



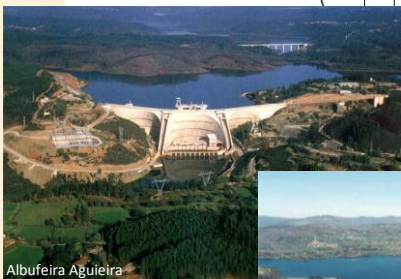
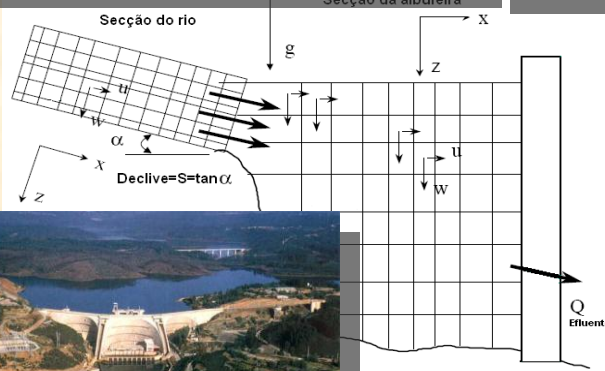
# MODELAÇÃO MATEMÁTICA DA QUALIDADE DA ÁGUA EM ALBUFEIRAS COM PLANOS DE ORDENAMENTO



Albufeira Santa Clara  
Secção da albufeira



Albufeira Castelo do Bode



Albufeira Aguieira



Albufeira Alto Rabagão



Image courtesy of MODIS Rapid Response  
Project at NASA/GSFC - Fogos activos no norte  
e centro do país 24/08/2005



Albufeira Crestuma-Lever

## IV - ALBUFEIRA DE SANTA CLARA





# MODELAÇÃO MATEMÁTICA DA QUALIDADE DA ÁGUA EM ALBUFEIRAS COM PLANOS DE ORDENAMENTO

## IV - ALBUFEIRA DE SANTA CLARA

O trabalho de modelação matemática de qualidade da água da Albufeira de Santa Clara foi desenvolvido no âmbito de uma parceria técnico e científica entre o Instituto da Água, I.P e a Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa.

Este documento deve ser citado do seguinte modo:

INAG, I.P. 2011. *Modelação Matemática da Qualidade da Água em Albufeiras com Planos de Ordenamento – IV – Albufeira de Santa Clara*. Ministério da Agricultura, Mar, Ambiente e Ordenamento do Território. Instituto da Água, I.P.

### **AUTORES:**

PEDRO SANTOS COELHO

MANUEL ALMEIDA

NELSON MATEUS

### **COLABORADORES:**

FELISBINA QUADRADO

MARGARIDA ALMODOVAR

**DEZEMBRO DE 2011**

**MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, MAR, AMBIENTE E ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO**

**EDIÇÃO**

Instituto da Água, I.P.

**COORDENAÇÃO**

Departamento de Ordenamento e Regulação do Domínio Hídrico  
Divisão de Administração das Utilizações

**PRODUÇÃO GRÁFICA, IMPRESSÃO E ACABAMENTO**

Instituto da Água, I.P.

**DEZEMBRO, 2011**

# Nota Introdutória



Dr. Orlando Borges  
Presidente do Instituto da Água, I.P

No âmbito das competências do Instituto da Água, I.P. em assegurar a nível nacional a execução da política no domínio dos recursos hídricos garantindo a sua gestão sustentável, as albufeiras de águas públicas assumem uma importância estratégica, não só pela sua relevância em termos económicos e sociais, mas também pela sua sensibilidade em termos ambientais.

As albufeiras constituem massas de água fortemente modificadas, cujo estado está essencialmente dependente dos usos existentes. A compatibilização destes usos com o atingir do bom potencial ecológico e do bom estado do químico é uma obrigação que assiste a Portugal desde 2000, e que deverá ser atingido até 2015. Os problemas de contaminação, risco de eutrofização e conflitualidade de usos dificultam o atingir deste objectivo tão exigente, expresso na Directiva Quadro da Água e transposto para a Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro.

O planeamento estratégico é assim um dos principais vectores que permite conciliar as diferentes utilizações e definir as medidas necessárias para proteger e melhorar a qualidade da água em geral e em particular destes meios lânticos.

Os Planos de Ordenamento das Albufeiras de Águas Públicas (POAAP), também designados como Planos de Ordenamento das Albufeiras (POA), são planos especiais de ordenamento do território que estabelecem níveis de protecção para o território por eles abrangido, tendo em vista a protecção e valorização dos recursos hídricos na sua área de intervenção, de modo a assegurar a sua utilização sustentável. São instrumentos de gestão do território que vinculam a Administração Pública e os particulares.

A promoção destes Planos, da responsabilidade do INAG, concorre para a melhoria e preservação da qualidade da água da albufeira, estabelecendo regimes de protecção que, em primeira instância, permitem estabelecer medidas tendentes ao controlo das fontes de poluição identificadas na zona terrestre de protecção (500m acima do NPA) e identificar os usos proibidos, condicionados e permitidos no plano de água, tendo a preocupação em salvaguardar os usos principais (abastecimento, rega ou produção de energia) e assegurar o equilíbrio dos ecossistemas aquáticos e ribeirinhos. Os POA são instrumentos que determinam o modo como o território envolvente às albufeiras e as próprias albufeiras podem ser utilizadas considerando a capacidade do meio e dos sistemas que o constituem, promovendo o desenvolvimento das regiões que se inserem, sem

comprometer os recursos em presença e em particular os recursos hídricos. Estes Planos preconizam um modelo de desenvolvimento sustentável para territórios com características únicas, fruto da presença de reservatórios artificiais de água, para os quais se estabelece um patamar de exigências, tanto em termos de medidas como de instrumentos de gestão e de fiscalização.

Assim, cientes das exigências, cada vez mais complexas, a nível da garantia do bom estado nas massas de água fortemente modificadas e para assegurar que as medidas preconizadas nos POA serão conducentes para este objectivo, minimizando os riscos de eutrofização e articulando os diferentes usos, tornou-se evidente a necessidade de desenvolver instrumentos que permitam avaliar, para diferentes cenários de simulação definidos em função das opções dos POA, a evolução da qualidade da água. A utilização de modelos matemáticos foi o caminho escolhido, dado que constituem ferramentas de excelência para suporte à decisão e compreensão do comportamento das massas de água estudadas e para avaliar as estratégias definidas para a sua gestão sustentável.

Dada a especificidade dos estudos a realizar foi promovido uma colaboração científica com a Faculdade de Ciências e Tecnologia, da Universidade Nova de Lisboa atendendo ao seu reconhecido mérito nestas matérias.

A equipa do Departamento de Ciências e Tecnologia, liderada pelo Prof. Pedro Santos Coelho, que integra o Eng.º Manuel Almeida e o Eng.º Nelson Mateus, numa estreita e muito profícua colaboração técnica e científica com a equipa do INAG, constituída pela Arq. Margarida Almodovar e pela Eng.ª Felisbina Quadrado, desenvolveram uma série de estudos, que constituem instrumentos essenciais na gestão das massas de água seleccionadas.

Entre 2003 e 2011 foram desenvolvidos estudos que envolveram cinco albufeiras com POA aprovado, designadamente Castelo do Bode, Aguieira, Santa Clara, Alto Rabagão e Crestuma-Lever, seleccionadas por serem aquelas que, quer pela dimensão do plano de água, quer pela relevância dos usos principais a que estão associadas, desempenham uma função estratégica, aliada ao facto de terem sido identificados factores de pressão sobre a albufeira e zona terrestre envolvente. Assim e sobre a temática “Modelação Matemática da Qualidade da Água em Albufeiras com Planos de Ordenamento” foram desenvolvidos os seguintes Relatórios :

- I. Albufeira de Castelo do Bode.
- II. Albufeira de Castelo do Bode - Impacto da navegação recreativa a motor.
- III. Albufeira da Aguieira.
- IV. Albufeira de Santa Clara.
- V. Efeito de fogos florestais no regime de escoamento e na qualidade da água de rios e albufeiras.
- VI. Albufeira do Alto Rabagão.
- VII. Albufeira de Crestuma-Lever.
- VIII. Incremento dos valores da concentração de fósforo entre 2005 e 2006.

Que pela sua relevância e interesse importa agora partilhar, num momento em que se encerra um ciclo importante da gestão dos recursos hídricos.

Lisboa, Dezembro de 2011.

## ÍNDICE

1 - Introdução .....	3
2 - Principais características da albufeira e da barragem de Santa Clara ...	4
3 - Análise da evolução da qualidade da água na albufeira de Santa Clara .	6
4 - Principais características do modelo CE-QUAL-W2 .....	14
5 - Representação conceptual do sistema a modelar .....	16
6 - Dados necessários ao funcionamento do modelo e estimativa das cargas poluentes afluentes à albufeira de Santa Clara.....	17
6.1 - Dados hidrológicos.....	17
6.2 - Dados meteorológicos.....	17
6.3 - Dados de qualidade da água das afluências ao sistema.....	17
6.4 - Cargas poluentes geradas na área de intervenção do POASC.....	18
6.4.1 -Introdução.....	18
6.4.2 -Habitações isoladas localizadas na área de intervenção do POASC.....	19
6.4.3 - Empreendimentos turísticos localizados na área de intervenção do POASC	22
6.4.4 - Sistemas de tratamento cujas descargas de águas residuais são efectuadas a jusante das secções consideradas para a caracterização das afluências à albufeira de Santa Clara.....	24
6.4.5 - Actividades industriais cujas descargas de águas residuais são efectuadas a jusante das secções consideradas para a caracterização das afluências à albufeira de Santa Clara.....	26
6.4.6 -Carga difusa de origem agrícola e florestal.....	35
7 - Calibração do modelo CE-QUAL-W2 .....	41
7.1 - Introdução.....	41
7.2 - Condições iniciais de simulação .....	41
7.3 - Verificação do balanço de volumes .....	42
7.4 - Resultados obtidos no processo de calibração .....	43
7.4.1 -Introdução.....	43
7.4.2 -Temperatura.....	43
7.4.3 -Oxigénio dissolvido.....	45
7.4.4 -Carência bioquímica de oxigénio .....	46
7.4.5 -Nitratos e nitritos .....	47
7.4.6 -Azoto amoniacal.....	48
7.4.7 -Ortofosfatos.....	49
7.4.8 -Clorofila-a .....	50
7.4.9 -pH .....	50

---

7.4.10 - Coliformes totais .....	51
7.4.11 - Coliformes fecais .....	53
8 - Cenários de simulação .....	54
8.1 - Introdução .....	54
8.2 - Definição dos cenários de simulação .....	54
8.3 - Integração dos cenários de simulação .....	56
9 - Resultados obtidos .....	84
9.1 - Introdução .....	84
9.2 - Cenário 1 / Cenário 1A .....	84
9.3 - Cenário 2 .....	86
9.4 - Cenário 3 .....	92
9.5 - Cenário 4 .....	94
9.6 - Cenário 5 .....	97
9.7 - Cenário 6 .....	100
9.8 - Cenário 7 .....	103
9.9 - Cenário 8 .....	106
10 - Conclusões .....	110
11 - Bibliografia .....	111



## 1. INTRODUÇÃO

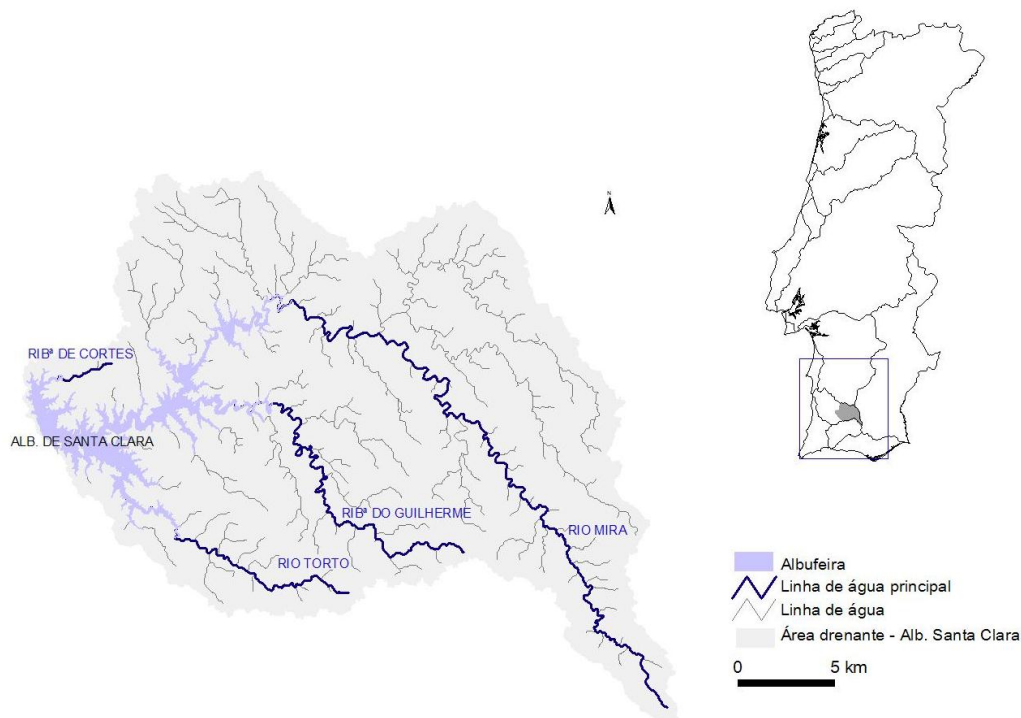
O Instituto da Água (INAG) e o Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa (DCEA/FCT/UNL), no âmbito da colaboração técnico-científica na área da simulação matemática da qualidade da água foi aplicado e calibrado aplicação e calibração do modelo bidimensional de simulação matemática da hidrodinâmica e da qualidade da água CE-QUAL-W2 à albufeira de Santa Clara, em 2007, considerando o desenvolvimento de cenários de simulação integrando as opções do correspondente Plano de Ordenamento.

No presente documento é apresentada a totalidade dos elementos inerentes ao trabalho realizado e o presente relatório adopta uma estrutura que, para além da presente Introdução, assenta na apresentação dos seguintes elementos:

- ◆ Descrição das principais características do modelo CE-QUAL-W2;
- ◆ Dados necessários ao funcionamento do modelo;
- ◆ Estimativa das cargas poluentes afluentes à albufeira de Santa Clara;
- ◆ Calibração do modelo CE-QUAL-W2;
- ◆ Definição de cenários de simulação;
- ◆ Conclusões.

## 2. PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DA ALBUFEIRA E DA BARRAGEM DE SANTA CLARA

A barragem de Santa Clara localiza-se no rio Mira, freguesia de Santa Clara-a-Velha, concelho de Odemira e distrito de Beja (Figura 1). A albufeira de Santa Clara inunda uma área que engloba território pertencente aos concelhos de Odemira e de Ourique.



**Figura 1.** Albufeira de Santa Clara: localização e área drenante

O rio Mira nasce na zona sul do concelho de Almodôvar, na serra do Caldeirão a uma altitude de 560 m. Os seus principais afluentes são a ribeira do Guilherme e o Rio Torto, localizados na margem esquerda, e que, em conjunto, drenam aproximadamente 30% da área da bacia hidrográfica dominada pela secção da barragem de Santa Clara.

A área da bacia hidrográfica drenante para a albufeira de Santa Clara é de aproximadamente 522 km<sup>2</sup>, distribuídos pelos concelhos de Odemira, Ourique e Almodôvar. A área inundada à cota do NPA (nível de pleno armazenamento), 130 m, é de aproximadamente 1 986 ha e a capacidade total de armazenamento é de 485 hm<sup>3</sup>. O NMC (nível de máxima cheia) está à cota de 132 m e o Nme (nível mínimo de exploração) é de 114.75 m.

Os usos principais da albufeira são o abastecimento de água às populações, à indústria e à agricultura, nomeadamente para a Rega do Aproveitamento Hidroagrícola do Mira. A pesca, os banhos e a natação, bem como a navegação recreativa a remo, à vela e a motor, constituem usos secundários.

No Quadro 1, são apresentadas as principais características da barragem de Santa Clara e dos seus órgãos de segurança.

**Quadro 1.** Características da barragem de Santa Clara

<b>CARACTERÍSTICAS DA BARRAGEM</b>
Localização – Distrito de Beja, Concelho de Odemira
Aterro – Terra zonada
Altura acima da fundação – 87 m
Cota do coroamento – 135 m
Desenvolvimento do coroamento – 428 m
Fundação – Pórfiros, xistos e grauvaques
Volume de betão – 365 x 1000 m <sup>3</sup>
<b>CARACTERÍSTICAS DOS DESCARREGADORES DE CHEIA</b>
Número – Um
Localização – Margem esquerda
Tipo de descarregador – Poço vertical ou inclinado
Cota da crista da soleira – 130 m
Desenvolvimento da soleira – 28.3 m
Caudal máximo descarregado – 208 m <sup>3</sup> /s
Dissipação de energia – Ressalto
<b>CARACTERÍSTICAS DO DESCARREGADOR DE FUNDO</b>
Numero – Um
Localização – Margem esquerda
Tipo – Túnel escavado na rocha
Diâmetro da conduta – 1,5 m
Caudal máximo – 180 m <sup>3</sup> /s
Controlo a montante – Uma comporta de lagartas
Controlo a jusante – Duas comportas corrediças
Dissipação de energia – Ressalto

Fonte: Sítio da Comissão Nacional Portuguesa das Grandes Barragens – <http://cnpgb.inag.pt/>

### 3. ANÁLISE DA EVOLUÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA NA ALBUFEIRA DE SANTA CLARA

Os dados de qualidade utilizados na análise realizada foram obtidos através do Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos (SNIRH), considerando a única estação de qualidade da água existente na albufeira - Alb. de Santa Clara (28G/03).

O período temporal analisado, 15 anos (1991 – 2006), permitiu avaliar a tendência evolutiva da qualidade da água da albufeira, considerando os critérios de qualidade para a produção de água para consumo humano, uso balnear e para águas destinadas à rega, que constam do Decreto-Lei n.º 236/98 de 1 de Agosto, que regula a qualidade das águas doces superficiais para diferentes usos.

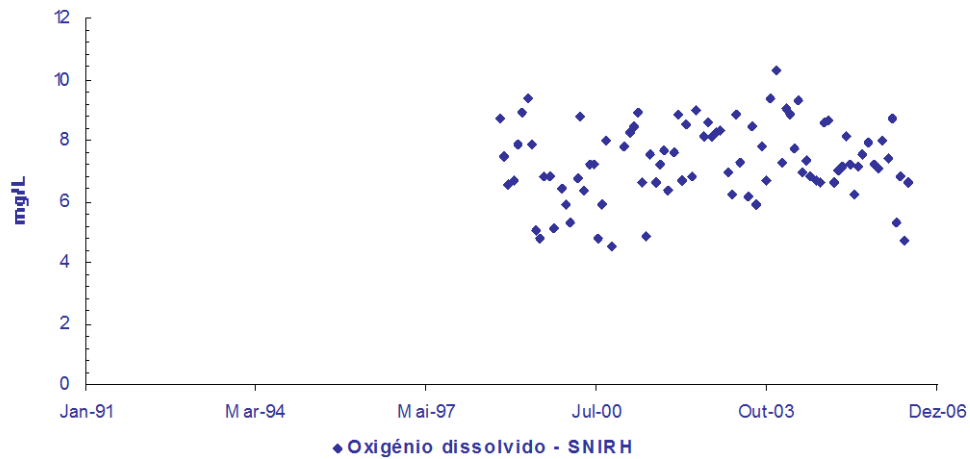
A avaliação do estado trófico da albufeira foi realizada comparando os valores médios da concentração de oxigénio dissolvido (OD), clorofila-a e fósforo total (P<sub>total</sub>) com a classificação do estado trófico das massas de água doce superficiais estabelecida pelo INAG (Quadro 2).

Quadro 2. Grelha de classificação do estado trófico em albufeiras (INAG)

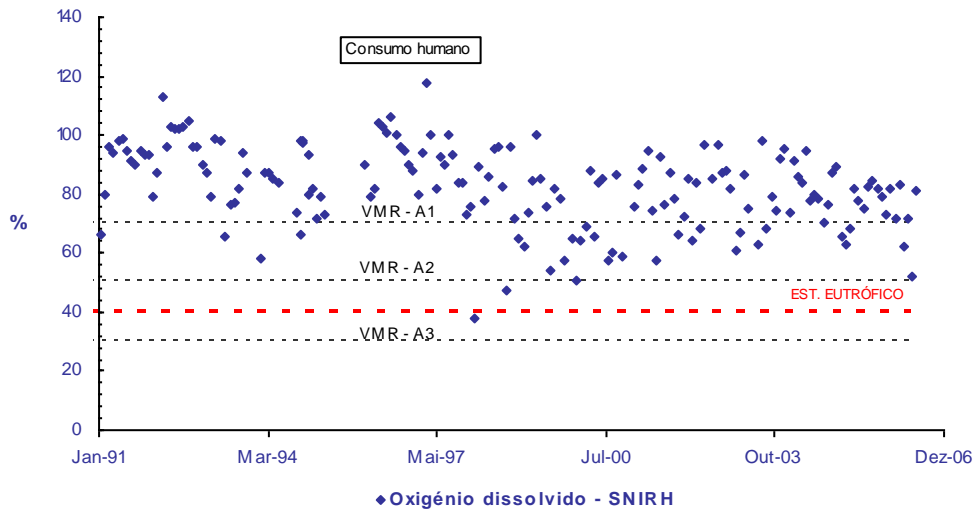
Parâmetro	OLIGOTRÓFICO	MESOTRÓFICO	EUTRÓFICO
Fósforo Total (mg P/m <sup>3</sup> )	< 10	10 - 35	> 35
Clorofila-a (mg/m <sup>3</sup> )	< 2.5	2.5 - 10	> 10
OD %	-	-	< 40

Nas Figuras 2 a 14 podem observar-se os valores da concentração, à superfície, dos parâmetros descritores da qualidade da água considerados na análise realizada, para o período temporal seleccionado.

A análise da Figura 2 permite verificar que os valores da concentração de oxigénio dissolvido (OD) mantêm o mesmo padrão ao longo do período temporal analisado, para o qual existem dados disponíveis. Na Figura 3, pode observar-se que, em média, os valores da concentração de OD, expressos em termos de percentagem de saturação, são superiores ao VMR (valor máximo recomendado), para a classe A1, e ao valor que limita a classificação do estado eutrófico para este parâmetro.



**Figura 2.** Evolução da concentração de OD na albufeira de Santa Clara à superfície



**Figura 3.** Evolução da concentração de OD expressa em percentagem de saturação na albufeira de Santa Clara à superfície

Os valores da concentração da carência bioquímica de oxigénio ao fim de 5 dias (CBO5) são, em média, inferiores ao VMR da classe A1 (Figura 4). No entanto, pode observar-se que ao longo do período de tempo avaliado existem valores de concentração relativamente elevados, indicadores de situações pontuais de poluição.

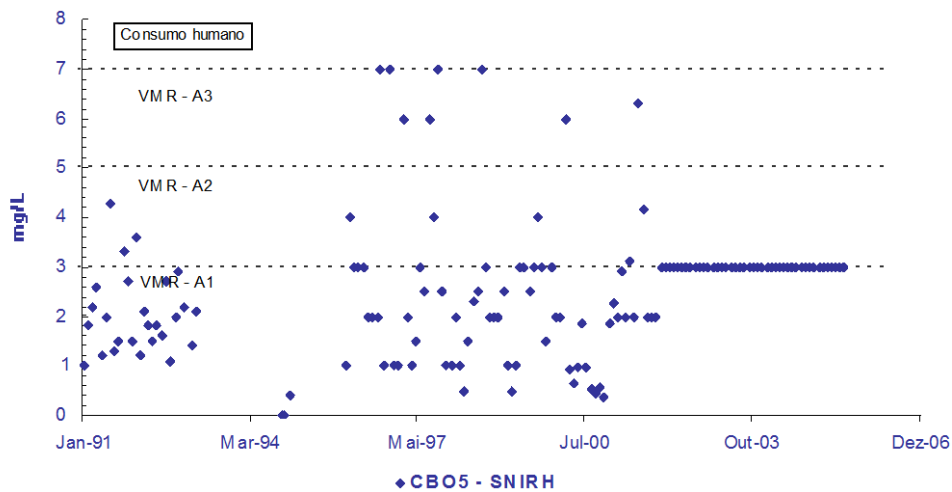


Figura 4. Evolução da concentração da CBO<sub>5</sub> na albufeira de Santa Clara à superfície

Na Figura 5, pode observar-se que os valores da concentração de clorofila<sub>a</sub> indicam que a albufeira se encontra no limite entre o estado oligotrófico e o estado mesotrófico, se se considerasse para essa classificação exclusivamente esse parâmetro. Verifica-se, também, que os valores mais elevados deste parâmetro ocorreram entre Março de 1999 e Fevereiro de 2000, tendo-se registado um máximo de 8 µg/L em Agosto de 1999.

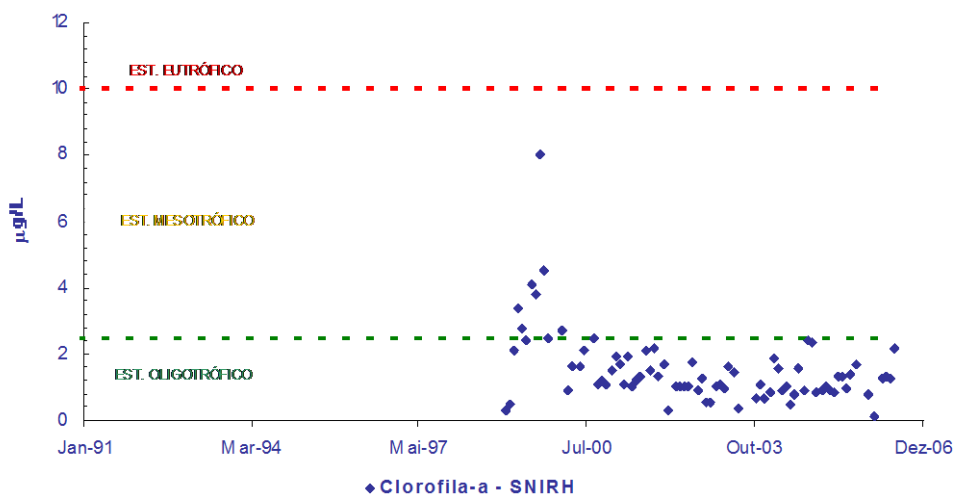
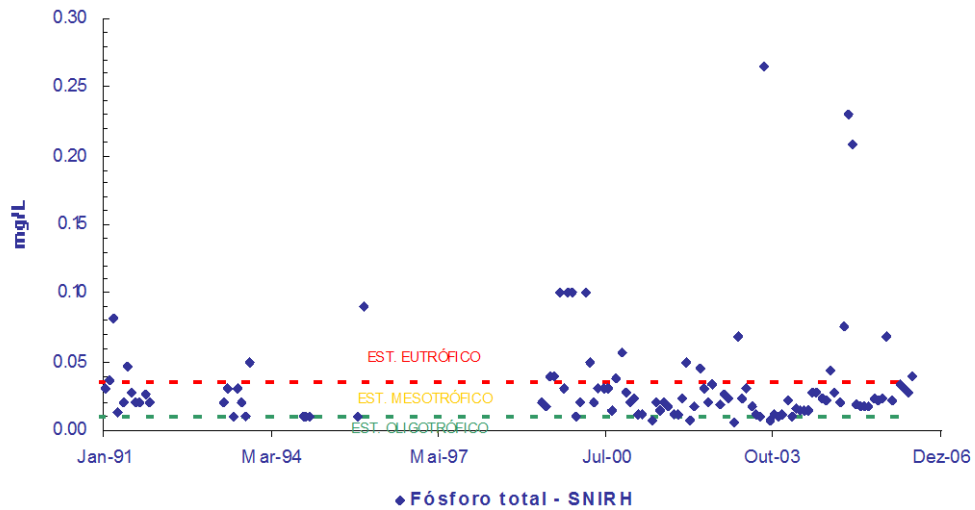


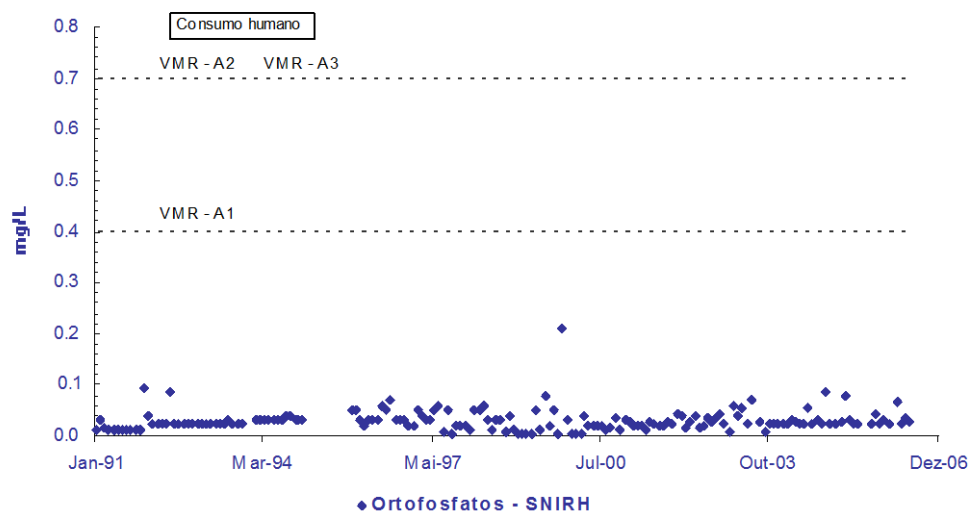
Figura 5. Evolução da concentração de clorofila<sub>a</sub> na albufeira de Santa Clara à superfície

Relativamente aos valores da concentração de fósforo total (P<sub>total</sub>) (Figura 6), verifica-se que, em média, estes estão entre os valores que classificam o estado oligotrófico e o estado mesotrófico. No entanto, pode também verificar-se a existência de alguns valores de P<sub>total</sub> muito superiores ao valor limite considerado para o estado eutrófico.

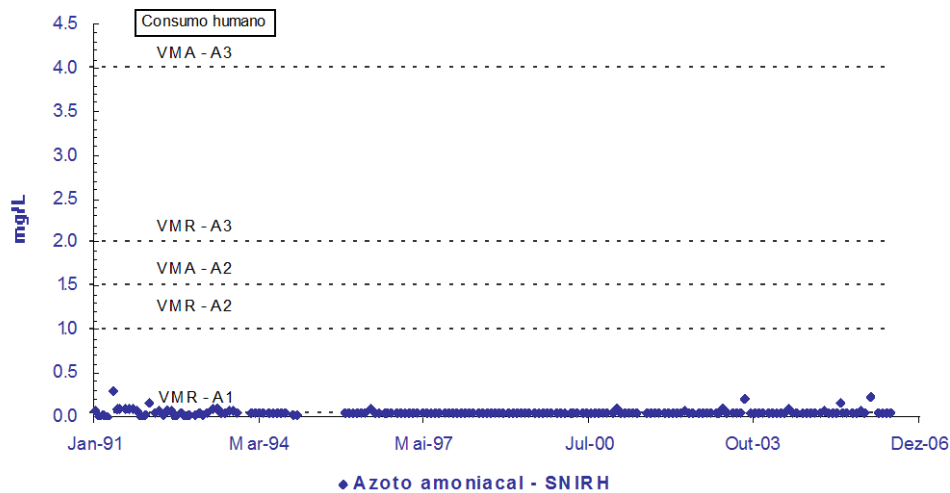


**Figura 6.** Evolução da concentração de  $P_{total}$  na albufeira de Santa Clara à superfície

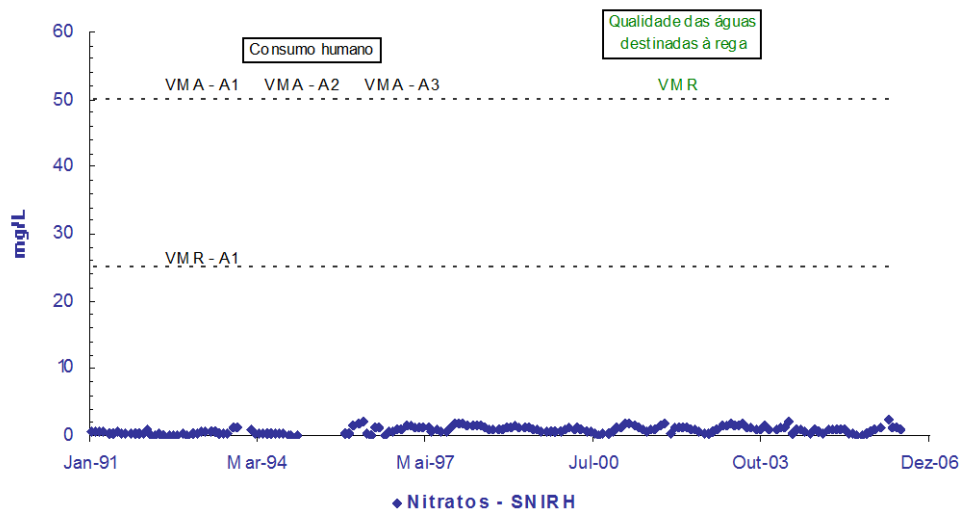
A análise das Figuras 7 a 9, permite verificar que, na grande maioria dos casos, os valores da concentração de ortofosfatos ( $PO_4$ ) de azoto amoniacal ( $NH_4$ ) e de nitratos ( $NO_3$ ), são inferiores ao VMR da classe A1, para águas destinadas ao consumo humano, verificando-se algumas exceções no caso do  $NH_4$ . Na Figura 9 pode também observar-se que os valores da concentração de  $NO_3$  são inferiores ao VMR relativo à qualidade das águas destinadas à rega.



