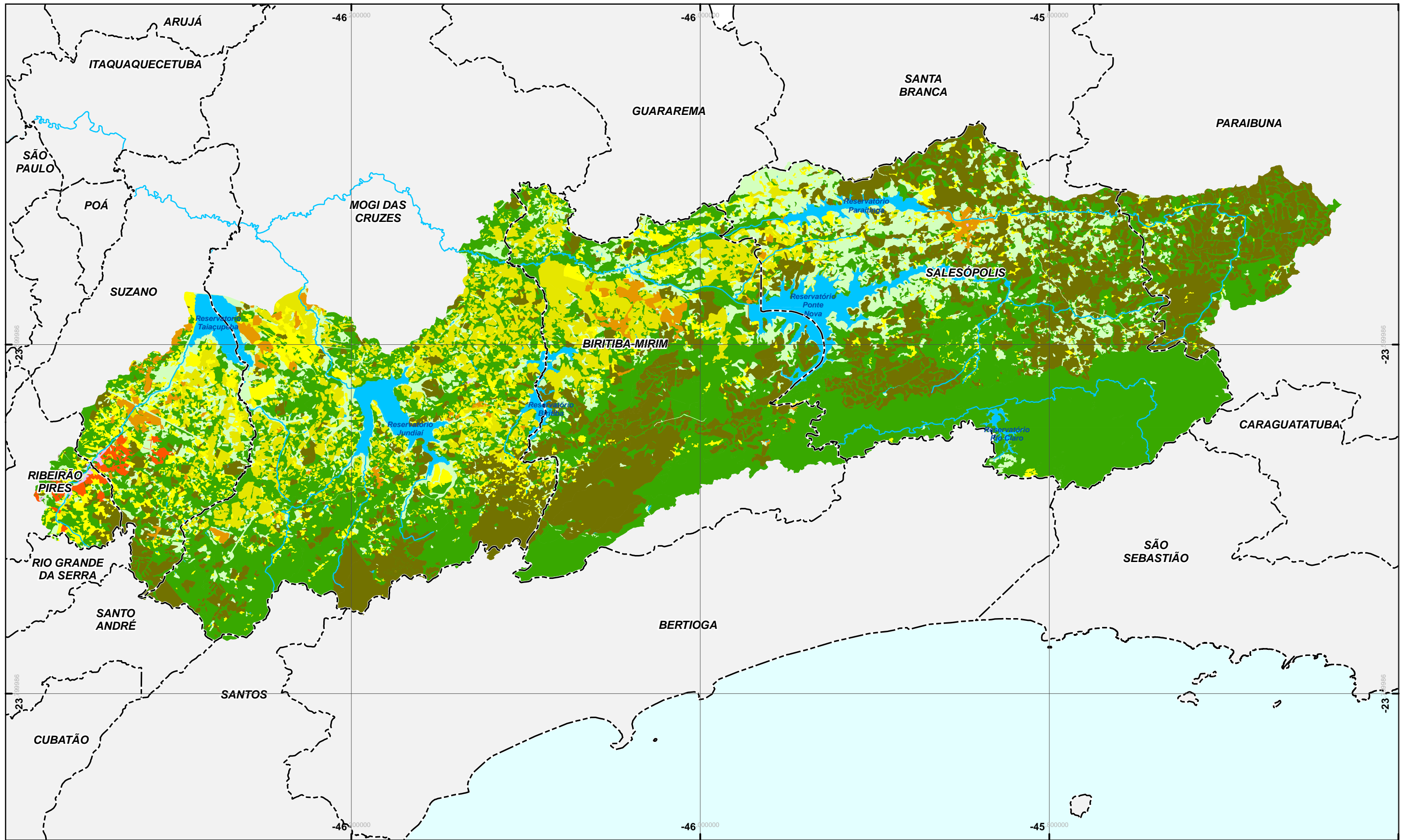
'-' (traço) - valores menores que 0,01%

Esse quadro ilustra o caráter predominantemente conservado da APRM-ATC com 82% de sua área apresentando cobertura vegetal em seus diferentes estágios, desde campos antrópicos até matas mais preservadas do bioma da Mata Atlântica; apresenta 16% de usos rurais mais intensivos (chácaras e atividades agrícolas) e apenas 2% de ocupação urbana.

Tabela 7.6-2 – Uso do Solo por Sub-bacias da APRM-ATC

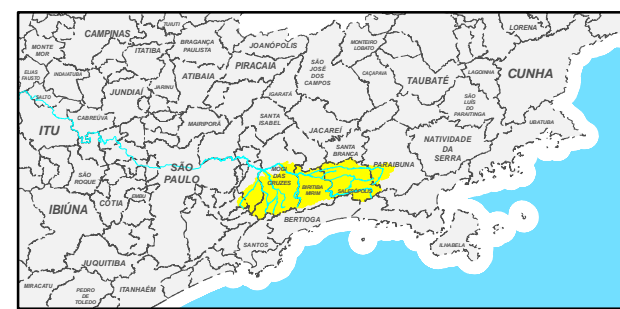
Sub-Bacia	Área Total (ha)	(a) Área Ocupada por Categoria de Uso (ha)								
		Atividade Agrícola	Reflorestamento	Mata	Capoeira Campo	Chácaras	Ár. Urb SPAT	Ár. Urb Padr Sup	Ár. Urb Padr Inf	Ár. Ind. e Com.
Taiçupeba Mirim	6.972,33	445,50	716,48	2.303,75	1.116,39	1.365,32	-	457,21	499,89	67,79
Taiçupeba Açú	14.574,34	2.047,34	1.721,42	6.980,64	1.945,30	1.510,79	-	355,02	13,24	0,59
Jus Res. Jundiáí	3.609,07	947,94	108,87	1.270,99	676,50	505,13	99,63	-	-	-
Res. Jundiáí	9.469,51	1.045,48	1.366,29	4.838,28	1.169,52	941,53	108,41	-	-	-
Tietê/Capixinga	4.922,16	1.815,74	223,88	2.026,78	639,44	213,65	2,66	-	-	-
Tietê/Capela	3.414,07	1.105,69	170,34	1.097,77	420,96	260,67	358,64	-	-	-
Jus. Res. Biritiba	1.505,04	765,25	57,35	538,25	64,99	78,54	0,66	-	-	-
Res. Biritiba	6.219,25	952,78	2.281,58	2.043,14	476,63	438,45	26,66	-	-	-
Itatinga / Rib. Grande	3.740,54	18,73	2.362,58	1.180,02	57,97	121,23	-	-	-	-
Tietê/Alegre	4.521,36	934,17	715,76	1.302,56	914,89	413,57	240,41	-	-	-
Itapanhaú / Rio das Pedras	9.609,12	42,54	3.858,16	5.403,63	170,48	128,14	6,18	-	-	-
Baixo Paraitinga	3.720,29	637,53	114,52	1.106,04	1.358,23	483,51	20,46	-	-	-
Res. Paraitinga	8.490,80	50,67	3.730,85	1.411,15	2.489,55	559,89	248,69	-	-	-
Res. Ponte Nova	6.515,83	5,93	2.153,18	2.300,84	1.783,78	265,89	6,21	-	-	-
Tietê/Rib. do Pote	7.862,99	6,74	3.117,78	3.517,94	970,07	250,46	-	-	-	-
Alto Paraitinga	8.884,48	11,76	5.311,83	2.848,09	539,14	173,66	-	-	-	-
Rio Claro	14.460,82	-	1.298,18	12.960,37	126,57	57,92	17,78	-	-	-
TOTAL	118.492,00	10.833,80	29.309,06	53.130,23	14.920,44	7.768,34	1.136,39	812,24	513,13	68,38
	-	9%	25%	45%	13%	7%	1,0%	0,7%	0,4%	0,1%

Sub-Bacia	(b) Percentual da Área Ocupada por Categoria de Uso (%)								
	Atividade Agrícola	Reflorestamento	Mata	Capoeira Campo	Chácaras	Ár. Urb SPAT	Ár. Urb Padr Sup	Ár. Urb Padr Inf	Ár. Ind. e Com.
Taiçupeba Mirim	6,4%	10,3%	33,0%	16,0%	19,6%	-	6,6%	7,2%	1,0%
Taiçupeba Açú	14,0%	11,8%	47,9%	13,3%	10,4%	-	2,4%	0,1%	0,0%
Jus Res. Jundiáí	26,3%	3,0%	35,2%	18,7%	14,0%	2,8%	-	-	-
Res. Jundiáí	11,0%	14,4%	51,1%	12,4%	9,9%	1,1%	-	-	-
Tietê/Capixinga	36,9%	4,5%	41,2%	13,0%	4,3%	0,1%	-	-	-
Tietê/Capela	32,4%	5,0%	32,2%	12,3%	7,6%	10,5%	-	-	-
Jus. Res. Biritiba	50,8%	3,8%	35,8%	4,3%	5,2%	-	-	-	-
Res. Biritiba	15,3%	36,7%	32,9%	7,7%	7,0%	0,4%	-	-	-
Itatinga/Rib. Grande	0,5%	63,2%	31,5%	1,5%	3,2%	-	-	-	-
Tietê/Alegre	20,7%	15,8%	28,8%	20,2%	9,1%	5,3%	-	-	-
Itapanhaú/ Rio das Pedras	0,4%	40,2%	56,2%	1,8%	1,3%	0,1%	-	-	-
Baixo Paraitinga	17,1%	3,1%	29,7%	36,5%	13,0%	0,5%	-	-	-
Res. Paraitinga	0,6%	43,9%	16,6%	29,3%	6,6%	2,9%	-	-	-
Res. Ponte Nova	0,1%	33,0%	35,3%	27,4%	4,1%	0,1%	-	-	-
Tietê/Rib. do Pote	0,1%	39,7%	44,7%	12,3%	3,2%	-	-	-	-
Alto Paraitinga	0,1%	59,8%	32,1%	6,1%	2,0%	-	-	-	-
Rio Claro	0,0%	9,0%	89,6%	0,9%	0,4%	0,1%	-	-	-



Uso do Solo - categorias do Mqual

- | | | | |
|--|------------------------------|--|--------------------|
| | Área Urbana Padrão Superior | | Atividade Agrícola |
| | Área Urbana Padrão Inferior | | Campo e Capoeira |
| | Área Industrial e Comercial | | Reflorestamento |
| | Chácara e Movimento de Terra | | Mata e Capoeirão |



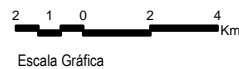
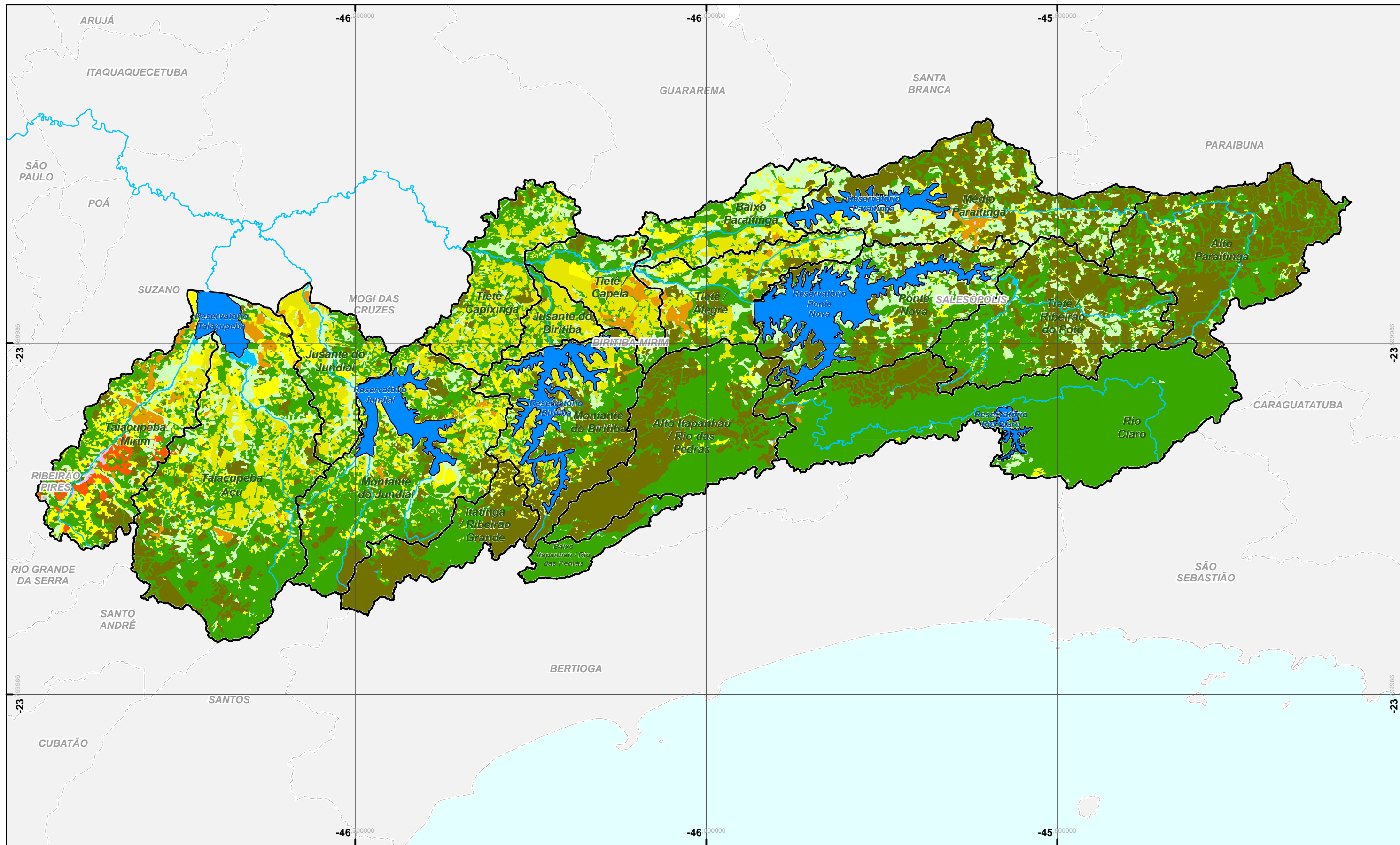
SECRETARIA DE SANEAMENTO E RECURSOS HÍDRICOS
UNIDADE DE GERENCIAMENTO DE PROGRAMAS

AVALIAÇÃO DE POLUIÇÃO POR FONTES DIFUSAS NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO SPAT
RELATÓRIO FINAL

ASSUNTO **Uso e Ocupação do Solo** FIGURA **7.6-1**
APRM-ATC

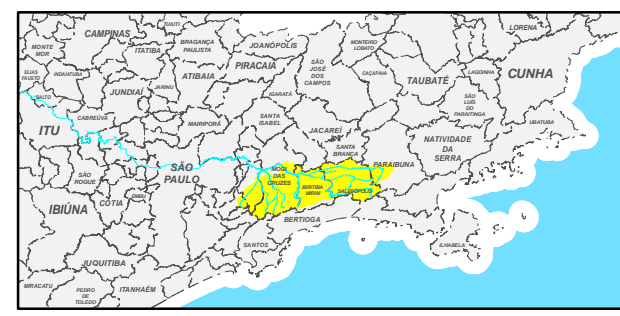
ESCALA **1:225.000** CONSÓRCIO **PRIME**
DATA **Março/2016**

Fontes:
IGC-EMPLASA - 2002
CETESB 2016



- Sub-Bacias MQual
- Hidrografia Principal
- Municípios

- Uso do Solo - categorias do Mqual**
- Área Urbana Padrão Superior
 - Área Urbana Padrão Inferior
 - Área Industrial e Comercial
 - Chácara e Movimento de Terra
 - Atividade Agrícola
 - Campo e Capoeira
 - Reflorestamento
 - Mata e Capoeirão



Fontes:
IGC-EMPLASA - 2002
CETESB 2016



SECRETARIA DE SANEAMENTO E RECURSOS HÍDRICOS
UNIDADE DE GERENCIAMENTO DE PROGRAMAS

AVALIAÇÃO DE POLUIÇÃO POR FONTES DIFUSAS NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO SPAT
RELATÓRIO FINAL

ASSUNTO **Uso e Ocupação do Solo** FIGURA **7.6-2**
Sub-Bacias APRM-ATC

ESCALA **1:225.000** CONSÓRCIO **PRIME** **FUNDAÇÃO**
DATA **Março/2016** **CENTRO TECNOLÓGICO**
DE HIDRÁULICA

7.6.2 Estimativas e Distribuição de População na Bacia

Os dados populacionais do Censo Demográfico de 2010 do IBGE para os municípios de Biritiba-Mirim, Mogi das Cruzes, Paraibuna, Ribeirão Pires, Salesópolis e Suzano, acompanhados dos limites dos respectivos setores censitários foram incorporados à base de dados e utilizados para estimar a distribuição da população na Bacia do APRM-ATC.

A população residente em 2015 nos municípios que compõe a Bacia é estimada pelo levantamento de setores censitários do censo 2010 (IBGE), aplicando-se a taxa de crescimento anual resultante da estimativa de crescimento demográfico fornecido pela Fundação SEADE para o ano de 2015 (consulta realizada em fevereiro/2016, site: <produtos.seade.gov.br/produtos/projpop/>, conforme apresentado na Tabela 7.6-3.

Tabela 7.6-3 – População nos Municípios Pertencentes à APRM-ATC

Município	População		Taxa anual de crescimento (% ao ano)
	2010 (IBGE)	2015 (SEADE)	
Mogi das Cruzes	387.779	410.774	1,2%
Suzano	262.480	276.852	1,1%
Ribeirão Pires	113.068	116.358	0,6%
Biritiba-Mirim	28.575	30.455	1,3%
Paraibuna	17.388	17.809	0,5%
Salesópolis	15.635	16.226	0,7%
Total / média	824.925	868.474	0,9%

Fontes: Censo Demográfico 2010 – IBGE e Estimativas de População 2015 - SEADE

A distribuição desta população pelas sub-bacias da APRM-ATC segue a metodologia desenvolvida pela equipe técnica da consultora em estudos similares realizados anteriormente. Utiliza técnicas de geoprocessamento e procura compatibilizar, da maneira mais precisa, o mapeamento de setores censitários produzido pelo IBGE com o Mapeamento de Uso e Ocupação do Solo produzido neste estudo.

Conforme esta metodologia, dentro de cada setor censitário o número de residentes é distribuído considerando a localização efetiva da sua ocupação humana por simples distribuição uniforme da população pela área ocupada. A população é distribuída nas áreas urbanas industriais, comerciais e residenciais e em áreas rurais. Supôs-se que população residente em área rural esteja distribuída nas categorias de uso mapeadas como *Atividade Agrícola* e *Chácara*.

Consiste dos seguintes passos metodológicos:

- Levantamento dos setores censitários integrantes da APRM-ATC, ano 2010 e estimativa de população por setor para o ano 2015, conforme taxas fornecidas pela Fundação SEADE;
- Levantamento de áreas efetivamente ocupadas conforme Mapeamento de Uso e ocupação do solo atualizado neste mesmo estudo;
- Correlação espacial do mapa de setores censitários com o mapa de uso e ocupação do solo para cálculo de densidades médias de cada setor censitário mais próximas da situação real;
- Corte espacial do mapeamento de distribuição de população identificando os limites das sub-bacias;
- Cálculo estimativo de população inserida em cada sub-bacia pela multiplicação das áreas encontradas no passo anterior pelas densidades obtidas na etapa 3.

Para utilização no MQUAL são consideradas apenas as populações urbanas e em situação subnormal. Na definição da população urbana considerou os setores censitários classificados como: (i) área urbanizada de cidade ou vila; (ii) núcleos urbanos isolados; e (iii) núcleos de extensão urbana -

desprezando-se as demais populações. Para a quantificação de população subnormal, considerou-se os setores censitários assim classificados pelo IBGE, excluindo-se eventuais núcleos subnormais dotados de saneamento básico.

Para definição de áreas urbanizadas de baixa densidade simplesmente calculou-se a porcentagem de áreas urbanizadas com menos de 60 habitantes por hectare em relação ao total das áreas ocupadas.

Tais estimativas resultaram em 95.405 habitantes distribuídos pelas sub-bacias do APRM-ATC conforme a Tabela 7.6-4.

Tabela 7.6-4 – Distribuição da População por Sub-Bacias da APRM-ATC – ano 2015

Sub-Bacias		População 2015		Porcentagem em Baixa Densidade
		Subnormal	Urbana	
1	Taiapuêba Mirim	1.417	45.578	94%
2	Taiapuêba Açú	-	5.437	95%
3	Jusante do Jundiáí	-	6.710	62%
4	Montante do Jundiáí	-	5.733	100%
5	Tietê / Capixinga	-	-	100%
6	Tietê / Capela	-	17.366	84%
7	Jusante do Biritiba	-	-	100%
8	Montante do Biritiba	-	-	100%
9	Itatinga / Ribeirão Grande	-	-	100%
10	Tietê / Alegre	-	3.767	92%
11a	Alto Itapanháú / Rio das Pedras	-	-	100%
11b	Baixo Itapanháú / Rio das Pedras	-	-	100%
12	Baixo Paraitinga	-	674	100%
13	Médio Paraitinga	-	8.723	95%
14	Ponte Nova	-	-	100%
15	Tietê / Ribeirão do Pote	-	-	100%
16	Alto Paraitinga	-	-	100%
17	Rio Claro	-	-	100%
TOTAL		1.417	93.988	-
		1,5%	98,5%	

7.6.3 Estimativa de Disponibilidade de Infraestrutura Sanitária

Para estimativa dos índices de disponibilidade de infraestrutura sanitária, este estudo contou com as informações de ligações georreferenciadas fornecidas pela SABESP em sua área de atuação nos municípios integrantes da Bacia APRM-ATC, que inclui todos os municípios que compõe a Bacia, exceto Mogi das Cruzes.

As informações fornecidas pela SABESP incluíram todas as ligações domiciliares na Bacia, com indicação do tipo de serviço fornecido (distribuição de água, coleta de esgoto, exportação, fossa ou tratamento), com número de domicílios atendidos por economia e sua localização georreferenciada. Com isso, os índices de caracterização de cargas de esgoto doméstico na área de estudo ganham confiabilidade e precisão.

Para fins de alimentação do MQUAL o índice de atendimento por rede de esgoto é estimado pela relação entre a população cadastrada atendida e a população urbana total nesta mesma área. A transformação de domicílios em população é realizada por meio de estimativa de índice de habitantes por domicílio-SABESP nos diferentes setores censitários, calculada dividindo-se a população urbana total de cada setor pelo número de domicílios cadastrados pela SABESP neste mesmo setor.

Os índices de exportação e tratamento de esgotos são obtidos pela relação entre o número de ligações com exportação ou tratamento e o número total de ligações de esgoto.