**Figura 7.** Evolução da concentração de ortofosfatos na albufeira de Santa Clara à superfície



**Figura 8.** Evolução da concentração de azoto amoniacal na albufeira de Santa Clara à superfície

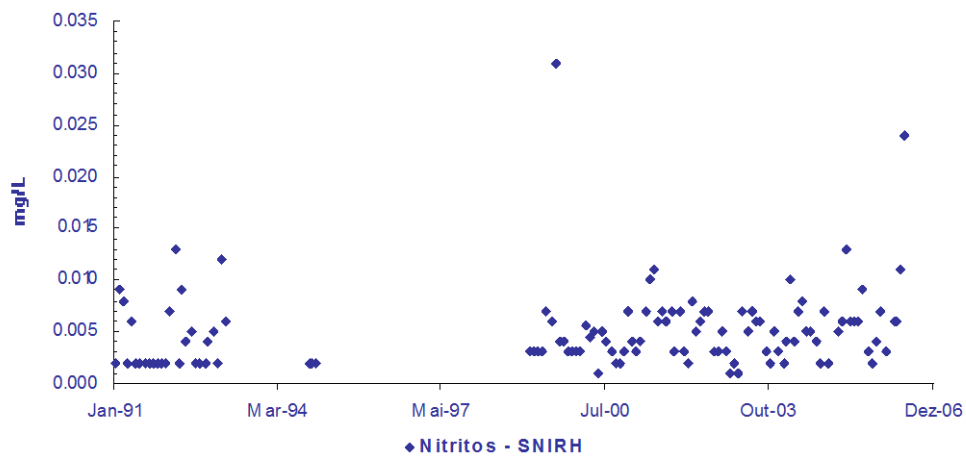


**Figura 9.** Evolução da concentração de nitratos na albufeira de Santa Clara à superfície

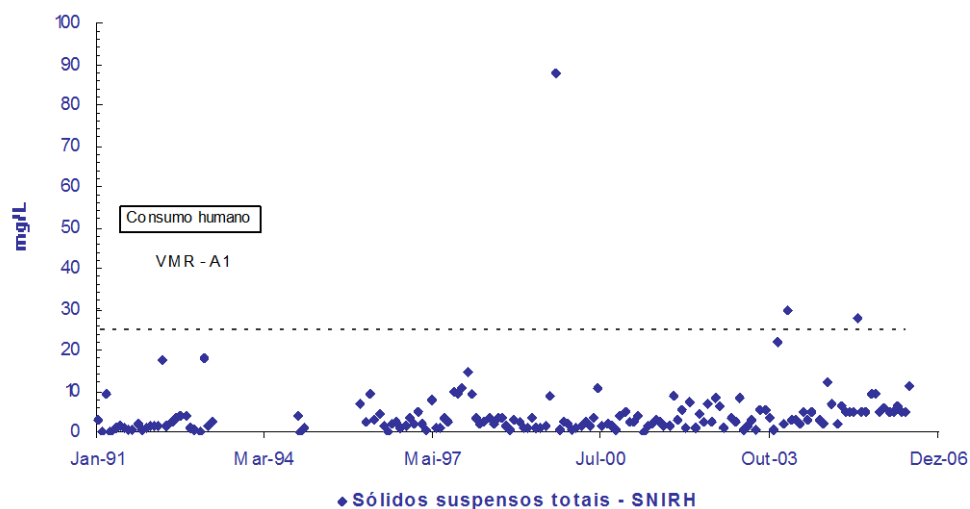
Os valores da concentração de nitritos ( $\text{NO}_2$ ), (Figura 10), indicam que ao longo do período de tempo analisado se manteve um padrão relativamente baixo da concentração deste parâmetro.

Avaliou-se a possibilidade de existir uma relação entre a evolução temporal da concentração de clorofila-a e os valores da concentração de nutrientes ( $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}_3$ ,  $\text{NH}_4$ ,  $\text{PO}_4$ , e  $\text{P}_{\text{total}}$ ). No entanto, não foi possível identificar um padrão que evidenciasse qualquer interacção directa e quantificável entre a produção de biomassa algal e o consumo de nutrientes.





**Figura 10.** Evolução da concentração de nitritos na albufeira de Santa Clara à superfície. Relativamente aos valores da concentração de sólidos suspensos totais (SST) (Figura 11), verifica-se, pontualmente, a existência de valores de concentração elevados, superiores aos limites estabelecidos para o VMR da classe A1. No entanto, em média, os valores da concentração deste parâmetro são inferiores ao valor limite do VMR da classe A1.



**Figura 11.** Evolução da concentração de SST na albufeira de Santa Clara à superfície. Os valores de pH observados na albufeira de Santa Clara (Figura 12), têm variado ao longo dos anos entre os valores mínimo e máximo de 6.8 e 8.7, respectivamente. Os valores de pH encontram-se dentro dos limites estabelecidos para o VMR da classe A1 para águas destinadas ao consumo humano, e para o VMR relativo à qualidade das águas destinadas à rega.

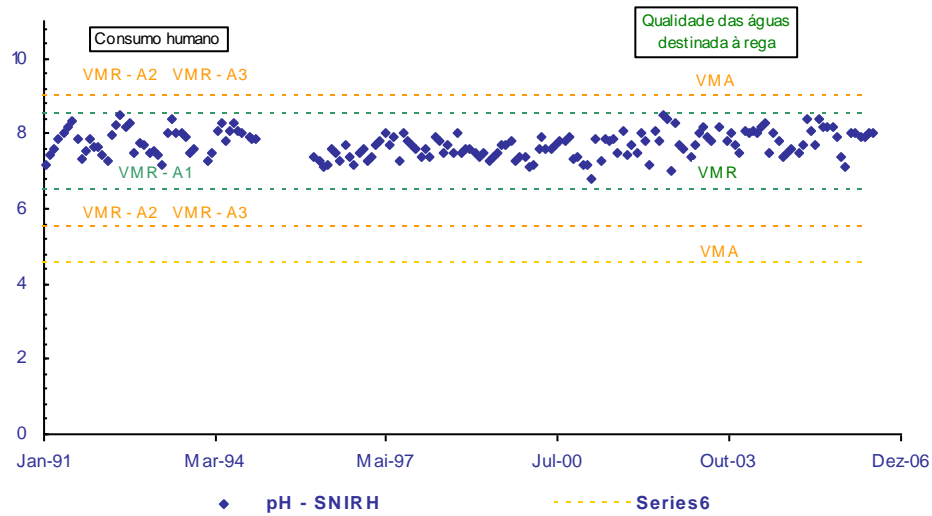


Figura 12. Evolução do pH na albufeira de Santa Clara à superfície

A análise dos valores da concentração de coliformes fecais e totais foi desenvolvida considerando os limites de qualidade referentes ao uso balnear e à qualidade das águas destinadas à rega, consignados no Decreto-Lei n.º236/98, de 1 de Agosto (Figuras 13 e 14). Verifica-se que, para ambos os descritores, todos os valores observados, à excepção de um único caso relativo aos coliformes totais, encontram-se abaixo do valor estabelecido para o VMA (valor máximo admissível). No que se refere à comparação dos resultados de amostragem com o valor definido para o VMR, verificou-se a existência de alguns valores pontuais superiores a este limite, relativamente a cada um dos parâmetros, mas em particular no que se refere aos coliformes totais.

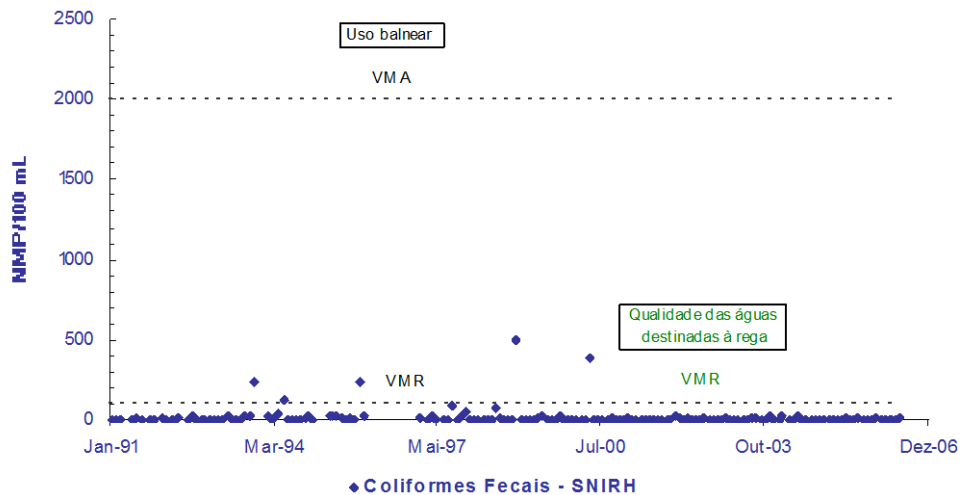


Figura 13. Evolução da concentração de coliformes fecais na albufeira de Santa Clara à superfície

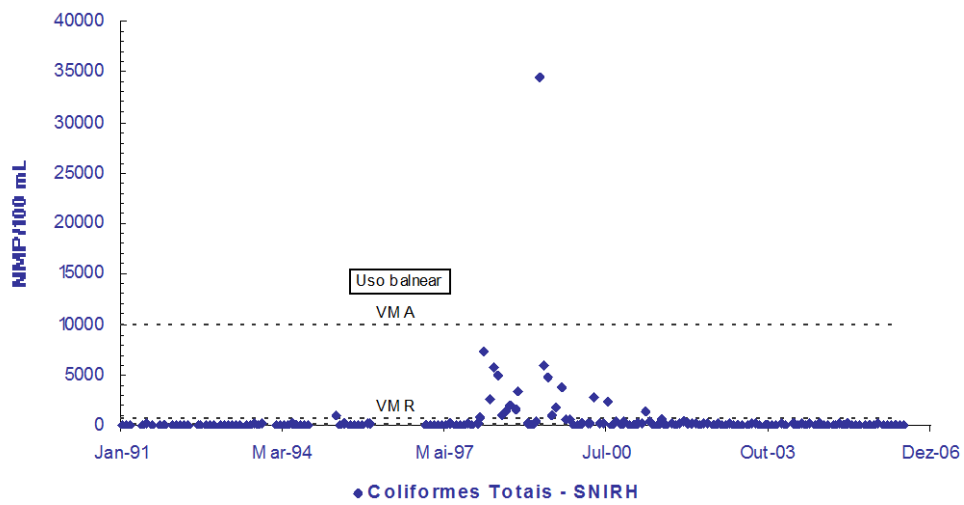


Figura 14. Evolução da concentração de coliformes totais na albufeira de Santa Clara à superfície

#### 4. PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DO MODELO CE-QUAL-W2

Para o desenvolvimento dos estudos de simulação matemática da qualidade da água da albufeira de Santa Clara, optou-se pela utilização de um modelo bidimensional – o CE-QUAL-W2.

Trata-se de um modelo que permite a simulação hidrodinâmica e de qualidade da água de uma albufeira segundo as direcções longitudinal e vertical do sistema, sendo lateralmente homogéneo, e por isso indicado para o estudo de massas de água longas e estreitas, com gradientes longitudinais e verticais de qualidade da água (COLE e WELLS, 2002). O referido modelo permite a definição de uma grelha representativa do sistema em estudo, dividida em segmentos (longitudinalmente) e camadas (verticalmente), cuja dimensão pode variar de segmento para segmento e de camada para camada, permitindo aumentar a resolução da informação a extrair onde seja necessário.

O código da parte hidrodinâmica foi inicialmente desenvolvido por EDINGER e BUCHAK (1978). A adição de algoritmos de qualidade da água resultou no modelo CE-QUAL-W2 V1.0 (MARTIN, 1987). As alterações realizadas posteriormente, orientadas de forma a tornar o modelo mais preciso e de mais fácil utilização, resultaram no CE-QUAL-W2 V2.0 (COLE e BUCHAK, 1995). Melhorias adicionais na hidrodinâmica, soluções numéricas e nos algoritmos de qualidade da água deram origem ao CE-QUAL-W2 V3.1 (COLE e WELLS, 2002) e, posteriormente, ao CE-QUAL-W2 V3.2 (COLE e WELLS, 2004).

Este modelo tem sido aplicado com sucesso em várias centenas de estudos técnicos e científicos de simulação matemática de qualidade da água. É um dos modelos de eleição de várias agências dos Estados Unidos da América onde se incluem a “Environmental Protection Agency” e o “United States Army Corps of Engineers”, no que se refere à simulação hidrodinâmica e de qualidade da água de albufeiras.

Como principais características do modelo podem referir-se as seguintes:

- a) é aplicável a vários tipos e combinações de massas de água: rios, lagos, albufeiras e estuários;
- b) é aplicável a múltiplas massas de água em simultâneo;
- c) permite a simulação de vários ramos de um sistema, bem como a consideração de múltiplas entradas e saídas de água;
- d) permite a simulação de diversos constituintes, dos quais se salientam a temperatura, oxigénio dissolvido, nitratos e nitritos, fosfatos, biomassa algal, salinidade, azoto amoniacal e sólidos dissolvidos totais;
- e) tem a capacidade de modelar qualquer tipo de sólidos suspensos inorgânicos, algas e os diferentes parâmetros que determinam consumo de oxigénio dissolvido, bem como os seus efeitos nas interacções entre algas, nutrientes e o próprio oxigénio dissolvido;
- f) permite modelar constituintes arbitrários conservativos e não conservativos;
- g) tem capacidade para simular com bastante precisão a hidrodinâmica do sistema.

Para apresentação e análise das saídas do modelo está disponível uma interface, que permite a visualização dos resultados das simulações sob a forma de perfis verticais em qualquer secção da albufeira, perfis longitudinais para a globalidade de cada um dos ramos da massa de água, séries temporais para qualquer ponto da albufeira e séries temporais de valores médios para a globalidade de cada um dos ramos.

## 5. REPRESENTAÇÃO CONCEPTUAL DO SISTEMA A MODELAR

No caso do modelo CE-QUAL-W2, a representação conceptual da massa de água é conseguida através de uma grelha computacional, obtida a partir da batimetria do sistema, definida por ramos, divididos em segmentos (espaçamento longitudinal) e camadas (espaçamento vertical). O espaçamento longitudinal e vertical pode variar de segmento para segmento e de camada para camada. No entanto, esta variação deve ser gradual, de modo a evitar erros de discretização e de difusão numérica.

A batimetria da albufeira de Santa Clara foi representada recorrendo a cartas topográficas à escala 1:25 000, anteriores à construção da barragem, nas quais foi possível identificar as curvas de nível no interior da actual albufeira, bem como a cartas topográficas à escala 1:25 000, mais recentes, posteriores à construção da barragem, onde foi possível verificar os limites da área superficial da albufeira ao NPA.

A albufeira foi dividida em 4 ramos, correspondendo o ramo 1 ao rio Mira, o ramo 2 à ribeira do Guilherme, o ramo 3 ao rio Torto e o ramo 4 à ribeira de Cortes (Figura 15). A introdução de cargas poluentes, de origem pontual e difusa, implicou a consideração de 7 tributários pontuais (Figura 15), e de 4 tributários distribuídos associados a cada um dos ramos da albufeira, de acordo com o referido em detalhe ao nível da secção 7.4 do Capítulo 7 do presente relatório.

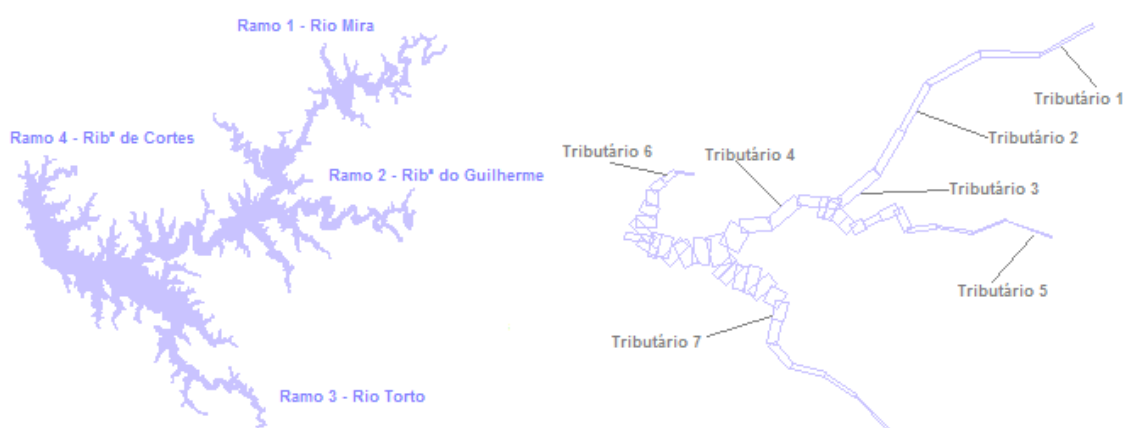


Figura 15. Representação conceptual da albufeira de Santa Clara

## **6. DADOS NECESSÁRIOS AO FUNCIONAMENTO DO MODELO E ESTIMATIVA DAS CARGAS POLUENTES AFLUENTES À ALBUFEIRA DE SANTA CLARA**

Nas secções seguintes são identificados os principais tipos de dados de entrada necessários ao funcionamento do modelo CE-QUAL-W2, bem como as fontes de informação que foram utilizadas para a obtenção desses dados. Adicionalmente, procedeu-se também à estimativa das cargas poluentes afluentes à albufeira de Santa Clara, diferenciando-se as correspondentes origens.

### **6.1 - Dados hidrológicos**

Para o desenvolvimento dos estudos de simulação matemática da qualidade da água da albufeira de Santa Clara, consideraram-se os anos civis de 2005 e de 2006. A determinação dos valores dos caudais afluentes ao sistema e efluentes do sistema, durante os anos civis de 2005 e de 2006, realizou-se tendo como base os dados disponibilizados através do SNIRH, para a estação hidrométrica de Santa Clara (28G/01A), que permitiram estabelecer um balanço de massa entre os caudais descarregados, os caudais captados para diversos tipos de consumo e a variação do volume armazenado na albufeira num determinado intervalo de tempo.

Os parâmetros hidráulicos necessários para a aplicação do modelo são introduzidos através do ficheiro de controlo e englobam, entre outros, coeficientes de dispersão horizontal, de difusão vertical e de rugosidade do leito da massa de água.

### **6.2 - Dados meteorológicos**

Os dados meteorológicos são utilizados no modelo CE-QUAL-W2 essencialmente ao nível dos balanços de energia na interface ar-água, para determinação da temperatura da água, e englobam parâmetros como a temperatura do ar, a temperatura do ponto de orvalho, a nebulosidade, a humidade relativa e a velocidade e direcção do vento.

Os valores destes parâmetros foram obtidos, na sua maioria, através dos registos da estação meteorológica da Albufeira de Santa Clara (28G/01), disponibilizados igualmente através do SNIRH, e correspondentes aos valores observados nos anos de 2005 e 2006.

Estes valores foram obtidos com uma discretização diária, tendo-se posteriormente calculado as médias mensais dos mesmos. Relativamente à nebulosidade, e como solução de recurso, foram considerados os valores das normais climatológicas da estação de Grândola, com uma discretização mensal.

### **6.3 - Dados de qualidade da água das aflúncias ao sistema**

Consideraram-se como pontos de afluência ao sistema os quatro ramos da albufeira submetidos a simulação (rio Mira, ribeira do Guilherme, rio Torto e ribeira de Cortes), e os 11 tributários correspondentes às descargas poluentes pontuais e difusas afluentes à albufeira de Santa Clara. Para as entradas de água no sistema, correspondentes aos quatro ramos da albufeira e aos 11 tributários da mesma, foram considerados valores de caudal, de temperatura, de pH e da concentração dos diferentes constituintes submetidos a simulação.

Para a obtenção dos dados que permitiram caracterizar a qualidade dessas afluentes ao sistema, durante os anos civis de 2005 e de 2006, recorreu-se aos elementos disponibilizados através do SNIRH, para a estação de Castro da Cola (28H/01), localizada no Rio Mira (Figura 16). Face à inexistência de valores de qualidade da água que permitissem caracterizar as afluentes dos restantes ramos (ribeira do Guilherme, rio Torto e ribeira de Cortes), admitiu-se que, qualitativamente, a qualidade da água destes ramos seria idêntica à do ramo principal, correspondentes ao rio Mira.

Para os 11 tributários definidos, os valores da concentração dos parâmetros considerados ( $\text{NH}_4$ ,  $\text{N-NO}_x$ ,  $\text{P-PO}_4$ ,  $\text{CBO}_5$ , coliformes fecais e coliformes totais), resultaram do cálculo das cargas poluentes geradas na área que drena directamente para a albufeira de Santa Clara, de acordo com a metodologia apresentada nas secções seguintes.

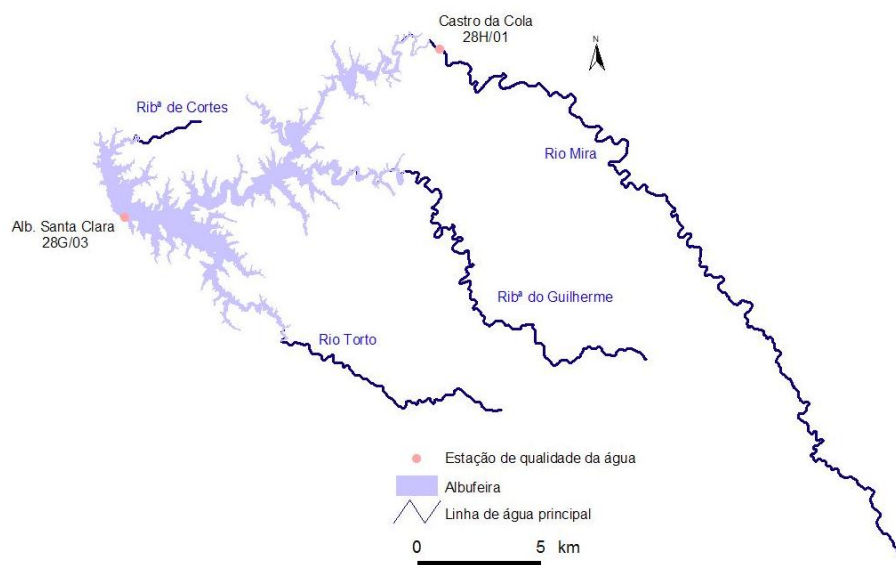


Figura 16. Localização das estações de qualidade da água

## 6.4 - Cargas poluentes geradas na área de intervenção do POASC

### 6.4.1 Introdução

A área de intervenção do POASC, de acordo com o correspondente regulamento, engloba a superfície do plano de água da albufeira à cota do NPA, bem como a faixa terrestre de protecção à massa de água com uma largura de 500 m, medida em projecção horizontal a partir do limite do regolfo à cota do NPA.

A quantificação das cargas poluentes geradas na área de intervenção do POASC permitiu caracterizar a situação de referência, a partir da qual se definiram e simularam os cenários que permitiram avaliar as medidas de redução de carga poluente afluente à albufeira de Santa Clara, preconizadas no regulamento do POASC e resultantes das medidas de gestão da qualidade da água definidas no PBH (Plano de Bacia Hidrográfica) do rio Mira.



A quantificação da carga poluente efectuada distinguiu as fontes tópicas ou pontuais das difusas. Assim, ao nível das fontes pontuais, procedeu-se à quantificação da carga poluente de origem urbana, considerando os seguintes parâmetros: CBO<sub>5</sub>, coliformes totais, coliformes fecais, NH<sub>4</sub>, N-NO<sub>x</sub> e P-PO<sub>4</sub>. Por outro lado, no que se refere às fontes difusas, quantificaram-se as cargas poluentes de origem agrícola e florestal, tendo-se considerado os seguintes parâmetros: NH<sub>4</sub>, N-NO<sub>x</sub> e P-PO<sub>4</sub>.

A carga poluente afluente à albufeira de Santa Clara, que permitiu caracterizar a situação de referência, foi agrupada, segundo a sua origem, em cinco categorias distintas:

- ◆ habitações isoladas localizadas na área de intervenção do POASC;
- ◆ empreendimentos turísticos localizados na área de intervenção do POASC;
- ◆ sistemas de tratamento de águas residuais cujas descargas são efectuadas a jusante das secções consideradas para a caracterização da qualidade da água da albufeira de Santa Clara;
- ◆ actividades industriais cujas descargas de águas residuais são efectuadas a jusante das secções consideradas para a caracterização da qualidade da água da albufeira de Santa Clara;
- ◆ actividade agrícola e florestal.

A carga poluente gerada na área de intervenção do POASC foi introduzida no modelo de acordo com o tipo de descarga que usualmente lhe está associada - pontual ou difusa. Com efeito, o modelo CE-QUAL-W2 permite a introdução de descargas poluentes de duas formas distintas, através da introdução de tributários pontuais, ou de tributários distribuídos. Os primeiros representam uma descarga pontual, num segmento definido pelo utilizador, e os segundos, uma descarga difusa, distribuída uniformemente pelo ramo considerado.

Nas secções seguintes, é apresentada a metodologia utilizada para a quantificação e distribuição da carga poluente, tendo em consideração as diferentes origens da mesma.

#### **6.4.2 Habitações isoladas localizadas na área de intervenção do POASC**

O número e a localização das habitações isoladas localizadas na área de intervenção do POASC foi obtido no Estudo de Caracterização da Situação de Referência e Pré-Proposta de Ordenamento da Albufeira de Santa Clara, (INAG, 2004).

O referido estudo de caracterização apresenta um levantamento das construções existentes na área de intervenção do POASC, referindo que foram identificadas 100 estruturas destinadas a habitação distribuídas por quatro freguesias (Quadro 3).

Segundo o mesmo estudo, a densidade populacional média da área dos concelhos de Odemira e Ourique é, para o ano de 2001, 14.6 e 9.4 hab/km<sup>2</sup>, respectivamente. Esta informação revelou-se insuficiente para a obtenção de uma estimativa do número de habitantes residentes nas habitações isoladas, na medida em que inclui não só estas, como também aglomerados urbanos.

**Quadro 3.** Número de habitações isoladas localizadas na área de intervenção do POASC

Freguesia	Número
São Martinho das Amoreiras	6
Santa Clara-a-Velha	36
Ourique	8
Santana da Serra	51
<b>Total</b>	<b>100</b>

Assim, admitiu-se conservativamente que o número de habitantes por habitação isolada seria de três. De qualquer forma, potenciais erros associados a esta estimativa não serão susceptíveis de colocar em causa a análise posteriormente desenvolvida, face ao reduzido número de habitações isoladas localizadas na área de intervenção do POASC.

Após a estimativa do número de habitantes, e considerando as capitações que são apresentadas no Quadro 4, determinou-se a carga poluente, com origem nas habitações isoladas (Quadro 5).

**Quadro 4.** Capitações utilizadas na estimativa da carga poluente de origem urbana

Capitação	CBO gr/hab.dia	NH <sub>4</sub> gr/hab.dia	N - NO <sub>x</sub> gr/hab.dia	P - PO <sub>4</sub> gr/hab.dia	Coliformes totais NMP/100ml	Coliformes fecais NMP/100ml	Consumo de água L/hab.dia
	60 *	4.1 *	1.0**	2.7*	10x10 <sup>6</sup> *	10x10 <sup>5</sup> *	133***

\*Metcalf&Eddy (1991)

\*\*EPA (2002)

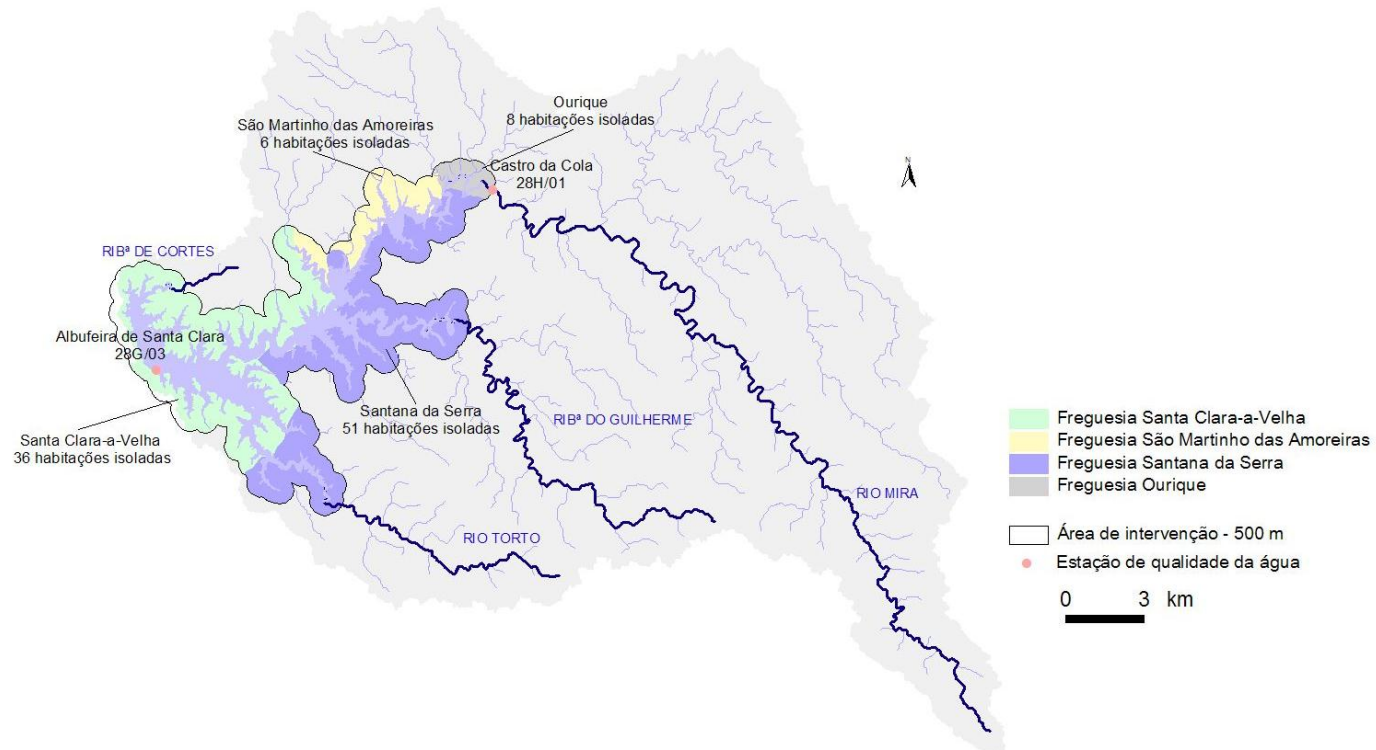
\*\*\* Capitação para o concelho de Odemira, segundo o PBH do rio Mira.

Posteriormente, determinou-se o valor da concentração correspondente à carga poluente estimada, considerando o consumo de água do concelho de Odemira, que é de 133 L/hab.dia (PBH do rio Mira, 2000).

Face ao desconhecimento da existência de sistemas de tratamento de águas residuais associados às habitações isoladas, admitiu-se, conservativamente, que não existe qualquer tipo de tratamento e que as referidas águas residuais afluem à massa de água num intervalo de tempo reduzido. Os valores de concentração foram incluídos no modelo CE-QUAL-W2 sob a forma de tributários distribuídos ao longo do ramo principal da albufeira, simulando assim a afluência de uma carga poluente difusa, e tendo em consideração a localização espacial das habitações isoladas, de acordo com o apresentado na Figura 17.

**Quadro 5.** Carga poluente gerada pelas habitações isoladas localizadas na área de intervenção do POASC

Freguesia	Nº de habitantes	CBO <sub>5</sub> kg/ano	P - PO <sub>4</sub> kg/ano	NH <sub>4</sub> kg/ano	N - NO <sub>x</sub> kg/ano	Coliformes totais NMP/ano	Coliformes fecais NMP/ano	Caudal (m <sup>3</sup> /ano)
São Martinho das Amoreiras	18	384	17	26	6	641x10 <sup>10</sup>	64x10 <sup>10</sup>	854
Santa Clara-a-Velha	107	2336	106	159	39	3893x10 <sup>10</sup>	389x10 <sup>10</sup>	5188
Ourique	23	503	23	34	8	838 x10 <sup>10</sup>	84 x10 <sup>10</sup>	1116
Santana da Serra	153	3341	152	228	56	5568 x10 <sup>10</sup>	557 x10 <sup>10</sup>	7421



**Figura 17.** Distribuição do número de habitações isoladas pelas freguesias localizadas na área de intervenção do POASC

---

### 6.4.3 Empreendimentos turísticos localizados na área de intervenção do POASC

O Estudo de Caracterização da Situação de Referência e Pré-Proposta de Ordenamento da Albufeira de Santa Clara, (INAG, 2004), identifica dois empreendimentos turísticos localizados na área de intervenção do POASC (Figura 18). Tendo em consideração o número de quartos disponíveis por empreendimento turístico, e as capitações apresentadas no Quadro 4, determinou-se a correspondente carga poluente afluente à albufeira de Santa Clara. Deve referir-se que se admitiu, conservativamente, que os empreendimentos turísticos se encontram totalmente ocupados durante todo o ano.

O desconhecimento da existência de sistemas de tratamento de águas residuais determinou que se admitisse, igualmente de forma conservativa, que toda a carga poluente gerada aflui à albufeira de Santa Clara.

Quadro 6. Carga poluente gerada pelos empreendimentos turísticos localizados na área de intervenção do POASC

Sistema de tratamento	População servida	CBO <sub>5</sub> kg/ano	P - PO <sub>4</sub> kg/ano	NH <sub>4</sub> kg/ano	N - NO <sub>x</sub> kg/ano	Coliformes totais NMP/ano	Coliformes fecais NMP/ano	Caudal (m <sup>3</sup> /ano)	Segmento
Pousada de Santa Clara	38	832	38	57	14	1387 x10 <sup>10</sup>	139 x10 <sup>10</sup>	1849	17
Quinta do Barranco da Estrada	18	394	18	27	7	657 x10 <sup>10</sup>	66 x10 <sup>10</sup>	876	16

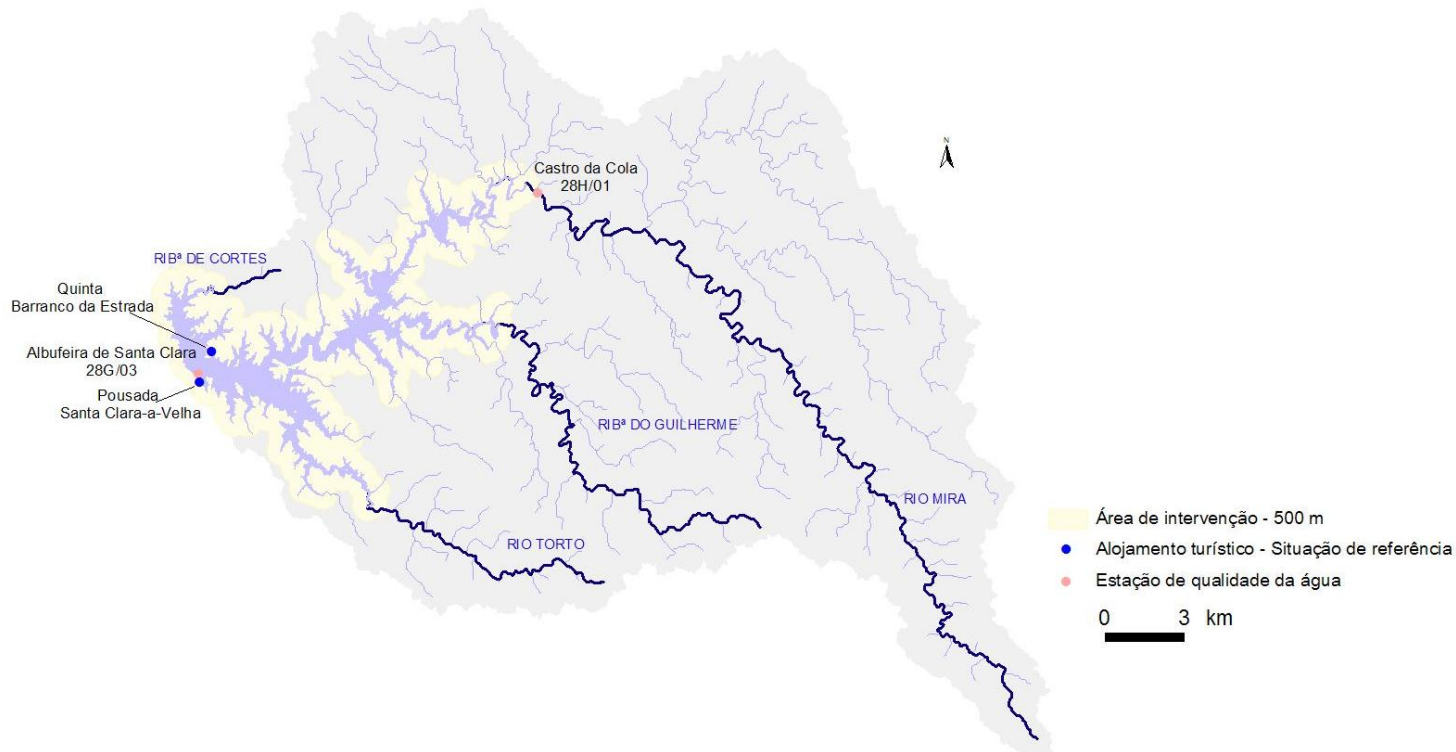


Figura 18. Distribuição espacial da carga poluente gerada pelos empreendimentos turísticos

#### 6.4.4 Sistemas de tratamento cujas descargas de águas residuais são efectuadas a jusante das secções consideradas para a caracterização das afluências à albufeira de Santa Clara

A identificação dos sistemas de tratamento em análise foi realizada tendo como base o estudo, “Identificação e caracterização das fontes poluidoras de carácter pontual localizadas em bacias hidrográficas das albufeiras destinadas à produção de água para consumo e em bacias drenantes para zonas balneares (levantamento efectuado entre Agosto e Dezembro 1999 pela DRAOT Alentejo)”, obtido no sítio da CCDR Alentejo.

De acordo com o referido estudo, existe um sistema de tratamento cuja descarga de águas residuais ocorre a jusante das secções que definem a condição de fronteira de montante no que se refere às afluências à albufeira (Figura 19), mais especificamente a fossa séptica de Santana da Serra.

Considerando as capitações apresentadas no Quadro 4 e as eficiências de remoção percentual que se podem observar no Quadro 7, determinaram-se os correspondentes valores de carga poluente, afluyente à albufeira de Santa Clara (Quadro 8), através da origem em análise.

Quadro 7. Eficiência de remoção percentual

Tipo de tratamento	% CBO	% NH4	% N - NOX	% P - PO4	% Coliformes totais	% Coliformes Fecais
Fossa séptica	33 (a)	0 (a)	0 (a)	10 (a)	99 (b)	99 (b)

(a) Metacalf & Eddy (1991)

(b) Face à elevada variabilidade das percentagens de remoção teóricas, associadas a este tipo de tratamento em função do tempo de retenção, assumiu-se que uma remoção de 99%, seria adequada à análise realizada

Assim, a carga poluente afluyente à albufeira de Santa Clara, sob a forma de caudais de águas residuais e correspondente concentração, foi introduzida no modelo de acordo com a distribuição espacial apresentada na Figura 19.

Através da metodologia adoptada, foi possível avaliar a contribuição relativa em termos de carga poluente do sistema de tratamento em análise, cujas descargas de águas residuais são efectuadas na albufeira de Santa Clara, permitindo assim avaliar o seu efeito, de forma individualizada, na qualidade dessa massa de água.

Quadro 8. Carga poluente gerada pelos sistemas de tratamento afluente à albufeira de Santa Clara

Sistema de tratamento	Nº de identificação	População servida	CBO <sub>5</sub> kg/ano	P - PO <sub>4</sub> kg/ano	NH <sub>4</sub> kg/ano	N – NO <sub>x</sub> kg/ano	Coliformes totais NMP/ano	Coliformes fecais NMP/ano	Caudal (m <sup>3</sup> /ano)	Segmento
Fossa séptica de Santana da Serra	37	330	5059	296	493	120	33 x10 <sup>8</sup>	3 x10 <sup>8</sup>	16054	21

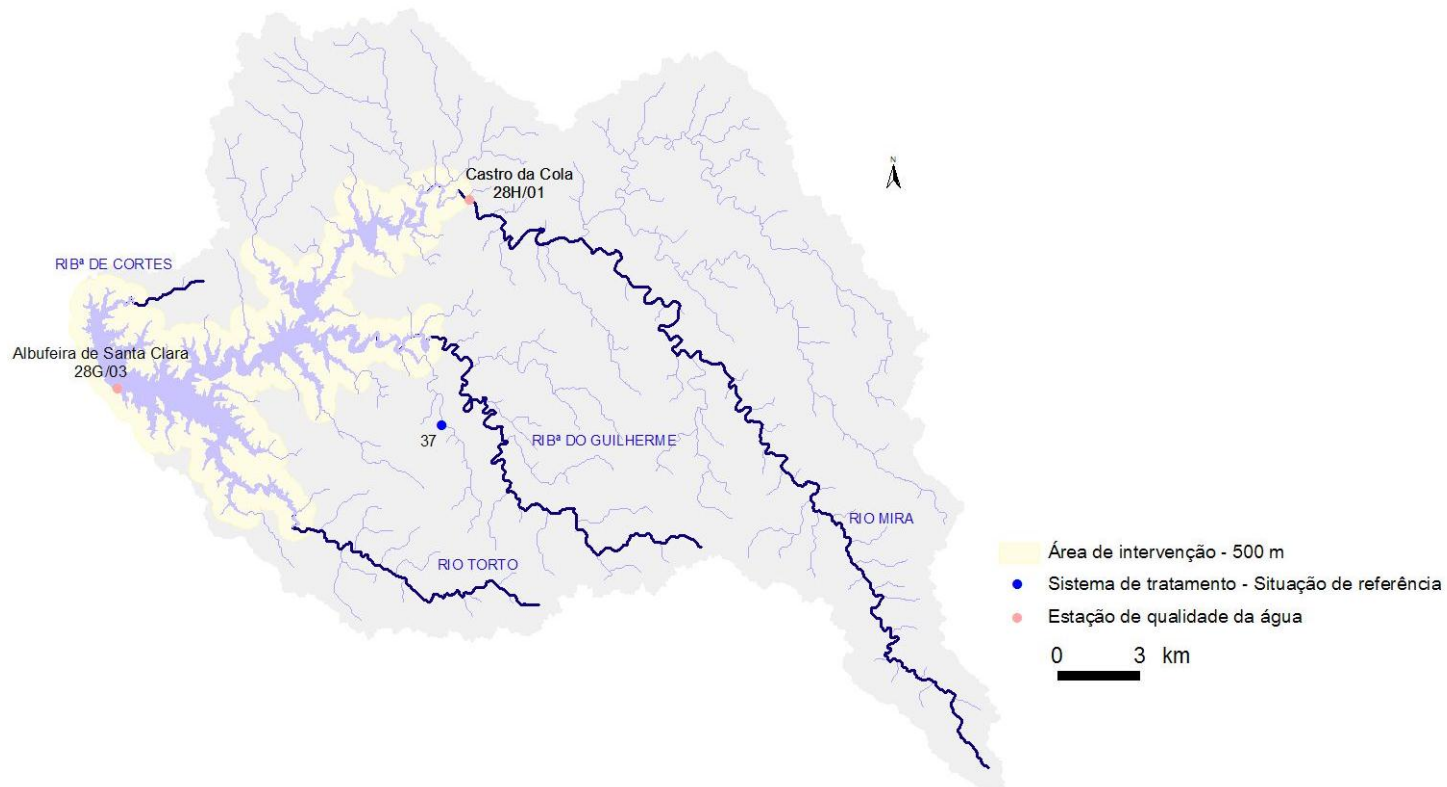


Figura 19. Distribuição espacial da carga poluente gerada pelos sistemas de tratamento

#### 6.4.5 Actividades industriais cujas descargas de águas residuais são efectuadas a jusante das secções consideradas para a caracterização das afluências à albufeira de Santa Clara

De acordo com o estudo “Identificação e caracterização das fontes poluidoras de carácter pontual localizadas em bacias hidrográficas das albufeiras destinadas à produção de água para consumo e em bacias drenantes para zonas balneares (levantamento efectuado entre Agosto e Dezembro 1999 pela DRAOT Alentejo)”, obtido no sítio da CCDR Alentejo, identificaram-se 44 origens de poluição industrial. Do total correspondente às fontes de poluição industrial identificadas, 40 são suiniculturas (Figura 20), três são boviniculturas (Figura 21) e uma inclui as duas actividades, suinicultura e bovinicultura (Figura 22).

Inicialmente, determinou-se o número de animais equivalente (a.e.) para as suiniculturas admitindo que cada animal equivalente tem um peso de 45 kg, e considerando o regime da exploração de acordo com os valores que se podem observar no Quadro 9.

**Quadro 9.** Determinação do número de animais-equivalente - suiniculturas

Regime	Número de a.e.
em ciclo fechado	Nº de suínos x 10
em multiplicação	Nº de suínos x 4
em engorda	Nº de suínos x 1.5

Fonte: PBH do rio Sado

Posteriormente, considerando as capitações que se podem observar no Quadro 10, determinou-se o valor da carga poluente afluyente à albufeira de Santa Clara gerada pelas suiniculturas. Deve referir-se que a partir dos valores de carga poluente obtidos para o azoto total ( $N_{total}$ ), determinaram-se os valores de  $NH_4$  e de  $N-NO_x$ , considerando que 80% do azoto total ( $N_{total}$ ) está sob a forma inorgânica (Sánchez, M. e González, J.I. 2004), e que do total de  $N_{inorgânico}$ , 98% está sob a forma de  $NH_4$  e 2% sob a forma de  $NO_3$  (M. Sánchez, J.I. González, 2004).

No entanto, e considerando a distância a que ocorrem as descargas de águas residuais, geradas em suiniculturas, da albufeira de Santa Clara, realizaram-se exercícios de simulação matemática com o modelo QUAL2E, na sua versão 3.0, EPA/600/3-87/007 de Julho de 1987 (Brown e Barnwell, 1987). Nessas simulações consideraram-se cargas de  $NH_4$  de diferentes magnitudes. Os resultados obtidos permitiram concluir que o processo de nitrificação transformava praticamente todo o  $NH_4$  em  $NO_3$ . Assim, de acordo com os referidos resultados, e face à variabilidade associada à percentagem relativa de  $NH_4$  e de  $NO_3$  no  $N_{inorgânico}$ , admitiu-se que 80% do  $N_{inorgânico}$  gerado pelas suiniculturas está sob a forma de  $NO_3$  e que 20% está sob a forma de  $NH_4$ , no que se refere à afluência à albufeira, e tendo em atenção, de acordo com o atrás referido, o percurso desde a descarga até à massa de água.



Os valores de  $P-PO_4$ , foram obtidos admitindo que 81% do  $P_{total}$  se encontra sob a forma inorgânica (Sánchez, M. e González, J.I., 2004) e que todo o fósforo inorgânico se encontra sob a forma de  $PO_4$ .

**Quadro 10.** Valores de capitação de cargas poluentes de efluentes brutos por animal equivalente

Parâmetro	Por animal equivalente de 45 kg e por dia
$CBO_5$	120 g
$N_{total}$	18 g
$P_{total}$	6 g
Coliformes totais	$0.42 \times 10^9$ NMP
Coliformes fecais	$0.13 \times 10^9$ NMP

Fonte: PBH do rio Sado

Admitindo que o volume de águas residuais gerado por a.e. é de 12 L/dia (Portaria n.º 810/90, de 10 de Setembro de 1990), determinaram-se os valores da concentração, que posteriormente foram incluídos no modelo CE-QUAL-W2.

A estimativa dos valores de carga poluente gerados pelas boviniculturas foi obtida de forma análoga à considerada na metodologia utilizada para as suiniculturas.

Inicialmente, determinou-se o número de animais equivalente (a.e.) para as boviniculturas tendo como base o peso médio dos animais, o regime e o tipo de actividade de acordo com os valores que se podem observar no Quadro 11, e utilizando a equação [1].

**Quadro 11.** Determinação do número de animais-equivalente - bovinicultura

Actividade	Tipo	Regime	Peso médio (kg)	Animal-equivalente (kg)
Bovinicultura	Produção de carne	Intensivo	500	350
		Semi-intensivo	500	350
Bovinicultura	Produção de leite	Intensivo	670	350
		Semi-intensivo	670	350

$$a.e. = n^{\circ} \text{bovinos} \times \frac{\text{Peso}_{\text{médio}}}{350} \quad \text{equação [1]}$$

Após a determinação do número de a.e. obtiveram-se os valores de carga poluente tendo como base as capitações que se podem observar no Quadro 12.

**Quadro 12.** Valores de capitação da carga poluente de efluentes brutos de boviniculturas por animal equivalente

Parâmetro	Por animal equivalente de 350 kg e por dia
<b>CBO<sub>5</sub></b> *	450 gr
<b>N<sub>total</sub></b> *	105 gr
<b>P<sub>total</sub></b> *	4 gr
<b>Coliformes totais</b> <sup>1</sup> Bovinos destinados à produção de carne para consumo	0.06 x10 <sup>10</sup> NMP
<b>Coliformes fecais</b> <sup>1</sup> Bovinos destinados à produção de carne para consumo	0.02 x10 <sup>10</sup> NMP
<b>Coliformes totais</b> <sup>1</sup> Bovinos destinados à produção de leite	1.03 x10 <sup>10</sup> NMP
<b>Coliformes fecais</b> <sup>1</sup> Bovinos destinados à produção de leite	0.01 x10 <sup>10</sup> NMP

\* Fonte: PBH do rio Sado

<sup>1</sup> Valores de capitação estimados

Os valores de capitação de coliformes fecais e totais foram obtidos, através de uma solução de recurso, considerando a razão existente entre a quantidade de coliformes totais e fecais produzido por cada um dos tipos de bovinos (produção de carne/produção de leite), e a quantidade de coliformes totais e fecais existentes no estrume produzido por suínos, de acordo com os valores relativos à produção diária destes parâmetros referidos pela American Society of Agricultural Engineers, na sua publicação "Manure Production and Characteristics" (ASAE, 2003) (Quadro 13). Assim, considerando os valores de capitação de coliformes totais e fecais produzidos pelos suínos em Portugal continental, apresentados anteriormente no Quadro 10, e a referida relação entre os valores destes parâmetros produzidos por suínos e bovinos, estimaram-se os valores de capitação de coliformes fecais e totais, produzidos pelos bovinos.

**Quadro 13.** Razão existente entre a quantidade de coliformes totais e fecais produzidos por bovinos e por suínos

<b>(NMP coliformes totais – Suínos)/(NMP coliformes totais – Bovinos destinados à produção de leite)</b>	24.4
<b>(NMP coliformes fecais – Suínos)/(NMP coliformes fecais – Bovinos destinados à produção de leite)</b>	0.9
<b>(NMP coliformes totais – Suínos)/(NMP coliformes totais – Bovinos destinados à produção de carne)</b>	1.4
<b>(NMP coliformes fecais – Suínos)/(NMP coliformes fecais – Bovinos destinados à produção de carne)</b>	1.6

Fonte: ASAE, 2003

Posteriormente, com base nos valores de N<sub>total</sub> e de P<sub>total</sub> estimaram-se os valores de NH<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub> e de PO<sub>4</sub>, de acordo com a mesma metodologia utilizada para as suiniculturas.

Admitindo que o volume de águas residuais gerado por a.e. é de 25 L/dia (PHB do rio Sado), determinaram-se os valores de concentração que posteriormente foram incluídos no modelo CE-QUAL-W2.

De acordo com o estudo da DRAOT Alentejo, referido no início desta secção, nenhuma das unidades industriais avaliadas, (suiniculturas e boviniculturas), possui sistemas de tratamento de águas residuais, pelo que se admitiu, conservativamente, que toda a carga poluente gerada pelas mesmas afluí à albufeira de Santa Clara.

Nos Quadros 14 a 16 são apresentados os valores de carga poluente obtidos para cada uma das unidades industriais consideradas.

Quadro 14. Carga poluente gerada pelas suiniculturas

Nº de identificação	a.e.	CBO <sub>5</sub> kg/ano	P - PO <sub>4</sub> kg/ano	NH <sub>4</sub> kg/ano	N - NO <sub>x</sub> kg/ano	Coliformes totais NMP/ano	Coliformes fecais NMP/ano	Caudal (m <sup>3</sup> /ano)	Segmento
1	24	1051	43	32	101	2208 x10 <sup>10</sup>	683 x10 <sup>10</sup>	105	2
2	70	3088	127	95	296	6485 x10 <sup>10</sup>	2007 x10 <sup>10</sup>	309	2
3	41	1796	74	55	172	3771 x10 <sup>10</sup>	1167 x10 <sup>10</sup>	180	7
4	132	6636	272	205	637	13935 x10 <sup>10</sup>	4313 x10 <sup>10</sup>	664	7
5	12	526	22	16	50	1104 x10 <sup>10</sup>	342 x10 <sup>10</sup>	53	2
6	24	1051	43	32	101	2208 x10 <sup>10</sup>	683 x10 <sup>10</sup>	105	2
7	53	2321	95	72	223	4875 x10 <sup>10</sup>	1509 x10 <sup>10</sup>	232	7
8	16	701	29	22	67	1472 x10 <sup>10</sup>	456 x10 <sup>10</sup>	70	7
9	47	2059	84	64	198	4323 x10 <sup>10</sup>	1338 x10 <sup>10</sup>	206	5
10	51	2234	92	69	214	4691 x10 <sup>10</sup>	1452 x10 <sup>10</sup>	223	7
11	32	1402	57	43	135	2943 x10 <sup>10</sup>	911 x10 <sup>10</sup>	140	7
12	54	2387	98	74	229	5013 x10 <sup>10</sup>	1552 x10 <sup>10</sup>	239	7
13	74	3219	132	99	309	6761 x10 <sup>10</sup>	2093 x10 <sup>10</sup>	322	7
14	36	1577	65	49	151	3311 x10 <sup>10</sup>	1025 x10 <sup>10</sup>	158	5
15	32	1402	57	43	135	2943 x10 <sup>10</sup>	911 x10 <sup>10</sup>	140	7
16	39	1708	70	53	164	3587 x10 <sup>10</sup>	1110 x10 <sup>10</sup>	171	5
17	80	3482	143	107	334	7312 x10 <sup>10</sup>	2263 x10 <sup>10</sup>	348	7
18	50	2168	89	67	208	4553 x10 <sup>10</sup>	1409 x10 <sup>10</sup>	217	7
19	58	2519	103	78	242	5289 x10 <sup>10</sup>	1637 x10 <sup>10</sup>	252	5
20	18	2102	86	65	202	4415 x10 <sup>10</sup>	1367 x10 <sup>10</sup>	210	5
21	34	227	62	16	48	299 x10 <sup>10</sup>	982 x10 <sup>10</sup>	151	50
22	36	233	64	16	50	555 x10 <sup>10</sup>	1011 x10 <sup>10</sup>	155	50
23	20	876	36	27	84	1840 x10 <sup>10</sup>	569 x10 <sup>10</sup>	88	9
24	38	1621	66	50	156	3403 x10 <sup>10</sup>	1053 x10 <sup>10</sup>	162	7
25	20	876	36	27	84	1840 x10 <sup>10</sup>	569 x10 <sup>10</sup>	88	9

Nº de identificação	a.e.	CBO <sub>5</sub> kg/ano	P - PO <sub>4</sub> kg/ano	NH <sub>4</sub> kg/ano	N - NO <sub>x</sub> kg/ano	Coliformes totais NMP/ano	Coliformes fecais NMP/ano	Caudal (m <sup>3</sup> /ano)	Segmento
26	25	1095	45	34	105	2300 x10 <sup>10</sup>	712 x10 <sup>10</sup>	110	9
27	28	1248	51	39	120	2621 x10 <sup>10</sup>	811 x10 <sup>10</sup>	125	9
28	26	1161	48	36	111	2437 x10 <sup>10</sup>	754 x10 <sup>10</sup>	116	9
29	16	701	29	22	67	1472 x10 <sup>10</sup>	456 x10 <sup>10</sup>	70	40
30	44	1927	79	59	185	4047 x10 <sup>10</sup>	1253 x10 <sup>10</sup>	193	40
31	29	1270	52	39	122	2667 x10 <sup>10</sup>	826 x10 <sup>10</sup>	127	40
32	76	3329	136	103	320	6990 x10 <sup>10</sup>	2164 x10 <sup>10</sup>	333	2
33	160	7008	287	216	673	14717 x10 <sup>10</sup>	4555 x10 <sup>10</sup>	701	8
34	36	1577	65	49	151	3311 x10 <sup>10</sup>	1025 x10 <sup>10</sup>	158	8
35	32	1402	57	43	135	2943 x10 <sup>10</sup>	911 x10 <sup>10</sup>	140	21
36	11	482	20	15	46	1012 x10 <sup>10</sup>	313 x10 <sup>10</sup>	48	21
37	22	942	39	29	90	1978 x10 <sup>10</sup>	612 x10 <sup>10</sup>	94	21
38	24	1051	43	32	101	2208 x10 <sup>10</sup>	683 x10 <sup>10</sup>	105	8
39	21	920	38	28	88	1932 x10 <sup>10</sup>	598 x10 <sup>10</sup>	92	8
40	8	350	14	11	34	736 x10 <sup>10</sup>	228 x10 <sup>10</sup>	35	8

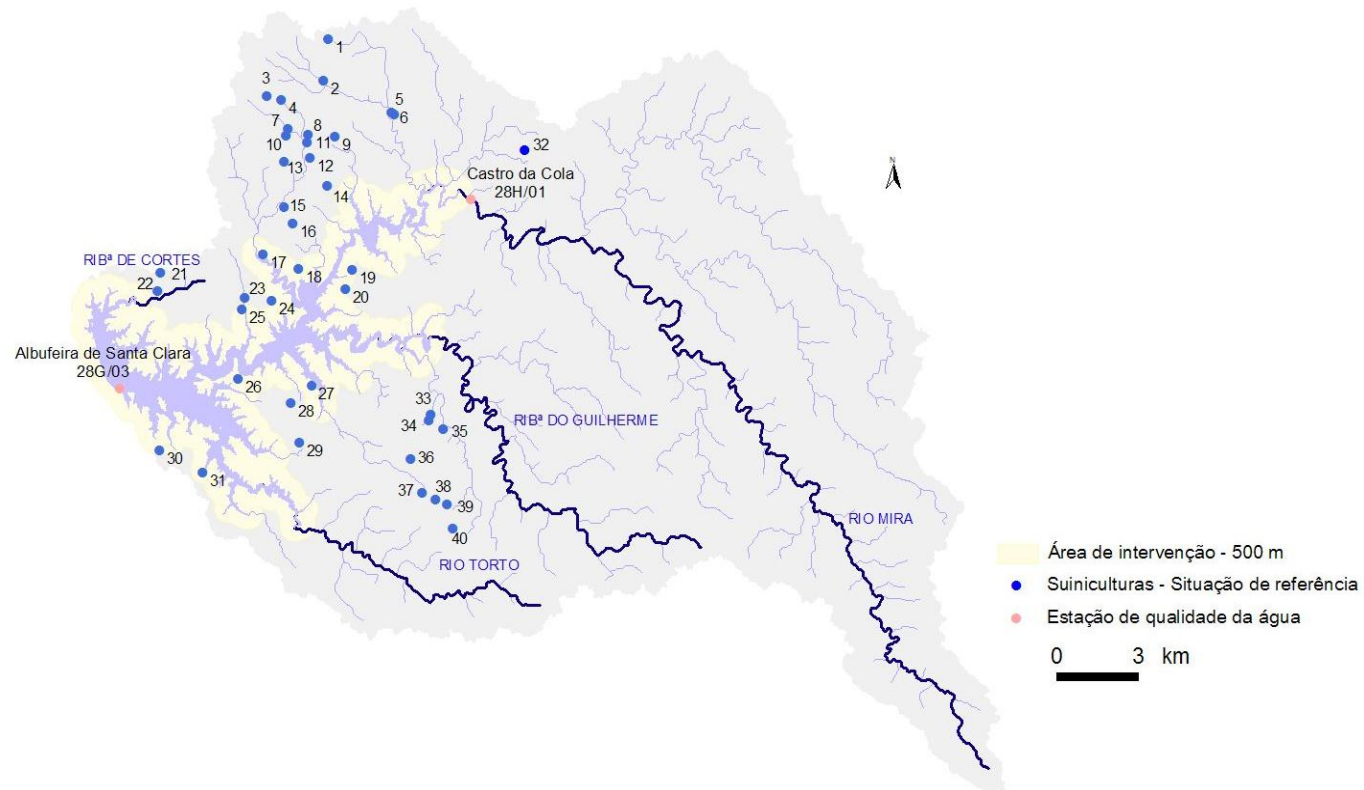


Figura 20. Distribuição espacial da carga poluente gerada pelas suiniculturas

Quadro 15. Carga poluente gerada pelas boviniculturas

Nº de identificação	a.e.	CBO <sub>5</sub> kg/ano	P - PO <sub>4</sub> kg/ano	NH <sub>4</sub> kg/ano	N - NO <sub>x</sub> kg/ano	Coliformes totais NMP/ano	Coliformes fecais NMP/ano	Caudal (m <sup>3</sup> /ano)	Segmento
41	12	1877	14	90	280	175 x10 <sup>10</sup>	58 x10 <sup>10</sup>	146	2
42	22	3754	27	180	561	350 x10 <sup>10</sup>	117 x10 <sup>10</sup>	292	2
43	10	1643	12	79	245	153 x10 <sup>10</sup>	51 x10 <sup>10</sup>	128	7