As estimativas para as sub-bacias da APRM-ATC onde a SABESP opera resultaram na Tabela 7.6-5.

Tabela 7.6-5 – Índices de Atendimento por Sub-bacias da APRM-ATC operadas pela SABESP

Sub-Bacias		Características do Sistema de Esgotos		
		% Rede	% Export.	% Trat.
1	Taiapuêba Mirim	0,59	0,87	-
6	Tietê / Capela	0,95	-	1,00
10	Tietê / Alegre	0,53	-	1,00
12	Baixo Paraitinga	0,58	-	1,00
13	Médio Paraitinga	0,91	-	1,00

No caso do município de Mogi das Cruzes, atendido pela SEMAE, adotou-se os índices oficialmente publicados no Plano Diretor de Esgotamento Sanitário do Município de Mogi das Cruzes, ano 2010, conforme tabela a seguir.

Tabela 7.6-6 – Índices de Atendimento por Sistema SEMAE Mogi das Cruzes

Sub-Bacia MQUAL	Núcleos Urbanos e Bairros	Sistema de Esgotamento Sanitário	Índice do Sistema	
			Coleta	Tratamento
Jusante Jundiáí	Centro, Sede, César de Souza	Sistema Leste – ETE SEMAE/Mogi	82,5%	40,0%
Jusante Jundiáí	Brás Cubas e Jundiapéba	Sistema Oeste – ETE SABESP/Suzano	90,4%	48,3%
Taiapuêba-Açu	Parque das Varinhas, Nove de Julho, São Martinho	Sistema Isolado Jundiapéba	0	0
Taiapuêba-Açu	Quatinga e Barroso	Sistemas isolados Quatinga	42,2%	0
Montante Jundiáí	Taiapuêba	Sistemas Isolados Taiapuêba	41,3%	0
Montante Jundiáí	Biritiba-Ussu e Boa Vista	Sistemas isolados Biritiba	5,1%	0

Fonte: Plano Diretor de Esgotamento Sanitário do Município de Mogi das Cruzes, ano 2010

As estimativas para as sub-bacias da APRM-ATC onde a SEMAE opera resultaram em:

Tabela 7.6-7 – Índices de Atendimento por Sub-bacias da APRM-ATC operadas pelo SEMAE

Sub-Bacias		Características do Sistema de Esgotos		
		% Rede	% Export.	% Trat.
2	Taiapuêba-Açu	0,13	-	-
3	Jusante do Jundiáí	0,78	1,00	-
4	Montante do Jundiáí	0,23	-	-

Nas demais sub-bacias do MQUAL não há população urbana, portanto não se aplica a estimativa de índices de esgotamento sanitário.

7.6.4 Vazões Médias nas Sub-bacias da APRM-ATC

A definição das vazões médias de longo termo na bacia da APRM-ATC adotou a metodologia apresentada pelo Plano de Bacia Hidrográfica do Alto Tietê.

O Plano da Bacia desenvolveu, em 2009, estudos operacionais dos Sistemas Produtores da Bacia do Alto Tietê utilizando modelagem matemático-computacional dos sistemas incluindo a representação dos seus componentes, a disponibilidade hídrica das sub-bacias, as demandas outorgadas e as vazões ecológicas requeridas.

Para desenvolver os estudos operacionais dos Sistemas Produtores do Alto Tietê e do Rio Claro foram utilizadas as características dos componentes dos sistemas e a disponibilidade hídrica obtidas em estudos hidrológicos.

A Tabela 7.6-8 apresenta, para cada aproveitamento do Sistema Produtor do Alto Tietê, a área de drenagem, precipitação anual média, vazão específica da bacia hidrográfica e vazões médias indicadas no Plano da Bacia (2009).

Tabela 7.6-8 - Resumo hidrológico-estatístico das séries de vazões naturais nos aproveitamentos do Sistema Produtor do Alto Tietê

Parâmetros	Aproveitamento na Bacia do Alto Tietê					Sistema
	Paraitinga	Ponte Nova	Biritiba	Jundiaí	Taiacupeba	
Área de Drenagem (km ²)	182	320	75	122	220	919
Precipitação (mm/ano)	1.200	2.100	1.800	1.400	1.350	1.570
Vazão específica (L/s/km ²)	14,5	26,6	26,3	19,1	20,2	21,7
Vazão média (m ³ /s)	2,6	8,5	2,0	2,3	4,5	19,9

Fonte: Adaptado de FUSP(2009)

Conforme indicado na tabela anterior, os Sistemas Produtores do Alto Tietê e do Rio Claro controlam uma área de drenagem de 919 km², com uma vazão média de longo termo de 19,9 m³/s, resultando em uma vazão específica de 21,7 L/s.km².

O Plano de Bacia ainda apresentou vazões naturais médias mensais nas sub-bacias do rio Tietê e do rio Claro em seções de interesse, conforme estudos desenvolvidos pelo consórcio HIDROPLAN no âmbito do “Plano Integrado de Aproveitamento e Controle dos Recursos Hídricos das Bacias Alto Tietê, Piracicaba e Baixada Santista”, em 1995, e pela Fundação Universidade de São Paulo no âmbito do “Plano da Bacia do Alto Tietê” em 2002. Os pontos de controle apresentados nestes estudos são indicados na Tabela 7.6-9 juntamente com sua área de drenagem, precipitação anual média, vazão específica e vazão média.

Tabela 7.6-9 - Resumo hidrológico-estatístico das séries de vazões naturais nas sub-bacias Afluentes ao Rio Tietê e ao Rio Claro

Parâmetros	Aproveitamento na Bacia do Alto Tietê							
	Barragem Ribeirão do Campo	Poço Preto	Km 76	Ponte Nova	Canal do Biritiba	Foz do Biritiba	Foz do Jundiaí	Foz do Taiacupeba
Área de Drenagem (km ²)	11,8	10,5	245	320	593	715	1.083	1.325
Precipitação (mm/ano)	-	-	-	2.100	1.530	1.500	1.480	1.470
Vazão específica (L/s/km ²)	87,0	36,5	22,3	26,6	22,4	23,1	20,3	21,9
Vazão média (m ³ /s)	1,0	3,8	5,5	8,5	13,3	16,5	22,0	29,0

Fonte: Adaptado de FUSP(2009)

As vazões específicas das sub-bacias do rio Tietê e do rio Claro situam-se entre 20,3 e 26,3 L/s.km², com exceção das sub-bacias do alto Rio Claro cujas vazões específicas são elevadas, resultado da intensa pluviosidade na região.

O Sistema Produtor do Rio Claro controla uma área de drenagem de 245 km² (km 76), com uma vazão média de longo termo de 5,5 m³/s, resultando em uma vazão específica de 22,3 L/s.km².

A Figura 7.6-3 apresenta o resultado do estudo, de vazões médias e específicas, divulgado pelo Plano da Bacia do Alto Tietê (PBAT) em 2009.

Complementarmente, aplicou-se o estudo de regionalização do Estado de São Paulo para as bacias Itatinga/Rib. Grande, Alto Itapanhaú/ Rio das Pedras, Baixo Itapanhaú/ Rio das Pedras, uma vez que elas não pertencem à Bacia do Alto Tietê e fazem parte da futura APRM-ATC.

O DAEE, desde 1980, vem desenvolvendo uma metodologia para estimar a disponibilidade hídrica das bacias hidrográficas do território paulista, que não disponham de dados hidrográficos observados. Nesses casos, é necessário aplicar técnicas que permitam a transferência de informações de outros locais para a bacia hidrográfica em questão. Uma das técnicas de transferência de informações comumente empregada é a regionalização hidrológica.

A partir deste estudo de regionalização foram obtidas as variáveis: vazão média de longo termo e vazão específica, área de interesse do presente estudo não contemplada no PBAT (2009).

Vazão Média de Longo Termo

O DAEE desenvolveu metodologia de regionalização hidrológica que permite a avaliação da disponibilidade hídrica em todos os cursos de água do território paulista. Dentre as variáveis hidrológicas estimadas através dessa metodologia e de interesse para o presente estudo são: vazão média de longo período, curva de permanência de vazões e vazão mínima de sete dias associada à probabilidade de ocorrência.

O estudo propõe que as vazões específicas médias de longo termo sejam determinadas por uma relação linear com a precipitação média de longo termo.

$$q_{mlt} = a \cdot P_{mlt} - b$$

$$Q_{mlp} = \frac{q_{mlt} \cdot A}{1000}$$

Onde:

q_{mlt} é a vazão específica média de longo termo (L/s/km²);

P_{mlt} é a precipitação anual média de longo termo (mm/ano);

a e b são parâmetros da reta de regressão, função das regiões geográficas;

Q_{mlt} é a vazão média de longo termo (m³/s);

A é a área de drenagem da bacia hidrográfica (km²).

Os parâmetros a e b são determinados através de mapas e tabelas. A Figura 7.6-4 indica as regiões hidrológicas homogêneas do Estado de São Paulo. A partir da determinação da região hidrológica, o estudo efetuado pelo DAEE definiu os parâmetros da regressão para as diferentes regiões, conforme pode ser observado na Figura 7.6-5 e Tabela 7.6-10 **Tabela 7.6-10**.

Vazões médias e específicas do Sistema Alto Tietê

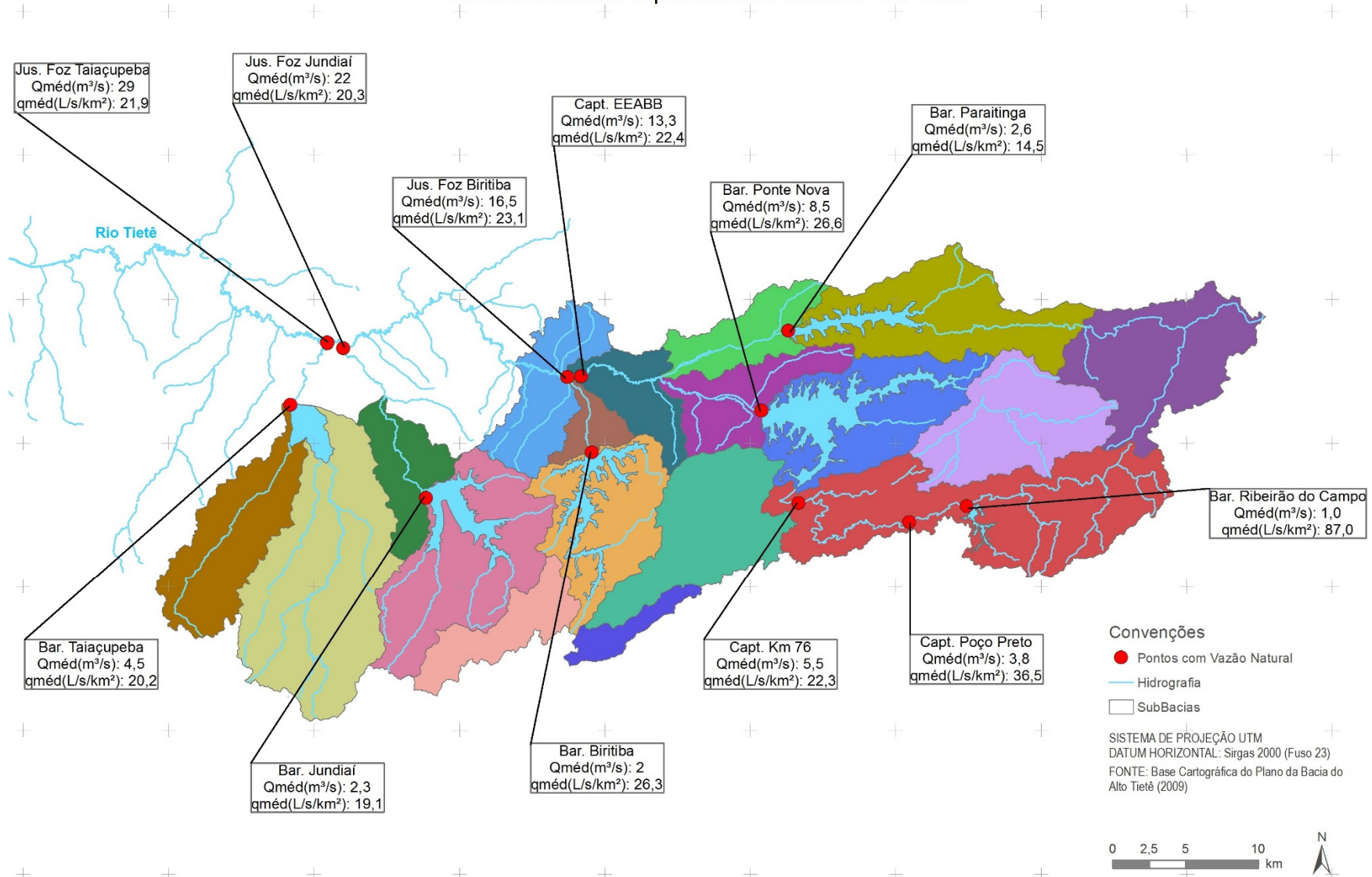


Figura 7.6-3 – Sub-bacias da APRM-ATC com as vazões médias e específicas levantadas no PBAT (2009)

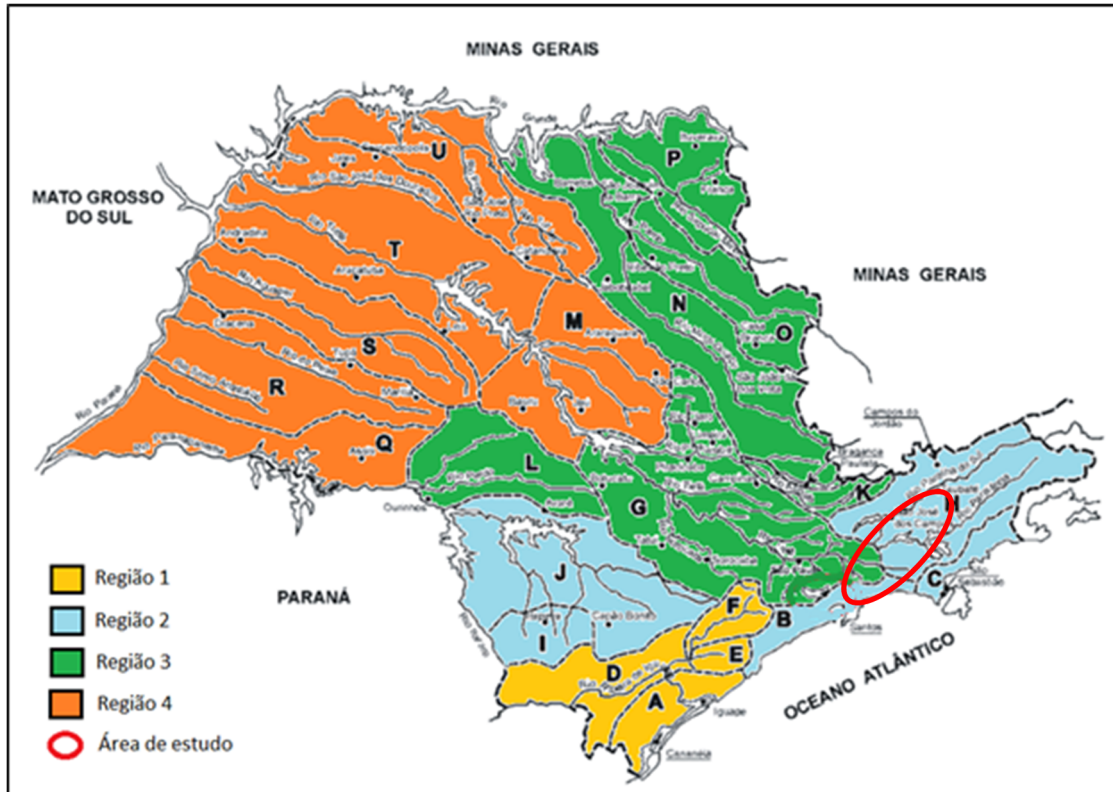


Figura 7.6-4 – Regiões hidrológicas homogêneas no Estado de São Paulo

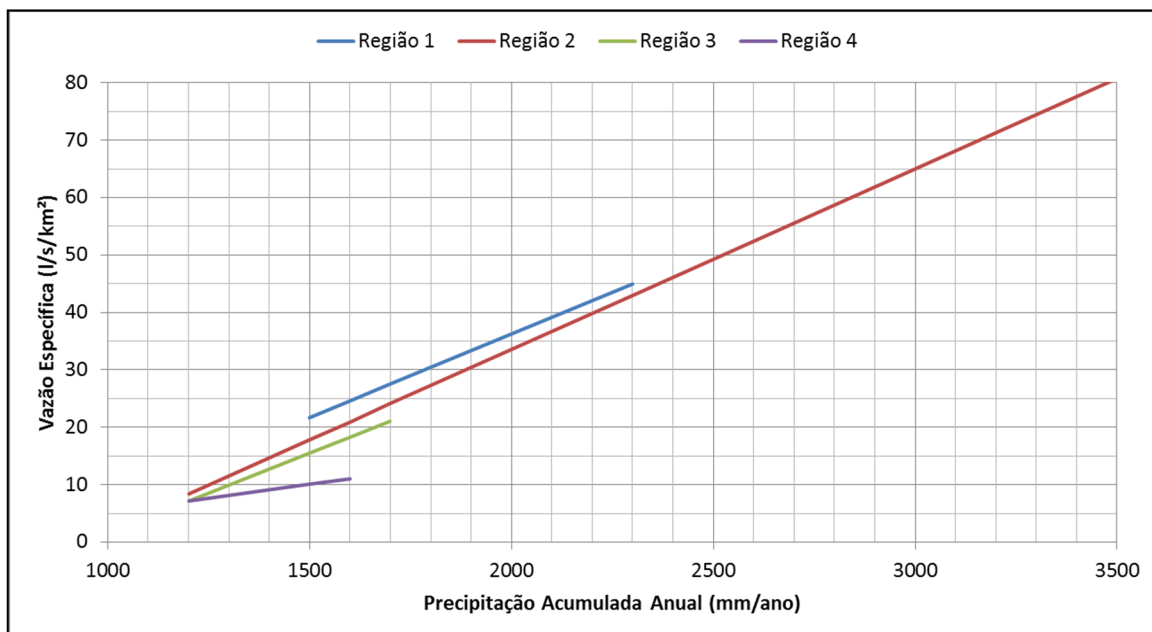


Figura 7.6-5 – Relações lineares para as diferentes regiões hidrológicas homogêneas no Estado de São Paulo

Tabela 7.6-10 – Parâmetros das Regressões para as Diferentes Regiões Hidrológicas

Região	A	b	R ²
1	0,0292	22,14	0,8722
2	0,0315	29,47	0,9861
3	0,0278	26,23	0,9402
4	0,0098	4,62	0,8282

A precipitação média de longo termo (P_{mlt}) foi obtida através do programa disponibilizado pelo Departamento de Águas e Energia do Estado de São Paulo contendo o estudo de regionalização hidrológica. O resultado da aplicação do método para as bacias hidrográficas da APRM-ATC pode ser observado na Tabela 7.6-11 Tabela . A Tabela 7.6-12 apresenta o resumo final para as 18 sub-bacias da APRM-ATC, obtidas com a metodologia descrita.

Tabela 7.6-11 – Vazões Específicas e Médias de Longo Termo para as Bacias da APRM-ATC

Bacia	Região Hidrológica		Área (km ²)	a	b	P_{mip} (mm)	q_{mip} (L/s/km ²)	Q_{mip} (m ³ /s)
Itatinga/Rib. Grande	B	região 2	36,9	0,0315	29,47	2.500	49,27	1,8
Alto Itapanhaú/ Rio das Pedras	B	região 2	81,1	0,0315	29,47	2.999	65,00	5,3
Baixo Itapanhaú/ Rio das Pedras	B	região 3	96,2	0,0315	29,47	2.785	58,25	5,6

Tabela 7.6-12 – Vazões Naturais das Sub-bacias da APRM-ATC

Referência	Bacia	Seção do SPAT	Q_{mlt} (m ³ /s)	Vazão específica q_{mlt} (L/s.km ²)	Q_{mlt} (m ³ /s)
Plano de Bacia (PAT)	Alto Paraitinga	Reservatório Paraitinga	-	14,5	1,3
	Baixo Paraitinga	Reservatório Paraitinga	-	14,5	3,2
	Médio Paraitinga	Reservatório Paraitinga	2,6	14,5	2,6
	Tietê/Rib. do Pote	Reservatório Ponte Nova	-	26,6	2,1
	Reservatório Rio Claro	Reservatório Rib. Do Campo	1	87,0	1,0
	Rio Claro	Captação km 76	5,5	22,3	5,5
	Reservatório Ponte Nova	Reservatório Ponte Nova	8,5	26,6	2,1
	Tiete / Alegre	Reservatório Ponte Nova	-	26,6	9,6
	Tiete / Capela	Captação EEABB	13,3	22,4	13,3
	Montante Biritiba	Barragem Biritiba	-	26,3	2,0
	Jusante Biritiba	Barragem Biritiba	-	26,3	2,3
	Reservatório Biritiba	Barragem Biritiba	2	26,3	2,0
	Montante Jundiá	Reservatório Jundiá	-	19,1	2,3
	Jusante Jundiá	Reservatório Jundiá	-	19,1	2,9
	Reservatório Jundiá	Reservatório Jundiá	2,3	19,1	2,3
	Taiaçubepa Açú	Reservatório Taiaçupeba	-	20,2	4,5
	Taiaçubepa Mirim	Reservatório Taiaçupeba	-	20,2	1,4
	Reservatório Taiaçupeba	Reservatório Taiaçupeba	4,5	20,2	4,5
Regionalização Hidrológica do Estado de São Paulo	Itatinga/Rib. Grande	Itatinga/Rib. Grande	1,8	49,3	1,8
	Alto Itapanhaú/ Rio das Pedras	Alto Itapanhaú/ Rio das Pedras	5,3	65,0	5,3
	Baixo Itapanhaú/ Rio das Pedras	Baixo Itapanhaú/ Rio das Pedras	5,6	58,3	5,6

7.7 Estimativa das Cargas Geradas na Bacia da APRM-ATC

As tabelas abaixo mostram as estimativas de cargas geradas para PT, NT, DBO, SST e Coli. Termotolerantes, a partir da aplicação do **MQUAL APRM-ATC 2016**, e representam as condições médias vigentes em 2015.

Tabela 7.7-1 – Cargas Geradas em Tempo Seco nas Bacias da APRM-ATC – Situação 2015

SUB-BACIA	NOME	CARGAS GERADAS EM TEMPO SECO				
		P TOTAL	N TOTAL	DBO	S Susp	Coli Termot.
		(kg/dia)	(kg/dia)	(kg/dia)	(kg/dia)	(NMP/dia)
1	Taiáçupeba Mirim	26,5	211,0	1.534	1.634	5,10E+13
2	Taiáçupeba Açú	10,9	93,6	1.067	2.610	1,11E+13
3	Jus Res. Jundiáí	3,2	24,3	308	739	2,74E+12
4	Res. Jundiáí	8,9	77,6	733	1.788	1,28E+13
5	Tietê/Capixinga	2,5	18,9	370	962	4,32E+10
6	Tietê/Capela	20,2	157,6	389	835	2,51E+12
7	Jus. Res. Biritiba	0,9	5,9	133	303	1,59E+10
8	Res. Biritiba	2,4	23,7	368	1.113	5,42E+10
9	Itatinga/Rib. Grande	1,0	14,4	175	617	1,43E+10
10	Tietê/Alegre	5,6	45,4	368	949	3,46E+12
11	Itapanhaú/ Rio das Pedras	2,4	37,1	417	1.515	3,99E+10
12	Baixo Paraitinga	2,1	18,2	233	744	5,56E+11
13	Res. Paraitinga	11,3	102,9	475	1.686	1,84E+12
14	Res. Ponte Nova	1,5	23,9	285	1.171	2,78E+10
15	Tietê/Rib. do Pote	1,9	29,6	344	1.315	2,89E+10
16	Alto Paraitinga	2,1	34,1	406	1.491	3,29E+10
17	Rio Claro	3,7	55,7	565	2.113	6,42E+10
TOTAL		107	974	8.171	21.585	8,64E+13

Tabela 7.7-2 – Cargas Geradas em Eventos de Chuva nas Bacias da APRM-ATC – Situação 2015

SUB-BACIA	NOME	CARGAS GERADAS EM EVENTOS DE CHUVA				
		P TOTAL	N TOTAL	DBO	S Susp	Coli Termot.
		(kg/dia)	(kg/dia)	(kg/dia)	(kg/dia)	(NMP/dia)
1	Taiáçupeba Mirim	21,8	100,2	740	10.897	1,71E+15
2	Taiáçupeba Açú	45,9	162,6	1.024	32.262	8,38E+14
3	Jus Res. Jundiáí	19,2	56,2	316	14.127	2,28E+14
4	Res. Jundiáí	22,1	79,8	578	15.764	3,20E+14
5	Tietê/Capixinga	36,8	101,4	415	28.610	1,22E+14
6	Tietê/Capela	25,3	68,8	431	18.767	6,97E+14
7	Jus. Res. Biritiba	15,8	41,7	152	12.279	4,25E+13
8	Res. Biritiba	24,9	81,5	452	19.122	2,75E+14
9	Itatinga/Rib. Grande	4,9	45,6	417	4.489	4,01E+14
10	Tietê/Alegre	14,1	42,0	271	10.491	3,44E+14
11	Itapanhaú/ Rio das Pedras	7,5	75,4	797	6.016	4,68E+14
12	Baixo Paraitinga	9,4	30,4	183	6.983	7,81E+13
13	Res. Paraitinga	3,8	25,4	292	2.980	4,61E+14
14	Res. Ponte Nova	2,8	30,8	333	2.543	2,23E+14
15	Tietê/Rib. do Pote	3,3	37,2	397	2.800	2,49E+14
16	Alto Paraitinga	1,8	21,4	203	1.958	1,98E+14
17	Rio Claro	5,0	60,5	772	2.529	1,63E+14
TOTAL		264	1.061	7.774	192.615	6,82E+15

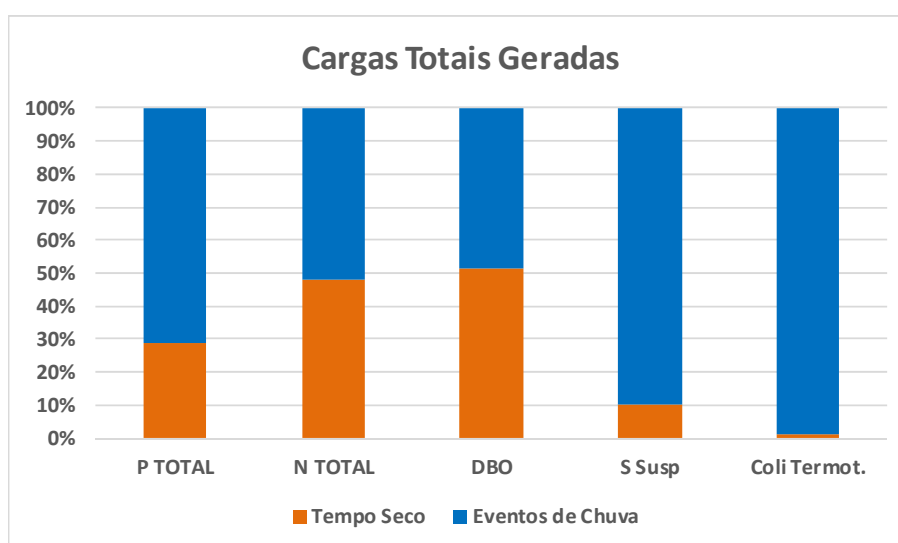
Tabela 7.7-3 – Cargas Totais Geradas nas Bacias da APRM-ATC – Situação 2015

SUB-BACIA	NOME	CARGAS TOTAL				
		P TOTAL	N TOTAL	DBO	S Susp	Coli Termot.
		(kg/dia)	(kg/dia)	(kg/dia)	(kg/dia)	(NMP/dia)
1	Taiapuêba Mirim	48,3	311,3	2.274	12.531	1,76E+15
2	Taiapuêba Açú	56,8	256,2	2.091	34.872	8,49E+14
3	Jus Res. Jundiáí	22,4	80,5	624	14.866	2,31E+14
4	Res. Jundiáí	31,0	157,3	1.311	17.552	3,33E+14
5	Tietê/Capixinga	39,3	120,2	785	29.571	1,22E+14
6	Tietê/Capela	45,5	226,5	820	19.601	6,99E+14
7	Jus. Res. Biritiba	16,7	47,6	285	12.583	4,26E+13
8	Res. Biritiba	27,3	105,2	820	20.235	2,75E+14
9	Itatinga/Rib. Grande	5,8	60,0	592	5.107	4,01E+14
10	Tietê/Alegre	19,7	87,4	639	11.440	3,47E+14
11	Itapanhaú/ Rio das Pedras	9,9	112,5	1.215	7.531	4,68E+14
12	Baixo Paraitinga	11,5	48,6	416	7.727	7,87E+13
13	Res. Paraitinga	15,1	128,3	767	4.667	4,63E+14
14	Res. Ponte Nova	4,3	54,7	618	3.713	2,23E+14
15	Tietê/Rib. do Pote	5,3	66,8	742	4.114	2,49E+14
16	Alto Paraitinga	4,0	55,4	609	3.448	1,98E+14
17	Rio Claro	8,8	116,2	1.337	4.642	1,63E+14
TOTAL		372	2.035	15.944	214.200	6,91E+15

Tabela 7.7-4 – Participação nas Cargas Totais nas Bacias da APRM-ATC – Situação 2015

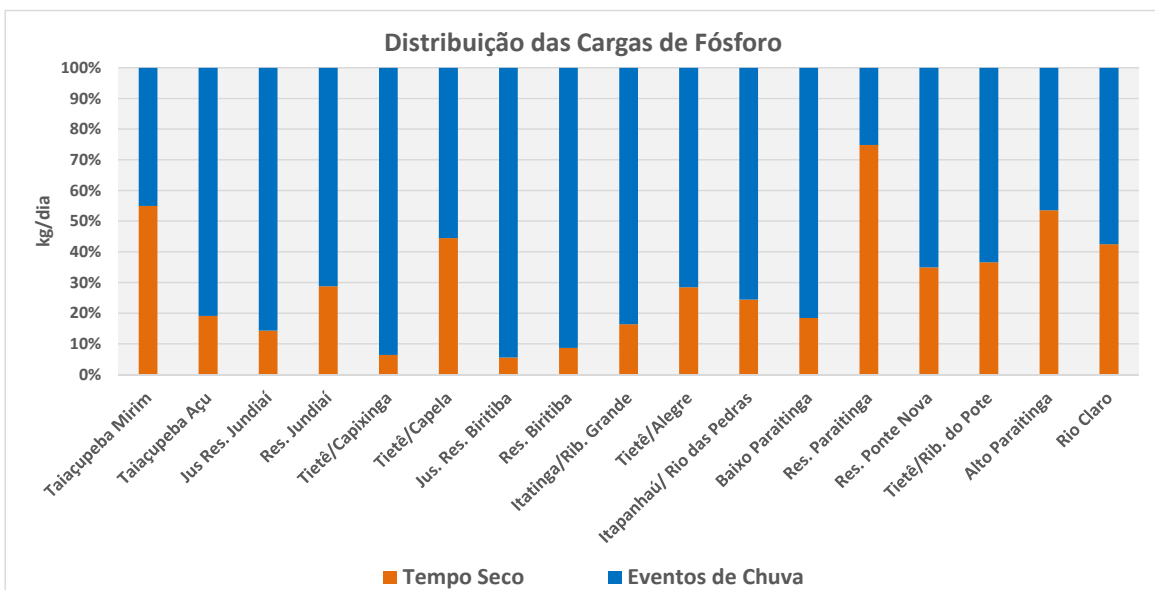
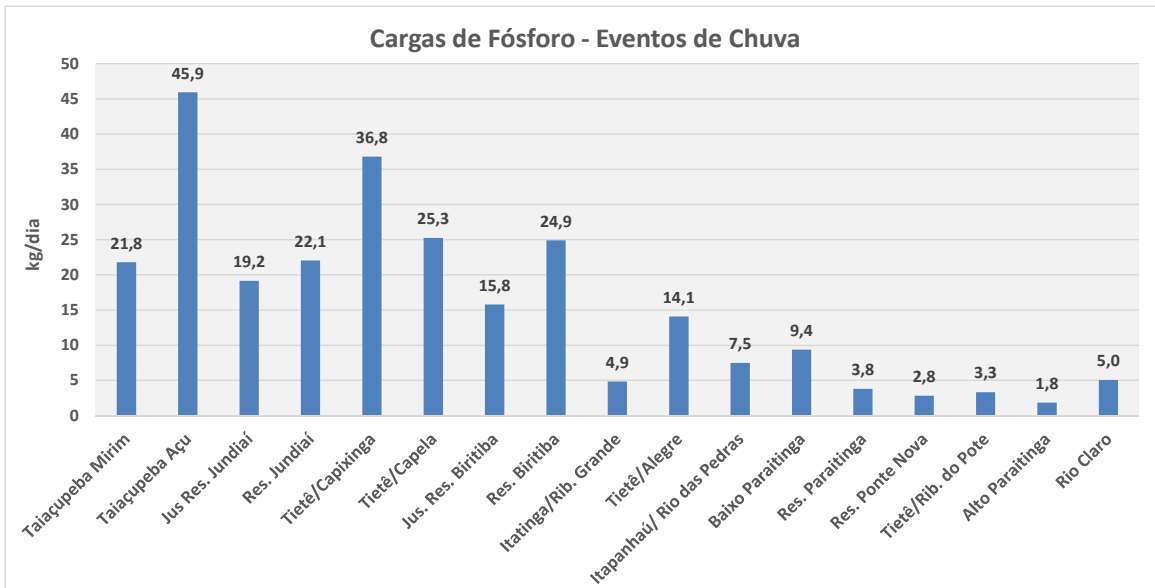
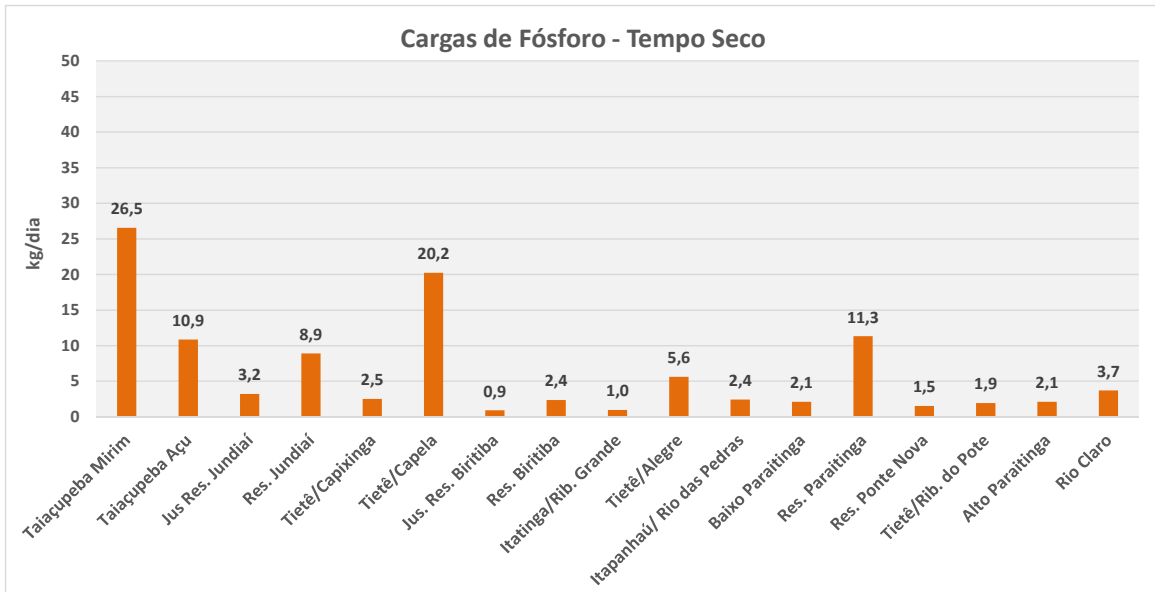
Cargas (kg/dia NMP/dia)	P TOTAL		N TOTAL		DBO		Sólidos Suspensos Totais		Coli Termot.	
	kg/dia	%	kg/dia	%	kg/dia	%	kg/dia	%	kg/dia	%
Tempo Seco	107	29%	974	48%	8.171	51%	21.585	10%	8,64E+13	1%
Eventos de Chuva	264	71%	1.061	52%	7.774	49%	192.615	90%	6,82E+15	99%
Total	372	-	2.035	-	15.944	-	214.200	-	6,91E+15	-

Gráfico 7.7-1 – Participação nas Cargas Totais nas Bacias da APRM-ATC – Situação 2015



Os resultados mostram que as contribuições devidas aos eventos de chuva são predominantes na formação das cargas totais geradas para Fósforo Total, Sólidos Suspensos e Coliformes. Para Nitrogênio Total e DBO as contribuições entre os dois períodos são mais equitativas.

Gráficos 7.7-2 – Cargas de Fósforo nas Bacias da APRM-ATC – Situação 2015



A carga total de Fósforo Total na bacia da APRM-ATC é estimada em 107 kg/dia em tempo seco e 264 kg/dia em eventos de chuva, resultando em um total anual médio de 372 kg/dia.

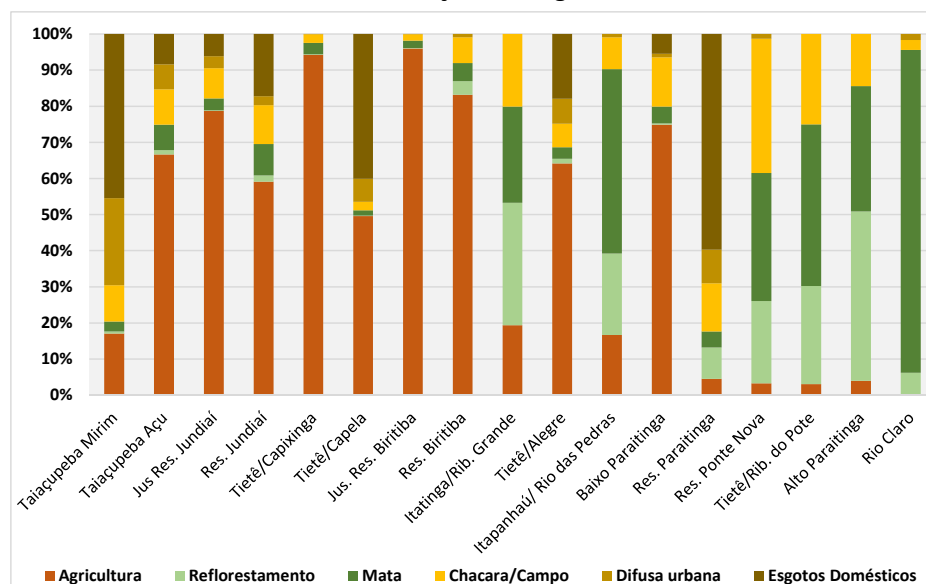
As sub-bacias que drenam diretamente ao Reservatório Taiapuêba (Taiapuêba Mirim - 1 e Taiapuêba Açu - 2) são as que apresentam maior carga gerada, representando aproximadamente 35% de toda carga de fósforo gerada nas bacias da APRM-ATC em tempo seco, e 26% nos eventos de chuva, representando uma participação de 28% na carga total. A Figura 7.7-1 mostra a distribuição das cargas de PT geradas nas sub-bacias da APRM-ATC.

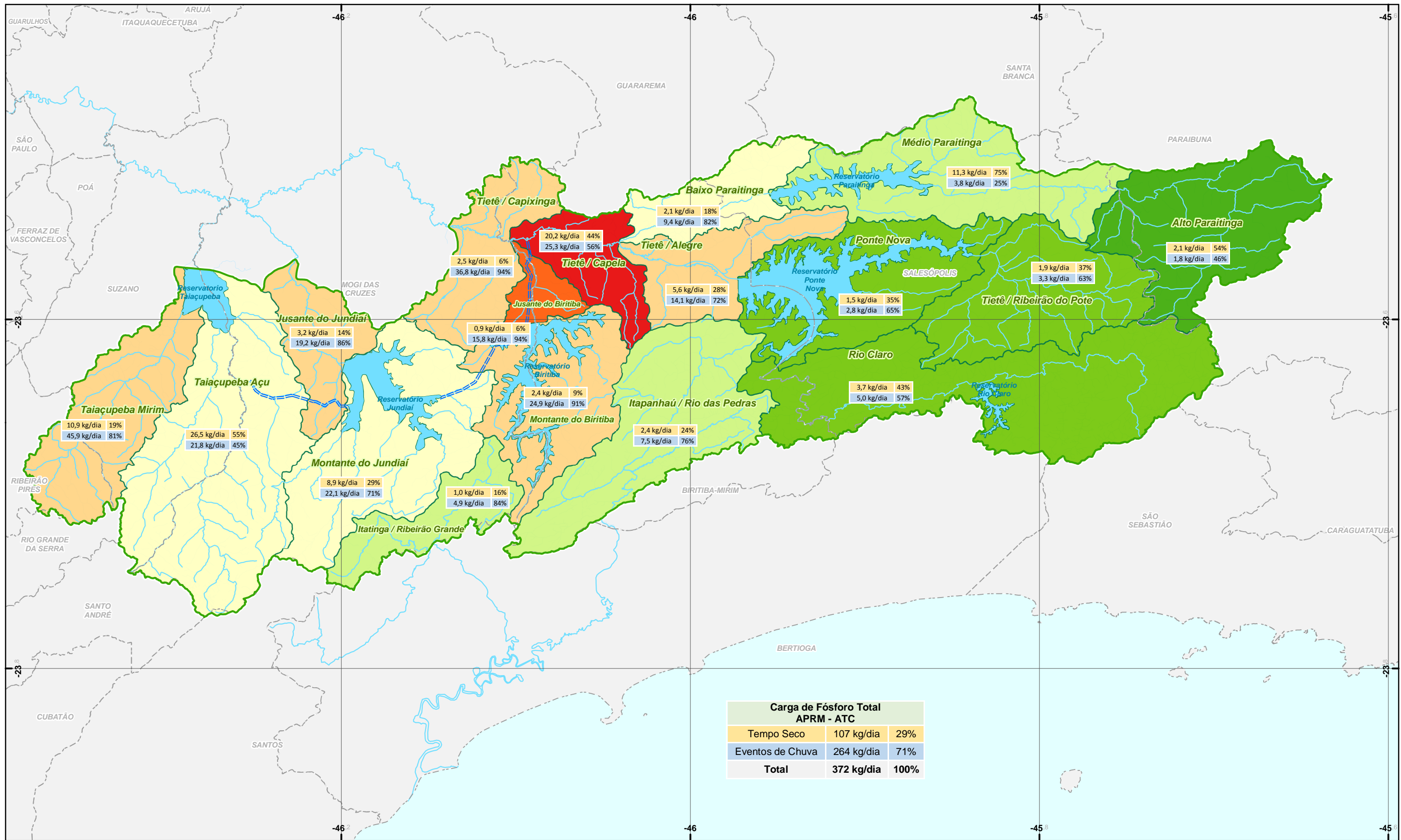
Analisando as fontes de cargas difusas de Fósforo Total, obtidas com uso do **MQUAL APRM-ATC 2016**, tem-se os resultados resumidos na Tabela 7.7-5. A maior parte das cargas de PT (55,3%) é gerada em áreas agrícolas, e 23,7% em áreas urbanas, sendo 17,4% de carga de esgotos domésticos (lançamentos diretos e efluente de estações de tratamento) e 6,3% da carga difusa urbana. O Gráfico 7.7-3 mostra a contribuição percentual de usos nas sub-bacias da APRM-ATC.