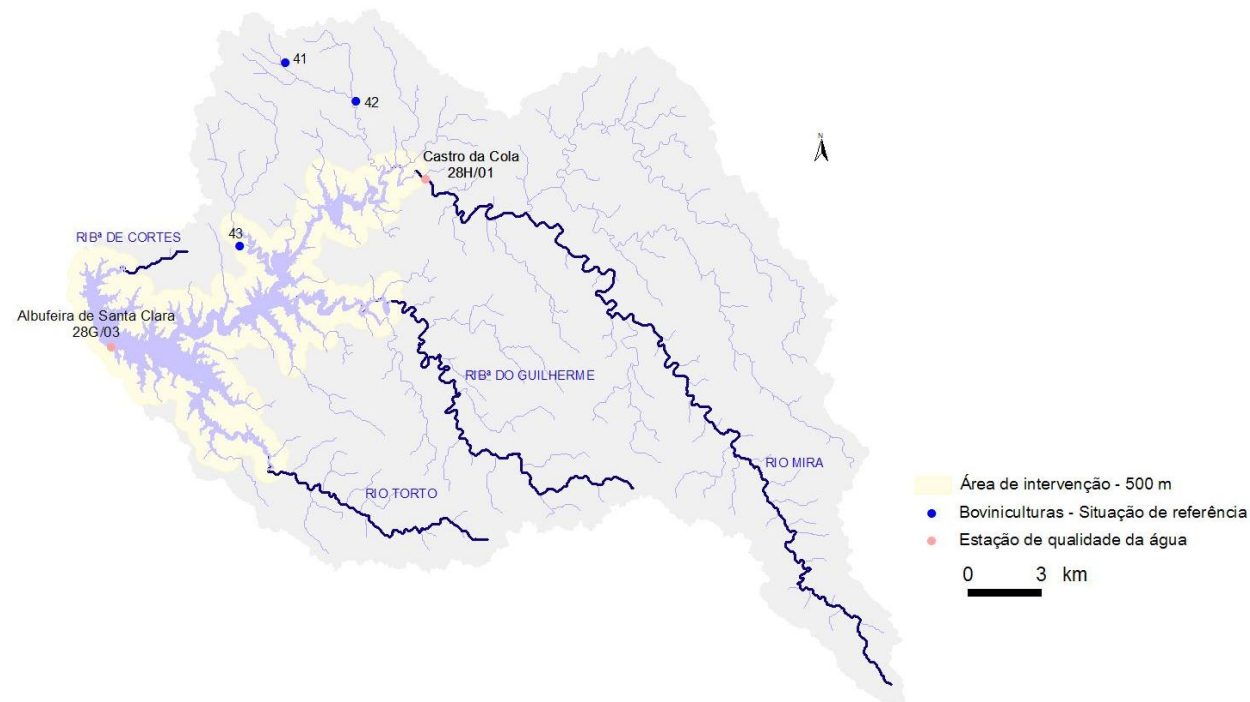


Figura 21. Distribuição espacial da carga poluente gerada pelas boviniculturas

Quadro 16. Carga poluente gerada pelas suiniculturas/boviniculturas

Nº de identificação	a.e.	CBO <sub>5</sub> kg/ano	P - PO <sub>4</sub> kg/ano	NH <sub>4</sub> kg/ano	N – NO <sub>x</sub> kg/ano	Coliformes totais NMP/ano	Coliformes fecais NMP/ano	Caudal (m <sup>3</sup> /ano)	Segmento
44	73	4380	124	163	508	5902 x10 <sup>10</sup>	1830 x10 <sup>10</sup>	402	5

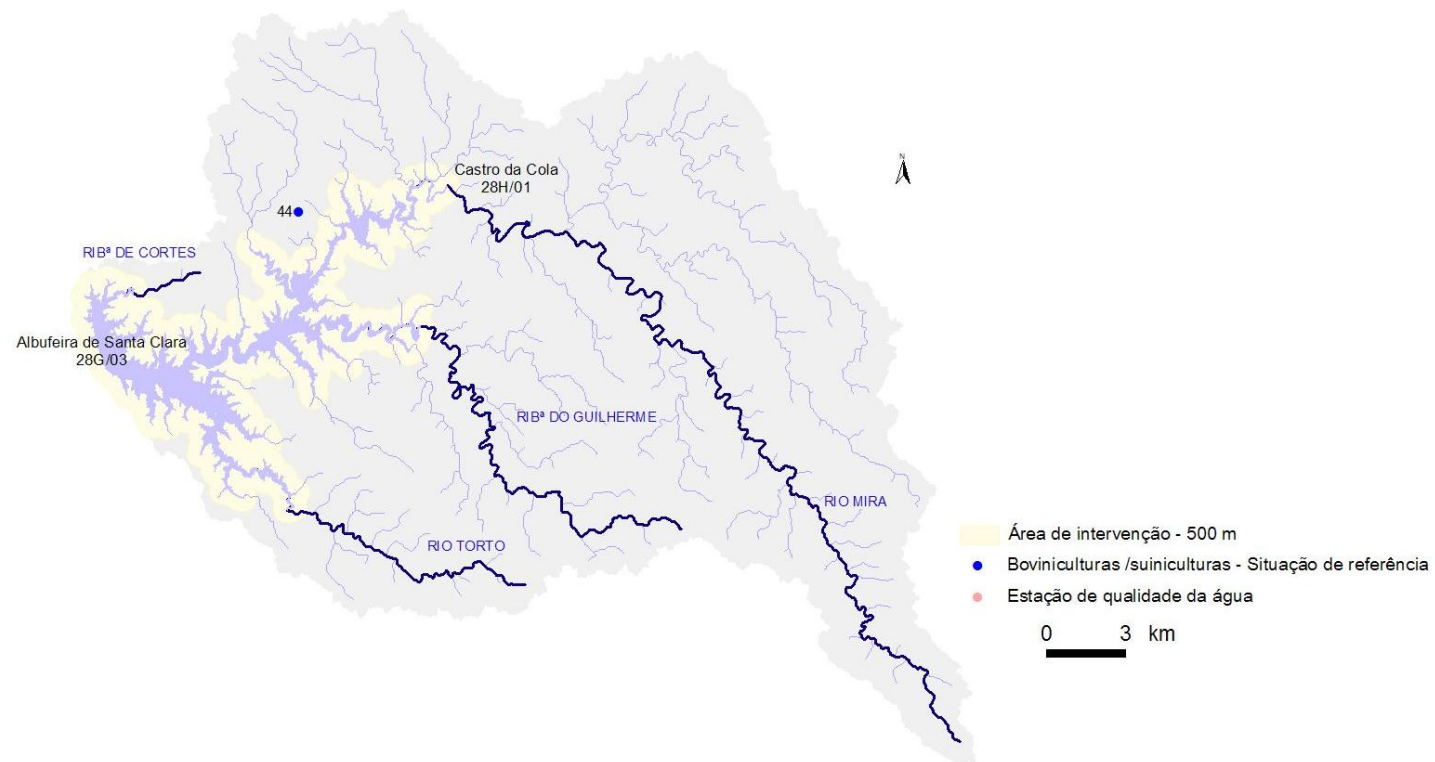


Figura 22. Distribuição espacial da carga poluente gerada pelas boviniculturas/suiniculturas



#### 6.4.6 Carga difusa de origem agrícola e florestal

A carga poluente de origem difusa, gerada pela actividade agrícola e nas áreas florestais, foi estimada considerando os diferentes usos do solo associados à área de estudo, obtidos através da carta CORINE 2000. A área avaliada corresponde à superfície drenante à Albufeira de Santa Clara, localizada a jusante das secções de afluência de cada um dos ramos considerados (Figura 23), incluindo a área de intervenção do POASC, permitindo que na posterior definição dos cenários de simulação seja possível individualizar a correspondente influência na qualidade da água da Albufeira de Santa Clara.

A inexistência de dados de campo, que permitam uma efectiva quantificação da carga difusa gerada pela actividade agrícola e nas áreas florestais, foi ultrapassada através da utilização de taxas de exportação (Quadro 17) que, pela sua definição, reflectem a carga média de um determinado nutriente que aflui a uma massa de água em função do uso do solo. A percentagem da área total de solo que corresponde a cada um dos diferentes usos foi determinada através de um SIG (Sistema de Informação Geográfica), Arcview 3.2®.

A carga difusa de azoto total ( $N_{total}$ ) foi incluída no modelo CE-QUAL-W2 sob a forma de azoto amoniacal ( $NH_4$ ) e do somatório de Nitratos e Nitritos ( $NO_x$ ). A correspondente quantificação foi realizada admitindo, conservativamente, que todo o azoto é inorgânico, sendo constituído em 20% por  $NH_4$  e em 80% por  $N_{NO_x}$ . A carga difusa de P<sub>total</sub> foi incluída no modelo sob a forma de ortofosfato ( $PO_4$ ) considerando que este representa 80% da carga total de fósforo.

Quadro 17. Taxas de exportação

Legenda	Azoto total kg/ha/ano	Fósforo total kg/ha/ano	Referência
Agricultura com espaços naturais	2.70	0.30	1)
Culturas anuais associadas as culturas permanentes	2.70	0.30	1)*
Culturas anuais de sequeiro	2.70	0.30	1)*
Espaços florestais degradados cortes e novas plantações	2.00	0.05	2)*
Floresta de resinosas	2.00	0.05	2)*
Florestas de folhosas	2.00	0.05	2)*
Florestas mistas	2.00	0.05	2)
Matos	2.00	0.05	2)*
Pastagens naturais	1.50	0.90	1)
Sistemas culturais e parcelares complexos	2.70	0.30	1)*
Vinha	2.70	0.30	1)*

1) Taxa de exportação referida em Novotny,1994

1\*) Valor assumido considerando a taxa de exportação referida em Novotny,1994

2) Taxa de exportação referida em Dal & Kurtar (em Tanik, 1999)

2\*) Valor assumido considerando a taxa de exportação definida em Dal & Kurtar (em Tanik, 1999)

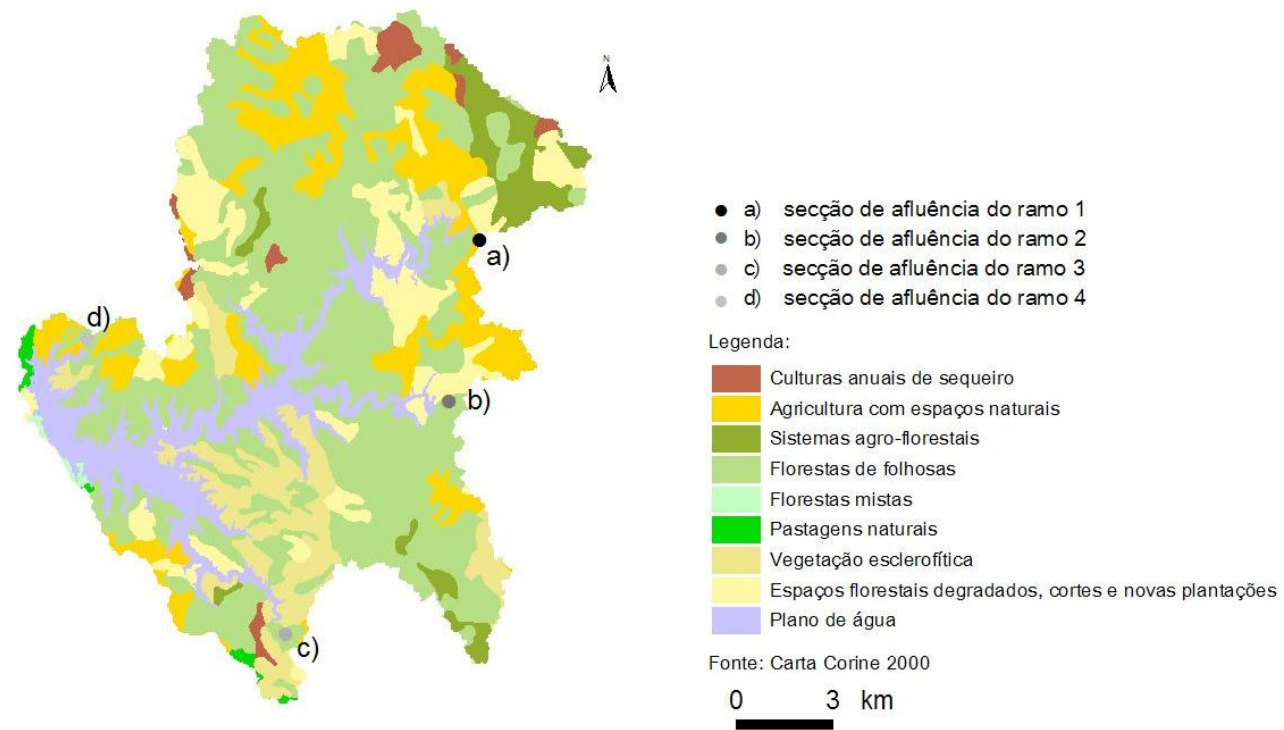
Por sua vez, o escoamento superficial foi estimado com base na relação existente entre a área drenante e o correspondente escoamento gerado na mesma. Assim, uma vez calculado o volume total afluente à albufeira de Santa Clara, e conhecendo a área total drenante para a mesma, determinou-se a percentagem do escoamento total que seria gerado nas áreas consideradas na avaliação da carga poluente de origem agrícola e florestal.

Nos Quadros 18 e 19, podem observar-se as cargas poluentes geradas nas áreas avaliadas, em função do correspondente uso do solo, e repartidas por cada um dos ramos considerados para representar a albufeira de Santa Clara.

A carga poluente foi introduzida no modelo de forma difusa, através de quatro tributários distribuídos respectivamente pelo rio Mira, ribeira do Guilherme, rio Torto e ribeira de Cortes. Nas Figuras 23 e 24, podem observar-se os diferentes usos de solo obtidos através da Carta CORINE 2000, que caracterizaram as áreas em estudo.

**Quadro 18.** Carga difusa de origem agrícola e florestal gerada na área drenante à albufeira de Santa Clara localizada a jusante das secções de afluência de cada um dos ramos considerados (incluindo as cargas geradas na área de intervenção do POASC)

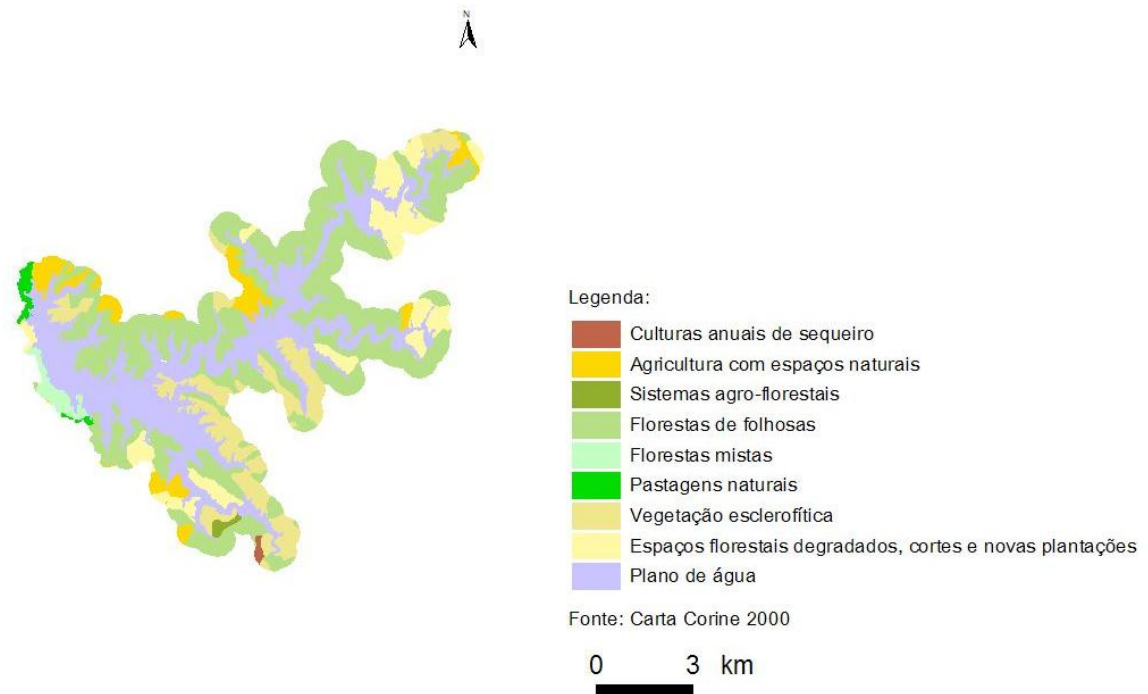
Legenda	RAMO 1 - MIRA				RAMO 2 - GUILHERME				RAMO 3 - TORTO				RAMO 4 - CORTES			
	Área ha	P - PO <sub>4</sub> kg/ano	NH <sub>4</sub> kg/ano	N - NO <sub>x</sub> kg/ano	Área ha	P - PO <sub>4</sub> kg/ano	NH <sub>4</sub> kg/ano	N - NO <sub>x</sub> kg/ano	Área ha	P - PO <sub>4</sub> kg/ano	NH <sub>4</sub> kg/ano	N - NO <sub>x</sub> kg/ano	Área ha	P - PO <sub>4</sub> kg/ano	NH <sub>4</sub> kg/ano	N - NO <sub>x</sub> kg/ano
Culturas anuais de sequeiro	328	79	843	2622	0	0	0	0	15	159	494	15	0	0	0	0
Olivais	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Culturas anuais associadas as culturas permanentes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sistemas culturais e parcelares complexos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Agricultura com espaços naturais	2188	525	5627	17505	537	129	1381	4297	46	493	1533	46	96	1030	3206	96
Sistemas agro-florestais	877	210	2255	7016	128	31	329	1024	8	83	257	8	0	0	0	0
Florestas de folhosas	6453	258	3319	10325	1947	78	1001	3115	44	566	1759	44	14	175	545	14
Florestas mistas	52	2	26	82	0	0	0	0	0	0	0	0	4	54	170	4
Pastagens naturais	6	0	3	9	0	0	0	0	1	18	56	1	2	31	95	2
Vegetação esclerofítica	703	28	362	1125	227	9	117	364	39	495	1541	39	3	38	118	3
Espaços florestais degradados, cortes e novas plantações	1638	66	843	2621	309	12	159	494	10	131	408	10	2	20	63	2
Planos de água	1150	1168	13277	41305	212	259	2987	9293	163	1944	6048	163	121	1349	4197	121
<b>Total</b>	<b>13394</b>	<b>2337</b>	<b>26553</b>	<b>82611</b>	<b>3360</b>	<b>518</b>	<b>5974</b>	<b>18587</b>	<b>325</b>	<b>3888</b>	<b>12097</b>	<b>325</b>	<b>242</b>	<b>2698</b>	<b>8394</b>	<b>242</b>



**Figura 23.** Carta CORINE 2000 - Área drenante à albufeira de Santa Clara localizada a jusante das secções de afluência de cada um dos ramos considerados

Quadro 19. Carga difusa de origem agrícola e florestal gerada na área de intervenção do POASC

Legenda	RAMO 1 - MIRA				RAMO 2 - GUILHERME				RAMO 3 - TORTO				RAMO 4 - CORTES			
	Área ha	P - PO <sub>4</sub> kg/ano	NH <sub>4</sub> kg/ano	N - NO <sub>x</sub> kg/ano	Área ha	P - PO <sub>4</sub> kg/ano	NH <sub>4</sub> kg/ano	N - NO <sub>x</sub> kg/ano	Área ha	P - PO <sub>4</sub> kg/ano	NH <sub>4</sub> kg/ano	N - NO <sub>x</sub> kg/ano	Área ha	P - PO <sub>4</sub> kg/ano	NH <sub>4</sub> kg/ano	N - NO <sub>x</sub> kg/ano
Culturas anuais de sequeiro	0	0	0	0	0	0	0	0	19	5	49	153	0	0	0	0
Olivais	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Culturas anuais associadas as culturas permanentes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sistemas culturais e parcelares complexos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Agricultura com espaços naturais	198	48	510	1587	29	7	75	233	90	22	231	718	169	41	434	1350
Sistemas agro-florestais	0	0	0	0	0	0	0	0	32	8	83	257	0	0	0	0
Florestas de folhosas	2287	91	1176	3659	592	24	305	947	614	25	316	983	268	11	138	429
Florestas mistas	52	2	26	82	0	0	0	0	0	0	0	0	86	3	44	138
Pastagens naturais	6	0	3	9	0	0	0	0	0	0	0	0	57	2	29	92
Vegetação esclerofítica	343	14	176	549	67	3	34	107	537	21	276	859	74	3	38	118
Espaços florestais degradados, cortes e novas plantações	391	16	201	625	199	8	102	319	178	7	92	286	27	1	14	42
Planos de água	1150	0	0	0	212	0	0	0	481	0	0	0	260	0	0	0
<b>Total</b>	<b>4427</b>	<b>171</b>	<b>2093</b>	<b>6512</b>	<b>1100</b>	<b>41</b>	<b>516</b>	<b>1606</b>	<b>1952</b>	<b>87</b>	<b>1046</b>	<b>3255</b>	<b>941</b>	<b>61</b>	<b>697</b>	<b>2170</b>



**Figura 24.** Carta CORINE 2000 – Área drenante à albufeira de Santa Clara correspondente à área de intervenção do POASC

## 7. CALIBRAÇÃO DO MODELO CE-QUAL-W2

### 7.1 - Introdução

A aferição da evolução da cota da superfície livre da massa de água e dos valores de variáveis e constantes representativas dos processos físicos, químicos e biológicos, inerentes aos constituintes simulados, constituem de uma forma genérica, os principais processos de calibração do modelo.

Assim, a sequência de calibração do modelo iniciou-se com a aferição da cota da superfície livre da massa de água ao longo do período de simulação (os anos civis de 2005 e de 2006), que depende do nível da albufeira na data inicial da simulação, das entradas e saídas de água no sistema ao longo do período de simulação e dos volumes obtidos a partir da representação batimétrica adoptada.

Posteriormente, procedeu-se à calibração da temperatura e da hidrodinâmica do sistema. Por último, procedeu-se à calibração dos valores das concentrações dos parâmetros descritores da qualidade da água, através de um processo iterativo, em que os resultados obtidos em cada simulação são sucessivamente comparados com os dados de amostragem disponíveis.

### 7.2 - Condições iniciais de simulação

As condições iniciais do processo de simulação são definidas no ficheiro de controlo do modelo, no ficheiro de batimetria e, no caso de existir informação para esse efeito e de se considerar que é relevante, em ficheiros com perfis verticais e/ou longitudinais dos valores da concentração dos diferentes parâmetros a simular. No ficheiro de controlo são definidas, entre outras, as seguintes condições iniciais:

1. Período de simulação – data inicial e final de simulação.
2. Temperatura inicial. No caso de existir a informação necessária, podem ser incluídos perfis verticais e longitudinais de temperatura.
3. Concentração inicial dos constituintes a simular. Também neste caso, se existir a informação necessária, podem ser incluídos perfis verticais e longitudinais dos valores da concentração dos constituintes a simular.
4. Número, localização e características dos pontos de afluência e de descarga ou tomada de água.
5. Cota da superfície livre no início da simulação.
6. Tipo de massa de água – água doce ou salgada.

O período para o qual se procedeu à calibração do modelo corresponde aos anos civis de 2005 e de 2006. A escolha deste período para a realização da calibração deveu-se, sobretudo, à disponibilidade de dados de base essenciais para a sua execução, bem como ao facto de corresponder a um período de tempo relativamente recente.

Assim, para as condições iniciais do sistema a simular, consideraram-se os dados disponibilizados pelo SNIRH, relativos à estação de qualidade da água da Albufeira de Santa Clara (28G/03), observados no dia 18-01-2005. Para todos os parâmetros considerados, assumiu-se que os valores/concentrações são constantes para toda a massa de água, o que corresponde a assumir condições de mistura completa no início do período de simulação. Os valores considerados para as condições iniciais são apresentados no Quadro 20.

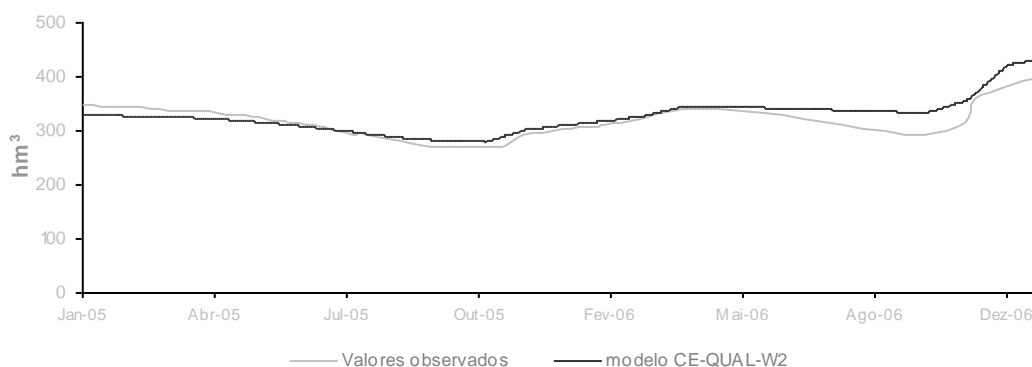
**Quadro 20.** Condições iniciais de simulação do ano de 2005

Cota da superfície livre	122.14 * m
Temperatura	10.10 °C
Oxigénio dissolvido	6.62 mg/L
P-Ortofosfatos	0.02 mg/L
Biomassa algal	0.009 mg/L
Azoto amoniacal	0.04 mg/L
N-Nitratos + N-Nitritos	0.21 mg/L
CBO <sub>5</sub>	3 mg/L
Sólidos dissolvidos totais	139 mg/L
Coliformes fecais	0.3 NMP/L
Coliformes totais	1.8 NMP/L
pH	7,5

\*Cota da superfície livre observada no dia 31-12-2004

### 7.3 - Verificação do balanço de volumes

Como se pode observar na Figura 25, na qual se apresentam os valores simulados e observados de volume armazenado na albufeira de Santa Clara ao longo dos anos de 2005 e de 2006, foi conseguido um bom ajustamento entre os dois conjuntos de resultados.



**Figura 25.** Evolução temporal de volumes simulados e observados



O bom ajustamento obtido, indica que a grelha batimétrica definida para o modelo tem capacidade para reproduzir, correctamente, a evolução dos volumes armazenados no sistema, durante o período em análise.

## **7.4 - Resultados obtidos no processo de calibração**

### **7.4.1 Introdução**

Os resultados obtidos com as simulações realizadas para os anos de 2005 e de 2006, foram comparados com os valores de concentração obtidos, à superfície e ao longo do ano, na estação de qualidade da água da Albufeira de Santa Clara (28G/03). Importa salientar que a referida estação de monitorização da qualidade da água apenas possui registos de amostragens realizadas à superfície.

Em anexo ao presente relatório, em suporte digital, são apresentadas várias animações em formato avi, referentes à evolução dos valores de alguns parâmetros, ao longo dos anos de 2005 e de 2006, e considerando a totalidade do ramo principal da albufeira.

Nas secções seguintes serão apresentados e analisados os resultados obtidos para todos os parâmetros simulados, relativos aos exercícios de simulação desenvolvidos para os anos de 2005 e de 2006.

### **7.4.2 Temperatura**

A análise do comportamento térmico da albufeira, ao longo dos anos de 2005 e de 2006, permitiu concluir que esta massa de água apresenta um comportamento característico de um lago monomítico quente, típico das zonas temperadas, em que os valores da temperatura da água nunca descem abaixo dos 4°C, quer à superfície quer em profundidade, bem como uma alternância de períodos de homogeneização dos valores da temperatura ao longo de toda a coluna de água com períodos de forte estratificação térmica, característicos, respectivamente, dos períodos mais frios e mais quentes do ano.

Na Figura 26 apresentam-se os valores da temperatura da massa de água, ao longo da globalidade do seu ramo principal (rio Mira), no dia 1 de Agosto, para os anos de 2005 e de 2006, sendo bem patente a forte estratificação térmica que se faz sentir nessa altura do ano.

Como se pode observar na Figura 27, obteve-se um bom ajustamento entre os valores obtidos com o modelo e os valores de temperatura observados na albufeira, à superfície.

A análise da Figura 28, referente ainda à temperatura da água, permite concluir que a amplitude térmica é superior no ano de 2005, quando comparada com a observada no ano de 2006. Esta diferença poderá ter alguma influência nos valores da concentração dos restantes parâmetros simulados para cada um dos anos.

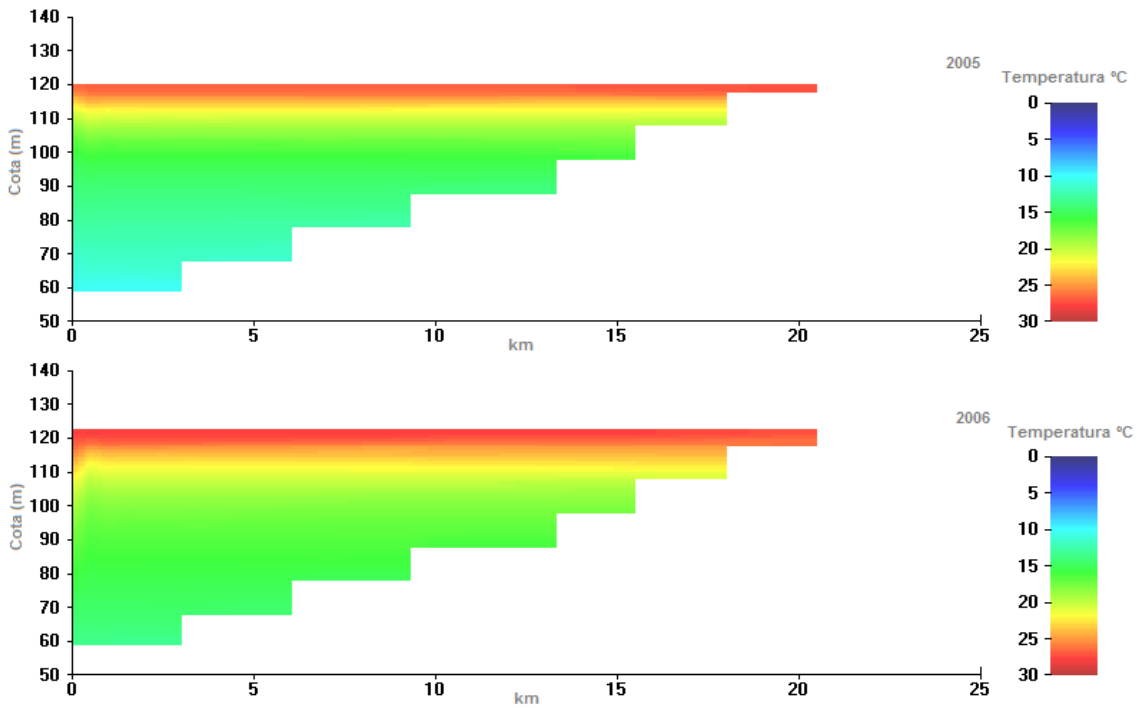


Figura 26. Temperatura da massa de água ao longo do rio Mira - 1 de Agosto de 2005 (topo) e 1 de Agosto de 2006 (base)

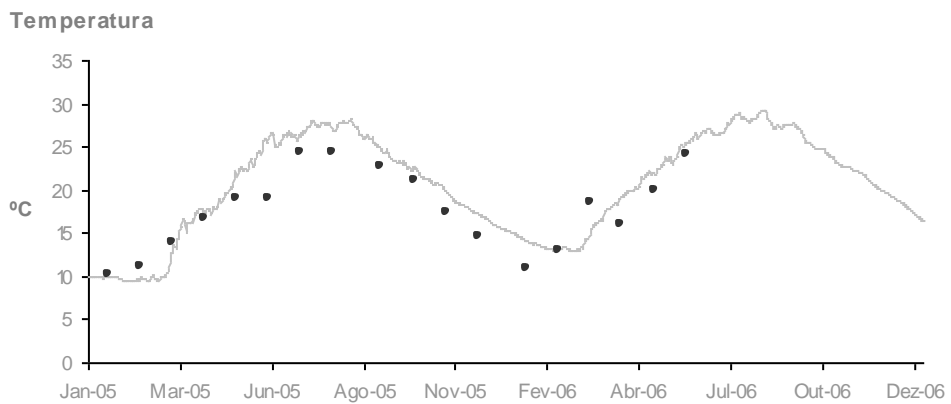


Figura 27. Série temporal - Temperatura – Alb. de Santa Clara (28G/03) – Rio Mira

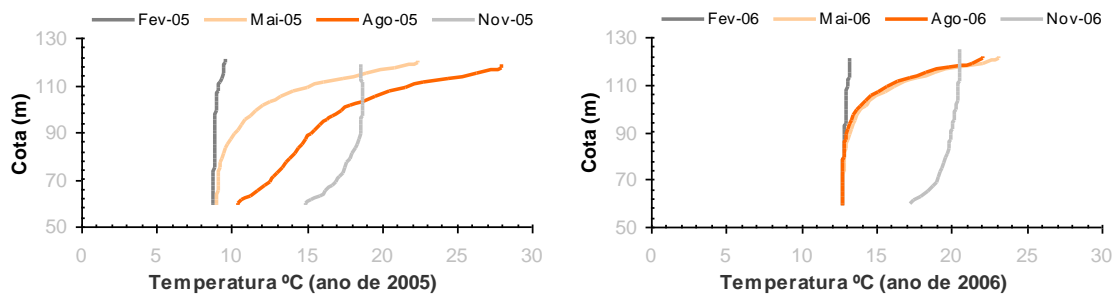


Figura 28. Perfis - Temperatura – 0.3 km a montante da barragem de Santa Clara – Rio Mira

### 7.4.3 Oxigénio dissolvido

A calibração deste parâmetro (OD) foi, tal como para a temperatura, bastante exigente, tendo sido necessário realizar inúmeros exercícios de simulação para se conseguir um bom ajustamento entre os resultados do modelo e os valores amostrados.