Tabela 7.7-5 – Fontes de Geração de Cargas Difusas de Fósforo Total (kg/dia)

SUB-BACIA	Bacias	Agricultura	Reflorestamento	Mata	Chácara Campo	Difusa urbana	Esgotos Domésticos
1	Taiapuêba Mirim	8,24	0,29	1,32	4,88	11,62	21,98
2	Taiapuêba Açu	37,85	0,69	3,99	5,57	3,94	4,75
3	Jus Res. Jundiáí	17,61	0,04	0,73	1,87	0,75	1,36
4	Res. Jundiáí	18,33	0,54	2,68	3,32	0,77	5,34
5	Tietê/Capixinga	37,04	0,09	1,23	0,94	0,02	0,00
6	Tietê/Capela	22,56	0,07	0,67	1,06	2,92	18,22
7	Jus. Res. Biritiba	16,08	0,02	0,33	0,31	0,01	0,00
8	Res. Biritiba	22,67	1,04	1,36	1,95	0,25	0,00
9	Itatinga/Rib. Grande	1,12	1,97	1,55	1,16	0,00	0,00
10	Tietê/Alegre	12,64	0,25	0,63	1,29	1,36	3,52
11	Itapanhaú/ Rio das Pedras	1,63	2,21	5,00	0,86	0,09	0,00
12	Baixo Paraitinga	8,63	0,04	0,53	1,57	0,12	0,63
13	Res. Paraitinga	0,69	1,31	0,68	2,01	1,41	9,04
14	Res. Ponte Nova	0,14	0,99	1,54	1,61	0,06	0,00
15	Tietê/Rib. do Pote	0,16	1,43	2,36	1,32	0,00	0,00
16	Alto Paraitinga	0,16	1,86	1,38	0,57	0,00	0,00
17	Rio Claro	0,00	0,55	7,83	0,24	0,14	0,00
TOTAL		205,5	13,4	33,8	30,5	23,5	64,8
		55,3%	3,6%	9,1%	8,2%	6,3%	17,4%

Gráfico 7.7-3 – Distribuição de Cargas de Fósforo Total



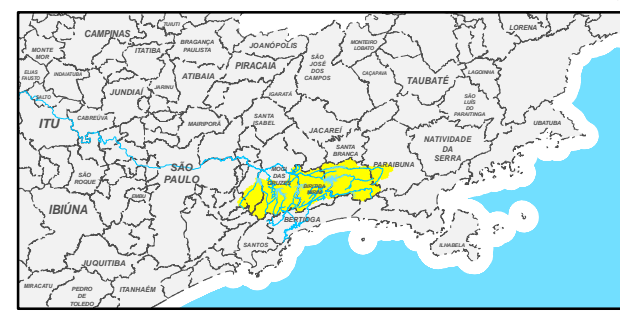
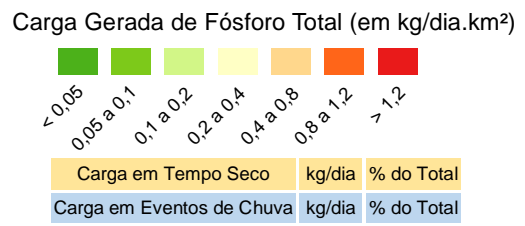


Carga de Fósforo Total APRM - ATC		
Tempo Seco	107 kg/dia	29%
Eventos de Chuva	264 kg/dia	71%
Total	372 kg/dia	100%

2 1 0 2 4 Km
Escala Gráfica



- Sub-Bacias APRM-ATC
- Municípios
- Reservatórios
- Hidrografia Principal
- Interligações



SECRETARIA DE SANEAMENTO E RECURSOS HÍDRICOS
UNIDADE DE GERENCIAMENTO DE PROGRAMAS

AVALIAÇÃO DE POLUIÇÃO POR FONTES DIFUSAS NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO SPAT
RELATÓRIO FINAL

ASSUNTO **CARGA DE FÓSFORO TOTAL GERADA POR SUB-BACIA** FIGURA **7.7-1**

ESCALA 1:225.000 CONSÓRCIO PRIME Engenharia FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE HIDRÁULICA
DATA Abril/2016

Fontes:
IGC-EMPLASA - 2002
CETESB 2016

Comparação com as Cargas Admissíveis e Cargas Meta

Como foi mostrado anteriormente, as cargas calculadas neste relatório representam as cargas geradas em cada bacia da APRM-ATC, em função dos usos e ocupação do solo, utilizando a transferência dos resultados do monitoramento realizado em tempo seco e em eventos de chuva nas cinco bacias estudadas.

Ressalta-se que essas cargas ao atingir a micro e a macrodrenagem do sistema hídrico devem sofrer um decaimento, que depende do percurso, da batimetria, das cotas, das vazões circulantes e das características próprias de cada corpo hídrico, decorrente de fenômenos físicos, químicos e biológicos ao longo das calhas dos rios e córregos. Esse decaimento pode ser simulado com modelos matemáticos aplicados e calibrados a cada corpo hídrico.

Adicionalmente os reservatórios, após receber as águas dos córregos e rios, também são responsáveis por grande decaimento das cargas, que dependem de suas conformações, volumes, áreas superficiais, vazões circulantes, coordenadas (localização geográfica), em decorrência de fenômenos físicos, químicos e biológicos que neles se desenvolvem. Igualmente é possível, utilizando modelos matemáticos de reservatórios calibrados, avaliar as cargas admissíveis aos reservatórios para que nele prevaleça estado trófico adequado para sua utilização para o abastecimento público e a manutenção da flora e fauna.

A seguir apresenta-se uma comparação dos resultados obtidos com as cargas admissíveis apresentadas no PDPA da APRM-ATC e com as Cargas Meta estabelecidas na Lei Específica da Bacia (Lei 15.913/2015). Essa comparação, entretanto, merece ressalvas importantes pois ela não pode ser imediata e deve considerar que:

- As *Cargas Admissíveis* em cada reservatório calculadas no PDPA correspondem às cargas afluentes a cada um desses corpos hídricos, o que pressupõe já ter sido considerado o abatimento em relação às cargas geradas (calculadas no presente estudo) decorrente dos fenômenos físicos, químicos e biológicos ao longo das calhas dos rios e córregos e o abatimento no interior dos reservatórios;
- As *Cargas Meta* incluem as transferências de carga entre reservatórios e do rio Tietê para o Res. Jundiá devido às interligações; as cargas calculadas no presente estudo não as incluem;
- As cargas do PDPA foram calibradas com séries de valores monitorados pela SABESP, o que não inclui monitoramento direto de eventos de chuva, podendo no máximo captar parte de um hidrograma de cheia, já na fase de recessão; assim, a comparação dos resultados do estudo tem maior significado se for feita utilizando a *Carga de Tempo Seco*, que deve ser mais semelhante à base de dados utilizada pelo autor do modelo utilizado no PDPA.

As Tabelas 7.7-6 e 7.7-7 mostram os valores a serem comparados das cargas de Fósforo Total, respectivamente, cargas de tempo seco e cargas totais, com as cargas admissíveis do PDPA e cargas meta da Lei Específica.

Para o Tempo Seco, as sub-bacias 14, 8 e 4 apresentam carga inferior à Carga Meta. Na bacia do Rio Claro a carga gerada em tempo seco é superior em 6% à carga meta, valor esse facilmente possível de se encontrar para o abatimento de cargas nos sistemas hídricos naturais e em reservatórios. No caso da bacia do Reservatório Taiaçupeba (sub-bacias 1 + 2), em relação a carga admissível seria necessária a redução no transporte nos córregos, ribeirões e rios e abatimento no reservatório da ordem de 4% em relação à carga admissível e de 41% em relação à Carga Meta. Neste último, parte do abatimento deve-se buscar no aumento da coleta e exportação de esgotos sanitários, ambos perfeitamente possíveis. O mesmo se aplica à sub-bacia 13, com relação à Carga Meta, esta com abatimento necessário de 33%.

Tabela 7.7-6 – Comparação de Cargas em Tempo Seco

SUB-BACIA	NOME	CARGAS de PT (kg/dia)			Redução por Transporte e Abatimento I	
		Carga de Tempo Seco	Carga Admissível*	Carga Meta**	Carga Admissível	Carga Meta
17	Rio Claro	3,7	6,91	3,5	0%	6%
14	Res. Ponte Nova	1,5	16,2	3,5	0%	0%
13	Res. Paraitinga	11,3	8,2	8,5	38%	33%
8	Res. Biritiba	2,4	19,2	4,25	0%	0%
4	Res. Jundiáí	8,9	19,1	9,5	0%	0%
1 + 2	Res. Taiaçupeba	37,4	35,8	26,5	4%	41%

* Síntese PDPA Alto Tietê ** Lei 15.913 out/2015 capítulo IV artigo 6

No caso da comparação com as cargas totais geradas no período anual, onde se considera a carga de tempo seco e a carga dos eventos de chuva, os valores estimados neste estudo são muito superiores às cargas admissíveis estabelecidas no PDPA. Isso indica que além do abatimento ao longo dos cursos de água, os reservatórios devem talvez possuir uma capacidade de assimilação de nutrientes, especialmente fósforo, acima do que foi estimado no PDPA. Deve-se lembrar que as águas naturais do Bacia do Alto Tietê possuem altos teores de *ferro*, o que contribui com a formação de fosfatos que precipitam o fósforo, retirando-o do meio líquido.

Esses resultados indicam a necessidade de que se desenvolvam modelos matemáticos para os rios e reservatórios, calibrados com base nas cargas geradas no presente estudo. O próprio Modelo MQUAL possui dois módulos que podem ser ativados para esse fim.

Tabela 7.7-7 – Comparação de Cargas Totais (tempo seco e eventos de chuva)

SUB-BACIA	NOME	CARGAS de PT (kg/dia)	
		Carga Total	Carga Admissível*
17	Rio Claro	8,8	6,91
14	Res. Ponte Nova	4,3	16,2
13	Res. Paraitinga	15,1	8,2
8	Res. Biritiba	27,3	19,2
4	Res. Jundiáí	31,0	19,1
1 + 2	Res. Taiaçupeba	105,1	35,8

* Síntese PDPA Alto Tietê

8. MEDIDAS DE CONTROLE DE CARGA DIFUSA

As medidas de controle de carga difusa são baseadas na retenção e na infiltração das águas precipitadas. Estas medidas visam o rearranjo temporal e espacial das vazões e, eventualmente, a diminuição do volume escoado, bem como a melhoria da qualidade das águas pluviais (Baptista *et al.*, 2005).

As medidas de controle podem ser aplicadas de diversas formas como trincheiras, valas de infiltração, pavimentos permeáveis ou dotados de reservatórios de detenção, poços de infiltração, telhados armazenadores, bacias de detenção, entre outras. As escalas de utilização podem ser variadas, sendo que estas estruturas, quando integradas ao ambiente urbano, permitem diversos usos pela população.

De acordo com a Matriz de Aplicabilidade em Relação à Quantidade e Qualidade publicada no Manual de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais - Aspectos Tecnológicos: Diretrizes para Projetos – Volume III, reproduzida abaixo, os melhores grupos de medidas de controle de carga difusa para remoção de nutrientes são:

- **Alagados Construídos**
 - Alagado raso
 - Detenção em alagado
 - Tanque/Alagado
 - Alagado Pequeno
 - Alagado Subsuperficial
 - Alagado em Canal

- **Infiltração**
 - Trincheira de infiltração
 - Bacia de infiltração
 - Sumidouro

- **Filtração**
 - Filtro de areia superficial
 - Filtro de areia subsuperficial
 - Filtro de areia perimetral
 - Biorretenção
 - Trincheira de filtração

Tabela 8.1 – Medidas de Controle de Carga Difusa - Matriz de Aplicabilidade em Relação à Quantidade e Qualidade

Grupo	Técnica	Qualidade					Quantidade			
		Sólidos Totais	Metais	Nutrientes	Bactérias	Sedimentos finos e poluentes	Redução de volume	Período de retorno adequado		
								1 - 2 anos	25 anos	100 anos
Retenção	Reservatório de retenção	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	Reservatório enterrado	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Alagados Construídos	Alagado raso	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	Detenção em alagado	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	Tanque/Alagado	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	Alagado pequeno	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	Alagado subsuperficial	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	Alagado em canal	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	Infiltração	Trincheira de infiltração	●	●	●	●	●	●	●	●
Infiltração	Bacia de infiltração	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	Sumidouro	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Filtração	Filtro de areia superficial	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	Filtro de areia subsuperficial	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	Filtro de areia perimetral	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	Bioretenção	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	Trincheira de filtração	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Detenção	Bacia de detenção	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Canais Abertos	Vala comum	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	Vala seca	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	Vala úmida	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Controle na Fonte	Telhado verde	-	-	-	-	●	●	●	●	●
	Cisterna	●	●	●	●	-	●	●	●	●
	Pavimento poroso	●	●	●	●	●	●	●	●	●

● = alto ● = médio ● = baixo

A seguir, serão apresentadas algumas características destas medidas de controle do de carga difusa. Foram utilizados como fonte de dados os trabalhos elaborados por Baptista *et al.* (2005), Tucci (2003) e ASCE (2001).

8.1 Alagados Construídos

Os sistemas de alagados se caracterizam por serem regiões com ecossistemas naturais que ficam parcial ou totalmente inundadas durante o ano. Estas áreas são zonas de transição, existentes no trajeto das águas que escoam por uma bacia, situadas entre as regiões mais altas e os ecossistemas aquáticos a jusante. Estes sistemas utilizam o solo, plantas e microrganismos para remover poluentes da água.

Segundo Souza *et al.* (2000) a remoção da carga poluidora e conservação dos ecossistemas terrestres e aquáticos em sistemas naturais ocorre a partir do contato entre as águas residuárias no solo, juntamente com a presença de microrganismos, macrófitas aquáticas e energia solar. Os sistemas de alagados construídos são projetados artificialmente para utilizar plantas aquáticas (macrófitas) em substratos (como areia, solo ou cascalho), onde ocorre a proliferação de microrganismos que, através de processos biológicos, químicos e físicos, tratam as águas poluídas.

Os sistemas de alagados exercem funções semelhantes ao tratamento convencional de águas residuárias, entre os quais podem ser citadas (EPA, 1999): a sedimentação, filtração, digestão, oxidação, redução, adsorção e precipitação. Estes processos são verificados à medida que a água se desloca através das células dos sistemas de alagados.

Os sistemas de alagados construídos oferecem melhores condições para o tratamento de águas poluídas do que áreas alagadas naturais, pois podem ser projetadas visando potencializar sua eficiência, quanto à remoção de matéria orgânica e de nutrientes, através do controle sobre o sistema hidráulico e sobre a vegetação da área alagada.

Estes sistemas possuem importantes funções dentro dos ecossistemas onde estão inseridos, entre os quais merecem destaque (Salati, 2003):

- Capacidade de regularização dos fluxos de água, amortecendo os picos de enchentes;
- Capacidade de modificar e controlar a qualidade das águas;
- Sua importância na função de reprodução e alimentação da fauna aquática, incluindo os peixes;
- Proteção à biodiversidade como área de refúgio da fauna terrestre;
- Controle da erosão, evitando o assoreamento dos rios.

Principais Componentes

Nos últimos anos, várias técnicas de alagados construídos foram desenvolvidas, as quais são adotadas em função das características do efluente a ser tratado, da eficiência final desejada na remoção de nutrientes, contaminantes e outros poluentes. As configurações destas técnicas variam conforme o fluxo, espécie de planta utilizada, substrato, etc.

Para que os alagados atinjam os benefícios esperados no tratamento das águas poluídas alguns cuidados e estudos em relação aos seus componentes são necessários. Entre estes componentes estão (Oliveira *et al.*, 2008): o solo, as plantas, o regime hidráulico e os microrganismos.

O solo é responsável pela remoção de compostos orgânicos e inorgânicos através de processos físicos (filtração e sedimentação), processos biológicos (transformações bioquímicas e bioacumulação de elementos químicos) e processos químicos – sorção (adsorção) de compostos orgânicos dissolvidos, nitrogênio, fósforo, entre outros.

As plantas possuem papel de destaque nos alagados para o processo de tratamento, pois fixam em suas raízes, rizomas e caules, os microrganismos, os quais são responsáveis pela quebra da matéria orgânica

complexa em elementos mais simples passíveis de serem assimiladas pelas plantas. Outra grande importância das plantas é a sua capacidade de transportar o oxigênio da sua porção aérea (folhas) até as raízes, promovendo condições para a degradação aeróbia da matéria orgânica e à transformação de nutrientes.

O regime hidráulico é outro componente fundamental para o bom funcionamento dos alagados, e deve ser levado em consideração no dimensionamento do alagado construído, uma vez que o grau de saturação reflete nas condições de oxigenação e assim, influencia também na maneira de degradação da matéria orgânica.

Quanto aos microrganismos responsáveis pela remoção da matéria orgânica e a transformação do nitrogênio merecem destaque as bactérias, fungos e protozoários.

Mecanismos de Tratamento

As características e as propriedades dos sistemas de alagados apresentam variações dependendo da geologia, da geomorfologia e dos solos da área considerada, bem como das condições climáticas (Salati, 2003).

Os alagados construídos compreendem diversas estratégias para a simulação de ecossistemas naturais, utilizando os princípios básicos de modificação da qualidade da água das áreas alagadas naturais. Conforme apontado por Salati os estudos desenvolvidos nesta linha indicam que os resultados são bastante variáveis em função, basicamente, dos tipos de espécies químicas presentes nos efluentes, da descarga dos mesmos à área alagável e do tipo de alagado construído utilizado.

Na literatura são comumente encontrados três tipos de ecossistemas rasos com vegetação para melhorar a qualidade da água:

- Alagados naturais;
- Alagados artificiais de fluxo superficial (superfície da água livre);
- Alagados artificiais de fluxo subsuperficial (leito submerso com vegetação).

Os alagados de tratamento superficial tendem a ter menor custo unitário, ser mais simples de manter, operar e oferecer maiores oportunidades para habitats de vida silvestre e de usos recreativos, tais como observação de pássaros, estudo da natureza e caminhadas em corredores elevados.

Nos alagados de fluxo superficial a água escoar principalmente na superfície do solo, com uma lâmina rasa e um crescimento denso de plantas de áreas pantanosas, típicas da região. Geralmente, consistem de uma área escavada ou fechada por diques, na qual a camada superficial do solo serve como meio de enraizamento, e estruturas adequadas de entrada e saída, destinadas a controlar a hidrologia.

A profundidade da água nos alagados de fluxo superficial pode variar de alguns centímetros a 0,80 m ou mais, dependendo da finalidade, sendo a profundidade típica de 30 cm. Adicionalmente, podem ser observadas zonas alternadas de profundidades, chamadas de zonas profundas. Estas zonas quando implantadas perpendicularmente à direção do fluxo podem exercer diversas funções, entre as quais se destacam (CH2M HILL, 2001):

- Redução de ocorrência de canais preferenciais de fluxo;
- Produção de armazenagem adicional, o que aumenta o tempo de permanência hidráulica;
- Criação de áreas tranquilas, que incrementam a sedimentação e a mistura proporcionada pelo vento;
- Produção de habitat de águas abertas para a vida aquática silvestre.

O processo de tratamento dos alagados ocorre a partir da entrada da água contendo poluentes particulados dissolvidos, a qual se distribui pela área do alagado com pouca profundidade com

vegetação emergente. As condições de baixa velocidade do fluxo propiciam que os materiais particulados se depositem e fiquem retidos pela vegetação e pelos detritos orgânicos.

Os poluentes insolúveis entram nos ciclos dos elementos biogeoquímicos da massa líquida e dos solos da superfície do alagado. Ao mesmo tempo, uma fração da demanda bioquímica de oxigênio (DBO), formas fixas de nitrogênio total (N_t), fósforo total (P_t) e elementos de menor concentração são absorvidos pelo solo e consumidos ativamente pelos microrganismos e plantas existentes no ambiente do alagado. O resultado desse processo é a redução da concentração de poluentes entre a entrada e a saída dos alagados de tratamento (CH2M HILL, 2001).

Desempenho das Wetlands na Remoção de Poluentes

Os alagados são eficazes na redução das quantidades de demanda bioquímica de oxigênio, sólidos totais, nutrientes, metais, patogênicos e materiais orgânicos de baixa concentração.

As eficiências de remoção nos sistemas de alagados construídos para diferentes parâmetros de qualidade da água podem ser observadas na Tabela 8.2.

Tabela 8.2 – Eficiências de Remoção de Poluentes Através de Sistemas de Wetlands Construídas

Parâmetro de Qualidade da Água	Eficiência de Remoção (%)
Sólidos Totais*	60
Nitrogênio Total*	88
Metais Pesados*	85
Demanda Química de Oxigênio*	81
Demanda Bioquímica de Oxigênio**	74
Fósforo Total**	57

* Kao (2001)

**Kadlec e Knight (1996 apud CH2M HILL, 2001)

8.2 Trincheiras de Infiltração

Estes dispositivos são implantados na superfície ou em pequenas profundidades, e têm por objetivo recolher as águas pluviais de afluência perpendicular a seu comprimento. Além de favorecer a infiltração, estes dispositivos também propiciam o armazenamento temporário das águas pluviais.

Uma característica importante deste tipo de dispositivo é sua versatilidade, podendo ser implantados em canteiros centrais e passeios, ao longo do sistema viário, ou ainda junto à estacionamentos, jardins, terrenos esportivos e áreas verdes em geral.

O acesso das águas superficiais à estrutura pode ser efetuado diretamente, através da superfície do dispositivo, ou por meio de um sistema de drenagem, que efetua a coleta e sua introdução na trincheira. O preenchimento das trincheiras é feito com material granular graúdo (pedra de mão, seixos ou brita).

As trincheiras proporcionam os seguintes benefícios hidrológicos e ambientais, pois a infiltração possibilita uma redução do volume de escoamento superficial, aliviando o sistema de drenagem a jusante.

Devem ser ressaltados também alguns inconvenientes e dificuldades para a utilização das trincheiras:

- Necessidade de manutenção periódica para o controle da colmatção;
- Restrições de eficiência em áreas com declividades acentuadas, não havendo, entretanto, o impedimento do emprego nessas áreas;
- Risco de poluição do lençol freático.

Desempenho das Trincheiras de Infiltração

As trincheiras de infiltração são eficazes na redução de partículas finas e poluentes solúveis. As eficiências de remoção para diferentes parâmetros de qualidade da água podem ser observadas na Tabela 8.3.

Tabela 8.3 – Eficiências de Remoção de Poluentes por meio de Trincheiras de Infiltração

Parâmetro de Qualidade da Água	Remoção (%)
Nitrogênio Total	60-70
Metais	95-99
Demanda Bioquímica de Oxigênio	90
Fósforo Total	65-75
Bactérias	98

Fonte: ASCE, 2011

8.3 Filtros de Areia

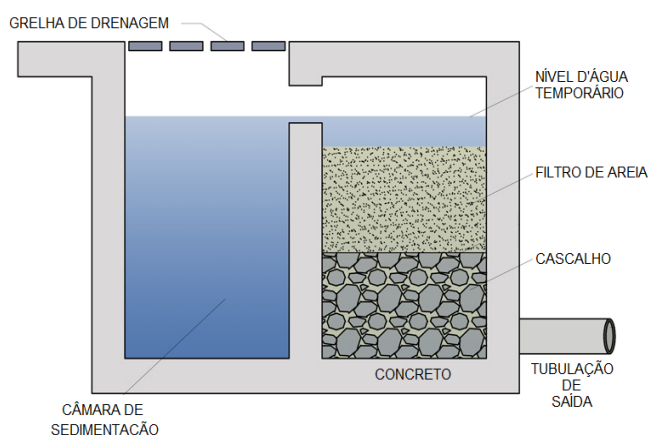
O objetivo dos filtros de areia é a remoção dos sedimentos e poluentes provenientes da primeira chuva. São utilizados em áreas onde outras medidas de controle são pouco recomendadas. Estes dispositivos podem ser implantados em áreas com pouco ou nenhum espaço disponível, uma vez que podem ser construídos, também, sob o pavimento (Figura 8.1)

Uma importante vantagem desta técnica é sua adaptabilidade em diversos meios. Sua implantação pode se dar em locais com altas taxas de evaporação, solos com baixa permeabilidade, em espaços reduzidos e onde há a preocupação da proteção das águas subterrâneas.

Os inconvenientes estão associados à manutenção periódica do equipamento, principalmente por causa da colmatação do meio filtrante. A utilização de pré-tratamento é recomendada em áreas com alta produtividade de sedimentos e detritos.



Filtro de areia superficial



Esquema de filtro de areia enterrado

Figura 8.1 – Filtro de Areia Implantado na Superfície e Enterrado

Desempenho dos Filtros de Areia na Remoção de Poluentes

Os filtros de areia são eficazes na redução das quantidades de demanda bioquímica de oxigênio, sólidos suspensos totais, nutrientes, metais, entre outros.

As eficiências de remoção dos filtros de areia para diferentes parâmetros de qualidade da água podem ser observadas na Tabela 8.4.

Tabela 8.4 – Eficiências de Remoção de Poluentes por Meio de Filtros de Areia

Parâmetro de Qualidade da Água	Alexandria, VA	Seattle, WA	Seattle, WA
	Massa Removida (%)	Remoção média (%)	Remoção média (%)
Sólidos Suspensos Totais	79	83	8*
Nitrogênio Total	47	-	-
Zinco	91	33	69
Cobre	25	22	31
Demanda Bioquímica de Oxigênio	78	-	-
Fósforo Total	63	41	20
Óleos e Graxas	-	84	69
Hidrocarbonetos de Petróleo	-	84	55
Carbono Orgânico Total	66	-	-

* Remoção baixa devido a baixa concentração de sólidos suspensos totais na entrada

Fonte: ASCE, 2011

9. PLANO DE MONITORAMENTO FUTURO DA APRM-ATC

Este capítulo tem por objetivo avaliar a necessidade e propor o aperfeiçoamento do sistema de monitoramento da qualidade de água na APRM-ATC.

Assim, o presente estudo propõe um plano de monitoramento da qualidade da água com objetivo de acompanhar ao longo do tempo a qualidade da água e a eficiência das medidas de controle propostas para a melhoria da qualidade da água, considerando a divisão de sub-bacias e as cargas metas estabelecidas na Lei Específica da APRM-ATC.

A concepção a proposta parte do sistema de monitoramento existente e considera os resultados das estimativas de cargas nas diferentes sub-bacias do SPAT assim como as características de uso do solo como fontes geradoras.

9.1 Sistema de Monitoramento Existente

A área da APRM-ATC localiza-se na sub-região hidrográfica Cabeceiras da Bacia do Alto Tietê e possui atualmente postos de monitoramento da rede básica de qualidade da água operada pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB e pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – SABESP, conforme relacionados na Tabela 9.1-1 e localizados na Figura 9.3-1, adiante.

Tabela 9.1-1 – Pontos de Monitoramento Existentes em Cursos de Água na APRM-ATC

FONTE	SUB-BACIA	CORPO D'ÁGUA / LOCAL	CÓDIGO	LATITUDE S	LONGITUDE W
CETESB	Tietê -Alegre	Rio Tietê	TIET2050	23 33 54	46 00 57
	Tietê-Capixinga	Rio Tietê	TIET 02090	23 32 55	46 08 09
	Jusante Biritiba	Rio Biritiba Mirim	BMIR 02800	23 34 09	46 05 36
	Taiapuêba	Rio Taiapuêba - Açú	TAIA 02800	23 34 18	46 17 27
		Rio Taiapuêba-Mirim	TAIM 00800	23 38 04	46 19 17
SABESP	Tietê - Capela	Rio Tietê – EEAB Biritiba – Estrada Rio Acima	TI204	389.140	7.395.423
	Tietê - Alegre	Rio Tietê – Estrada de Salesópolis	TI204A	396.229	7.393.531
		Rio Tietê – Captação ETA Biritiba	TI205	395.477	7.393.452
	Biritiba	Rio Biritiba – Manoel Ferreira/adutora	BT201	389.752	7.381.510
		Rio Biritiba – Manoel Ferreira/Pedra do Sapo	BT202	390.829	7.381.895
		Rio Biritiba – Bairro Biritiba Ussu/represa	BT203	388.677	7.384.523
	Jundiaí	Rib. Barroso – Estrada de Taiapuêba	JU201	376.662	7.380.958
		Rio Vargem Grande – Estrada de Taiapuêba	JU202	378.428	7.381.438
		Rio Jundiaí – próximo da adutora	JU203	381.278	7.380.469
		Rib. São Lázaro	JU204	384.441	7.383.759
	Paraitinga	Rio Paraitinga – Estrada de Santa Branca	PA201	412.378	7.398.240
		Rio Paraitinga – montante de Salesópolis	PA202	414.595	7.397.718
	Ponte Nova	Rio Tietê – montante Res. Ponte Nova	PN201	412.378	7.398.240
		Rio Claro – montante do Res. Ponte Nova	PN202	402.556	7.386.308
	Rio Claro	Rio Claro - Captação ETA Rio Claro	RC208	403.372	7.385.872
		Rio Grande – Montante Rio Claro	RC209	404.888	7.386.704
		Rio Claro – captação do Poço Preto	RC210	411.145	7.384.650
	Taiapuêba	Lançamento da Transposição do Rio Guaió no Rio Taiapuêba Mirim	GO202	368.401	7.392.876
		Rio Taiapuêba Mirim - Manikraft	TA201	367.674	7.388.284
Rio Taiapuêba Mirim - Cragea		TA201A	365.233	7.385.642	
Rib. Barainho – Ponte Quebrada		TA202	369.976	7.385.389	
Rio Taiapuêba Guaçu - Pindorama		TA203	371.820	7.383.144	

9.2 Análise da Distribuição Espacial das Cargas Difusas Geradas

De modo a considerar o potencial de geração de cargas difusas na seleção de novos postos de monitoramento da qualidade da água na APRM-ATC, foram elaboradas figuras distribuindo espacialmente os coeficientes de exportação de carga para o período seco (CECTS) e as concentrações médias de evento de chuva (CME), ambos associados às tipologias de uso e ocupação do solo.

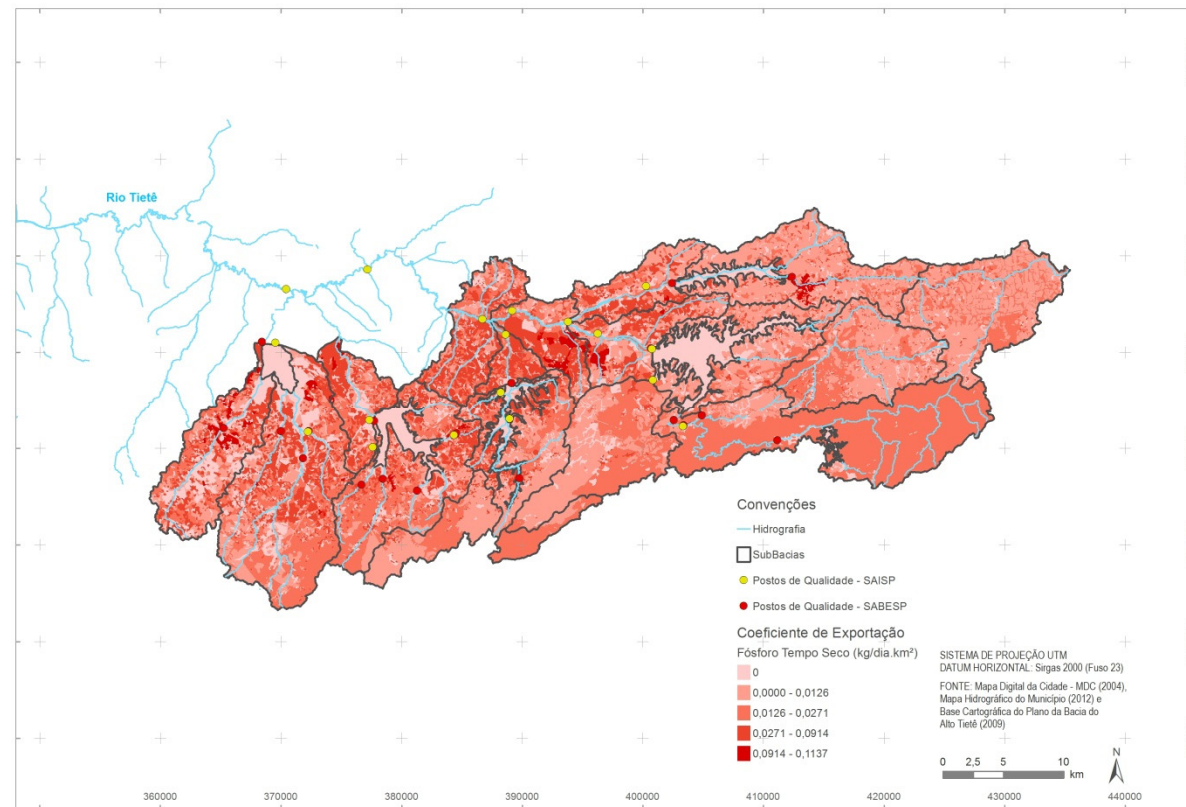
As figuras que seguem indicam o resultado da relação entre os dados levantados e o uso e ocupação do solo para as variáveis de qualidade da água fósforo total, nitrogênio total, sólidos suspensos totais, demanda bioquímica de oxigênio e demanda química de oxigênio.

Os mapas indicam escalas de valores para os coeficientes de exportação e CMEs obtidos para as diversas tipologias em tempo seco e chuvoso. Para a seleção dos futuros postos de monitoramento foram selecionadas as duas escalas de valores máximos obtidos e relacionados com os postos de monitoramento existentes operados pela SABESP e CETESB, como podem ser observados nas figuras a seguir.

Considerando o exposto nas figuras 9.2-1 a 9.2-5 foi possível apontar locais que encontram-se descobertos de monitoramento e apresentam valores elevados CECTS e CME, isto é, possuem maior potencial de geração de cargas difusas. Foram consideradas para esta análise as variáveis fósforo total e nitrogênio total. As demais variáveis apresentaram comportamento semelhante a estas, conforme pode ser observado nas figuras citadas.

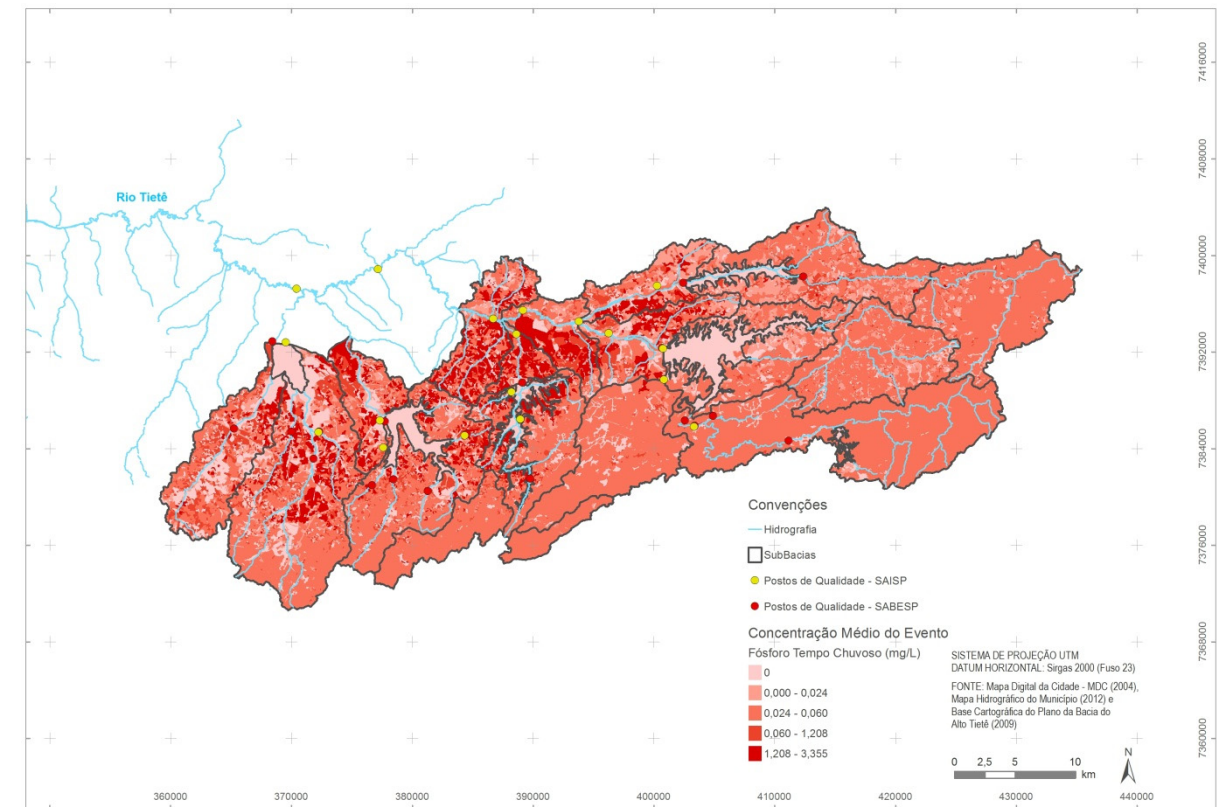
Esta análise possibilitou avaliar as bacias com maior potencial de geração de carga poluidora, como as indicadas na Figura 9.2-6: Taiapuêba-Mirim, Taiapuêba-Açu, Jusante Jundiáí, Tietê-Capela, Tietê-Alegre e Baixo Paraitinga. Para essas sub-bacias é maior a prioridade para ampliação do sistema de monitoramento e aplicação de medidas de controle de cargas poluentes.

Fósforo Total - Tempo seco

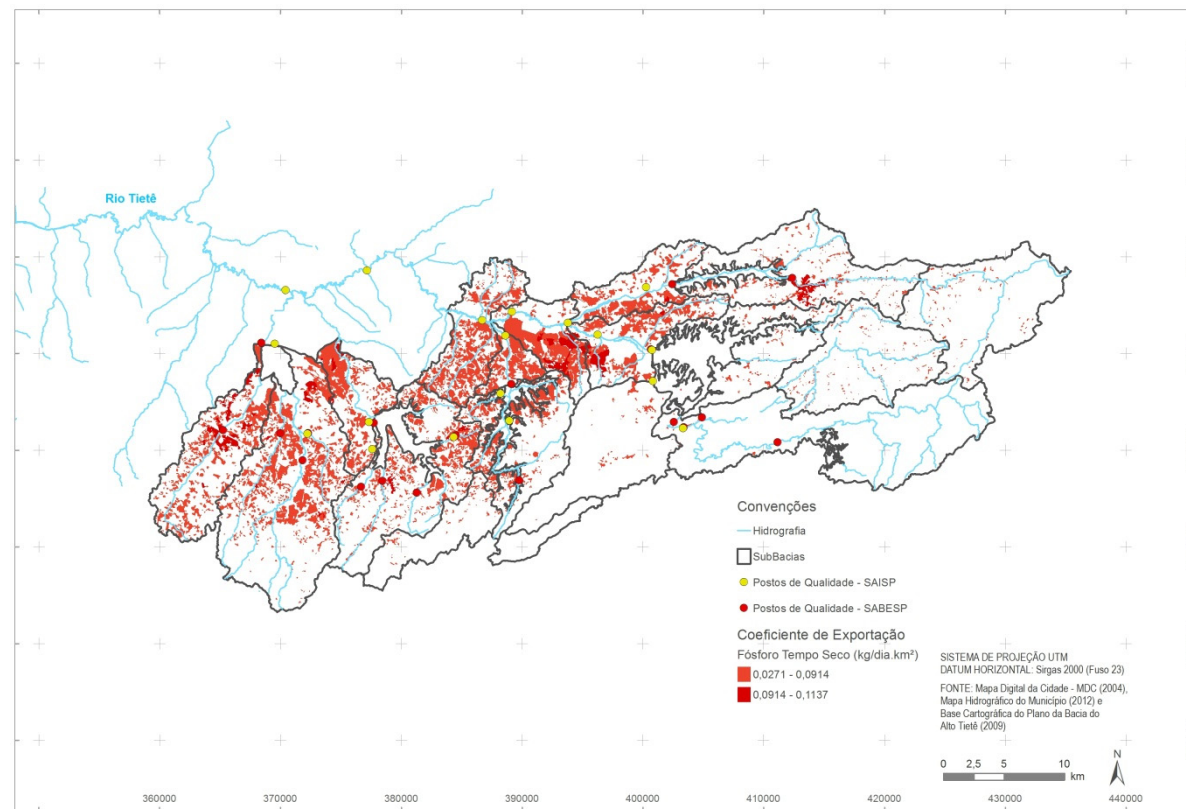


Coefficiente de exportação de fósforo total para tempo seco

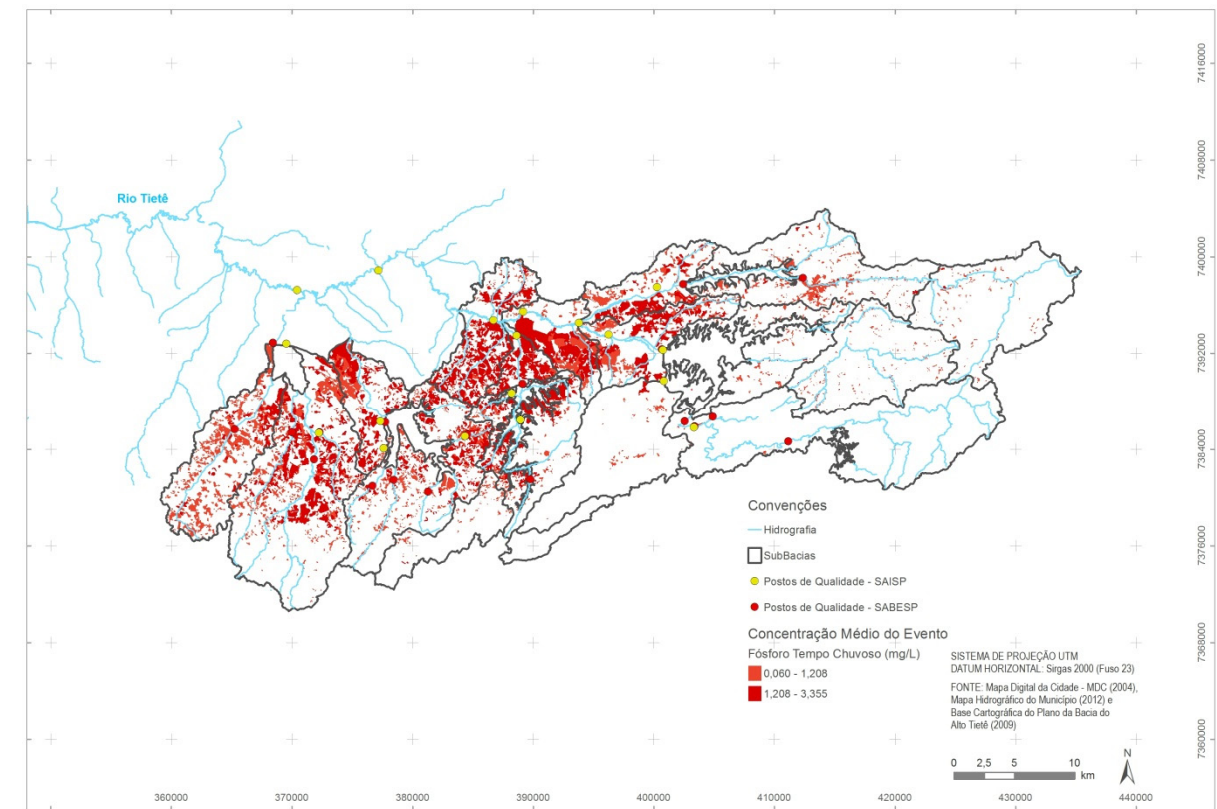
Fósforo Total - Tempo chuvoso



Concentração Média do Evento de fósforo total para tempo chuvoso



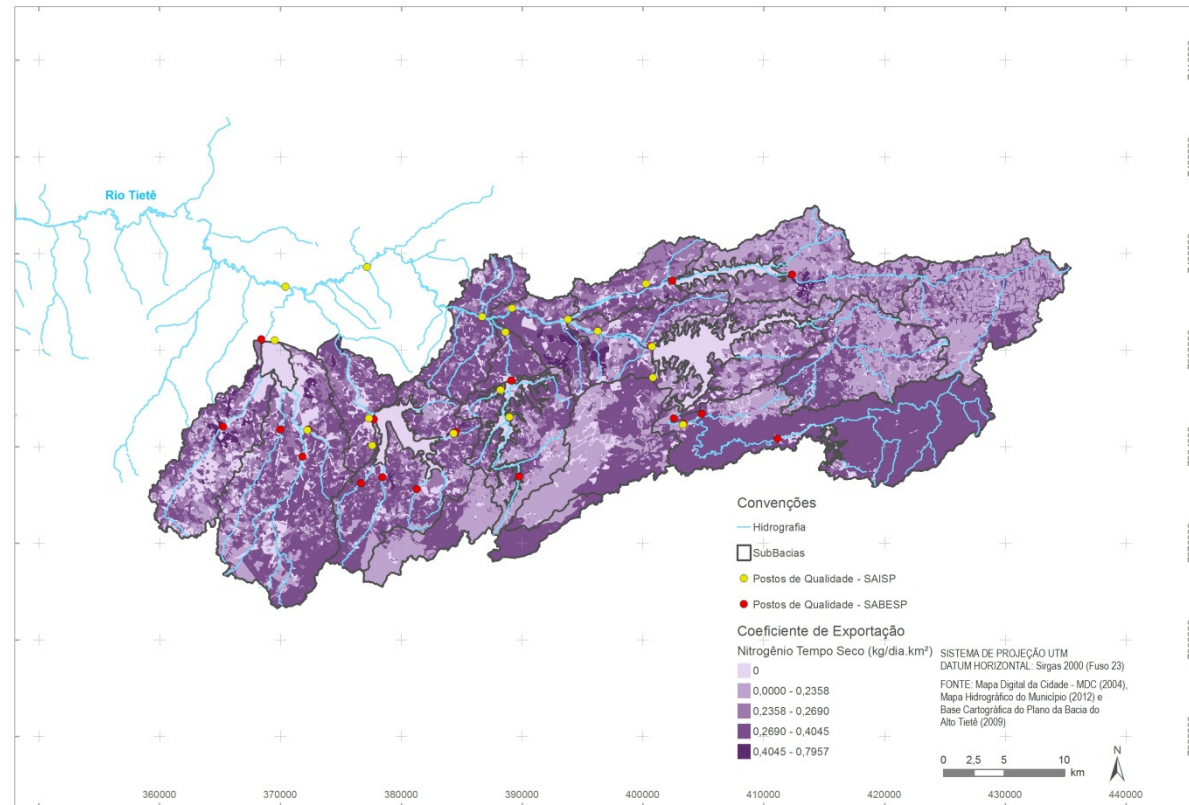
Valores máximos do coeficiente de exportação de fósforo total para tempo seco