Os resultados obtidos relativamente a este parâmetro permitiram verificar que os níveis de oxigénio dissolvido nos meses mais quentes do ano são reduzidos, nomeadamente na camada mais profunda da massa de água, e especialmente para o ano de 2006 (Figura 29).

A análise realizada aos dados recolhidos pelo SNIRH, relativos à estação da albufeira de Santa Clara (28G/03), revelou que os valores da concentração de OD são superiores ao limite estabelecido para que se classificasse a albufeira como eutrófica. No entanto, esta análise deve ser realizada com algum cuidado pois, de acordo com os resultados apresentados na Figura 29, se a amostragem for realizada em profundidade, o valor da concentração de OD é muito diferente da obtida à superfície da massa de água.

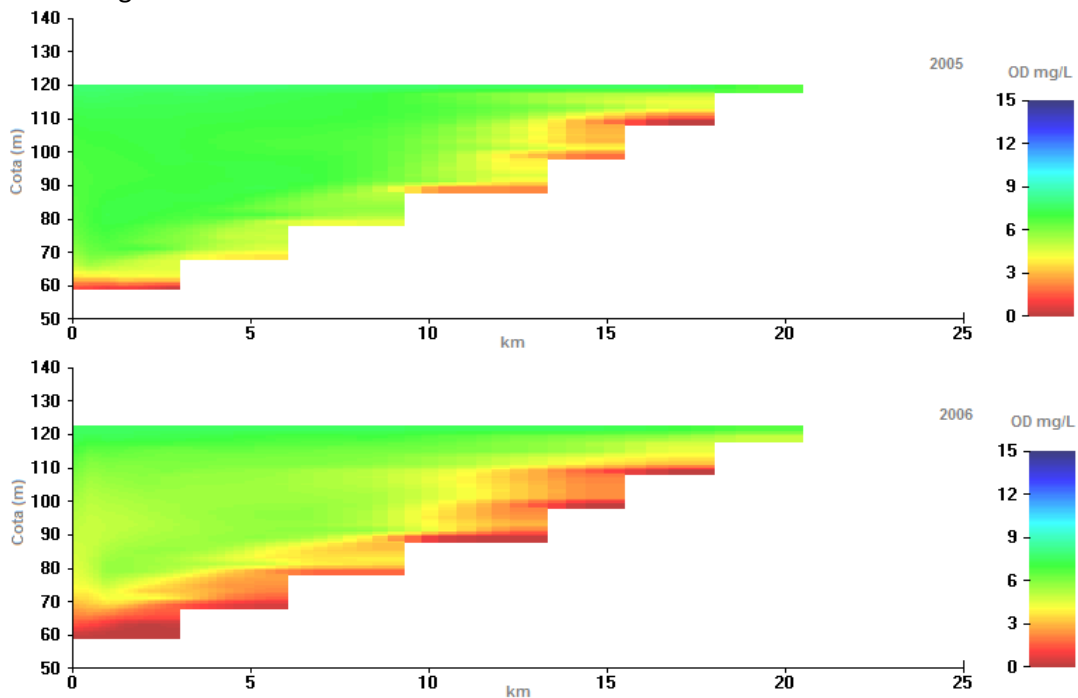


Figura 29. OD na massa de água ao longo do rio Mira - 1 de Agosto, 2005 (topo) e 1 de Agosto de 2006 (base)

Na Figura 30, podem observar-se os resultados finais obtidos com o processo de calibração do OD. A análise da referida figura permite verificar que existe um bom ajustamento entre os resultados obtidos com o modelo e os dados observados, à superfície, na massa de água.

Assim, pode concluir-se que a tendência de evolução dos dois conjuntos de resultados (simulados e amostrados), é semelhante e que, face aos dados disponíveis, o modelo descreveu de forma satisfatória o comportamento do OD na albufeira.

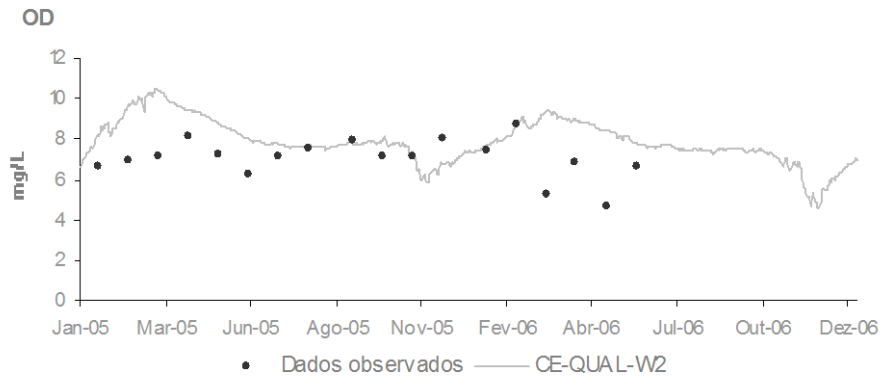


Figura 30. Série temporal - OD – Alb. de Santa Clara (28G/03) – Rio Mira

A análise da Figura 31, permite observar a evolução dos valores da concentração de OD ao longo de cada um dos anos simulados, assim como a depleção que se verifica em profundidade, mais evidente nos meses mais quentes do ano.

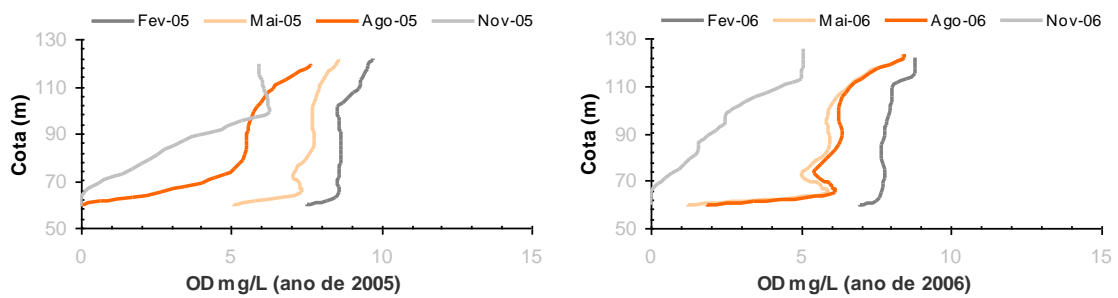


Figura 31. Perfis - OD – 0.3 km a montante da barragem de Santa Clara – Rio Mira

#### 7.4.4 Carência bioquímica de oxigénio

Relativamente à  $CBO_5$ , verifica-se, pela análise da Figura 32, que o modelo CE-QUAL-W2 descreve de forma satisfatória a evolução da concentração deste constituinte, à superfície da massa de água.

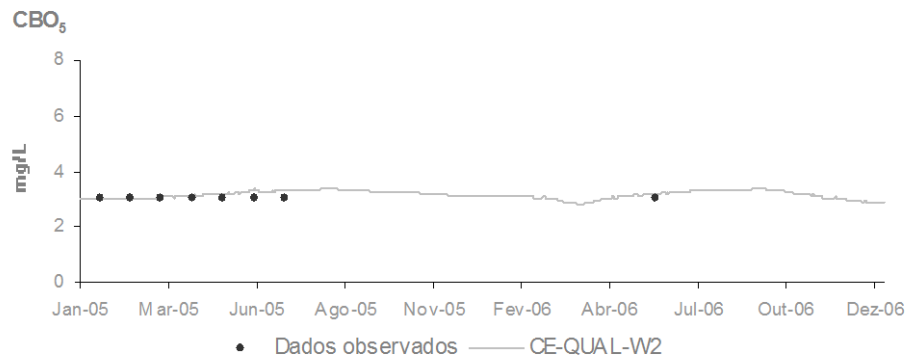


Figura 32. Série temporal -  $CBO_5$ – Alb. de Santa Clara (28G/03) – Rio Mira

Na Figura 33, pode observar-se a evolução dos valores da concentração deste parâmetro em profundidade, concluindo-se que não se verificam grandes variações ao longo do período de simulação considerado.

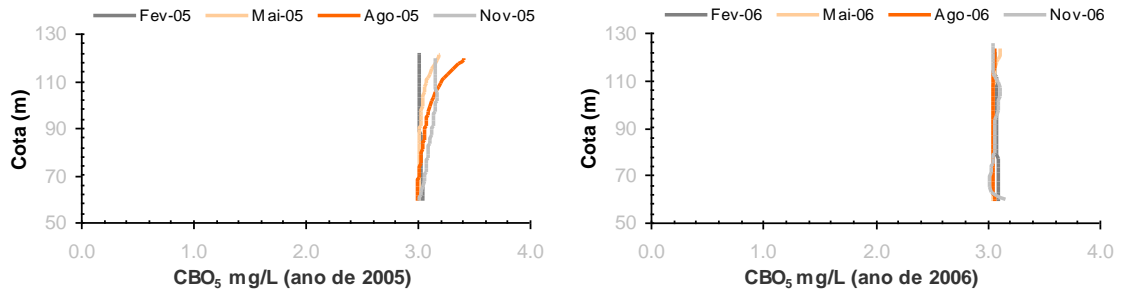


Figura 33. Perfis - CBO<sub>5</sub> – 0.3 km a montante da barragem de Santa Clara – Rio Mira

#### 7.4.5 Nitratos e nitritos

A análise da Figura 34 permite verificar que o modelo simulou, de forma razoável, a tendência evolutiva dos valores da concentração de NO<sub>x</sub> na albufeira de Santa Clara. De facto, apenas os valores mais elevados e mais reduzidos, de carácter pontual, que foram observados na estação da Albufeira de Santa Clara (28G/03), não são descritos pelos resultados obtidos com o modelo.

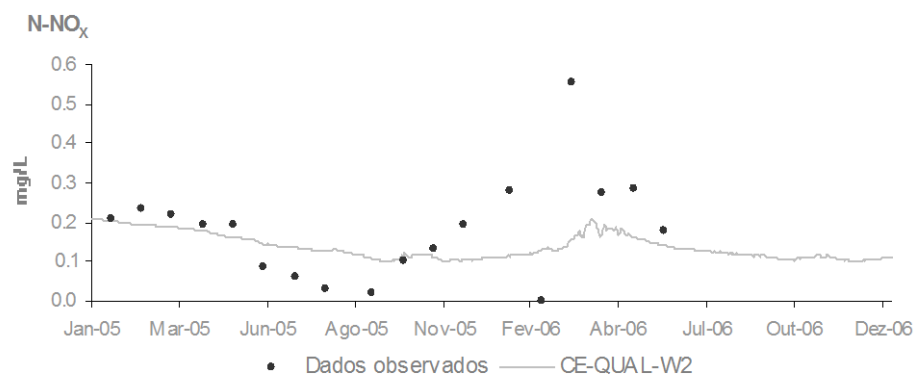


Figura 34. Série temporal - NO<sub>x</sub> – Alb. de Santa Clara (28G/03) – Rio Mira

A análise dos perfis de valores da concentração de NO<sub>x</sub>, permite concluir que para o ano de 2006 a variação dos valores da concentração deste parâmetro é inferior ao verificado para o ano de 2005, no qual se obtiveram os valores mais elevados da concentração, principalmente no que se refere ao início do ano.

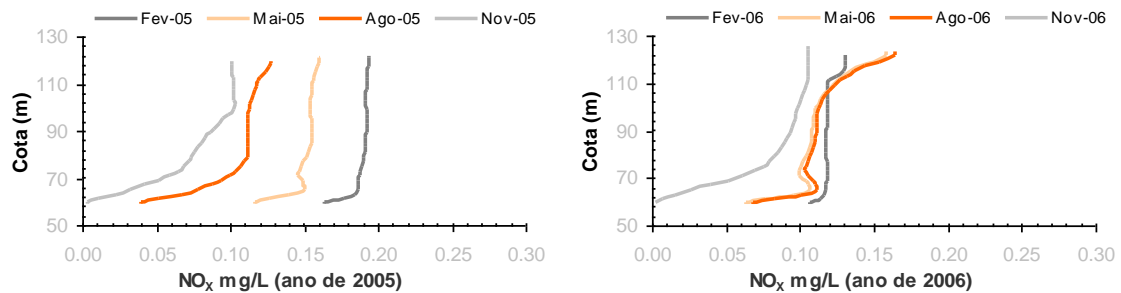


Figura 35. Perfis -  $\text{NO}_x$  - 0.3 km a montante da barragem de Santa Clara – Rio Mira

#### 7.4.6 Azoto amoniacal

No que se refere a este parâmetro ( $\text{NH}_4$ ), verifica-se que a comparação dos resultados do modelo com os valores obtidos à superfície (Figura 36), permite considerar que o ajustamento obtido entre os dois conjuntos de dados é bastante bem conseguido, até ao mês de Janeiro de 2006. A partir desta data, o modelo descreve uma tendência que não se verifica nos dados observados na albufeira. No entanto, deve referir-se que a série de valores observada na albufeira é demasiado reduzida para que se possa realizar uma análise conclusiva sobre a evolução dos valores da concentração deste parâmetro.

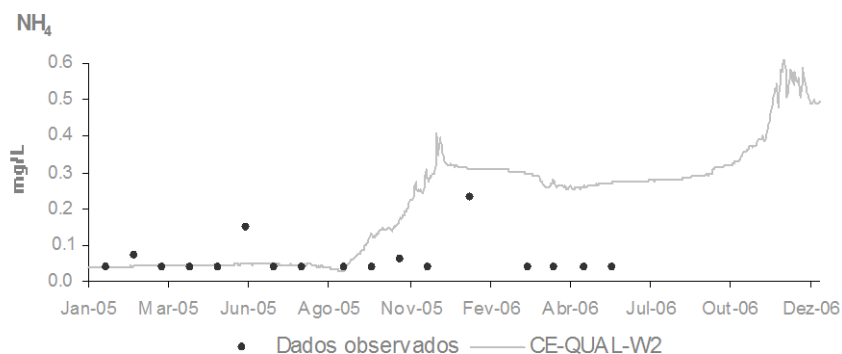


Figura 36. Série temporal -  $\text{NH}_4$  - Alb. de Santa Clara (28G/03) – Rio Mira

Relativamente aos perfis verticais da concentração de  $\text{NH}_4$  (Figura 37), verifica-se que nos últimos meses de cada ano, 2005 e 2006, ocorre um aumento em profundidade dos correspondentes valores, que coincide com a diminuição de  $\text{NO}_x$ , que se pode observar na Figura 35. No entanto, a inexistência de valores da concentração observados em profundidade na albufeira de Santa Clara, não permite concluir sobre a validade do potencial processo de nitrificação, evidenciado pelos resultados do modelo CE-QUAL-W2.

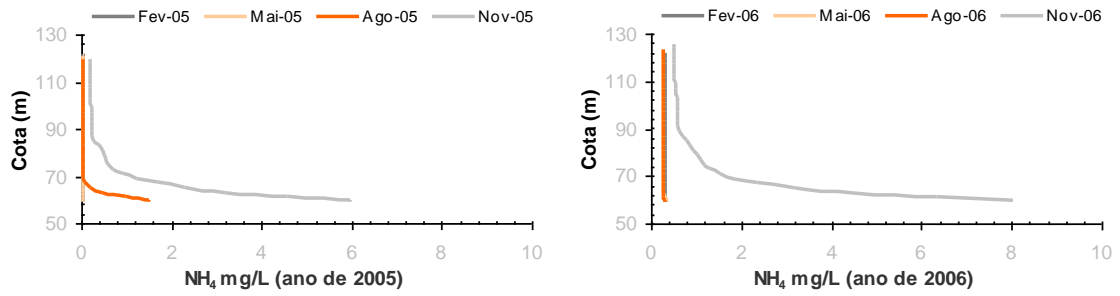


Figura 37. Perfis –  $\text{NH}_4$  – 0.3 km a montante da barragem de Santa Clara – Rio Mira

### 7.4.7 Ortofosfatos

Os resultados obtidos para este parâmetro ( $\text{P-PO}_4$ ), podem ser considerados globalmente satisfatórios, apesar de se verificar que em algumas situações os valores da concentração de  $\text{PO}_4$  obtidos com o modelo são inferiores ou superiores aos valores observados na massa de água (Figura 38).

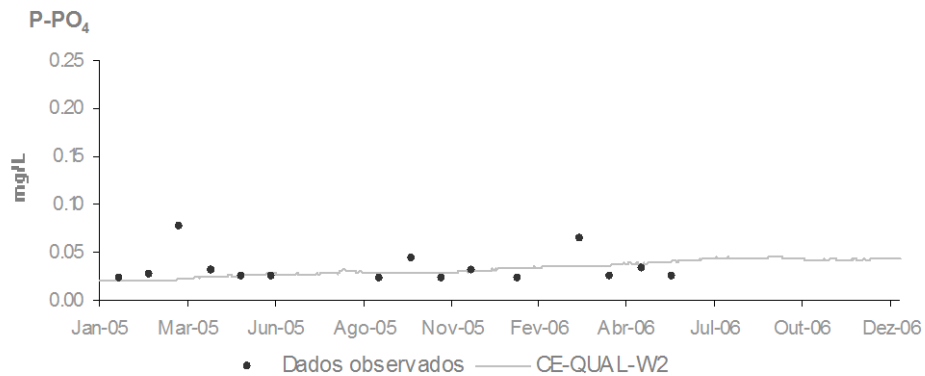


Figura 38. Série temporal -  $\text{PO}_4$  – Alb. de Santa Clara (28G/03) – Rio Mira

A análise da Figura 39, permite verificar que não se obtiveram variações significativas na concentração de  $\text{PO}_4$ , ao longo da coluna de água, considerando os dois anos submetidos a simulação.

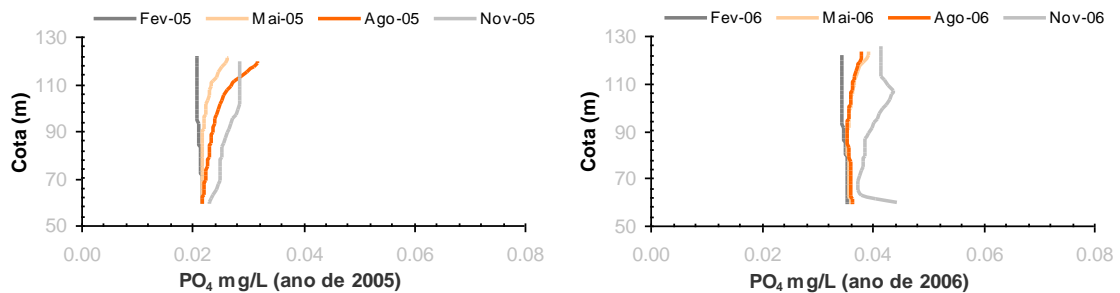


Figura 39. Perfis –  $\text{PO}_4$  – 0.3 km a montante da barragem de Santa Clara – Rio Mira

#### 7.4.8 Clorofila-a

Analisando os resultados obtidos com o modelo (Figura 40), verifica-se que a evolução anual dos valores da concentração da clorofila-a corresponde ao que é expectável numa massa de água com estas características, nomeadamente no que se refere aos aumentos pontuais da concentração deste parâmetro no início do período mais quente do ano. No entanto, verifica-se que os valores obtidos com o modelo CE-QUAL-W2 são, no global, inferiores aos valores observados na albufeira. Deve referir-se que o número reduzido de valores observados na albufeira nos meses mais quentes do ano, dificulta substancialmente a calibração deste parâmetro. Assim, optou-se por calibrar o modelo considerando os valores de concentração observados em 13 de Agosto e em 6 de Dezembro, de 2005, para que se reflectisse, pelo menos, o início e o final do período temporal onde geralmente se observa um aumento dos valores da concentração deste parâmetro.

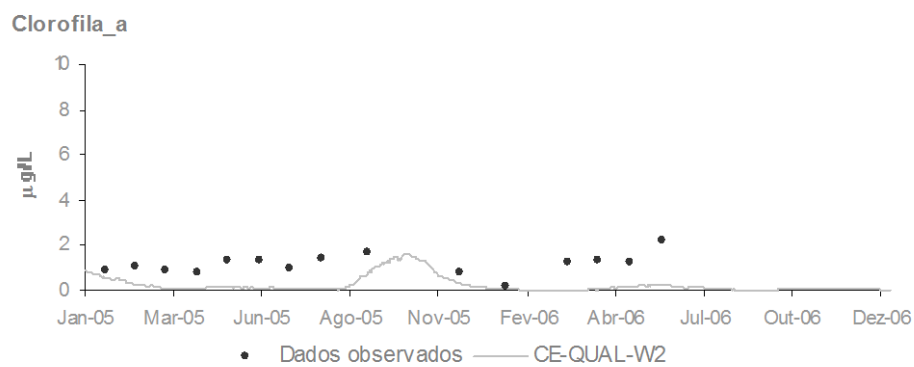


Figura 40. Série temporal - Clorofila\_a – Alb. de Santa Clara (28G/03) – Rio Mira

Os perfis verticais da concentração da clorofila-a (Figura 41), permitem verificar um aumento da concentração no ano de 2005, que ocorre num período (Novembro) para o qual não existem registos na estação de qualidade da albufeira de Santa Clara, não sendo assim possível validar os resultados obtidos.

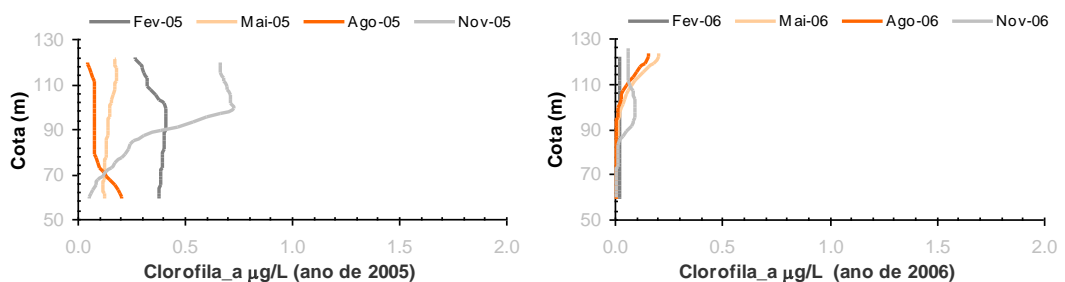


Figura 41. Perfis – Clorofila\_a – 0.3 km a montante da barragem de Santa Clara – Rio Mira

#### 7.4.9 pH

A evolução à superfície dos valores de pH obtidos com o modelo representa satisfatoriamente a evolução verificada na massa de água (Figura 42).



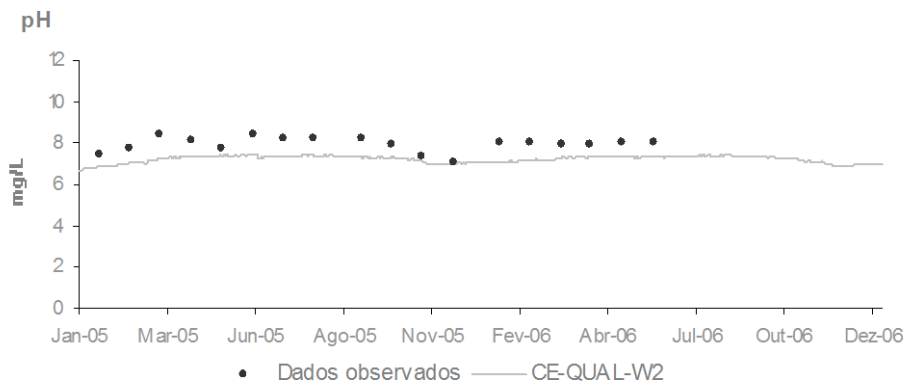


Figura 42. Série temporal - pH – Alb. de Santa Clara (28G/03) – Rio Mira

A análise dos perfis verticais de pH obtidos com o modelo (Figura 43) permite verificar a existência de um aumento do valor deste parâmetro no período mais quente do ano, provavelmente função do aumento da concentração de biomassa algal na albufeira, no mesmo período temporal.

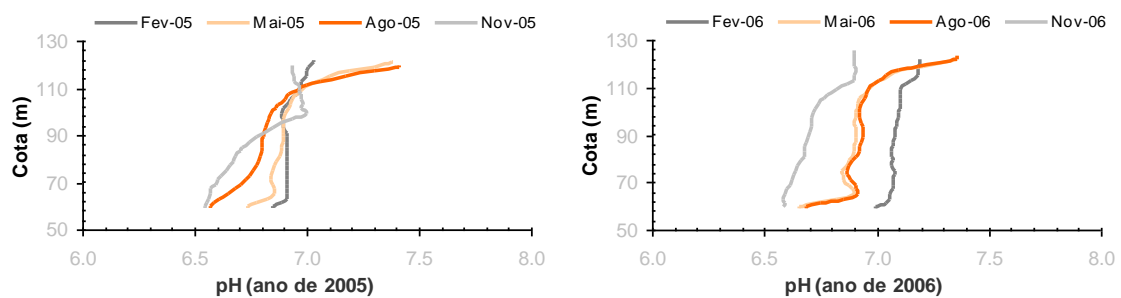
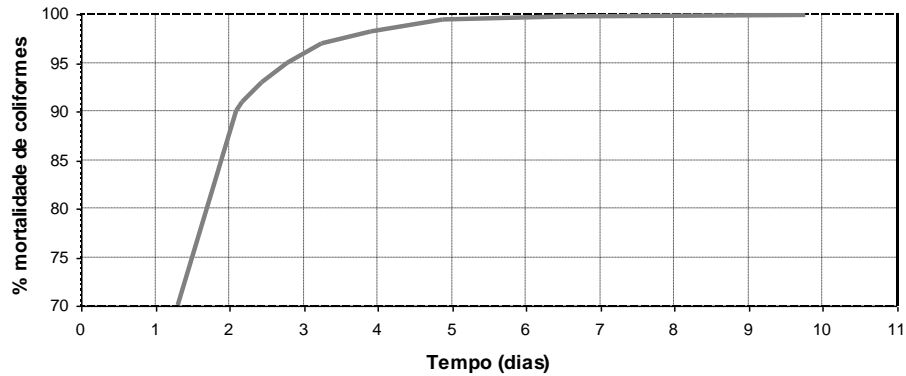


Figura 43. Perfis - pH – 0.3 km a montante da barragem de Santa Clara – Rio Mira

#### 7.4.10 Coliformes totais

A concentração de coliformes totais simulada pelo modelo CE-QUAL-W2 depende das taxas de decaimento e de deposição consideradas, bem como da temperatura da massa de água. As dificuldades encontradas na simulação dos coliformes totais resultam do facto deste constituinte estar associado a cargas pontuais, do seu reduzido tempo de vida (Figura 44), bem como da escassez de dados de amostragem, tornando assim mais difícil prever a evolução da sua concentração na massa de água.

A análise da Figura 45, permite verificar que o ajustamento obtido descreve, em termos médios, de forma relativamente satisfatória a evolução anual do teor de coliformes totais na massa de água. Apenas com dados de campo que descrevessem todas as descargas pontuais de coliformes seria possível simular o comportamento deste parâmetro com maior rigor.



Fonte: EPA - Rates, Constants, and Kinetics Formulations in Surface Water Quality Modeling (Second Edition) Junho, 1985

Figura 44. Taxa de mortalidade de coliformes em função do tempo.

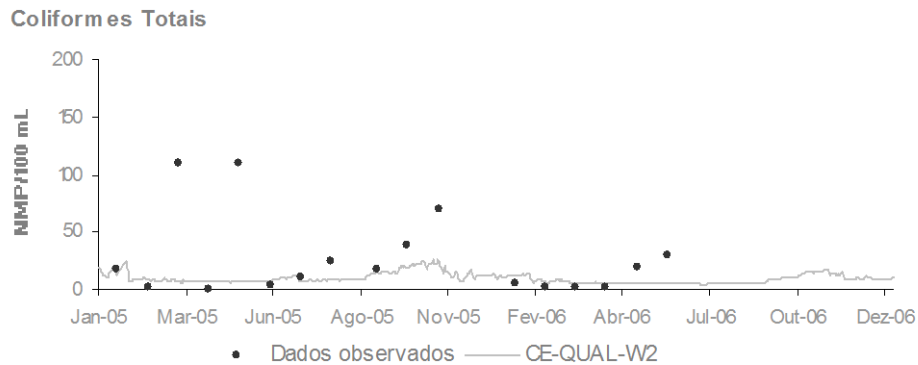


Figura 45. Variação média - Coliformes totais – Alb. de Santa Clara (28G/03) – Rio Mira

A análise da Figura 46, permite verificar a existência de um padrão de distribuição da concentração de coliformes totais, característico deste tipo de parâmetro, com a predominância dos valores de concentração mais elevados à superfície, diminuindo progressivamente em profundidade ao longo da coluna de água.

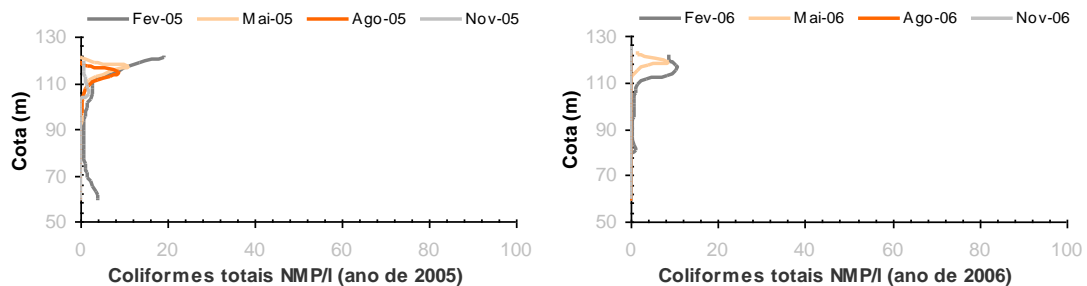


Figura 46. Perfis – Coliformes totais – 0.3 km a montante da barragem de Santa Clara – Rio Mira

#### 7.4.11 Coliformes fecais

Relativamente aos coliformes fecais, a avaliação dos resultados obtidos para este parâmetro é análoga à anteriormente efectuada para os coliformes totais. A análise da Figura 47 permite verificar que o modelo descreve razoavelmente bem a evolução da concentração de coliformes fecais, observada à superfície da massa de água.

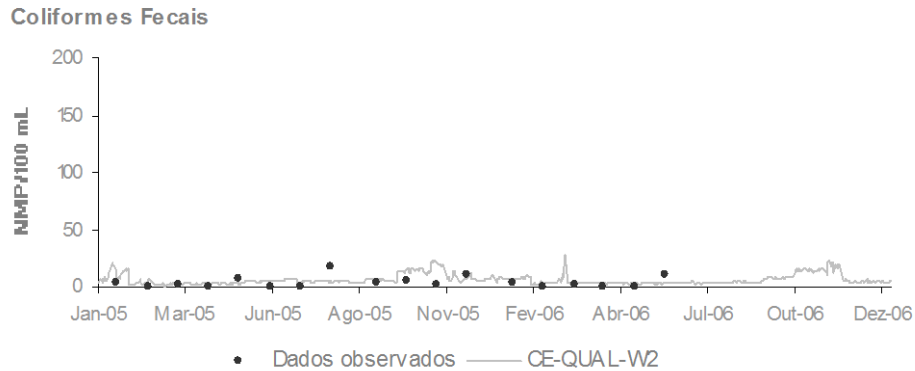


Figura 47. Variação média - Coliformes fecais – Alb. de Santa Clara (28G/03) – Rio Mira

A distribuição dos valores da concentração de coliformes fecais ao longo da coluna de água (Figura 48), evidencia, tal como para os coliformes totais, a existência de valores de concentração mais elevados à superfície da massa de água, característicos deste tipo de microorganismos.