Valores máximos de Concentração Média do Evento de fósforo total para tempo chuvoso

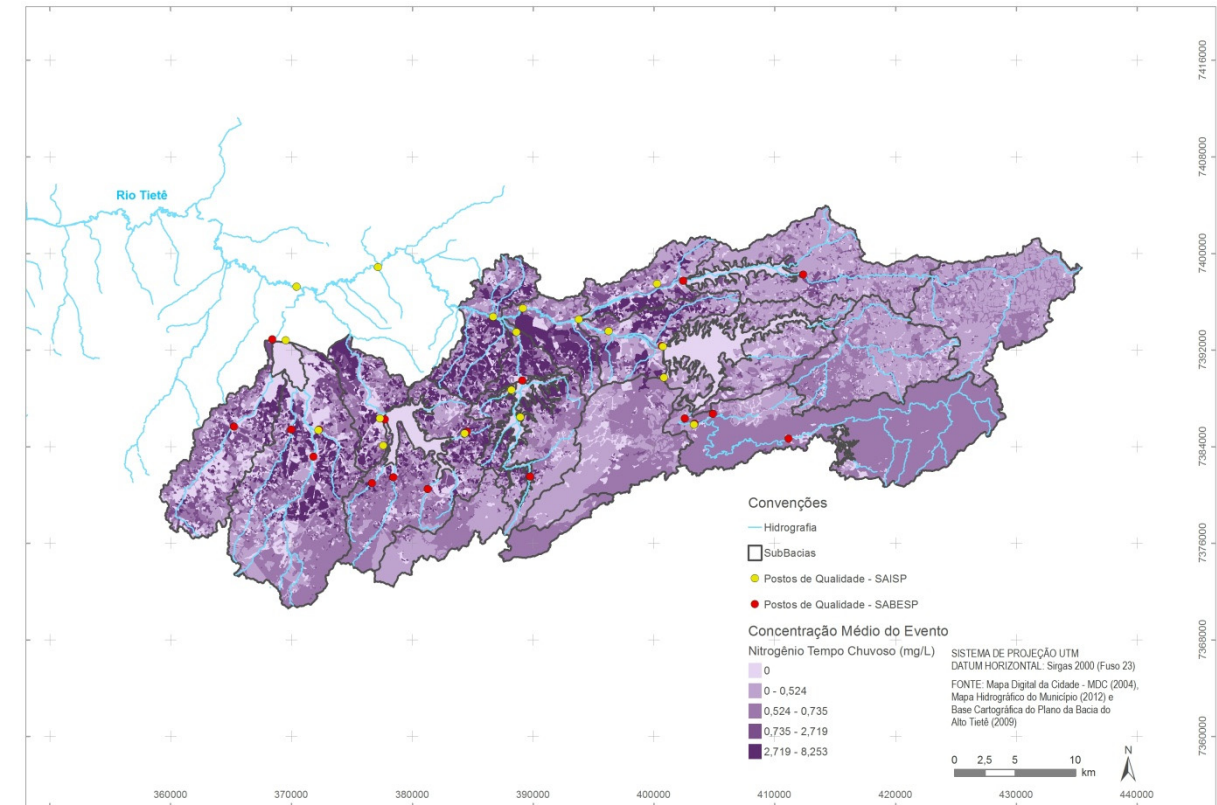
Figura 9.2-1 – Coeficientes de exportação de carga e Concentração Média do Evento para Fósforo Total

Nitrogênio Total - Tempo seco

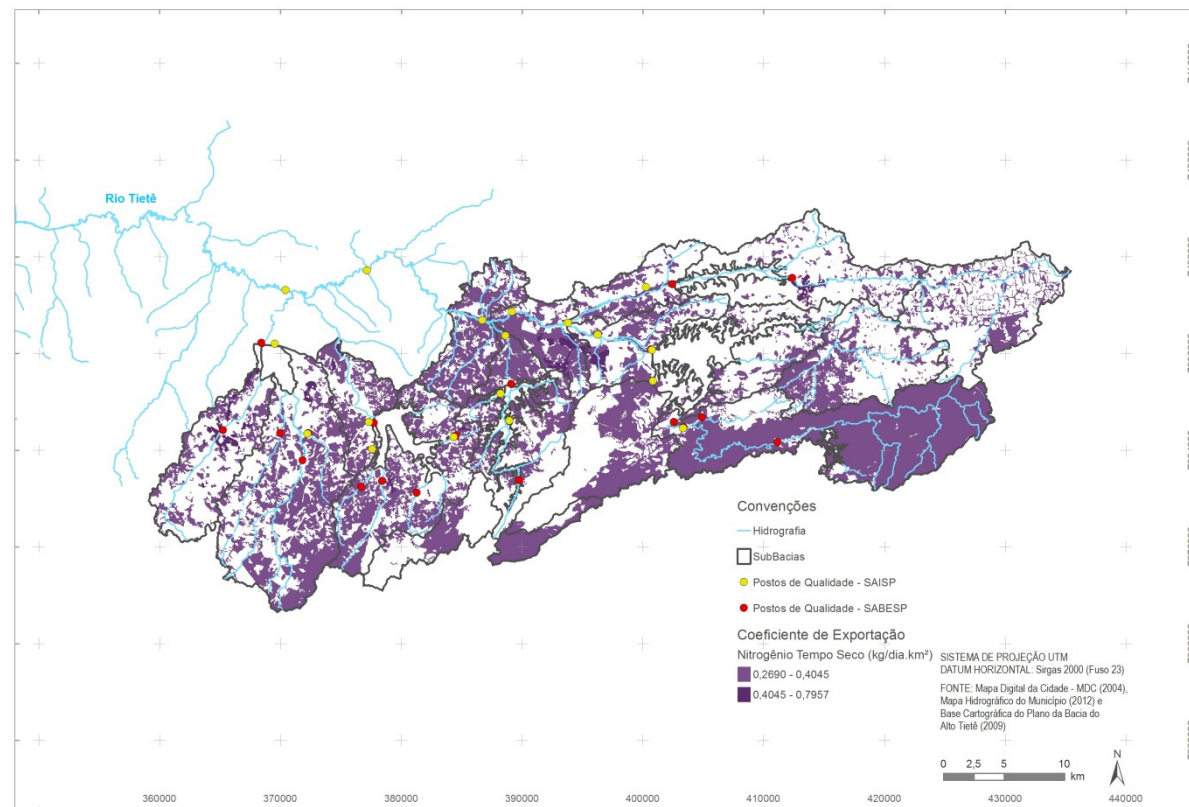


Coefficiente de exportação de nitrogênio total para tempo seco

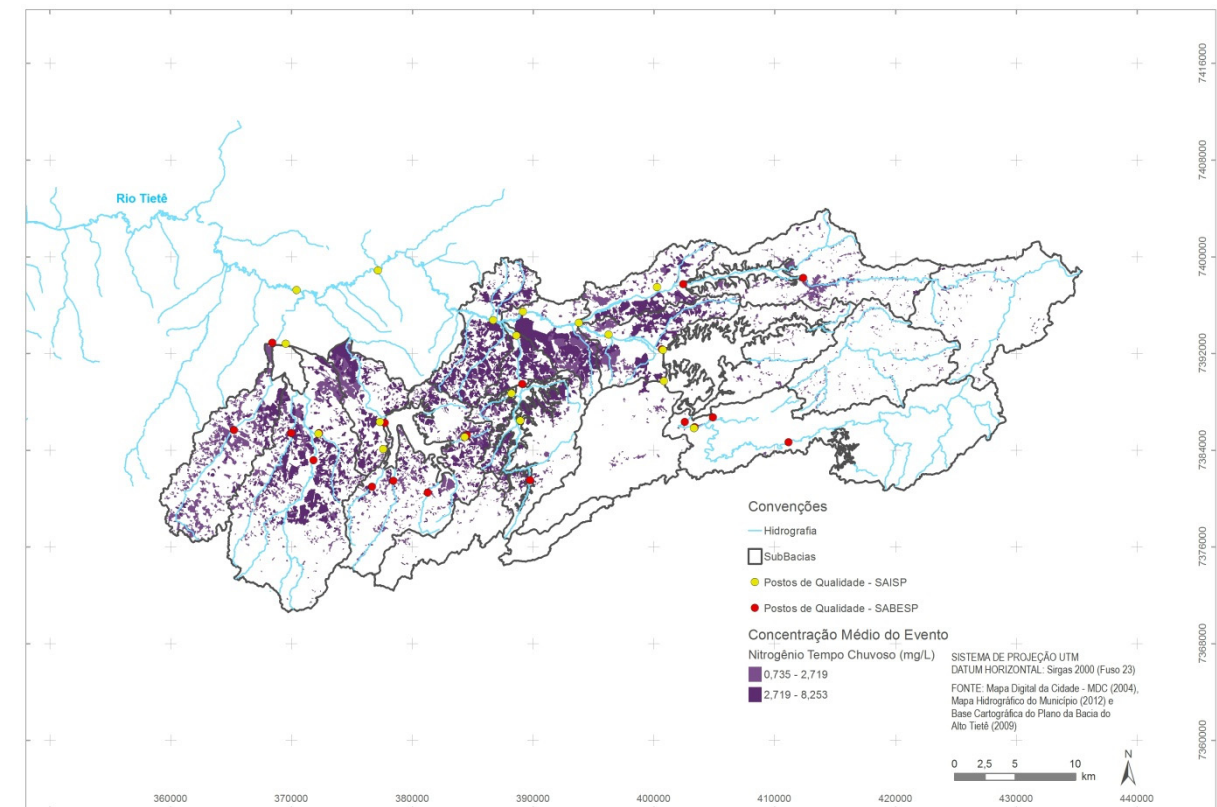
Nitrogênio Total - Tempo chuvoso



Concentração Média do Evento de nitrogênio total para tempo chuvoso



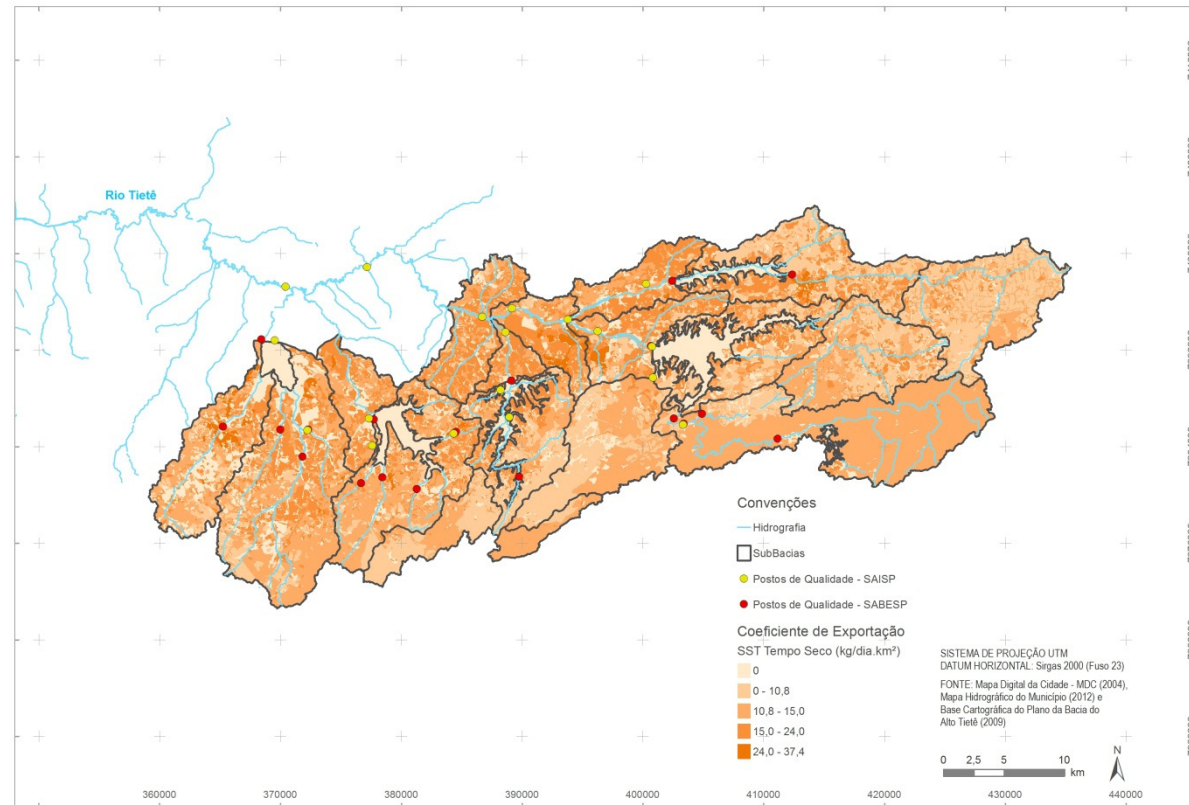
Valores máximos do coeficiente de exportação de nitrogênio total para tempo seco



Valores máximos de Concentração Média do Evento de nitrogênio total para tempo chuvoso

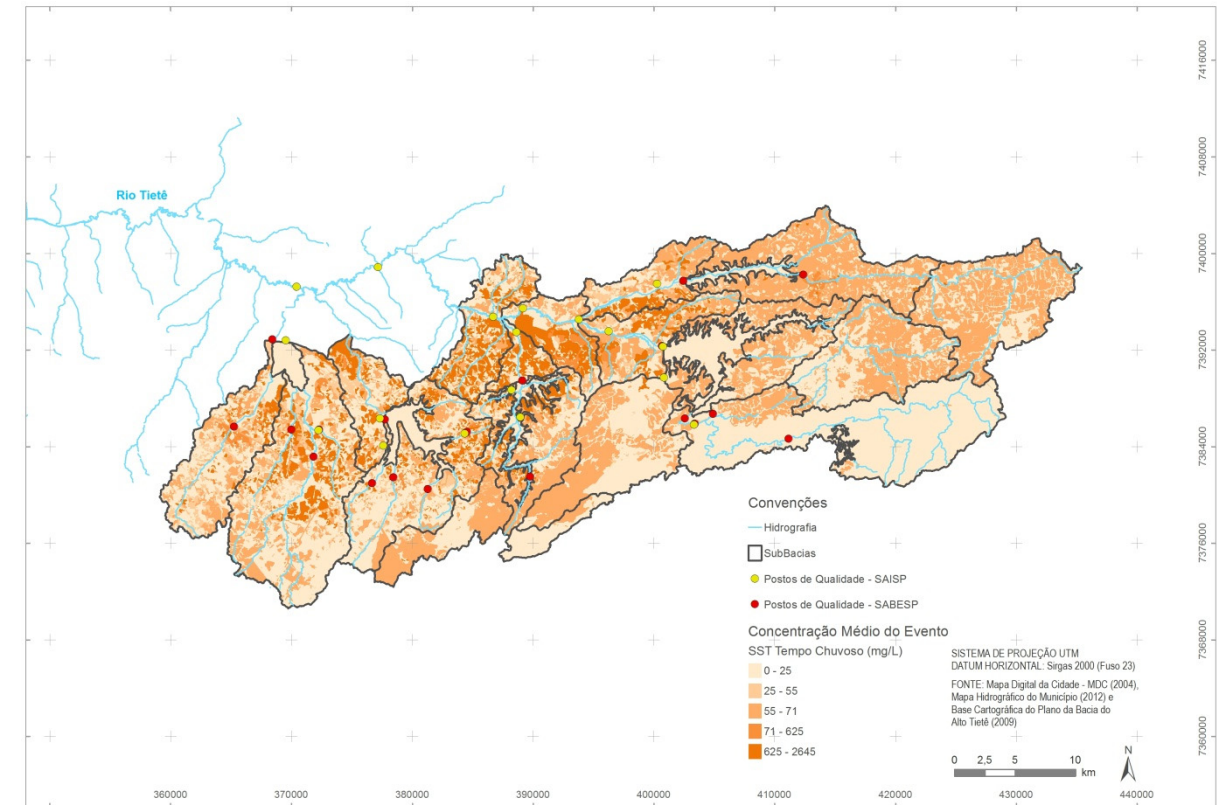
Figura 9.2-2 – Coeficientes de exportação de carga e Concentração Média do Evento para Nitrogênio Total

Sólido Suspenso Total - Tempo seco

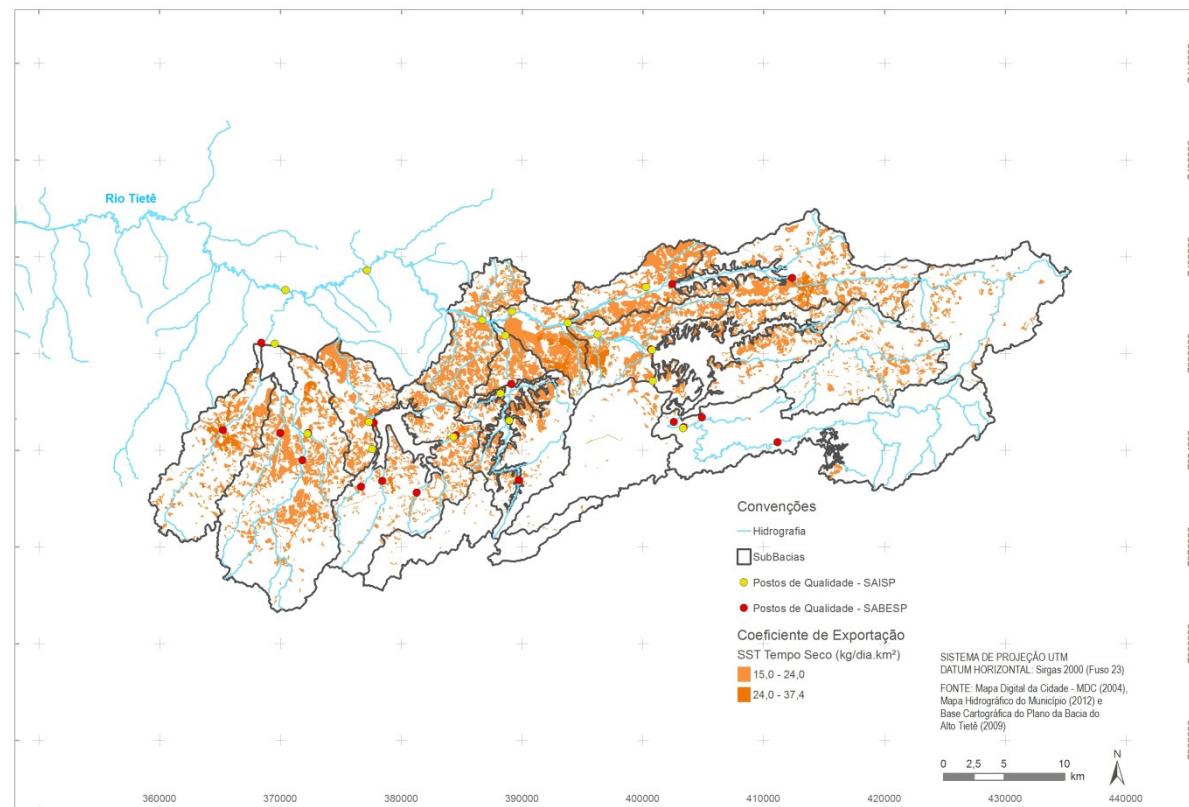


Coefficiente de exportação de sólido suspenso total para tempo seco

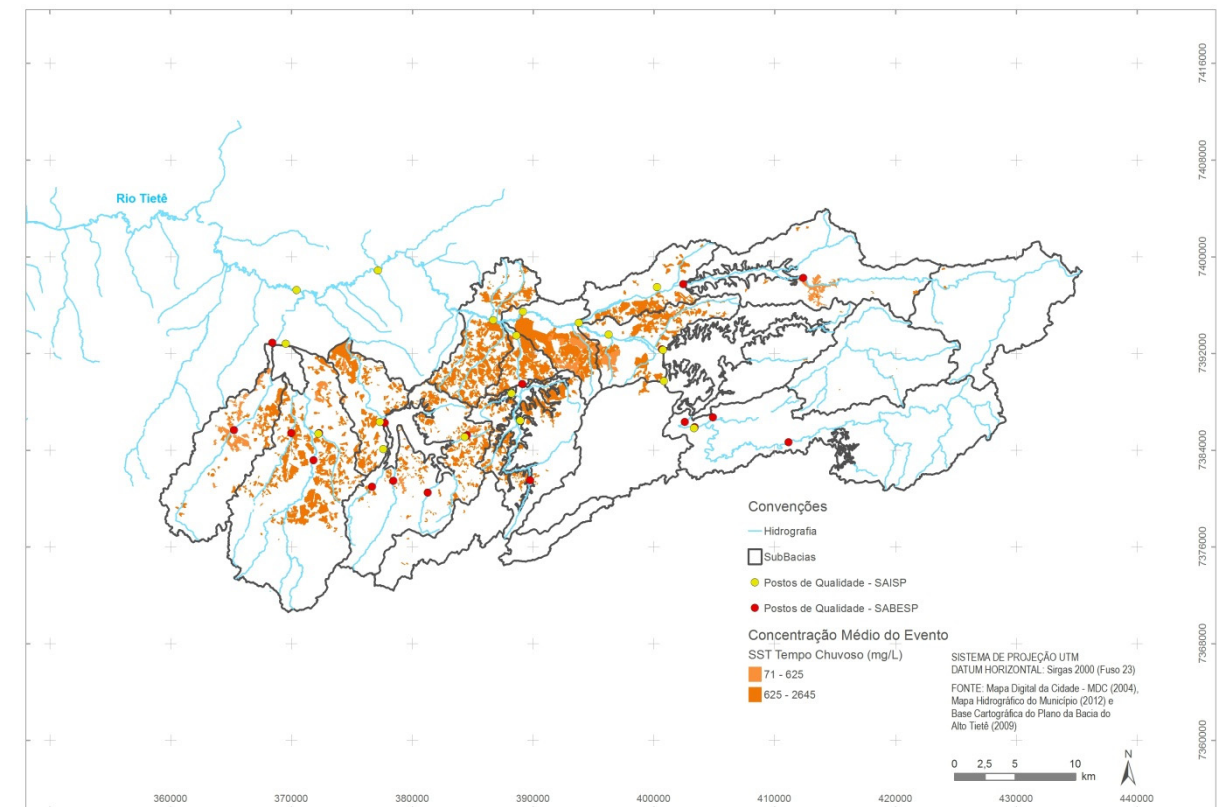
Sólido Suspenso Total - Tempo chuvoso



Concentração Média do Evento de sólido suspenso total para tempo chuvoso



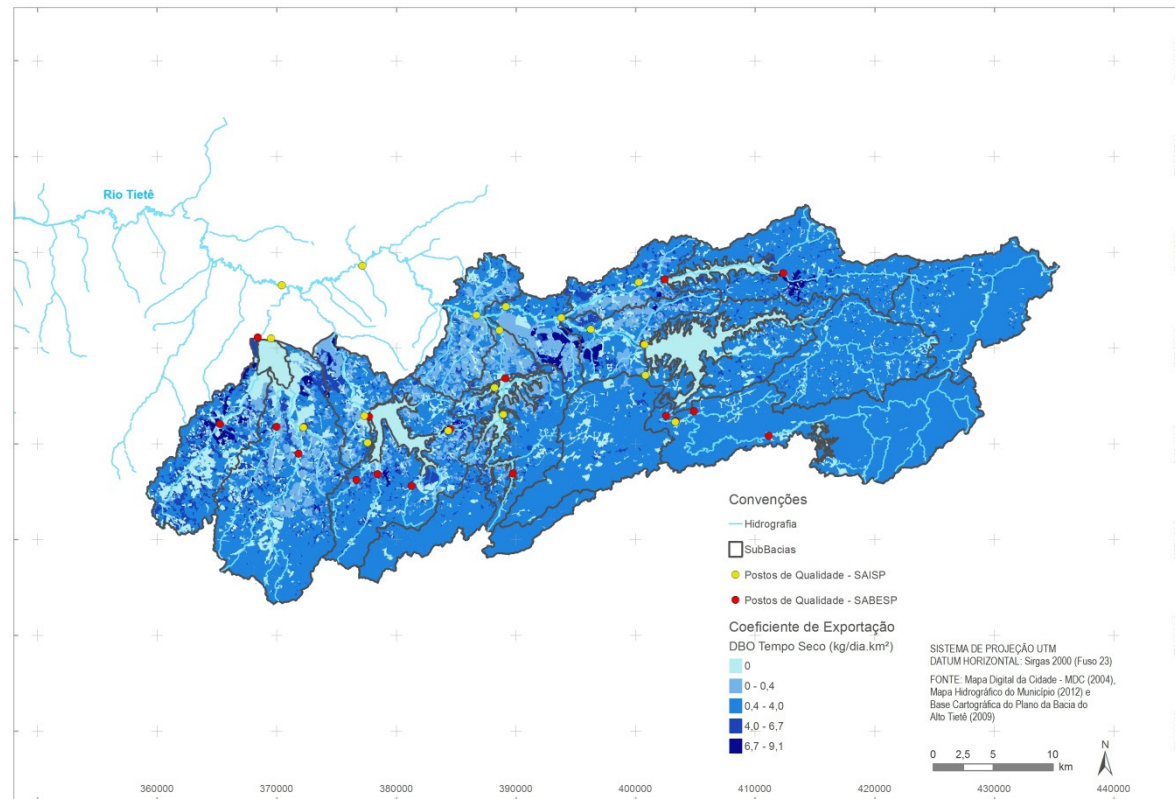
Valores máximos do coeficiente de exportação de sólido suspenso total para tempo seco



Valores máximos de Concentração Média do Evento de sólido suspenso total para tempo chuvoso

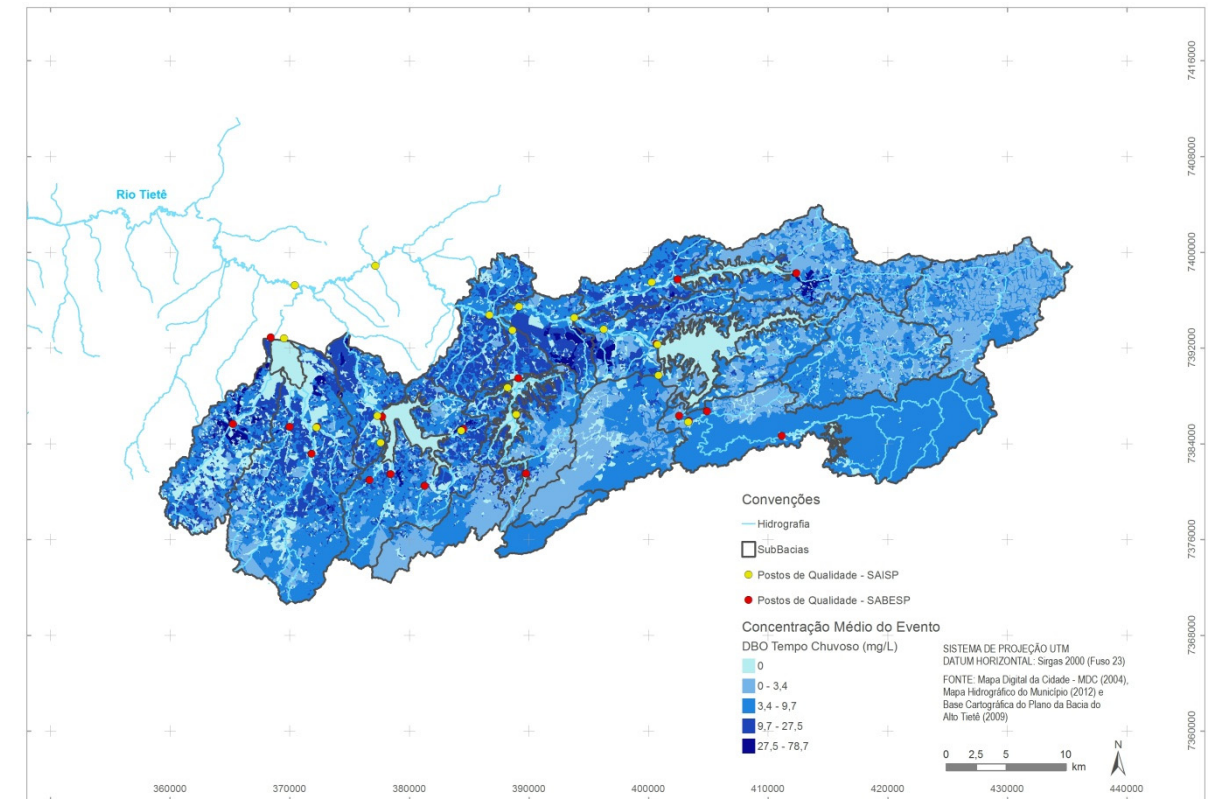
Figura 9.2-3 – Coeficientes de exportação de carga e Concentração Média do Evento para Sólidos Suspensos Totais

Demanda Bioquímica de Oxigênio - Tempo seco

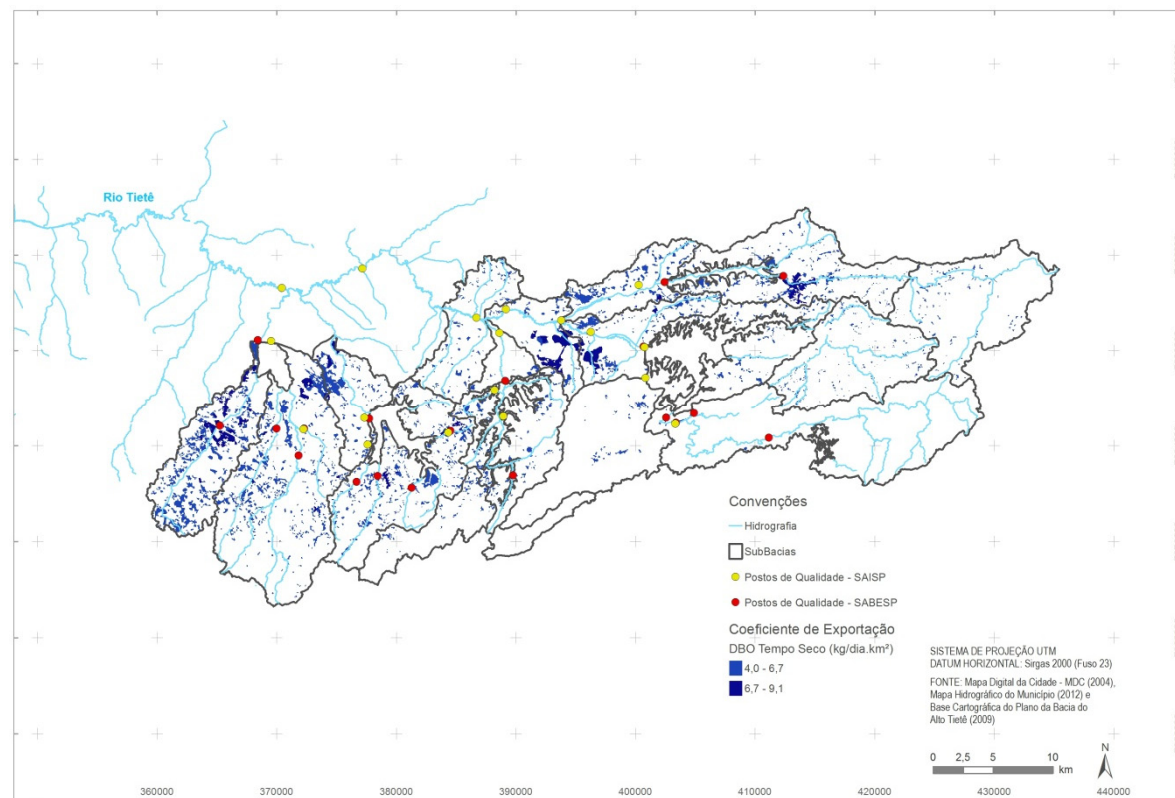


Coefficiente de exportação de demanda bioquímica de oxigênio para tempo seco

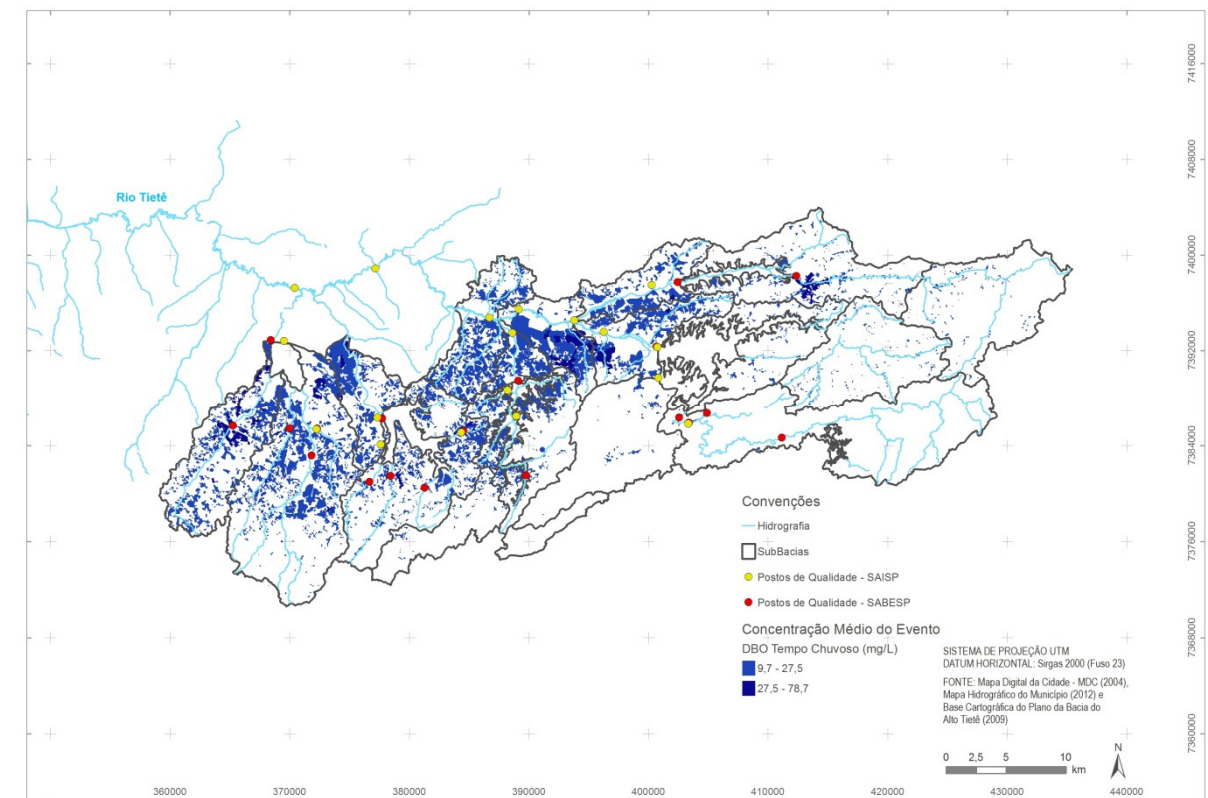
Demanda Bioquímica de Oxigênio - Tempo chuvoso



Concentração Média do Evento de demanda bioquímica de oxigênio para tempo chuvoso



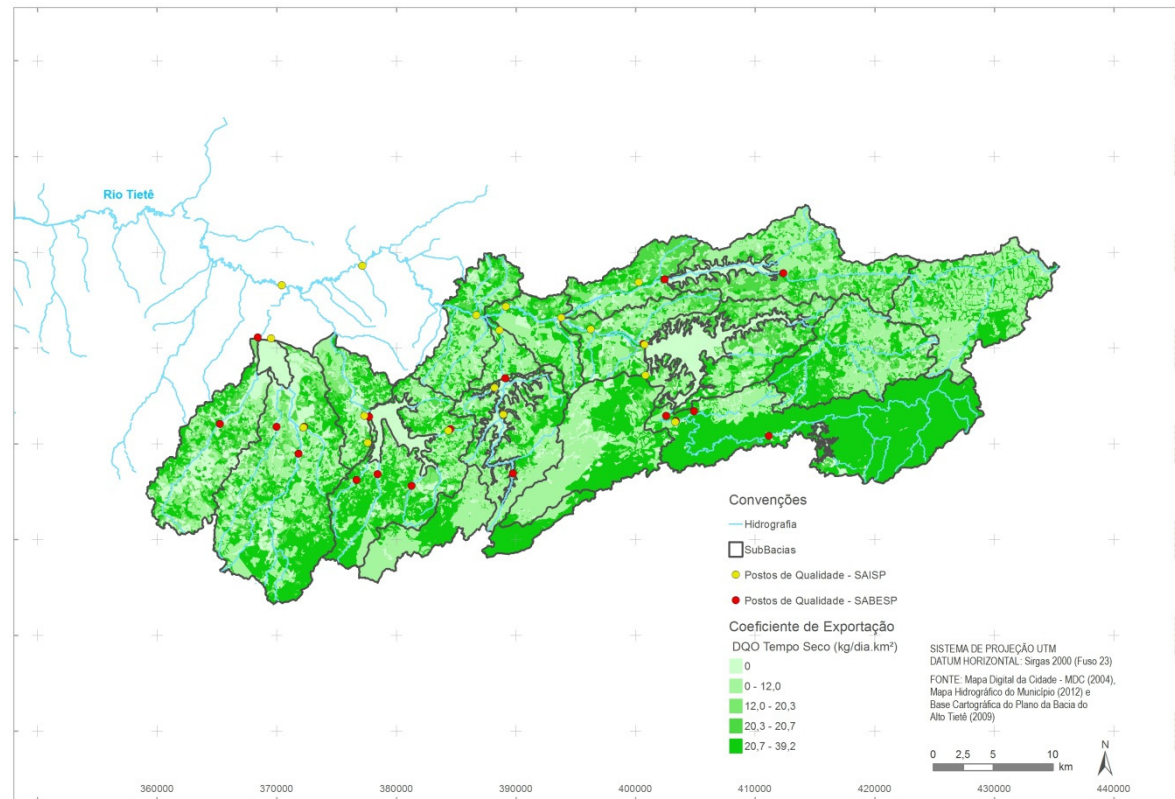
Valores máximos do coeficiente de exportação de demanda bioquímica de oxigênio para tempo seco



Valores máximos de Concentração Média do Evento de demanda bioquímica de oxigênio para tempo chuvoso

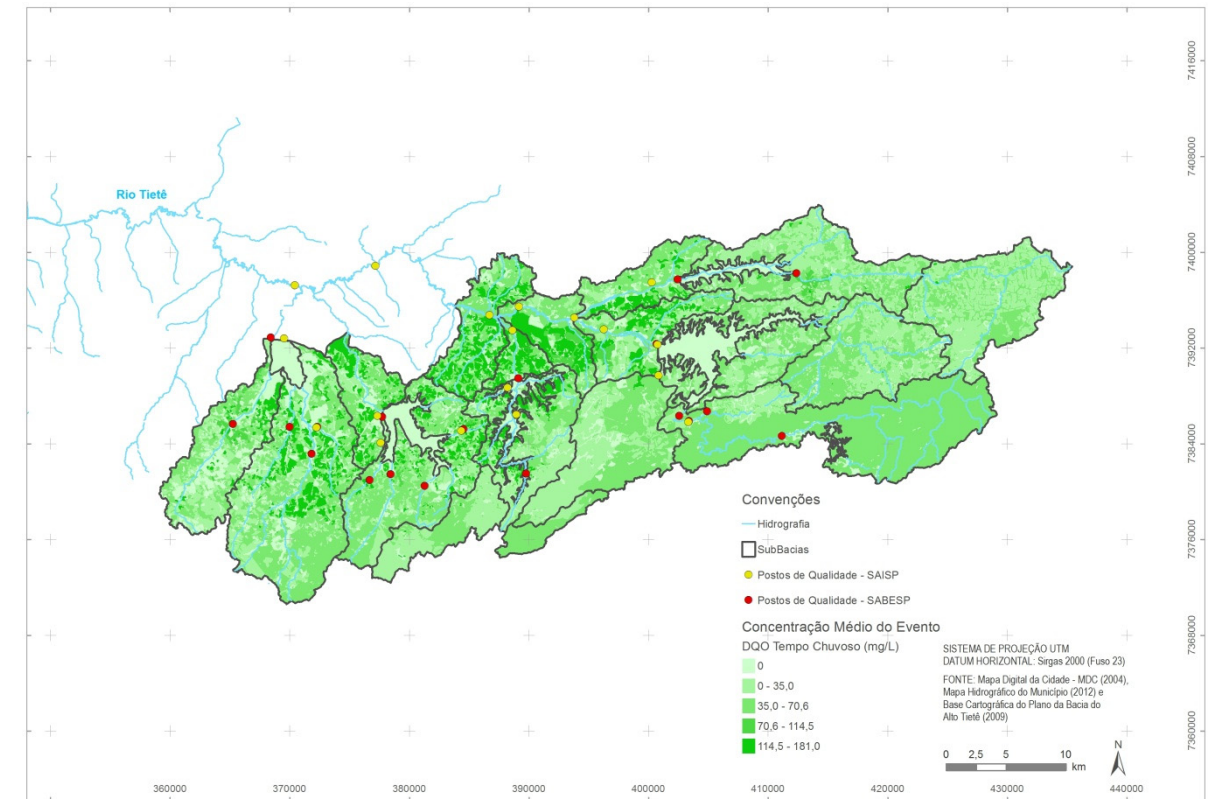
Figura 9.2-4 – Coeficientes de exportação de carga e Concentração Média do Evento para DBO

Demanda Química de Oxigênio - Tempo seco

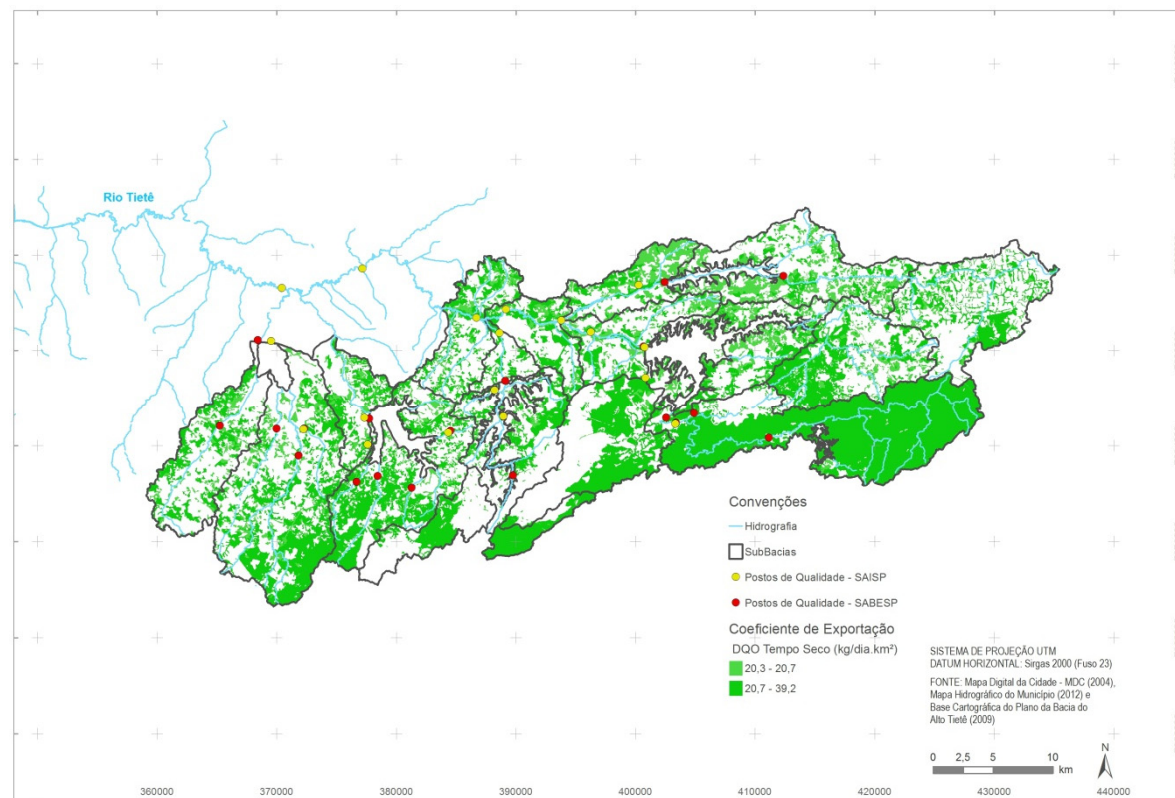


Coefficiente de exportação de demanda química de oxigênio para tempo seco

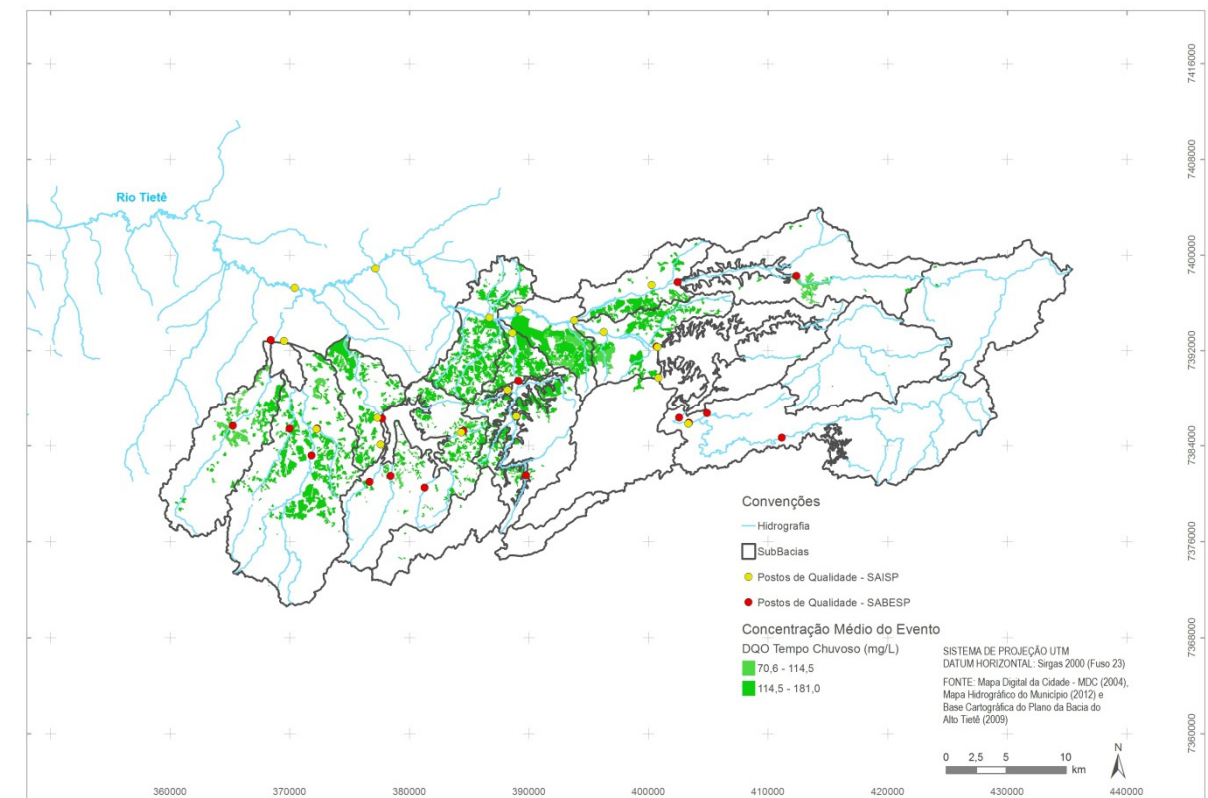
Demanda Química de Oxigênio - Tempo chuvoso