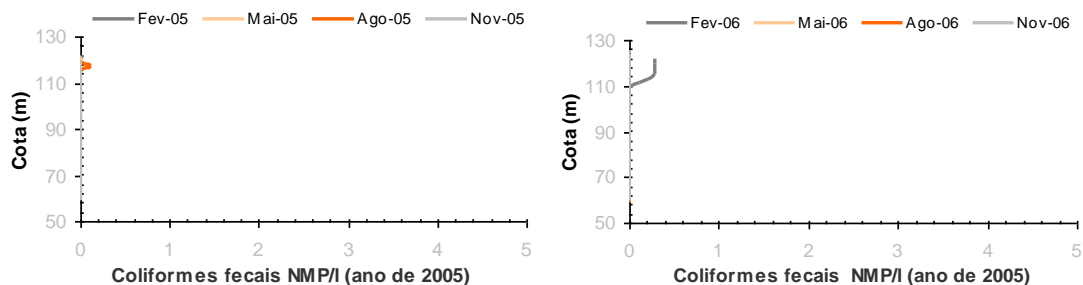


Figura 48. Perfis – Coliformes fecais – 0.3 km a montante da barragem de Santa Clara – Rio Mira

## 8. CENÁRIOS DE SIMULAÇÃO

### 8.1 - Introdução

A utilização sustentável da água depende, invariavelmente, da aplicação das medidas preconizadas nos diplomas normativos que regulam as descargas de poluentes em massas de águas doce superficiais. Recorrendo à simulação matemática da qualidade da água, é possível avaliar o grau de efectividade das referidas medidas.

Assim, após a aplicação do modelo CE-QUAL-W2 à albufeira de Santa Clara, analisaram-se as potenciais alterações na qualidade da água, resultantes das previstas reduções da carga poluente afluente à albufeira em função da eficiência das medidas preconizadas no POASC e no PBH do rio Mira.

### 8.2 - Definição dos cenários de simulação

A definição dos cenários de simulação considerados teve como objectivo avaliar os efeitos das reduções da carga poluente afluente à albufeira de Santa Clara, resultante das medidas preconizadas pelo POASC e pelo PBH do rio Mira, de acordo com o atrás referido.

Neste contexto, verifica-se que o regulamento proposto pelo POASC define, entre outras, as seguintes regras para a utilização da albufeira e da zona envolvente:

#### **Artigo 27.º - Saneamento Básico**

- 1. É interdita a rejeição de efluentes sem tratamento de acordo com as normas legais em vigor.*
- 2. Os empreendimentos turísticos, quer sejam construídos de raiz, quer sejam por reconversão do edificado pré-existente, têm que ser dotados de sistemas de tratamento de águas residuais com tratamento até ao nível terciário.*
- 3. Todas as habitações que não estejam ligadas a sistemas colectivos de drenagem e tratamento de águas residuais, devem dispor de sistema de tratamento próprio, correspondendo, no mínimo a uma fossa séptica bicompartimentada, descarregando em poço absorvente ou trincheiras, ou em alternativa, a uma fossa séptica estanque.*
- 4. No licenciamento das fossas estanques é obrigatoriamente definida a periodicidade da sua limpeza que é determinada em função da sua capacidade e índice de ocupação da habitação que serve.*

Assim, os cenários de simulação considerados foram desenvolvidos de forma a incluir as normas definidas pelo regulamento do POASC.

Por outro lado, o PBH do rio Mira tem como objectivo implementar medidas de gestão da qualidade da água, que visam cumprir as normas definidas pelos diplomas legais aplicáveis à bacia hidrográfica do rio Mira. Assim, tornou-se necessário cumprir o disposto pelo Decreto-Lei n.º 236/98 de 1 de Agosto, que define valores limites de emissão para a descarga de águas residuais. Deve referir-se que

a inexistência de descargas de águas residuais de aglomerados urbanos com e.p.>2000, determinou a inaplicabilidade das normas definidas pelo Decreto-Lei n.º 152/97 de 19 de Junho.

Assim, com o objectivo de avaliar as regras e normas referidas, definiram-se os seguintes cenários de simulação:

**Cenário 0** – caracteriza a situação de referência da massa de água, referente aos anos civis de 2005 e de 2006. Corresponde, assim ao cenário considerado ao nível do processo de calibração do modelo, descrito no Capítulo 8 do presente relatório.

**Cenário 1** – refere-se à aplicação, em simultâneo, de todas as medidas de redução da afluência de cargas poluentes, referidas no regulamento do POASC, no seu artigo 27.º, relativo ao saneamento básico.

**Cenário 1A** – diverge do **Cenário 1**, porque se avaliou a alternativa proposta pelo regulamento que considera a instalação de fossas sépticas estanques, para as edificações localizadas na faixa de 500 m contados em projecção horizontal a partir do NPA da albufeira.

**Cenário 2** – definido para incluir as medidas de gestão da qualidade da água definidas no PBH do rio Mondego, que implicam cumprir o disposto pelo Decreto-Lei n.º 236/98 de 1 de Agosto, relativamente aos sistemas de águas residuais, e à implementação de linhas de tratamento dos efluentes industriais adequadas ao nível de protecção do meio receptor, de acordo com a legislação vigente e as directivas comunitárias aplicáveis.

**Cenário 3** – considera as medidas de redução da carga poluente, definidas no **Cenário 2**, mas aplicadas apenas para as descargas de águas residuais realizadas na área da bacia hidrográfica, dominada pela barragem de Santa Clara, localizada a jusante das secções mais a montante de cada um dos ramos da albufeira submetida a simulação.

**Cenário 4** – representa a conjugação do **Cenário 1** com o **Cenário 2**.

**Cenário 5** – definido com o objectivo de avaliar os efeitos na qualidade da água da albufeira de Santa Clara dos empreendimentos turísticos previstos no POASC.

**Cenário 6** – tem como objectivo avaliar o efeito da carga difusa de origem agrícola e florestal, gerada na área de jurisdição do POASC, através da comparação com a situação de referência (**Cenário 0**).

**Cenário 7** – caracteriza o efeito do eventual tratamento terciário de todas as descargas de águas residuais urbanas e industriais geradas na bacia hidrográfica dominada pela barragem de Santa Clara e de uma redução em 90% da carga poluente de origem agrícola e florestal.

**Cenário 8** – refere-se à comparação resultante da simulação dos **Cenários 0 e 4** ao longo de um período temporal de 8 anos, permitindo assim uma caracterização da evolução ao longo do tempo da qualidade da água da albufeira de Santa Clara.

### 8.3 - Integração dos cenários de simulação

Assim, de acordo com o referido anteriormente, definiram-se nove cenários de simulação que, pelas suas características, permitem individualizar a contribuição de cada uma das fontes poluidoras consideradas.

O **Cenário 0** considera a situação de referência da massa de água, caracterizada pelos dados de qualidade observados na albufeira, para os anos de 2005 e de 2006, e pela afluência das cargas poluentes geradas na área de intervenção do POASC, descritas anteriormente na secção 7.4.

A definição do **Cenário 1** considera todas as medidas preconizadas no POASC, relativamente à redução da carga de poluentes gerados na área de intervenção do Plano de Ordenamento. Na referida área identificaram-se quatro tipos distintos de potenciais fontes poluidoras: habitações isoladas, suiniculturas, boviniculturas e empreendimentos turísticos.

O regulamento do POASC refere que as edificações localizadas na envolvente próxima do plano de água, na faixa dos 500 metros em projecção horizontal contados a partir do NPA, deverão ter como sistemas de tratamento fossas sépticas bicompartimentadas, que descarreguem para um poço absorvente ou trincheira. Assim, na definição deste cenário, consideraram-se as eficiências de tratamento de  $CBO_5$ ,  $N-NO_x$ ,  $NH_4$ ,  $P-PO_4$  e de coliformes fecais e totais de origem tónica urbana associadas a uma fossa séptica com filtro de areia enterrado (Quadro 21). Admitiu-se, conservativamente, que após tratamento as águas residuais geradas afluíam na sua totalidade à albufeira de Santa Clara.

**Quadro 21.** Eficiência de remoção percentual – Fossa séptica com filtro de areia enterrado

Tipo de tratamento	% $CBO_5$	% $NH_4$	% $N - NO_x$	% $P - PO_4$	% Coliformes totais	% Coliformes Fecais
Fossa séptica com filtro de areia enterrado	95 (a)	93(a)	aumento de 25 vezes do valor inicial (a)	10 (a)	99 (b)	99 (b)

(a) Metacalf & Eddy (1991)

(b) Face à elevada variabilidade das percentagens de remoção teóricas, associadas a este tipo de tratamento em função do tempo de retenção, assumiu-se que uma remoção de 99%, seria adequada à análise realizada

Na área de intervenção do POASC identificaram-se dois empreendimentos turísticos, a Quinta do Barranco da Estrada e a Pousada de Santa Clara-a-Velha (Figura 18) que, de acordo com o referido no regulamento do POASC, devem ser dotados de sistemas de tratamento terciário de águas residuais. Assim, na definição do **Cenário 1** incluíram-se as descargas de águas residuais provenientes dos dois empreendimentos, considerando as eficiências de remoção da  $CBO_5$ ,  $N-NO_x$ ,  $NH_4$ ,  $P-PO_4$  e de coliformes fecais e totais associadas ao tratamento terciário que se podem observar no Quadro 22.

Na definição deste cenário foram também incluídas as descargas de águas residuais, geradas por dez suiniculturas e uma bovinicultura, localizadas na área de intervenção do POASC, considerando o tratamento consignando na legislação vigente.

**Quadro 22.** Eficiência de remoção percentual – tratamento terciário

Tipo de tratamento	% CBO	% NH <sub>4</sub>	% N - NO <sub>x</sub>	% P - PO <sub>4</sub>	% Coliformes totais	% Coliformes Fecais
Terciário	95 (a)	90 (a)	90 (a)	90 (a)	99 (b)	99 (b)

(a) Metacalf & Eddy (1991)

(b) Face à elevada variabilidade das percentagens de remoção teóricas, associadas a este tipo de tratamento em função do tempo de retenção, assumiu-se que uma remoção de 99%, seria adequada à análise realizada

Os valores da carga da CBO<sub>5</sub>, gerada pelas suiniculturas localizadas na área de intervenção do POASC, foram determinados de acordo com os valores máximos da carga da CBO<sub>5</sub> definidos pela Portaria nº 810/90 de 10 de Setembro, em função do número de a.e. (Quadro 23).

**Quadro 23.** Normas de descarga de água residuais geradas nas explorações de suinicultura (fonte: Portaria nº 810/90 de 10 de Setembro)

Capacidade máxima da exploração (número de animais equivalentes) *	Carga em CBO <sub>5</sub> (20) (g CBO <sub>5</sub> (20)/animal.dia)
n ≤ 50	70
50 ≤ n ≤ 200	30
n ≥ 200	6

\* Considera-se como animal-equivalente um animal com um peso de 45kg, peso médio dos animais em ciclo fechado. Numa exploração de engorda cada animal corresponde a 1,5 animais-equivalentes. Numa exploração de multiplicação cada porca reprodutora equivale a 4 animais-equivalentes.

A referida portaria não define limites para a carga de NO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub> e P-PO<sub>4</sub> gerada por a.e., pelo que se consideraram os VLE, definidos pelo Decreto-Lei n.º 236/98 de 1 de Agosto, que se podem observar no Quadro 24.

**Quadro 24.** Valores limite de emissão na descarga de águas residuais (fonte: Decreto-Lei n.º 236/98 de 1 de Agosto)

Parâmetro	VLE
CBO <sub>5</sub>	40 mg/l
NO <sub>3</sub>	50 mg/l
NH <sub>4</sub>	10 mg/l
N <sub>total</sub>	15 mg/l
P-PO <sub>4</sub> <sup>1</sup>	3 mg/l
P <sub>total</sub> <sup>2</sup>	3 mg/l

<sup>1</sup> Face à inexistência de um valor limite de emissão para este parâmetro admitiu-se conservativamente um valor igual ao considerado para o P<sub>total</sub>

<sup>2</sup> Considerando que a descarga de águas residuais ocorre em águas que alimentam uma albufeira.

A carga de  $\text{CBO}_5$ ,  $\text{N-NO}_3$ ,  $\text{NH}_4$  e  $\text{P-PO}_4$  gerada pela bovinicultura que se localiza na área de intervenção do POASC (Figura 21), considerada na definição do **Cenário 1**, foi aferida tendo como objectivo o cumprimento dos VLE, definidos pelo Decreto-Lei n.º 236/98 de 1 de Agosto (Quadro 24).

Apesar da legislação vigente não definir valores limite de emissão para as suiniculturas e boviniculturas, relativamente aos coliformes fecais e totais, optou-se pela consideração de uma eficiência de remoção de 99%, com o objectivo de avaliar a contribuição destas instalações pecuárias para a contaminação microbiológica da albufeira de Santa Clara.

O **Cenário 1A** foi definido de forma idêntica ao **Cenário 1**. No entanto, considerou-se a alternativa proposta pelo regulamento, que admite a possibilidade de instalação de fossas sépticas estanques para as edificações localizadas na área de intervenção do POASC, o que implica a não existência de quaisquer descargas a partir das referidas fossas.

Com a definição do **Cenário 2**, pretende-se avaliar o impacto na qualidade da água da albufeira de Santa Clara das descargas poluentes, de origem urbana e industrial, localizadas na área drenante à albufeira de Santa Clara, excluindo as descargas poluentes geradas na área de intervenção do POASC. As descargas poluentes dividem-se em dois grupos de acordo com a sua localização, na área 1 ou área 2 (Figura 49), a montante ou a jusante, respectivamente, das secções de afluência, definidas ao nível do processo de calibração do modelo, para a caracterização da qualidade da água da albufeira de Santa Clara.

As cargas poluentes de origem urbana e industrial foram obtidas no relatório realizado pela DRAOT Alentejo, que inclui a identificação e caracterização das fontes poluidoras de carácter pontual localizadas na bacia hidrográfica da albufeira de Santa Clara (DRAOT Alentejo, 1999), que posteriormente foram distribuídas de acordo com a sua localização, pela área drenante a cada uma das linhas de água consideradas.

A carga de origem urbana e industrial gerada na área 1, incluída no modelo CE-QUAL-W2 ao nível do processo de calibração, é caracterizada por quatro valores da concentração afluente mensal, que incluem todas as fontes de poluição tóxicas e difusas, e que assim definem as afluências à albufeira de Santa Clara através dos seus ramos principais: rio Mira, ribeira do Guilherme, rio Torto e ribeira de Cortes.

A carga poluente gerada na área 2 foi introduzida no modelo CE-QUAL-W2, através da consideração de tributários pontuais, de acordo com o referido na secção 7 deste documento, tendo-se assim definido a situação de referência da massa de água (**Cenário 0**).

Como se pode observar na Figura 50, os aglomerados populacionais localizados na bacia hidrográfica da albufeira de Santa Clara são de reduzida dimensão. Existem duas fossas sépticas e uma descarga directa de águas residuais urbanas localizadas na área 1, e uma fossa séptica localizada na área 2.

No Quadro 25 podem observar-se os valores da carga poluente gerada pelos aglomerados urbanos, obtidos considerando as capitações que se podem observar no Quadro 4 da secção 7.4.2 do presente documento. Deve referir-se que para se unificar a contribuição de cada uma das fontes de poluição, optou-se pela expressão da carga de nutrientes sob a forma de  $N_{total}$  e  $P_{total}$ .



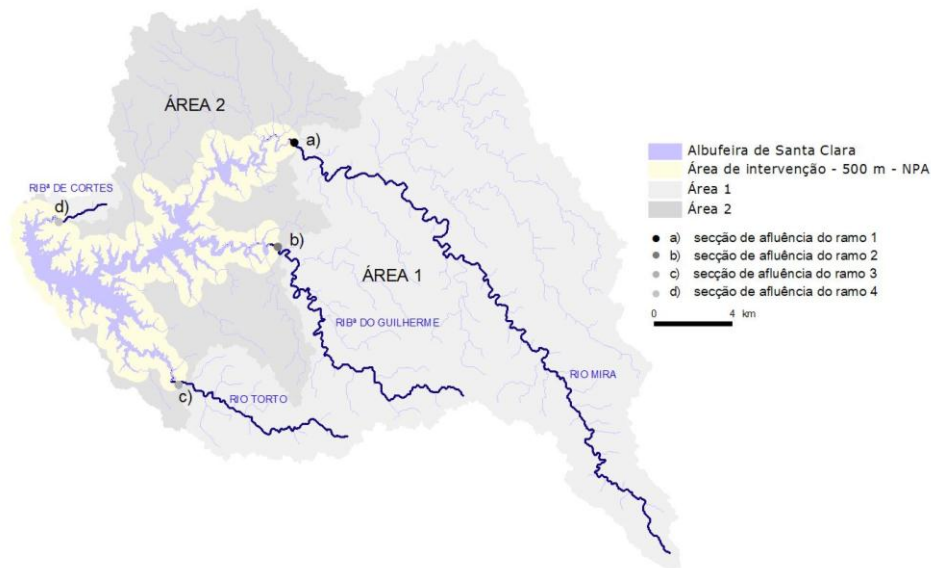


Figura 49. Bacia hidrográfica da albufeira de Santa Clara

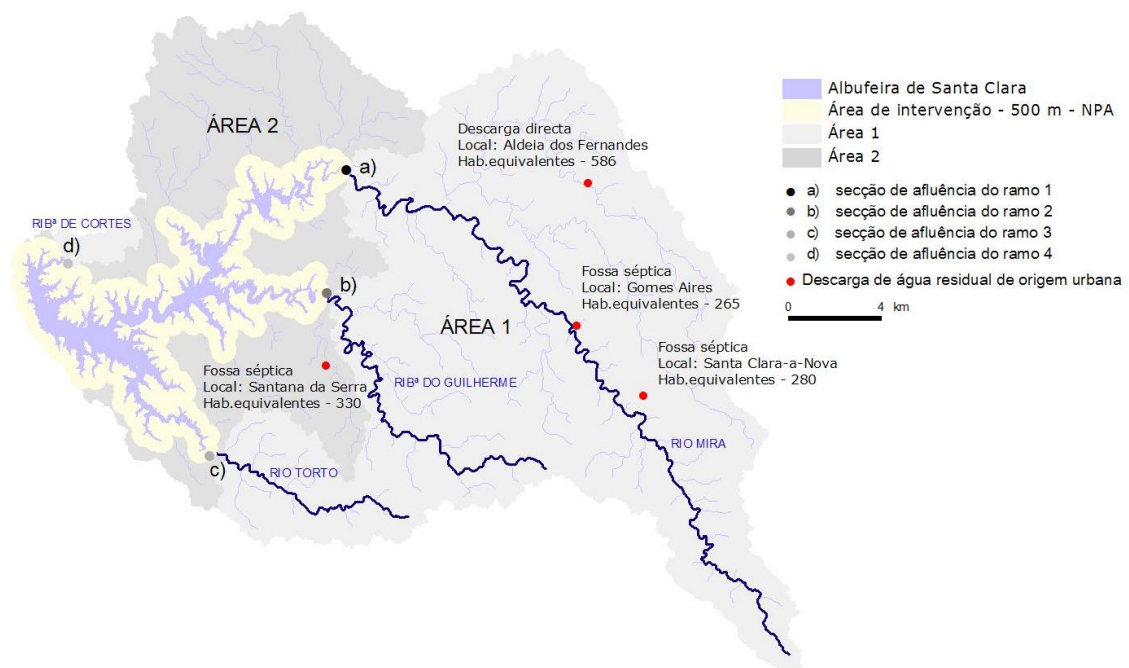


Figura 50. Localização dos aglomerados populacionais localizados na área drenante para a albufeira de Santa Clara

Tendo como objectivo cumprir o disposto pelo Decreto-Lei n.º 236/98 de 1 de Agosto, que define valores limites de emissão para a descarga de águas residuais, e considerando as eficiência de tratamento associadas ao tratamento secundário de águas residuais (Quadro 26), determinou-se a carga poluente afluente à albufeira de Santa Clara (Quadro 27).

**Quadro 25.** Carga poluente gerada por aglomerados urbanos, localizados na área 1 considerada ao nível da definição do **Cenário 2**

Origem de descarga de água residual urbana	Localização	nº hab. eq.	CBO <sub>5</sub> kg/ano	N total kg/ano	P total kg/ano	Coliformes totais NMP/ano	Coliformes fecais NMP/ano
Fossa séptica Gomes Aires	Área 1	265	5804	967	290	9673 x10 <sup>10</sup>	967 x10 <sup>10</sup>
Fossa séptica Santa Clara-a-Nova	Área 1	280	6132	1022	307	10220 x10 <sup>10</sup>	1022 x10 <sup>10</sup>
Descarga directa Aldeia dos Fernandes	Área 1	586	12833	2139	642	21389 x10 <sup>10</sup>	2139 x10 <sup>10</sup>
Fossa séptica Santana da Serra	Área 2	330	7227	1205	361	12045 x10 <sup>10</sup>	1205 x10 <sup>10</sup>

**Quadro 26.** Eficiência de remoção percentual – tratamento secundário

Tipo de tratamento	% CBO	% NH <sub>4</sub>	% N - NO <sub>x</sub>	% P - PO <sub>4</sub>	% N <sub>total</sub>	% P <sub>total</sub>	% Coliformes totais	% Coliformes Fecais
Secundário	85-95(a)	10 (a)	efeito reduzido (a)	10 (a)	10 (b)	10 (c)	99(d)	99 (d)

(a) Metacalf & Eddy (1991)

(b) Admitiu-se um valor igual ao considerado para a percentagem de remoção de NH<sub>4</sub>

(c) Admitiu-se um valor igual ao considerado para a percentagem de remoção de P-PO<sub>4</sub>

(d) Face à elevada variabilidade das percentagens de remoção teóricas, associadas a este tipo de tratamento em função do tempo de retenção, assumiu-se que uma remoção de 99%, seria adequada à análise realizada

**Quadro 27.** Carga poluente após tratamento, gerada por aglomerados urbanos, considerada ao nível da definição do **Cenário 2**

Origem de descarga de água residual urbana	Localização	nº hab. eq.	CBO <sub>5</sub> kg/ano	N total kg/ano	P total kg/ano	Coliformes totais NMP/ano	Coliformes fecais NMP/ano
Fossa séptica Gomes Aires	Área 1	265	290	871	261	484 x10 <sup>10</sup>	48 x10 <sup>10</sup>
Fossa séptica Santa Clara-a-Nova	Área 1	280	307	920	276	511 x10 <sup>10</sup>	51 x10 <sup>10</sup>
Descarga directa Aldeia dos Fernandes	Área 1	586	642	1925	578	1069 x10 <sup>10</sup>	107 x10 <sup>10</sup>
Fossa séptica Santana da Serra	Área 2	330	361	1084	325	602 x10 <sup>10</sup>	60 x10 <sup>10</sup>

A carga poluente de CBO<sub>5</sub>, N<sub>total</sub>, P<sub>total</sub>, coliformes fecais e totais, gerada pelas suiniculturas, boviniculturas e suiniculturas/boviniculturas localizadas também na área drenante à albufeira de Santa Clara, excluindo a carga poluente gerada por instalações deste tipo localizadas na área de

intervenção do POASC (Figuras 51, 52 e 53), foi obtida de forma análoga à descrita para a definição do **Cenário 1**.

Nos Quadros 28 a 31, 36 e 38 podem observar-se os valores da carga poluente de  $CBO_5$ ,  $N_{total}$ ,  $P_{total}$ , coliformes fecais e totais gerados pelas instalações em análise, considerando os sistemas de tratamento de águas residuais existentes, que permitiram caracterizar a situação de referência da massa de água (**Cenário 0**).

Tendo como objectivo a definição do **Cenário 2**, e conseqüentemente, a implementação de linhas de tratamento dos efluentes industriais adequadas ao nível de protecção do meio receptor, estimaram-se os valores da carga poluente gerada pela indústria agro-pecuária, de forma análoga ao efectuado para a definição do **Cenário 1**.

Relativamente à carga da  $CBO_5$  existente nos efluentes das suiniculturas, consideraram-se os valores definidos pela Portaria n.º 810/90 de 10 de Setembro, em função do número de a.e., o VLE definido pelo Decreto-Lei n.º 236/98 de 1 de Agosto, e o valor de 250 mg/L, aplicado pela CCDR/LVT. Assim, foi possível avaliar a diferença existente nos valores da concentração da  $CBO_5$  na albufeira de Santa Clara, em função da alteração do limite máximo da carga poluente gerada na origem, associado à  $CBO_5$ . Nos Quadros 32 a 35, podem observar-se os valores da carga de  $CBO_5$ , determinados de acordo com cada um dos limites referidos e identificados por  $CBO_5$  (A) quando se referem ao valor limite definido pela Portaria n.º 810/90 de 10 de Setembro,  $CBO_5$  (B), quando se considera o VLE definido pelo Decreto-Lei n.º 236/98 de 1 de Agosto e  $CBO_5$  (C) quando é aplicado o valor de 250 mg/L, utilizado pela CCDR/LVT.

Relativamente aos limites de emissão definidos para o  $N_{total}$  e  $P_{total}$ , consideraram-se os VLE definidos pelo Decreto-Lei n.º 236/98 de 1 de Agosto.

A carga poluente da  $CBO_5$  gerada pelas boviniculturas, após tratamento, foi determinada respeitando o VLE, definido igualmente pelo Decreto-Lei n.º 236/98 de 1 de Agosto e o valor de 250 mg/L usualmente aplicado pela CCDR/LVT. No Quadro 37 é identificada a série de valores da carga da  $CBO_5$  em função do limite de emissão considerado,  $CBO_5$  (B) quando se considera o VLE definido pelo Decreto-Lei n.º 236/98 de 1 de Agosto e  $CBO_5$  (C) relativamente à aplicação do valor aplicado pela CCDR/LVT, 250 mg/L.

Os valores da carga de  $N_{total}$  e  $P_{total}$ , foram obtidos considerando tal como para as suiniculturas, os VLE definidos pelo Decreto-Lei n.º 236/98 de 1 de Agosto (Quadros 37 e 39).

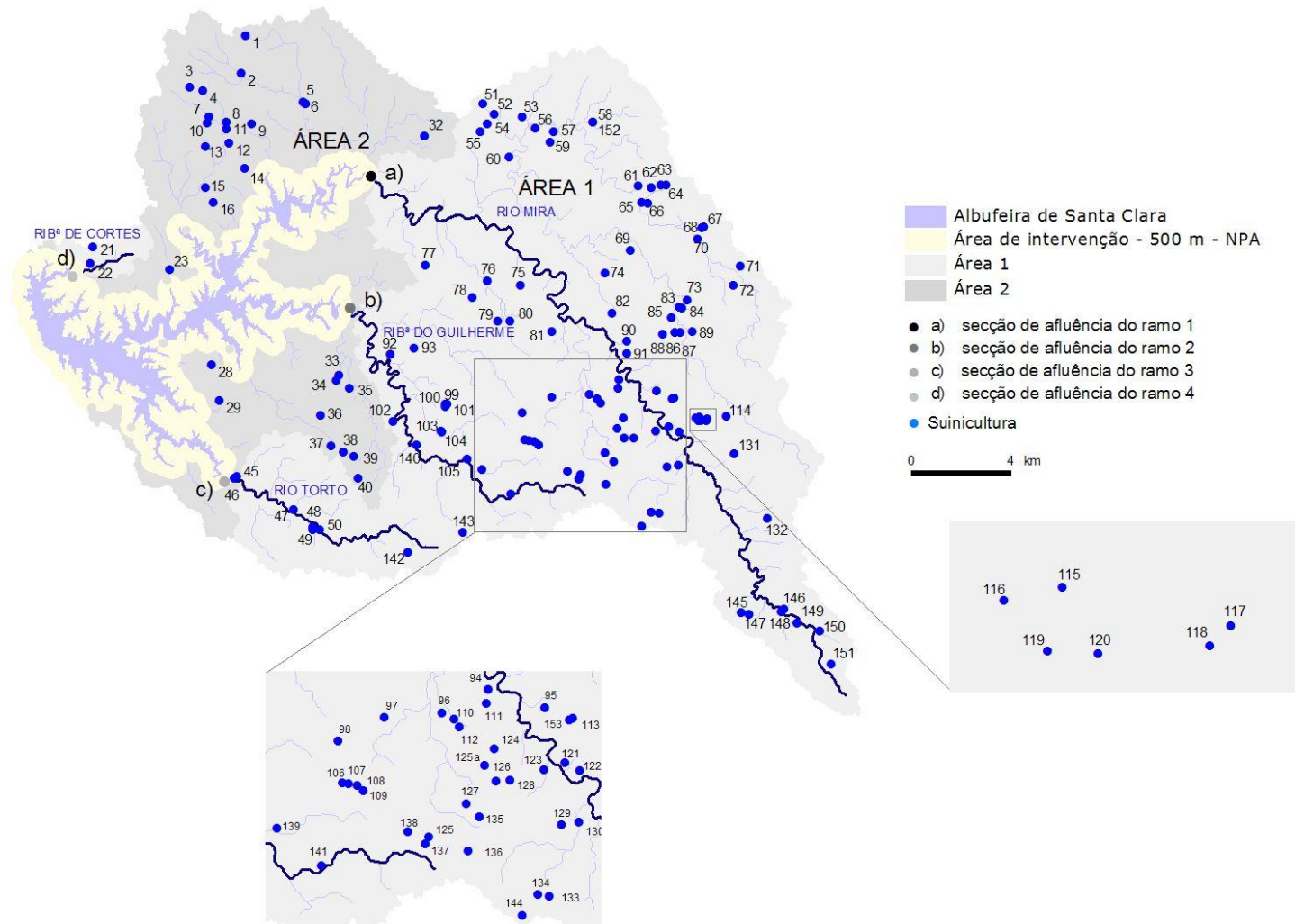


Figura 51. localização das suiniculturas na área drenante à albufeira de Santa Clara

Quadro 28. Carga poluente gerada pelas suiniculturas

Nº de identificação	Localização	Sistema de tratamento	a.e.	CBO <sub>5</sub> kg/ano	N total kg/ano	P total kg/ano	Coliformes totais NMP/ano	Coliformes fecais NMP/ano	Caudal (m <sup>3</sup> /ano)
1	Área 2	Sem tratamento	24	1051	158	53	2208 x10 <sup>10</sup>	683 x10 <sup>10</sup>	105
2	Área 2	Sem tratamento	70	3088	463	154	6485 x10 <sup>10</sup>	2007 x10 <sup>10</sup>	309
3	Área 2	Sem tratamento	41	1796	269	90	3771 x10 <sup>10</sup>	1167 x10 <sup>10</sup>	180
4	Área 2	Sem tratamento	132	6636	995	332	13935 x10 <sup>10</sup>	4313 x10 <sup>10</sup>	664
5	Área 2	Sem tratamento	12	526	79	26	1104 x10 <sup>10</sup>	342 x10 <sup>10</sup>	53
6	Área 2	Sem tratamento	24	1051	158	53	2208 x10 <sup>10</sup>	683 x10 <sup>10</sup>	105
7	Área 2	Sem tratamento	53	2321	348	116	4875 x10 <sup>10</sup>	1509 x10 <sup>10</sup>	232
8	Área 2	Sem tratamento	16	701	105	35	1472 x10 <sup>10</sup>	456 x10 <sup>10</sup>	70
9	Área 2	Sem tratamento	47	2059	309	103	4323 x10 <sup>10</sup>	1338 x10 <sup>10</sup>	206
10	Área 2	Sem tratamento	51	2234	335	112	4691 x10 <sup>10</sup>	1452 x10 <sup>10</sup>	223
11	Área 2	Sem tratamento	32	1402	210	70	2943 x10 <sup>10</sup>	911 x10 <sup>10</sup>	140
12	Área 2	Sem tratamento	54	2387	358	119	5013 x10 <sup>10</sup>	1552 x10 <sup>10</sup>	239
13	Área 2	Sem tratamento	74	3219	483	161	6761 x10 <sup>10</sup>	2093 x10 <sup>10</sup>	322
14	Área 2	Sem tratamento	36	1577	237	79	3311 x10 <sup>10</sup>	1025 x10 <sup>10</sup>	158
15	Área 2	Sem tratamento	32	1402	210	70	2943 x10 <sup>10</sup>	911 x10 <sup>10</sup>	140
16	Área 2	Sem tratamento	39	1708	256	85	3587 x10 <sup>10</sup>	1110 x10 <sup>10</sup>	171
21	Área 2	Sem tratamento	34	227	76	76	3173 x10 <sup>10</sup>	982 x10 <sup>10</sup>	151
22	Área 2	Sem tratamento	36	233	78	78	555 x10 <sup>10</sup>	1011 x10 <sup>10</sup>	155
23	Área 2	Sem tratamento	20	876	131	44	1840 x10 <sup>10</sup>	569 x10 <sup>10</sup>	88
28	Área 2	Sem tratamento	26	1161	174	58	2437 x10 <sup>10</sup>	754 x10 <sup>10</sup>	116
29	Área 2	Sem tratamento	16	701	105	35	1472 x10 <sup>10</sup>	456 x10 <sup>10</sup>	70
32	Área 2	Sem tratamento	76	3329	499	166	6990 x10 <sup>10</sup>	2164 x10 <sup>10</sup>	333
33	Área 2	Sem tratamento	11	482	72	24	1012 x10 <sup>10</sup>	313 x10 <sup>10</sup>	48
34	Área 2	Sem tratamento	22	942	141	47	1978 x10 <sup>10</sup>	612 x10 <sup>10</sup>	94
35	Área 2	Sem tratamento	32	1402	210	70	2943 x10 <sup>10</sup>	911 x10 <sup>10</sup>	140
36	Área 2	Sem tratamento	160	7008	1051	350	14717 x10 <sup>10</sup>	4555 x10 <sup>10</sup>	701
37	Área 2	Sem tratamento	36	1577	237	79	3311 x10 <sup>10</sup>	1025 x10 <sup>10</sup>	158
38	Área 2	Sem tratamento	24	1051	158	53	2208 x10 <sup>10</sup>	683 x10 <sup>10</sup>	105
39	Área 2	Sem tratamento	21	920	138	46	1932 x10 <sup>10</sup>	598 x10 <sup>10</sup>	92
40	Área 2	Sem tratamento	8	350	53	18	736 x10 <sup>10</sup>	228 x10 <sup>10</sup>	35
45	Área 1	Sem tratamento	100	4380	657	219	9198 x10 <sup>10</sup>	2847 x10 <sup>10</sup>	438
46	Área 1	Sem tratamento	80	3482	522	174	7312 x10 <sup>10</sup>	2263 x10 <sup>10</sup>	348
47	Área 1	Sem tratamento	20	876	131	44	1840 x10 <sup>10</sup>	569 x10 <sup>10</sup>	88
48	Área 1	Sistema de retenção	36	0	0	0	0	0	158
49	Área 1	Sem tratamento	200	8760	1314	438	18396 x10 <sup>10</sup>	5694 x10 <sup>10</sup>	876
50	Área 1	Sistema de retenção	48	0	0	0	0	0	210
51	Área 1	Sem tratamento	300	13140	1971	657	27594 x10 <sup>10</sup>	8541 x10 <sup>10</sup>	1314

Quadro 29. Carga poluente gerada pelas suiniculturas

Nº de identificação	Localização	Sistema de tratamento	a.e.	CBO <sub>5</sub> kg/ano	N total kg/ano	P total kg/ano	Coliformes totais NMP/ano	Coliformes fecais NMP/ano	Caudal (m <sup>3</sup> /ano)
52	Área 1	Sem tratamento	500	21900	3285	1095	45990 x10 <sup>10</sup>	14235 x10 <sup>10</sup>	2190
53	Área 1	Sem tratamento	24	2628	394	131	5519 x10 <sup>10</sup>	1708 x10 <sup>10</sup>	263
54	Área 1	Sistema de retenção	840	0	0	0	0	0	2803
55	Área 1	Sem tratamento	24	1051	158	53	2208 x10 <sup>10</sup>	683 x10 <sup>10</sup>	105
56	Área 1	Sistema de retenção	73	0	0	0	0	0	285
57	Área 1	Sem tratamento	73	3197	480	160	6715 x10 <sup>10</sup>	2078 x10 <sup>10</sup>	320
58	Área 1	Sem tratamento	600	26280	3942	1314	55188 x10 <sup>10</sup>	17082 x10 <sup>10</sup>	2628
59	Área 1	Sem tratamento	500	21900	3285	1095	45990 x10 <sup>10</sup>	14235 x10 <sup>10</sup>	2190
60	Área 1	Sem tratamento	20	876	131	44	1840 x10 <sup>10</sup>	569 x10 <sup>10</sup>	88
61	Área 1	Sem tratamento	120	5256	788	263	11038 x10 <sup>10</sup>	3416 x10 <sup>10</sup>	526
62	Área 1	Sem tratamento	12	526	79	26	1104 x10 <sup>10</sup>	342 x10 <sup>10</sup>	53
63	Área 1	Sem tratamento	900	39420	5913	1971	82782 x10 <sup>10</sup>	25623 x10 <sup>10</sup>	3942
64	Área 1	Sem tratamento	120	5256	788	263	11038 x10 <sup>10</sup>	3416 x10 <sup>10</sup>	526
65	Área 1	Sem tratamento	160	7008	1051	350	14717 x10 <sup>10</sup>	4555 x10 <sup>10</sup>	701
66	Área 1	Sem tratamento	16	723	108	36	1518 x10 <sup>10</sup>	470 x10 <sup>10</sup>	72
67	Área 1	Sem tratamento	40	1774	266	89	3725 x10 <sup>10</sup>	1153 x10 <sup>10</sup>	177
68	Área 1	Sem tratamento	38	1643	246	82	3449 x10 <sup>10</sup>	1068 x10 <sup>10</sup>	164
69	Área 1	Sem tratamento	330	14454	2168	723	30353 x10 <sup>10</sup>	9395 x10 <sup>10</sup>	1445
70	Área 1	Sem tratamento	20	876	131	44	1840 x10 <sup>10</sup>	569 x10 <sup>10</sup>	88
71	Área 1	Sem tratamento	350	15330	2300	767	32193 x10 <sup>10</sup>	9965 x10 <sup>10</sup>	1533
72	Área 1	Sem tratamento	43	1883	283	94	3955 x10 <sup>10</sup>	1224 x10 <sup>10</sup>	188
73	Área 1	Sem tratamento	9	394	59	20	828 x10 <sup>10</sup>	256 x10 <sup>10</sup>	39
74	Área 1	Sem tratamento	850	37230	5585	1862	78183 x10 <sup>10</sup>	24200 x10 <sup>10</sup>	3723
75	Área 1	Sem tratamento	171	7490	1123	374	15729 x10 <sup>10</sup>	4868 x10 <sup>10</sup>	749
76	Área 1	Sem tratamento	12	526	79	26	1104 x10 <sup>10</sup>	342 x10 <sup>10</sup>	53
77	Área 1	Sem tratamento	18	788	118	39	1656 x10 <sup>10</sup>	512 x10 <sup>10</sup>	79
78	Área 1	Sem tratamento	52	2278	342	114	4783 x10 <sup>10</sup>	1480 x10 <sup>10</sup>	228
79	Área 1	Sem tratamento	200	4380	657	219	9198 x10 <sup>10</sup>	2847 x10 <sup>10</sup>	438
80	Área 1	Sem tratamento	195	8541	1281	427	17936 x10 <sup>10</sup>	5552 x10 <sup>10</sup>	854
80	Área 1	Sem tratamento	21	920	138	46	1932 x10 <sup>10</sup>	598 x10 <sup>10</sup>	92
82	Área 1	Sem tratamento	64	2694	404	135	5657 x10 <sup>10</sup>	1751 x10 <sup>10</sup>	269
83	Área 1	Sem tratamento	35	1533	230	77	3219 x10 <sup>10</sup>	996 x10 <sup>10</sup>	153
84	Área 1	Sem tratamento	104	4555	683	228	9566 x10 <sup>10</sup>	2961 x10 <sup>10</sup>	456
85	Área 1	Sem tratamento	35	1533	230	77	3219 x10 <sup>10</sup>	996 x10 <sup>10</sup>	153
86	Área 1	Sem tratamento	36	1599	240	80	3357 x10 <sup>10</sup>	1039 x10 <sup>10</sup>	160
87	Área 1	Sem tratamento	52	2278	342	114	4783 x10 <sup>10</sup>	1480 x10 <sup>10</sup>	228
88	Área 1	Sem tratamento	22	964	145	48	2024 x10 <sup>10</sup>	626 x10 <sup>10</sup>	96

Quadro 30. Carga poluente gerada pelas suiniculturas

Nº de identificação	Localização	Sistema de tratamento	a.e.	CBO <sub>5</sub> kg/ano	N total kg/ano	P total kg/ano	Coliformes totais NMP/ano	Coliformes fecais NMP/ano	Caudal (m <sup>3</sup> /ano)
89	Área 1	Sem tratamento	16	679	102	34	1426 x10 <sup>10</sup>	441 x10 <sup>10</sup>	68
90	Área 1	Sem tratamento	15	657	99	33	1380 x10 <sup>10</sup>	427 x10 <sup>10</sup>	66
91	Área 1	Sem tratamento	24	1051	158	53	2208 x10 <sup>10</sup>	683 x10 <sup>10</sup>	105
92	Área 1	Sem tratamento	20	876	131	44	1840 x10 <sup>10</sup>	569 x10 <sup>10</sup>	88
93	Área 1	Sem tratamento	16	701	105	35	1472 x10 <sup>10</sup>	456 x10 <sup>10</sup>	70
94	Área 1	Sem tratamento	12	526	79	26	1104 x10 <sup>10</sup>	342 x10 <sup>10</sup>	53
95	Área 1	Sem tratamento	71	3110	466	155	6531 x10 <sup>10</sup>	2021 x10 <sup>10</sup>	311
96	Área 1	Sem tratamento	16	701	105	35	1472 x10 <sup>10</sup>	456 x10 <sup>10</sup>	70
97	Área 1	Sem tratamento	8	350	53	18	736 x10 <sup>10</sup>	228 x10 <sup>10</sup>	35
98	Área 1	Sem tratamento	58	2519	378	126	5289 x10 <sup>10</sup>	1637 x10 <sup>10</sup>	252
99	Área 1	Sem tratamento	52	2278	342	114	4783 x10 <sup>10</sup>	1480 x10 <sup>10</sup>	228
100	Área 1	Sem tratamento	37	1621	243	81	3403 x10 <sup>10</sup>	1053 x10 <sup>10</sup>	162
101	Área 1	Sem tratamento	32	1402	210	70	2943 x10 <sup>10</sup>	911 x10 <sup>10</sup>	140
102	Área 1	Sem tratamento	32	1402	210	70	2943 x10 <sup>10</sup>	911 x10 <sup>10</sup>	140
103	Área 1	Sem tratamento	16	701	105	35	1472 x10 <sup>10</sup>	456 x10 <sup>10</sup>	70
104	Área 1	Sem tratamento	80	3504	526	175	7358 x10 <sup>10</sup>	2278 x10 <sup>10</sup>	350
105	Área 1	Sem tratamento	88	3854	578	193	8094 x10 <sup>10</sup>	2505 x10 <sup>10</sup>	385
106	Área 1	Sem tratamento	12	526	79	26	1104 x10 <sup>10</sup>	342 x10 <sup>10</sup>	53
107	Área 1	Sem tratamento	24	1073	161	54	2254 x10 <sup>10</sup>	698 x10 <sup>10</sup>	107
108	Área 1	Sem tratamento	28	1226	184	61	2575 x10 <sup>10</sup>	797 x10 <sup>10</sup>	123
109	Área 1	Sem tratamento	24	1051	158	53	2208 x10 <sup>10</sup>	683 x10 <sup>10</sup>	105
110	Área 1	Sem tratamento	18	810	122	41	1702 x10 <sup>10</sup>	527 x10 <sup>10</sup>	81
111	Área 1	Sem tratamento	19	832	125	42	1748 x10 <sup>10</sup>	541 x10 <sup>10</sup>	83
112	Área 1	Sem tratamento	8	350	53	18	736 x10 <sup>10</sup>	228 x10 <sup>10</sup>	35
113	Área 1	Sem tratamento	24	1051	158	53	2208 x10 <sup>10</sup>	683 x10 <sup>10</sup>	105
114	Área 1	Sem tratamento	172	7512	1127	376	15775 x10 <sup>10</sup>	4883 x10 <sup>10</sup>	751
115	Área 1	Sem tratamento	45	1971	296	99	4139 x10 <sup>10</sup>	1281 x10 <sup>10</sup>	197
116	Área 1	Sem tratamento	96	4205	631	210	8830 x10 <sup>10</sup>	2733 x10 <sup>10</sup>	420
117	Área 1	Sem tratamento	24	1051	158	53	2208 x10 <sup>10</sup>	683 x10 <sup>10</sup>	105
118	Área 1	Sem tratamento	12	548	82	27	1150 x10 <sup>10</sup>	356 x10 <sup>10</sup>	55
119	Área 1	Sem tratamento	56	2453	368	123	5151 x10 <sup>10</sup>	1594 x10 <sup>10</sup>	245
120	Área 1	Sistema de retenção	36	0	0	0	0	0	158
121	Área 1	Sem tratamento	46	2015	302	101	4231 x10 <sup>10</sup>	1310 x10 <sup>10</sup>	201
122	Área 1	Sem tratamento	91	3986	598	199	8370 x10 <sup>10</sup>	2591 x10 <sup>10</sup>	399
123	Área 1	Sem tratamento	51	2234	335	112	4691 x10 <sup>10</sup>	1452 x10 <sup>10</sup>	223
124	Área 1	Sem tratamento	38	1643	246	82	3449 x10 <sup>10</sup>	1068 x10 <sup>10</sup>	164
125	Área 1	Sem tratamento	16	701	105	35	1472 x10 <sup>10</sup>	456 x10 <sup>10</sup>	70

Quadro 31. Carga poluente gerada pelas suiniculturas

Nº de identificação	Localização	Sistema de tratamento	a.e.	CBO <sub>5</sub> kg/ano	N total kg/ano	P total kg/ano	Coliformes totais NMP/ano	Coliformes fecais NMP/ano	Caudal (m <sup>3</sup> /ano)
125	Área 1	Sem tratamento	24	1029	154	51	2162 x10 <sup>10</sup>	669 x10 <sup>10</sup>	103
126	Área 1	Sem tratamento	48	2102	315	105	4415 x10 <sup>10</sup>	1367 x10 <sup>10</sup>	210
127	Área 1	Sem tratamento	116	5059	759	253	10624 x10 <sup>10</sup>	3288 x10 <sup>10</sup>	506
128	Área 1	Sem tratamento	20	898	135	45	1886 x10 <sup>10</sup>	584 x10 <sup>10</sup>	90
129	Área 1	Sem tratamento	32	1402	210	70	2943 x10 <sup>10</sup>	911 x10 <sup>10</sup>	140
130	Área 1	Sem tratamento	64	2803	420	140	5887 x10 <sup>10</sup>	1822 x10 <sup>10</sup>	280
131	Área 1	Sem tratamento	40	1752	263	88	3679 x10 <sup>10</sup>	1139 x10 <sup>10</sup>	175
132	Área 1	Sem tratamento	68	2978	447	149	6255 x10 <sup>10</sup>	1936 x10 <sup>10</sup>	298
133	Área 1	Sem tratamento	52	2278	342	114	4783 x10 <sup>10</sup>	1480 x10 <sup>10</sup>	228
134	Área 1	Sem tratamento	72	3110	466	155	6531 x10 <sup>10</sup>	2021 x10 <sup>10</sup>	311
135	Área 1	Sem tratamento	40	1752	263	88	3679 x10 <sup>10</sup>	1139 x10 <sup>10</sup>	175
136	Área 1	Sem tratamento	54	2365	355	118	4967 x10 <sup>10</sup>	1537 x10 <sup>10</sup>	237
137	Área 1	Sem tratamento	36	1577	237	79	3311 x10 <sup>10</sup>	1025 x10 <sup>10</sup>	158
138	Área 1	Sem tratamento	32	1402	210	70	2943 x10 <sup>10</sup>	911 x10 <sup>10</sup>	140
139	Área 1	Sem tratamento	12	482	72	24	1012 x10 <sup>10</sup>	313 x10 <sup>10</sup>	48
140	Área 1	Sem tratamento	200	8760	1314	438	18396 x10 <sup>10</sup>	5694 x10 <sup>10</sup>	876
141	Área 1	Sem tratamento	28	1226	184	61	2575 x10 <sup>10</sup>	797 x10 <sup>10</sup>	123
142	Área 1	Sem tratamento	20	898	135	45	1886 x10 <sup>10</sup>	584 x10 <sup>10</sup>	90
143	Área 1	Sem tratamento	44	1927	289	96	4047 x10 <sup>10</sup>	1253 x10 <sup>10</sup>	193
144	Área 1	Sem tratamento	58	2540	381	127	5335 x10 <sup>10</sup>	1651 x10 <sup>10</sup>	254
145	Área 1	Sem tratamento	6	263	39	13	552 x10 <sup>10</sup>	171 x10 <sup>10</sup>	26
146	Área 1	Sem tratamento	16	701	105	35	1472 x10 <sup>10</sup>	456 x10 <sup>10</sup>	70
147	Área 1	Sem tratamento	6	263	39	13	552 x10 <sup>10</sup>	171 x10 <sup>10</sup>	26
148	Área 1	Sem tratamento	28	1226	184	61	2575 x10 <sup>10</sup>	797 x10 <sup>10</sup>	123
149	Área 1	Sem tratamento	9	394	59	20	828 x10 <sup>10</sup>	256 x10 <sup>10</sup>	39
150	Área 1	Sem tratamento	24	394	59	20	828 x10 <sup>10</sup>	256 x10 <sup>10</sup>	39
151	Área 1	Sem tratamento	20	876	131	44	1840 x10 <sup>10</sup>	569 x10 <sup>10</sup>	88
152	Área 1	Sem tratamento	64	2803	420	140	5887 x10 <sup>10</sup>	1822 x10 <sup>10</sup>	280
153	Área 1	Sem tratamento	76	3351	503	168	7036 x10 <sup>10</sup>	2178 x10 <sup>10</sup>	335



**Quadro 32.** Carga poluente gerada pelas suiniculturas após tratamento, considerada ao nível da implementação do **Cenário 2**

Nº de identificação	Localização	a.e.	CBO <sub>5</sub> (A) kg/ano	CBO <sub>5</sub> (B) kg/ano	CBO <sub>5</sub> (C) kg/ano	N total kg/ano	P total kg/ano	Coliformes totais NMP/ano	Coliformes fecais NMP/ano	Caudal (m <sup>3</sup> /ano)
1	Área 2	24	613	4	26	1.6	0.3	22 x10 <sup>10</sup>	7 x10 <sup>10</sup>	105
2	Área 2	70	767	12	77	4.6	0.9	65 x10 <sup>10</sup>	20 x10 <sup>10</sup>	309
3	Área 2	41	1048	7	45	2.7	0.5	38 x10 <sup>10</sup>	12 x10 <sup>10</sup>	180
4	Área 2	132	1445	27	166	10.0	2.0	139 x10 <sup>10</sup>	43 x10 <sup>10</sup>	664
5	Área 2	12	307	2	13	0.8	0.2	11 x10 <sup>10</sup>	3 x10 <sup>10</sup>	53
6	Área 2	24	613	4	26	1.6	0.3	22 x10 <sup>10</sup>	7 x10 <sup>10</sup>	105
7	Área 2	53	580	9	58	3.5	0.7	49 x10 <sup>10</sup>	15 x10 <sup>10</sup>	232
8	Área 2	16	409	3	18	1.1	0.2	15 x10 <sup>10</sup>	5 x10 <sup>10</sup>	70
9	Área 2	47	1201	8	51	3.1	0.6	43 x10 <sup>10</sup>	13 x10 <sup>10</sup>	206
10	Área 2	51	558	9	56	3.4	0.7	47 x10 <sup>10</sup>	15 x10 <sup>10</sup>	223
11	Área 2	32	818	6	35	2.1	0.4	29 x10 <sup>10</sup>	9 x10 <sup>10</sup>	140
12	Área 2	54	591	10	60	3.6	0.7	50 x10 <sup>10</sup>	16 x10 <sup>10</sup>	239
13	Área 2	74	810	13	80	4.8	1.0	68 x10 <sup>10</sup>	21 x10 <sup>10</sup>	322
14	Área 2	36	920	6	39	2.4	0.5	33 x10 <sup>10</sup>	10 x10 <sup>10</sup>	158
15	Área 2	32	818	6	35	2.1	0.4	29 x10 <sup>10</sup>	9 x10 <sup>10</sup>	140
16	Área 2	39	996	7	43	2.6	0.5	36 x10 <sup>10</sup>	11 x10 <sup>10</sup>	171
21	Área 2	34	869	6	38	2.3	0.5	32 x10 <sup>10</sup>	10 x10 <sup>10</sup>	151
22	Área 2	36	920	6	39	2.3	0.5	6 x10 <sup>10</sup>	10 x10 <sup>10</sup>	155
23	Área 2	20	511	4	22	1.3	0.3	18 x10 <sup>10</sup>	6 x10 <sup>10</sup>	88
28	Área 2	26	664	5	29	1.7	0.3	24 x10 <sup>10</sup>	8 x10 <sup>10</sup>	116
29	Área 2	16	409	3	18	1.1	0.2	15 x10 <sup>10</sup>	5 x10 <sup>10</sup>	70
32	Área 2	76	832	13	83	5.0	1.0	70 x10 <sup>10</sup>	22 x10 <sup>10</sup>	333
33	Área 2	11	281	2	12	0.7	0.1	10 x10 <sup>10</sup>	3 x10 <sup>10</sup>	48
34	Área 2	22	562	4	24	1.4	0.3	20 x10 <sup>10</sup>	6 x10 <sup>10</sup>	94
35	Área 2	32	818	6	35	2.1	0.4	29 x10 <sup>10</sup>	9 x10 <sup>10</sup>	140
36	Área 2	160	1752	28	175	10.5	2.1	147 x10 <sup>10</sup>	46 x10 <sup>10</sup>	701
37	Área 2	36	920	6	39	2.4	0.5	33 x10 <sup>10</sup>	10 x10 <sup>10</sup>	158
38	Área 2	24	613	4	26	1.6	0.3	22 x10 <sup>10</sup>	7 x10 <sup>10</sup>	105
39	Área 2	21	537	4	23	1.4	0.3	19 x10 <sup>10</sup>	6 x10 <sup>10</sup>	92
40	Área 2	8	204	1	9	0.5	0.1	7 x10 <sup>10</sup>	2 x10 <sup>10</sup>	35
45	Área 1	100	1095	18	110	6.6	1.3	92 x10 <sup>10</sup>	28 x10 <sup>10</sup>	438
46	Área 1	80	876	14	87	5.2	1.0	73 x10 <sup>10</sup>	23 x10 <sup>10</sup>	348
47	Área 1	20	511	4	22	1.3	0.3	18 x10 <sup>10</sup>	6 x10 <sup>10</sup>	88
48	Área 1	36	920	6	39	2.4	0.5	33 x10 <sup>10</sup>	10 x10 <sup>10</sup>	158
49	Área 1	200	438	35	219	13.1	2.6	184 x10 <sup>10</sup>	57 x10 <sup>10</sup>	876
50	Área 1	48	1226	8	53	3.2	0.6	44 x10 <sup>10</sup>	14 x10 <sup>10</sup>	210
51	Área 1	300	657	53	329	19.7	3.9	276 x10 <sup>10</sup>	85 x10 <sup>10</sup>	1314

**Quadro 33. Carga poluente gerada pelas suiniculturas após tratamento considerada ao nível da implementação do Cenário 2**

Nº de identificação	Localização	a.e.	CBO <sub>5</sub> (A) kg/ano	CBO <sub>5</sub> (B) kg/ano	CBO <sub>5</sub> (C) kg/ano	N total kg/ano	P total kg/ano	Coliformes totais NMP/ano	Coliformes fecais NMP/ano	Caudal (m <sup>3</sup> /ano)
52	Área 1	500	1095	88	548	32.9	6.6	460 x10 <sup>10</sup>	142 x10 <sup>10</sup>	2190
53	Área 1	24	613	11	66	3.9	0.8	55 x10 <sup>10</sup>	17 x10 <sup>10</sup>	263
54	Área 1	840	1840	112	701	42.0	8.4	589 x10 <sup>10</sup>	182 x10 <sup>10</sup>	2803
55	Área 1	24	613	4	26	1.6	0.3	22 x10 <sup>10</sup>	7 x10 <sup>10</sup>	105
56	Área 1	73	799	11	71	4.3	0.9	60 x10 <sup>10</sup>	19 x10 <sup>10</sup>	285
57	Área 1	73	799	13	80	4.8	1.0	67 x10 <sup>10</sup>	21 x10 <sup>10</sup>	320
58	Área 1	600	1314	105	657	39.4	7.9	552 x10 <sup>10</sup>	171 x10 <sup>10</sup>	2628
59	Área 1	500	1095	88	548	32.9	6.6	460 x10 <sup>10</sup>	142 x10 <sup>10</sup>	2190
60	Área 1	20	511	4	22	1.3	0.3	18 x10 <sup>10</sup>	6 x10 <sup>10</sup>	88
61	Área 1	120	1314	21	131	7.9	1.6	110 x10 <sup>10</sup>	34 x10 <sup>10</sup>	526
62	Área 1	12	307	2	13	0.8	0.2	11 x10 <sup>10</sup>	3 x10 <sup>10</sup>	53
63	Área 1	900	1971	158	986	59.1	11.8	828 x10 <sup>10</sup>	256 x10 <sup>10</sup>	3942
64	Área 1	120	1314	21	131	7.9	1.6	110 x10 <sup>10</sup>	34 x10 <sup>10</sup>	526
65	Área 1	160	1752	28	175	10.5	2.1	147 x10 <sup>10</sup>	46 x10 <sup>10</sup>	701
66	Área 1	16	409	3	18	1.1	0.2	15 x10 <sup>10</sup>	5 x10 <sup>10</sup>	72
67	Área 1	40	1022	7	44	2.7	0.5	37 x10 <sup>10</sup>	12 x10 <sup>10</sup>	177
68	Área 1	38	971	7	41	2.5	0.5	34 x10 <sup>10</sup>	11 x10 <sup>10</sup>	164
69	Área 1	330	723	58	361	21.7	4.3	304 x10 <sup>10</sup>	94 x10 <sup>10</sup>	1445
70	Área 1	20	511	4	22	1.3	0.3	18 x10 <sup>10</sup>	6 x10 <sup>10</sup>	88
71	Área 1	350	767	61	383	23.0	4.6	322 x10 <sup>10</sup>	100 x10 <sup>10</sup>	1533
72	Área 1	43	1099	8	47	2.8	0.6	40 x10 <sup>10</sup>	12 x10 <sup>10</sup>	188
73	Área 1	9	230	2	10	0.6	0.1	8 x10 <sup>10</sup>	3 x10 <sup>10</sup>	39
74	Área 1	850	1862	149	931	55.8	11.2	782 x10 <sup>10</sup>	242 x10 <sup>10</sup>	3723
75	Área 1	171	1872	30	187	11.2	2.2	157 x10 <sup>10</sup>	49 x10 <sup>10</sup>	749
76	Área 1	12	307	2	13	0.8	0.2	11 x10 <sup>10</sup>	3 x10 <sup>10</sup>	53
77	Área 1	18	460	3	20	1.2	0.2	17 x10 <sup>10</sup>	5 x10 <sup>10</sup>	79
78	Área 1	52	569	9	57	3.4	0.7	48 x10 <sup>10</sup>	15 x10 <sup>10</sup>	228
79	Área 1	200	438	18	110	6.6	1.3	92 x10 <sup>10</sup>	28 x10 <sup>10</sup>	438
80	Área 1	195	2135	34	214	12.8	2.6	179 x10 <sup>10</sup>	56 x10 <sup>10</sup>	854
80	Área 1	21	537	4	23	1.4	0.3	19 x10 <sup>10</sup>	6 x10 <sup>10</sup>	92
82	Área 1	64	701	11	67	4.0	0.8	57 x10 <sup>10</sup>	18 x10 <sup>10</sup>	269
83	Área 1	35	894	6	38	2.3	0.5	32 x10 <sup>10</sup>	10 x10 <sup>10</sup>	153
84	Área 1	104	1139	18	114	6.8	1.4	96 x10 <sup>10</sup>	30 x10 <sup>10</sup>	456
85	Área 1	35	894	6	38	2.3	0.5	32 x10 <sup>10</sup>	10 x10 <sup>10</sup>	153
86	Área 1	36	920	6	40	2.4	0.5	34 x10 <sup>10</sup>	10 x10 <sup>10</sup>	160
87	Área 1	52	569	9	57	3.4	0.7	48 x10 <sup>10</sup>	15 x10 <sup>10</sup>	228
88	Área 1	22	562	4	24	1.4	0.3	20 x10 <sup>10</sup>	6 x10 <sup>10</sup>	96

**Quadro 34.** Carga poluente gerada pelas suiniculturas após tratamento considerada ao nível da implementação do **Cenário 2**