Concentração Média do Evento de demanda química de oxigênio para tempo chuvoso



Valores máximos do coeficiente de exportação de demanda química de oxigênio para tempo seco



Valores máximos de Concentração Média do Evento de demanda química de oxigênio para tempo chuvoso

Figura 9.2-5 – Coeficientes de exportação de carga e Concentração Média do Evento para DQO

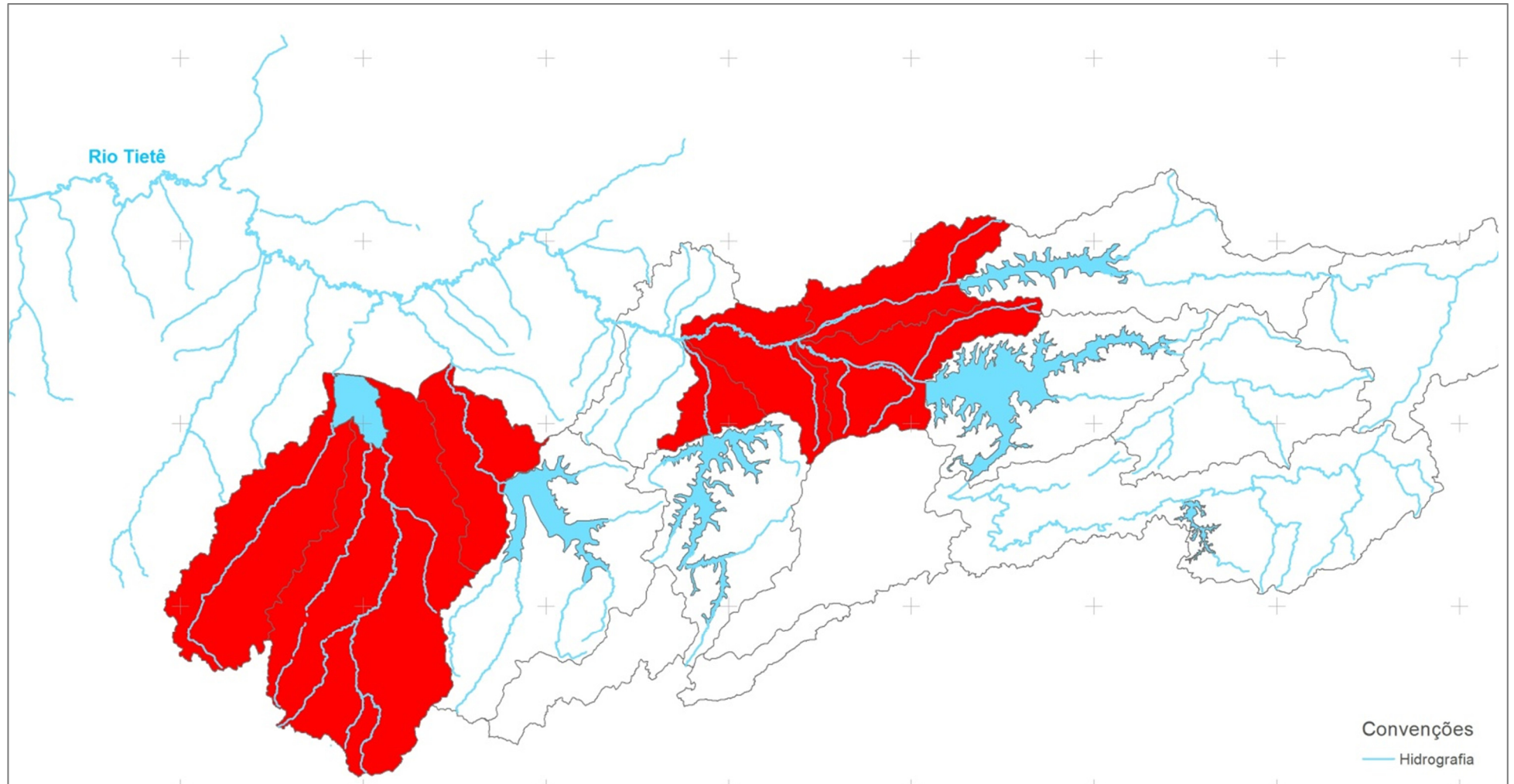


Figura 9.2-6 – Proposta de Sub-bacias para Implantação de Medidas de Controle de Carga

9.3 Pontos de Monitoramento Propostos

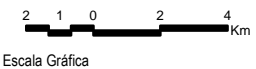
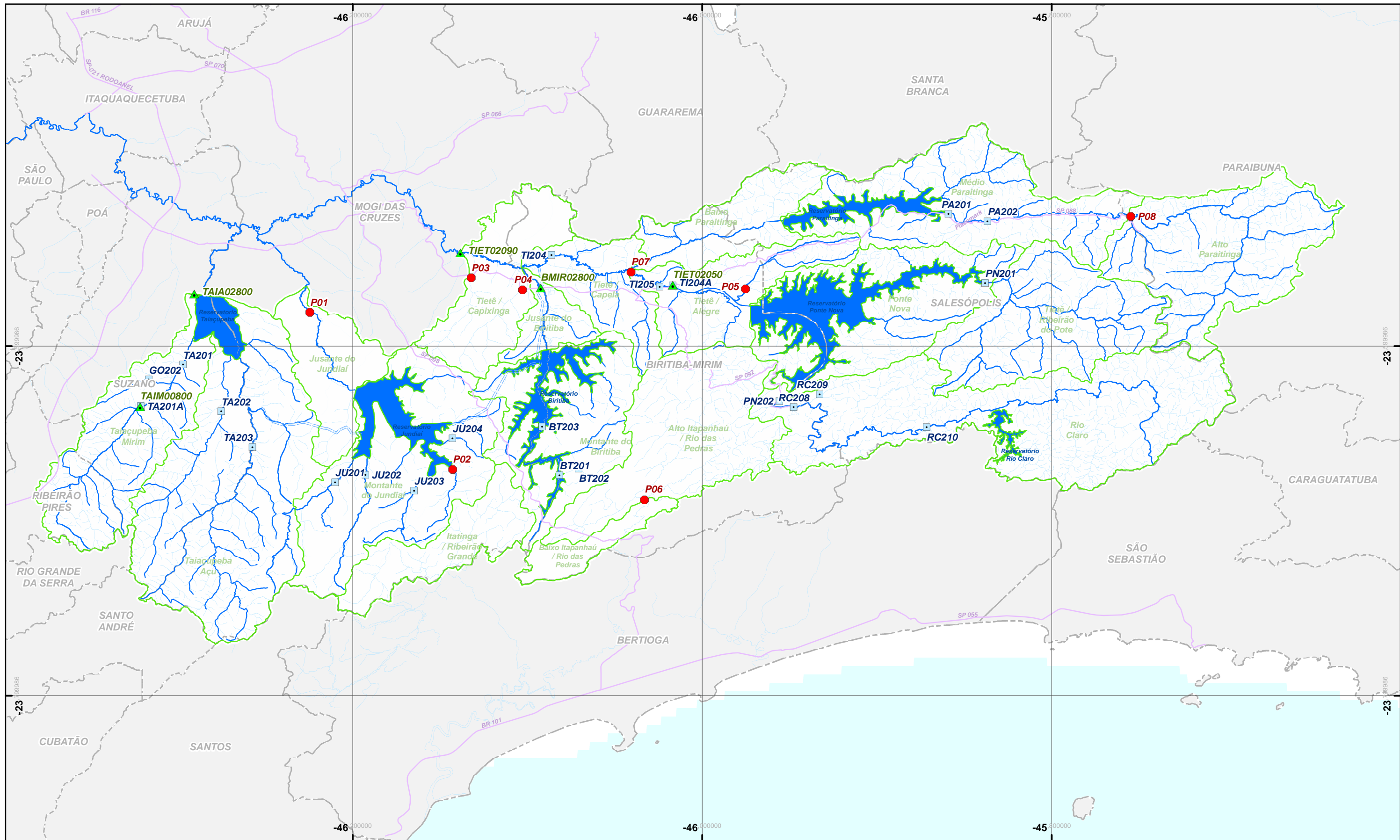
A Tabela 9.3-1 apresenta o resumo da análise realizada para cada sub-bacia do SPAT e a indicação dos pontos sugeridos para complementar a sistema de monitoramento da qualidade de água. A localização dos pontos sugeridos é apresentada na Tabela 9.3-2 e na Figura 9.3-1.

Tabela 9.3-1 – Análise da Necessidade de Monitoramento nas Sub-bacias da APRM-ATC

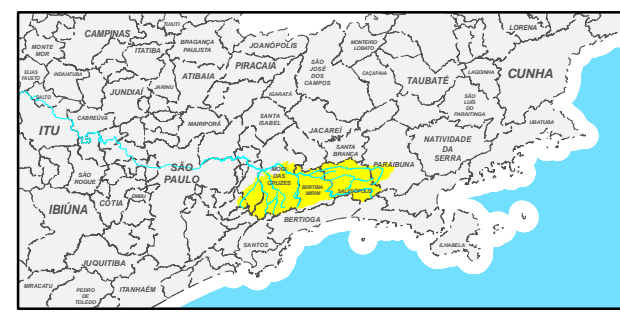
SUB-BACIA		Considerações
1	Taiapuêba Mirim	Duas sub-bacias com maior carga gerada, porém possuem pontos de monitoramento nos três principais tributários do reservatório; suficiente
2	Taiapuêba Açú	
3	Jusante Res. Jundiáí	Sub-bacia com ocupação rural urbana e sem monitoramento; sugerido ponto no Rio Jundiáí, próximo da foz (P01)
4	Res. Jundiáí	Sub-bacia conta com monitoramento em três dos quatro tributários de maior porte; é conveniente a inclusão do afluente não monitorado, porém, não há acesso, até o presente, a algum ponto próximo da foz que viabilize monitoramento sistemático; assim, um novo ponto nessa bacia fica indicado como necessário, porém, a ser implantado quando houver acesso permanente e seguro (P02)
5	Tietê/Capixinga	Sub-bacia com intensa atividade agrícola, com ponto de monitoramento CETESB no exutório; há dois tributários da margem esquerda do rio Tietê que se recomenda monitorar (P03 e P04)
6	Tietê/Capela	Sub-bacia com ponto de monitoramento da SABESP no Rio Tietê; suficiente
7	Jusante Res. Biritiba	Sub-bacia com ponto de monitoramento da CETESB no Rio Biritiba, próximo da foz; suficiente
8	Res. Biritiba	Sub-bacia onde são monitorados pela SABESP os afluentes com maior ocupação antrópica; suficiente
9	Itatinga/Rib. Grande	Sub-bacia de ocupação antrópica ausente e de difícil acesso ao exutório; não há aproveitamento de recursos hídricos; monitoramento ainda não necessário
10	Tietê/Alegre	Sub-bacia que abriga a área urbana de Biritiba Mirim, há três pontos de monitoramento (2 da SABESP e 1 da CETESB) que abrangem a parte mais significativa das cargas geradas; há um afluente da margem direita do Rio Tietê, cuja bacia é predominantemente agrícola que se recomenda monitorar (P05)
11	Itapanháú/ Rio das Pedras	Sub-bacia de ocupação antrópica ausente, aproveitamento planejado, para reversão ao Res. Biritiba; ponto recomendado na futura captação (P06)
12	Baixo Paraitinga	Sub-bacia de ocupação agrícola; recomenda-se monitorar um ponto próximo do exutório (P07);
13	Res. Paraitinga	Sub-bacia que abriga a sede de Salesópolis; há um ponto de monitoramento da SABESP a montante do reservatório (PA201); suficiente
14	Res. Ponte Nova	Sub-bacia sem ocupação antrópica; pontos de monitoramento da SABESP nos afluentes (PN201 e PN202) são suficientes
15	Tietê/Rib. do Pote	Sub-bacia sem ocupação antrópica e um ponto de monitoramento da SABESP no exutório (PN201); suficiente
16	Alto Paraitinga	Sub-bacia sem ocupação antrópica; recomenda-se monitorar no exutório (P08)
17	Rio Claro	Sub-bacia com ocupação antrópica inexistente; pontos de monitoramento existentes são suficientes

Tabela 9.3-2 – Localização dos Pontos de Monitoramento Propostos para a APRM-ATC

SUB-BACIA	CORPO D'ÁGUA / LOCAL	CÓDIGO	LATITUDE S	LONGITUDE W
Jusante Jundiáí	Rio Jundiáí – ponte da Av. Japão – Mogi das Cruzes	P01	375.058	7.391.657
Res. Jundiáí	Afluente da margem direita	P02	383.476	7.381.800
Tietê-Capixinga	Afluente 1 – margem esquerda	P03	384.466	7.393.925
	Afluente 2 – margem esquerda	P04	387.470	7.393.196
Tietê-Alegre	Afluente 3 – margem direita	P05	400.486	7.393.332
Itapanháú/Rio das Pedras	Futura captação	P06	394.682	7.379.963
Baixo Paraitinga	Foz do Rio Paraitinga – Rua Venceslau Brás, Biritiba Mirim	P07	393.800	7.394.367
Alto Paraitinga	Rio Paraitinga- ponte da SP-088	P08	422.964	7.398.090



- Pontos de Monitoramento Propostos
- ▲ Rede CETESB
- Rede SABESP
- Hidrografia Principal
- Interligações
- Vário Principal
- Sub-Bacias MQual
- Reservatórios
- Municípios



Fontes:
IGC-EMPLASA - 2002
CETESB 2016



SECRETARIA DE SANEAMENTO E RECURSOS HÍDRICOS
UNIDADE DE GERENCIAMENTO DE PROGRAMAS

AVALIAÇÃO DE POLUIÇÃO POR FONTES DIFUSAS NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO SPAT
RELATÓRIO FINAL

ASSUNTO **PONTOS DE MONITORAMENTO** FIGURA
APRM-ATC **9.3-1**

ESCALA **1:225.000**
DATA **Março/2016**



10. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os objetivos estabelecidos nos Termos de Referência que orientaram a execução dos serviços foram plenamente atendidos, mesmo com a incertezas inerentes à execução de um escopo de trabalho bastante especializado, incomum no mercado de consultoria e, especialmente, por demandar soluções inovadoras quanto à concepção e organização das campanhas, ao planejamento de cada campanha considerando as flutuações das condições climáticas, à logística necessária para coleta de amostras e transporte aos laboratórios, assim como nos procedimentos de sistematização e tratamento das informações.

As campanhas realizadas, tanto em tempo seco quanto nos eventos de chuva, mostraram comportamentos representativos dos fenômenos de geração de cargas difusas nas diferentes tipologias de uso e ocupação do solo. Os resultados contribuem para o conhecimento do grau de influência de cada tipologia na composição das cargas poluidoras de origem difusa geradas em bacias hidrográficas, permitindo identificar os usos que mais contribuem e as bacias mais críticas quanto à qualidade das águas. Além de resultados qualitativos, produziram-se resultados quantitativos a respeito dos fenômenos envolvidos, atividades humanas e processos naturais que influem na qualidade da água, o que permite maior eficácia no planejamento das ações de controle.

As principais conclusões do estudo são resumidas a seguir:

- As concentrações de poluentes em eventos de chuva são sistematicamente maiores do que as concentrações em tempo seco numa mesma bacia;
- As bacias com maior atividade antrópica são aquelas que geram a maior quantidade de cargas poluidoras específicas, quaisquer que sejam os parâmetros analisados;
- Os volumes de escoamento superficial representaram cerca de 30% do volume total escoado nas bacias monitoradas no período de abril/2015 a março/2016;
- A carga média anual de fósforo total gerada na APRM-ATC, estimada para o período abril/2015 a março/2016, é cerca de 372 kg/dia, sendo 107 kg/dia em tempo seco (29%), e 264 kg/dia em eventos de chuva (71%);
- As sub-bacias que contribuem para o Reservatório Taiapuê (Taiapuê Mirim e Taiapuê Açú) são as que geram maior carga de fósforo total, totalizando 105 kg/dia (28% do total da APRM-ATC);
- A atividade agrícola é a responsável pelo maior aporte de cargas dentre os usos estudados; esta atividade possui uma geração média anual de 206 kg/dia, correspondente a 55% da carga total gerada; as maiores contribuições são geradas nas sub-bacias Taiapuê Açú e Tietê/Capixinga, com valores da ordem de 37 kg/dia; seguidas das sub-bacias Tietê/Capela e Reservatório Biritiba, com valores da ordem de 22 kg/dia.

Esses resultados constituem um aperfeiçoamento no conhecimento disponível sobre a geração de cargas poluidoras em bacias de mananciais de abastecimento de água da Região Metropolitana de São Paulo, processo que se desenvolve desde o início da década de 1990, conduzidos pela Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos - SSRH e pela Secretaria do Meio Ambiente – SMA, com apoio do Banco Mundial.

Neste estudo, o foco principal foi conhecer o comportamento das áreas com atividades agrícolas e áreas com cobertura vegetal (mata natural e reflorestamento), além de ocupação por chácaras e áreas urbanas com características diferenciadas em relação às anteriormente estudadas nas Bacias Guarapiranga e Billings.

Esses resultados permitem que se aperfeiçoem os instrumentos de gestão da APRM-ATC, especialmente a modelagem matemática de qualidade de água e as ações para redução das cargas afluentes aos reservatórios, principalmente quanto à geração de cargas difusas nas atividades agrícolas e à ampliação da infraestrutura sanitária nos núcleos urbanos.

11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASCE – American Society of Civil Engineers. A Guide for Best Management Practice (BMP) Selection in Urban Developed Areas. Reston, VA. 2001.

Baptista, M.; Nascimento, N.; Barraud, S. Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana. 266 pág. Porto Alegre: ABRH. 2005.

CH2M HILL. 2001. Projeto Conceitual de Wetlands para o Rio Iguaçu e Visão Geral da Tecnologia Aplicada. Desenvolvido para a SUDERHSA - Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental.

EPA. Environmental Protection Agency. Manual Constructed Wetlands Treatment of Municipal Wastewaters. 1999.

FABHAT / IPT – Plano de Desenvolvimento e Proteção Ambiental da APRM do Alto Tietê Cabeceiras, São Paulo, 2013.

FABHAT / FUSP -Plano da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, São Paulo, 2009.

KAO et al. 2001. Application of a constructed wetland for non-point source pollution control. Water Science and Technology. Vol 44, nº 11–12, p 585–590.

OLIVEIRA, A. S.; VIDAL, C.M. Caracterização e Avaliação da Potencialidade de Sistemas “Wetland” para o Tratamento do Efluente do Viveiro da Empresa Votorantim Celulose e Papel. In: VI Semana de Estudos da Engenharia Ambiental, Irati, 2008.

SALATI, E. Utilização de sistemas de wetlands construídas para tratamento de águas. Biológico, São Paulo, v. 65 n.1 /2, p 113-116, jan.dez, 2003.

São Paulo (cidade). Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano. Manual de drenagem e manejo de águas pluviais: aspectos tecnológicos; diretrizes para projetos – volume III. São Paulo: SMDU, 2012.

SMA / PRIME ENGENHARIA – *Estimativa de Cargas de Fonte Difusas Afluentes ao Reservatório Guarapiranga*. São Paulo. 1999.

SOUZA et al. Pós-Tratamento de Efluente de Reator UASB Utilizando Sistemas Wetlands. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, vol.4, n.1, p.87-91, 2000. Disponível em: <http://www.agriambi.com.br/revista/v4n1/087.pdf>. Acesso em: 18 de julho de 2011.

SSRH / Consórcio PRIME-ECOLABOR – Monitoramento da Qualidade das Águas das APRMs Billings e Guarapiranga. São Paulo. 2015.

Tucci, C.E.M; Bertoni, J.C. Inundações Urbanas na América do Sul. 156 pág., Porto Alegre: ABRH. 2003.

Consórcio PRIME – FCTH



Av. Vereador José Diniz, 2466
Brooklin, São Paulo SP, 04604-004
55-11-5535-1618



FUNDAÇÃO
CENTRO TECNOLÓGICO
DE HIDRÁULICA

Av. Pedroso de Morais, 1619
Pinheiros, São Paulo - SP, 05419-001
55-11-3031-1431