Nº de identificação	Localização	a.e.	CBO <sub>5</sub> (A) kg/ano	CBO <sub>5</sub> (B) kg/ano	CBO <sub>5</sub> (C) kg/ano	N total kg/ano	P total kg/ano	Coliformes totais NMP/ano	Coliformes fecais NMP/ano	Caudal (m <sup>3</sup> /ano)
89	Área 1	16	409	3	17	1.0	0.2	14 x10 <sup>10</sup>	4 x10 <sup>10</sup>	68
90	Área 1	15	383	3	16	1.0	0.2	14 x10 <sup>10</sup>	4 x10 <sup>10</sup>	66
91	Área 1	24	613	4	26	1.6	0.3	22 x10 <sup>10</sup>	7 x10 <sup>10</sup>	105
92	Área 1	20	511	4	22	1.3	0.3	18 x10 <sup>10</sup>	6 x10 <sup>10</sup>	88
93	Área 1	16	409	3	18	1.1	0.2	15 x10 <sup>10</sup>	5 x10 <sup>10</sup>	70
94	Área 1	12	307	2	13	0.8	0.2	11 x10 <sup>10</sup>	3 x10 <sup>10</sup>	53
95	Área 1	71	777	12	78	4.7	0.9	65 x10 <sup>10</sup>	20 x10 <sup>10</sup>	311
96	Área 1	16	409	3	18	1.1	0.2	15 x10 <sup>10</sup>	5 x10 <sup>10</sup>	70
97	Área 1	8	204	1	9	0.5	0.1	7 x10 <sup>10</sup>	2 x10 <sup>10</sup>	35
98	Área 1	58	630	10	63	3.8	0.8	53 x10 <sup>10</sup>	16 x10 <sup>10</sup>	252
99	Área 1	52	569	9	57	3.4	0.7	48 x10 <sup>10</sup>	15 x10 <sup>10</sup>	228
100	Área 1	37	945	6	41	2.4	0.5	34 x10 <sup>10</sup>	11 x10 <sup>10</sup>	162
101	Área 1	32	818	6	35	2.1	0.4	29 x10 <sup>10</sup>	9 x10 <sup>10</sup>	140
102	Área 1	32	818	6	35	2.1	0.4	29 x10 <sup>10</sup>	9 x10 <sup>10</sup>	140
103	Área 1	16	409	3	18	1.1	0.2	15 x10 <sup>10</sup>	5 x10 <sup>10</sup>	70
104	Área 1	80	876	14	88	5.3	1.1	74 x10 <sup>10</sup>	23 x10 <sup>10</sup>	350
105	Área 1	88	964	15	96	5.8	1.2	81 x10 <sup>10</sup>	25 x10 <sup>10</sup>	385
106	Área 1	12	307	2	13	0.8	0.2	11 x10 <sup>10</sup>	3 x10 <sup>10</sup>	53
107	Área 1	24	613	4	27	1.6	0.3	23 x10 <sup>10</sup>	7 x10 <sup>10</sup>	107
108	Área 1	28	715	5	31	1.8	0.4	26 x10 <sup>10</sup>	8 x10 <sup>10</sup>	123
109	Área 1	24	613	4	26	1.6	0.3	22 x10 <sup>10</sup>	7 x10 <sup>10</sup>	105
110	Área 1	18	460	3	20	1.2	0.2	17 x10 <sup>10</sup>	5 x10 <sup>10</sup>	81
111	Área 1	19	485	3	21	1.2	0.2	17 x10 <sup>10</sup>	5 x10 <sup>10</sup>	83
112	Área 1	8	204	1	9	0.5	0.1	7 x10 <sup>10</sup>	2 x10 <sup>10</sup>	35
113	Área 1	24	613	4	26	1.6	0.3	22 x10 <sup>10</sup>	7 x10 <sup>10</sup>	105
114	Área 1	172	1883	30	188	11.3	2.3	158 x10 <sup>10</sup>	49 x10 <sup>10</sup>	751
115	Área 1	45	1150	8	49	3.0	0.6	41 x10 <sup>10</sup>	13 x10 <sup>10</sup>	197
116	Área 1	96	1051	17	105	6.3	1.3	88 x10 <sup>10</sup>	27 x10 <sup>10</sup>	420
117	Área 1	24	613	4	26	1.6	0.3	22 x10 <sup>10</sup>	7 x10 <sup>10</sup>	105
118	Área 1	12	307	2	14	0.8	0.2	11 x10 <sup>10</sup>	4 x10 <sup>10</sup>	55
119	Área 1	56	613	10	61	3.7	0.7	52 x10 <sup>10</sup>	16 x10 <sup>10</sup>	245
120	Área 1	36	920	6	39	2.4	0.5	33 x10 <sup>10</sup>	10 x10 <sup>10</sup>	158
121	Área 1	46	1175	8	50	3.0	0.6	42 x10 <sup>10</sup>	13 x10 <sup>10</sup>	201
122	Área 1	91	996	16	100	6.0	1.2	84 x10 <sup>10</sup>	26 x10 <sup>10</sup>	399
123	Área 1	51	558	9	56	3.4	0.7	47 x10 <sup>10</sup>	15 x10 <sup>10</sup>	223
124	Área 1	38	971	7	41	2.5	0.5	34 x10 <sup>10</sup>	11 x10 <sup>10</sup>	164
125	Área 1	16	409	3	18	1.1	0.2	15 x10 <sup>10</sup>	5 x10 <sup>10</sup>	70

**Quadro 35.** Carga poluente gerada pelas suiniculturas após tratamento considerada ao nível da implementação do **Cenário 2**

Nº de identificação	Localização	a.e.	CBO <sub>5</sub> (A) kg/ano	CBO <sub>5</sub> (B) kg/ano	CBO <sub>5</sub> (C) kg/ano	N total kg/ano	P total kg/ano	Coliformes totais NMP/ano	Coliformes fecais NMP/ano	Caudal (m <sup>3</sup> /ano)
125	Área 1	24	613	4	26	1.5	0.3	22 x10 <sup>10</sup>	7 x10 <sup>10</sup>	103
126	Área 1	48	1226	8	53	3.2	0.6	44 x10 <sup>10</sup>	14 x10 <sup>10</sup>	210
127	Área 1	116	1270	20	126	7.6	1.5	106 x10 <sup>10</sup>	33 x10 <sup>10</sup>	506
128	Área 1	20	511	4	22	1.3	0.3	19 x10 <sup>10</sup>	6 x10 <sup>10</sup>	90
129	Área 1	32	818	6	35	2.1	0.4	29 x10 <sup>10</sup>	9 x10 <sup>10</sup>	140
130	Área 1	64	701	11	70	4.2	0.8	59 x10 <sup>10</sup>	18 x10 <sup>10</sup>	280
131	Área 1	40	1022	7	44	2.6	0.5	37 x10 <sup>10</sup>	11 x10 <sup>10</sup>	175
132	Área 1	68	745	12	74	4.5	0.9	63 x10 <sup>10</sup>	19 x10 <sup>10</sup>	298
133	Área 1	52	569	9	57	3.4	0.7	48 x10 <sup>10</sup>	15 x10 <sup>10</sup>	228
134	Área 1	72	788	12	78	4.7	0.9	65 x10 <sup>10</sup>	20 x10 <sup>10</sup>	311
135	Área 1	40	1022	7	44	2.6	0.5	37 x10 <sup>10</sup>	11 x10 <sup>10</sup>	175
136	Área 1	54	591	9	59	3.5	0.7	50 x10 <sup>10</sup>	15 x10 <sup>10</sup>	237
137	Área 1	36	920	6	39	2.4	0.5	33 x10 <sup>10</sup>	10 x10 <sup>10</sup>	158
138	Área 1	32	818	6	35	2.1	0.4	29 x10 <sup>10</sup>	9 x10 <sup>10</sup>	140
139	Área 1	12	307	2	12	0.7	0.1	10 x10 <sup>10</sup>	3 x10 <sup>10</sup>	48
140	Área 1	200	438	35	219	13.1	2.6	184 x10 <sup>10</sup>	57 x10 <sup>10</sup>	876
141	Área 1	28	715	5	31	1.8	0.4	26 x10 <sup>10</sup>	8 x10 <sup>10</sup>	123
142	Área 1	20	511	4	22	1.3	0.3	19 x10 <sup>10</sup>	6 x10 <sup>10</sup>	90
143	Área 1	44	1124	8	48	2.9	0.6	40 x10 <sup>10</sup>	13 x10 <sup>10</sup>	193
144	Área 1	58	635	10	64	3.8	0.8	53 x10 <sup>10</sup>	17 x10 <sup>10</sup>	254
145	Área 1	6	153	1	7	0.4	0.1	6 x10 <sup>10</sup>	2 x10 <sup>10</sup>	26
146	Área 1	16	409	3	18	1.1	0.2	15 x10 <sup>10</sup>	5 x10 <sup>10</sup>	70
147	Área 1	6	153	1	7	0.4	0.1	6 x10 <sup>10</sup>	2 x10 <sup>10</sup>	26
148	Área 1	28	715	5	31	1.8	0.4	26 x10 <sup>10</sup>	8 x10 <sup>10</sup>	123
149	Área 1	9	230	2	10	0.6	0.1	8 x10 <sup>10</sup>	3 x10 <sup>10</sup>	39
150	Área 1	24	613	2	10	0.6	0.1	8 x10 <sup>10</sup>	3 x10 <sup>10</sup>	39
151	Área 1	20	511	4	22	1.3	0.3	18 x10 <sup>10</sup>	6 x10 <sup>10</sup>	88
152	Área 1	64	701	11	70	4.2	0.8	59 x10 <sup>10</sup>	18 x10 <sup>10</sup>	280
153	Área 1	76	832	13	84	5.0	1.0	70 x10 <sup>10</sup>	22 x10 <sup>10</sup>	335

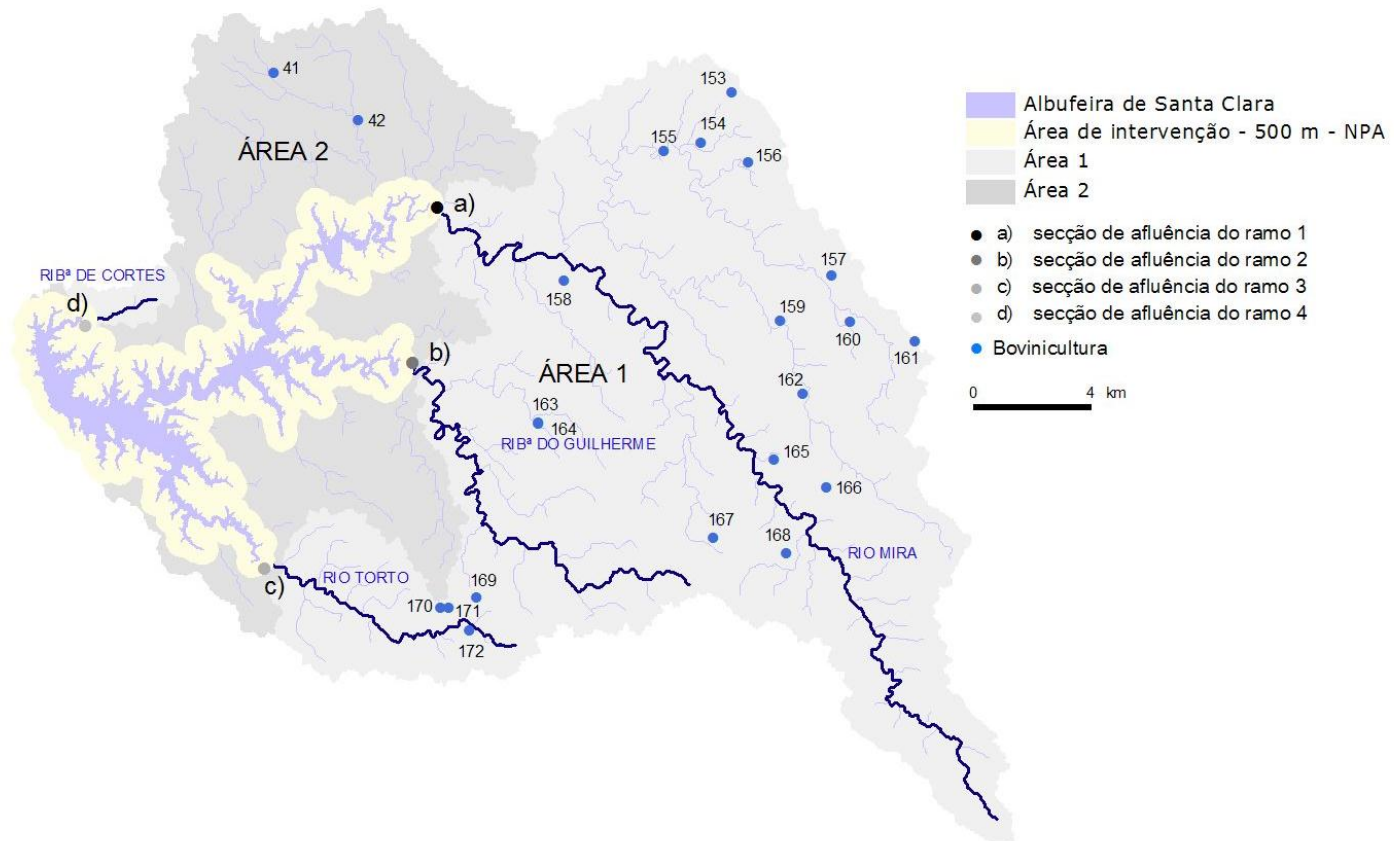


Figura 52. Localização das boviniculturas na área drenante à albufeira de Santa Clara

Quadro 36. Carga poluente gerada pelas boviniculturas

Nº de identificação	Localização	Sistema de tratamento	a.e.	CBO <sub>5</sub> kg/ano	N total kg/ano	P total kg/ano	Coliformes totais NMP/ano	Coliformes fecais NMP/ano	Caudal (m <sup>3</sup> /ano)
41	Área 2	Sem tratamento	11	1877	438	17	175 x10 <sup>10</sup>	58 x10 <sup>10</sup>	146
42	Área 2	Sem tratamento	23	3754	876	33	350 x10 <sup>10</sup>	117 x10 <sup>10</sup>	292
153	Área 1	Sem tratamento	140	22995	5366	204	2146 x10 <sup>10</sup>	715 x10 <sup>10</sup>	1789
154	Área 1	Sem tratamento	43	7039	1643	63	657 x10 <sup>10</sup>	219 x10 <sup>10</sup>	548
155	Área 1	Sem tratamento	69	11263	2628	100	1051 x10 <sup>10</sup>	350 x10 <sup>10</sup>	876
156	Área 1	Sem tratamento	59	9620	2245	86	898 x10 <sup>10</sup>	299 x10 <sup>10</sup>	748
157	Área 1	Sem tratamento	20	3285	767	29	307 x10 <sup>10</sup>	102 x10 <sup>10</sup>	256
158	Área 1	Sem tratamento	49	7978	1862	71	745 x10 <sup>10</sup>	248 x10 <sup>10</sup>	621
159	Área 1	Sem tratamento	6	939	219	8	88 x10 <sup>10</sup>	29 x10 <sup>10</sup>	73
160	Área 1	Sem tratamento	9	1408	329	13	131 x10 <sup>10</sup>	44 x10 <sup>10</sup>	110
161	Área 1	Sem tratamento	71	11732	2738	104	1095 x10 <sup>10</sup>	365 x10 <sup>10</sup>	913
162	Área 1	Sem tratamento	14	2346	548	21	219 x10 <sup>10</sup>	73 x10 <sup>10</sup>	183
163	Área 1	Sem tratamento	211	34591	8071	307	43986 x10 <sup>10</sup>	427 x10 <sup>10</sup>	2690
164	Área 1	Sem tratamento	59	9756	2277	87	12406 x10 <sup>10</sup>	120 x10 <sup>10</sup>	759
165	Área 1	Sem tratamento	36	5866	1369	52	548 x10 <sup>10</sup>	183 x10 <sup>10</sup>	456
166	Área 1	Sem tratamento	66	10794	2519	96	1007 x10 <sup>10</sup>	336 x10 <sup>10</sup>	840
167	Área 1	Sem tratamento	41	6805	1588	60	635 x10 <sup>10</sup>	212 x10 <sup>10</sup>	529
168	Área 1	Sem tratamento	54	8916	2081	79	832 x10 <sup>10</sup>	277 x10 <sup>10</sup>	694
169	Área 1	Sem tratamento	26	4224	986	38	394 x10 <sup>10</sup>	131 x10 <sup>10</sup>	329
170	Área 1	Sem tratamento	24	3989	931	35	372 x10 <sup>10</sup>	124 x10 <sup>10</sup>	310
171	Área 1	Sem tratamento	17	2816	657	25	263 x10 <sup>10</sup>	88 x10 <sup>10</sup>	219
172	Área 1	Sem tratamento	20	3285	767	29	307 x10 <sup>10</sup>	102 x10 <sup>10</sup>	256

Quadro 37. Carga poluente gerada pelas boviniculturas após tratamento considerada ao nível da implementação do **Cenário 2**

Nº de identificação	Localização	a.e.	CBO <sub>5</sub> (B) kg/ano	CBO <sub>5</sub> (C) kg/ano	N total kg/ano	P total kg/ano	Coliformes totais NMP/ano	Coliformes fecais NMP/ano	Caudal (m <sup>3</sup> /ano)
41	Área 2	11	6	37	2	0.4	1.8 x10 <sup>10</sup>	0.6 x10 <sup>10</sup>	146
42	Área 2	23	12	73	4	0.9	3.5 x10 <sup>10</sup>	1.2 x10 <sup>10</sup>	292
153	Área 1	140	72	447	27	5.4	21.5 x10 <sup>10</sup>	7.2 x10 <sup>10</sup>	1789
154	Área 1	43	22	137	8	1.6	6.6 x10 <sup>10</sup>	2.2 x10 <sup>10</sup>	548
155	Área 1	69	35	219	13	2.6	10.5 x10 <sup>10</sup>	3.5 x10 <sup>10</sup>	876
156	Área 1	59	30	187	11	2.2	9.0 x10 <sup>10</sup>	3.0 x10 <sup>10</sup>	748
157	Área 1	20	10	64	4	0.8	3.1 x10 <sup>10</sup>	1.0 x10 <sup>10</sup>	256
158	Área 1	49	25	155	9	1.9	7.4 x10 <sup>10</sup>	2.5 x10 <sup>10</sup>	621
159	Área 1	6	3	18	1	0.2	0.9 x10 <sup>10</sup>	0.3 x10 <sup>10</sup>	73
160	Área 1	9	4	27	2	0.3	1.3 x10 <sup>10</sup>	0.4 x10 <sup>10</sup>	110
161	Área 1	71	37	228	14	2.7	11.0 x10 <sup>10</sup>	3.6 x10 <sup>10</sup>	913
162	Área 1	14	7	46	3	0.5	2.2 x10 <sup>10</sup>	0.7 x10 <sup>10</sup>	183
163	Área 1	211	108	673	40	8.1	439.9 x10 <sup>10</sup>	4.3 x10 <sup>10</sup>	2690
164	Área 1	59	30	190	11	2.3	124.1 x10 <sup>10</sup>	1.2 x10 <sup>10</sup>	759
165	Área 1	36	18	114	7	1.4	5.5 x10 <sup>10</sup>	1.8 x10 <sup>10</sup>	456
166	Área 1	66	34	210	13	2.5	10.1 x10 <sup>10</sup>	3.4 x10 <sup>10</sup>	840
167	Área 1	41	21	132	8	1.6	6.4 x10 <sup>10</sup>	2.1 x10 <sup>10</sup>	529
168	Área 1	54	28	173	10	2.1	8.3 x10 <sup>10</sup>	2.8 x10 <sup>10</sup>	694
169	Área 1	26	13	82	5	1.0	3.9 x10 <sup>10</sup>	1.3 x10 <sup>10</sup>	329
170	Área 1	24	12	78	5	0.9	3.7 x10 <sup>10</sup>	1.2 x10 <sup>10</sup>	310
171	Área 1	17	9	55	3	0.7	2.6 x10 <sup>10</sup>	0.9 x10 <sup>10</sup>	219
172	Área 1	20	10	64	4	0.8	3.1 x10 <sup>10</sup>	1.0 x10 <sup>10</sup>	256

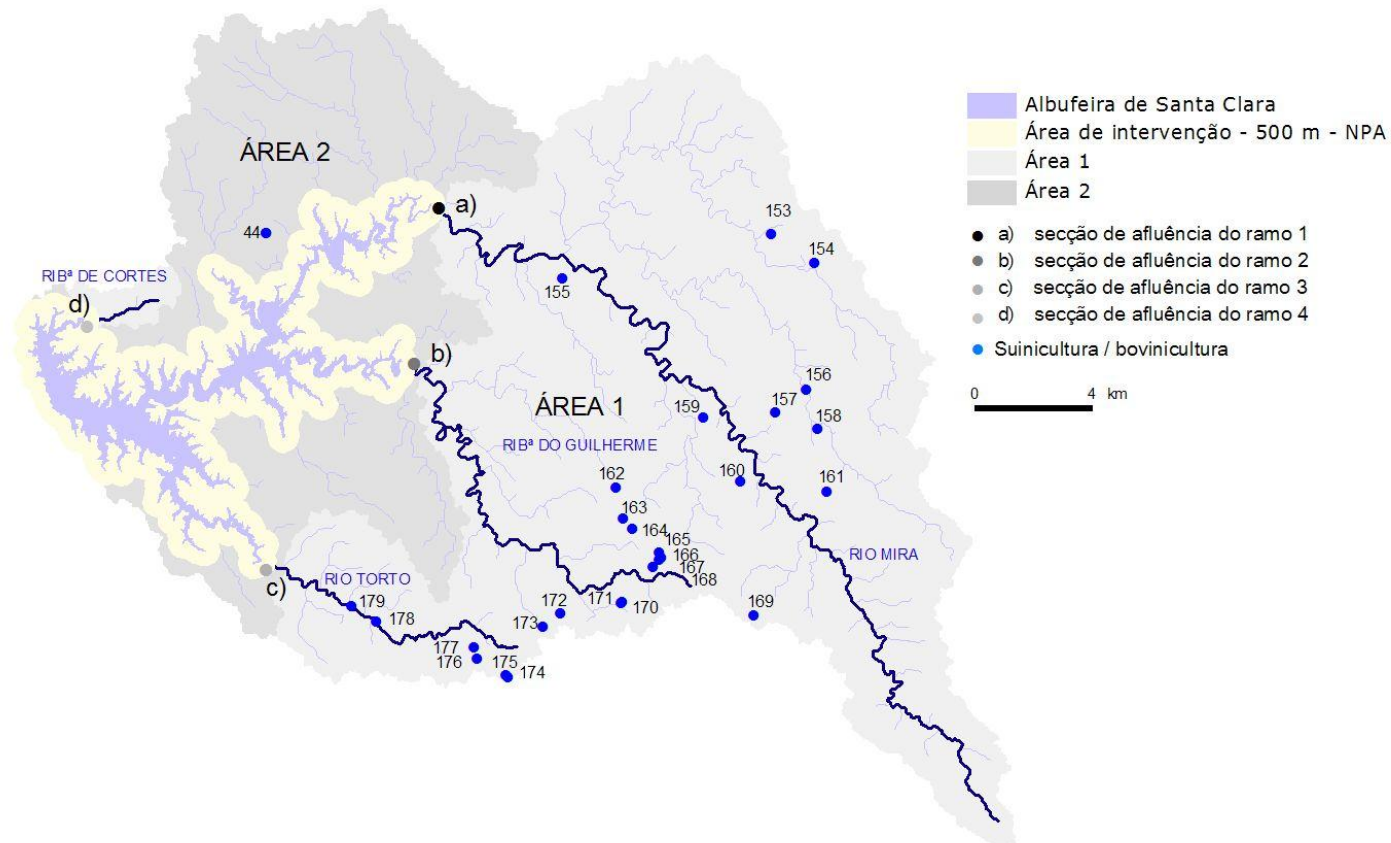


Figura 53. localização das suiniculturas/boviniculturas na área drenante à albufeira de Santa Clara



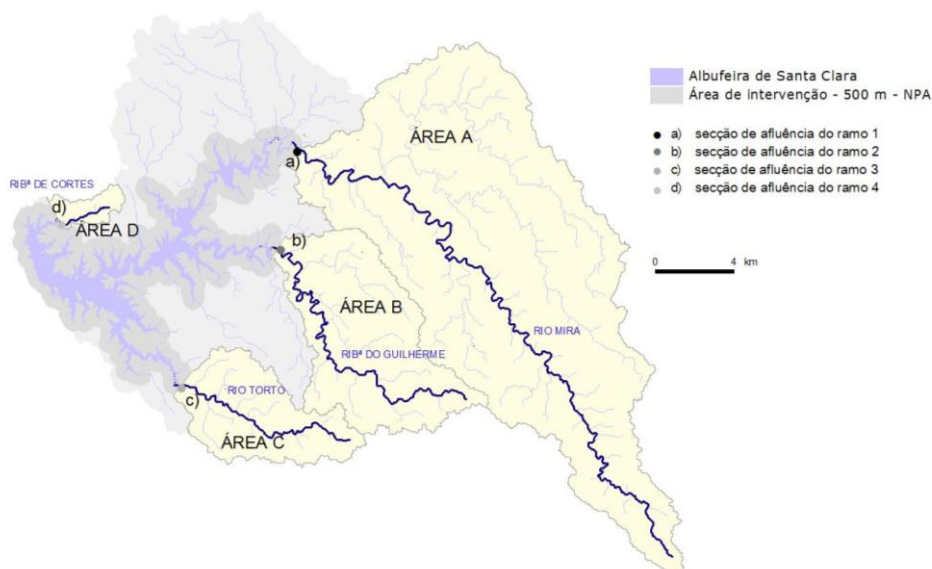
**Quadro 38.** Carga poluente gerada pelas suiniculturas/boviniculturas

Nº de identificação	Localização	Sistema de tratamento	a.e.	CBO <sub>5</sub> kg/ano	N total kg/ano	P total kg/ano	Coliformes totais NMP/ano	Coliformes fecais NMP/ano	Caudal Bovinos (m <sup>3</sup> /ano)	Caudal Suínos (m <sup>3</sup> /ano)
44	Área 2	Sem tratamento	73	1643	794	151	5902 x10 <sup>10</sup>	1830 x10 <sup>10</sup>	128	274
153	Área 1	Sem tratamento	141	9386	2742	267	8602 x10 <sup>10</sup>	2683 x10 <sup>10</sup>	730	368
154	Área 1	Sem tratamento	479	21118	7227	954	34164 x10 <sup>10</sup>	10622 x10 <sup>10</sup>	1643	1533
155	Área 1	Sem tratamento	40	1173	487	82	3099 x10 <sup>10</sup>	962 x10 <sup>10</sup>	91	142
156	Área 1	Sem tratamento	59	3520	1071	115	3824 x10 <sup>10</sup>	1191 x10 <sup>10</sup>	274	166
157	Área 1	Sem tratamento	168	5397	2149	345	12967 x10 <sup>10</sup>	4026 x10 <sup>10</sup>	420	593
158	Área 1	Sem tratamento	69	6101	1634	124	3513 x10 <sup>10</sup>	1101 x10 <sup>10</sup>	475	140
159	Área 1	Sem tratamento	1233	5397	9143	2676	110880 x10 <sup>10</sup>	34332 x10 <sup>10</sup>	420	5256
160	Área 1	Sem tratamento	81	2112	940	168	6452 x10 <sup>10</sup>	2002 x10 <sup>10</sup>	164	298
161	Área 1	Sem tratamento	41	1408	539	83	3075 x10 <sup>10</sup>	955 x10 <sup>10</sup>	110	140
162	Área 1	Sem tratamento	57	4435	1232	105	8399 x10 <sup>10</sup>	909 x10 <sup>10</sup>	345	131
163	Área 1	Sem tratamento	121	4139	1593	246	14047 x10 <sup>10</sup>	2770 x10 <sup>10</sup>	322	418
164	Área 1	Sem tratamento	54	939	534	113	4503 x10 <sup>10</sup>	1396 x10 <sup>10</sup>	73	210
165	Área 1	Sem tratamento	35	1877	596	69	2383 x10 <sup>10</sup>	742 x10 <sup>10</sup>	146	105
166	Área 1	Sem tratamento	140	7274	2328	275	9509 x10 <sup>10</sup>	2959 x10 <sup>10</sup>	566	420
167	Área 1	Sem tratamento	46	4224	1117	81	2234 x10 <sup>10</sup>	701 x10 <sup>10</sup>	329	88
168	Área 1	Sem tratamento	28	704	319	58	2227 x10 <sup>10</sup>	691 x10 <sup>10</sup>	55	103
169	Área 1	Sem tratamento	32	704	348	68	2641 x10 <sup>10</sup>	819 x10 <sup>10</sup>	55	123
169	Área 1	Sem tratamento	168	5397	2149	345	12967 x10 <sup>10</sup>	4026 x10 <sup>10</sup>	420	593
170	Área 1	Sem tratamento	49	939	502	103	4043 x10 <sup>10</sup>	1253 x10 <sup>10</sup>	73	188
171	Área 1	Sem tratamento	33	1643	534	65	2269 x10 <sup>10</sup>	706 x10 <sup>10</sup>	128	101
172	Área 1	Sem tratamento	24	704	296	50	1905 x10 <sup>10</sup>	591 x10 <sup>10</sup>	55	88
173	Área 1	Sem tratamento	11	469	162	22	780 x10 <sup>10</sup>	242 x10 <sup>10</sup>	37	35
174	Área 1	Sem tratamento	24	939	337	48	1743 x10 <sup>10</sup>	542 x10 <sup>10</sup>	73	79
175	Área 1	Sem tratamento	14	939	272	26	823 x10 <sup>10</sup>	257 x10 <sup>10</sup>	73	35
176	Área 1	Sem tratamento	29	939	373	60	2249 x10 <sup>10</sup>	698 x10 <sup>10</sup>	73	103
177	Área 1	Sem tratamento	13	939	265	24	731 x10 <sup>10</sup>	228 x10 <sup>10</sup>	73	31
178	Área 1	Sem tratamento	132	9151	2635	248	7845 x10 <sup>10</sup>	2448 x10 <sup>10</sup>	712	333
179	Área 1	Sem tratamento	579	7509	5254	1234	49726 x10 <sup>10</sup>	15408 x10 <sup>10</sup>	584	2335

**Quadro 39.** Carga poluente gerada pelas suiniculturas/boviniculturas após tratamento considerada ao nível da implementação do **Cenário 2**

Nº de identificação	Localização	a.e.	CBO <sub>5</sub> kg/ano	CBO <sub>5</sub> (A) kg/ano	CBO <sub>5</sub> (B) kg/ano	N total kg/ano	P total kg/ano	Coliformes totais NMP/ano	Coliformes fecais NMP/ano	Caudal Bovinos (m <sup>3</sup> /ano)	Caudal suínos (m <sup>3</sup> /ano)
44	Área 2	73	329	11	68	4	0.8	59 x10 <sup>10</sup>	18 x10 <sup>10</sup>	128	274
153	Área 1	141	230	15	92	6	1.1	86 x10 <sup>10</sup>	27 x10 <sup>10</sup>	730	368
154	Área 1	479	77	61	383	23	4.6	342 x10 <sup>10</sup>	106 x10 <sup>10</sup>	1643	1533
155	Área 1	40	256	6	36	2	0.4	31 x10 <sup>10</sup>	10 x10 <sup>10</sup>	91	142
156	Área 1	59	186	7	42	2	0.5	38 x10 <sup>10</sup>	12 x10 <sup>10</sup>	274	166
157	Área 1	168	515	24	148	9	1.8	130 x10 <sup>10</sup>	40 x10 <sup>10</sup>	420	593
158	Área 1	69	88	6	35	2	0.4	35 x10 <sup>10</sup>	11 x10 <sup>10</sup>	475	140
159	Área 1	1233	657	210	1314	79	15.8	1109 x10 <sup>10</sup>	343 x10 <sup>10</sup>	420	5256
160	Área 1	81	186	12	74	4	0.9	65 x10 <sup>10</sup>	20 x10 <sup>10</sup>	164	298
161	Área 1	41	204	6	35	2	0.4	31 x10 <sup>10</sup>	10 x10 <sup>10</sup>	110	140
162	Área 1	57	219	5	33	2	0.4	84 x10 <sup>10</sup>	9 x10 <sup>10</sup>	345	131
163	Área 1	121	296	17	105	6	1.3	140 x10 <sup>10</sup>	28 x10 <sup>10</sup>	322	418
164	Área 1	54	131	8	53	3	0.6	45 x10 <sup>10</sup>	14 x10 <sup>10</sup>	73	210
165	Área 1	35	153	4	26	2	0.3	24 x10 <sup>10</sup>	7 x10 <sup>10</sup>	146	105
166	Área 1	140	263	17	105	6	1.3	95 x10 <sup>10</sup>	30 x10 <sup>10</sup>	566	420
167	Área 1	46	128	4	22	1	0.3	22 x10 <sup>10</sup>	7 x10 <sup>10</sup>	329	88
168	Área 1	28	230	4	26	2	0.3	22 x10 <sup>10</sup>	7 x10 <sup>10</sup>	55	103
169	Área 1	32	179	5	31	2	0.4	26 x10 <sup>10</sup>	8 x10 <sup>10</sup>	55	123
169	Área 1	168	515	24	148	9	1.8	130 x10 <sup>10</sup>	40 x10 <sup>10</sup>	420	593
170	Área 1	49	307	8	47	3	0.6	40 x10 <sup>10</sup>	13 x10 <sup>10</sup>	73	188
171	Área 1	33	179	4	25	2	0.3	23 x10 <sup>10</sup>	7 x10 <sup>10</sup>	128	101
172	Área 1	24	128	4	22	1	0.3	19 x10 <sup>10</sup>	6 x10 <sup>10</sup>	55	88
173	Área 1	11	51	1	9	1	0.1	8 x10 <sup>10</sup>	2 x10 <sup>10</sup>	37	35
174	Área 1	24	179	3	20	1	0.2	17 x10 <sup>10</sup>	5 x10 <sup>10</sup>	73	79
175	Área 1	14	51	1	9	1	0.1	8 x10 <sup>10</sup>	3 x10 <sup>10</sup>	73	35
176	Área 1	29	230	4	26	2	0.3	22 x10 <sup>10</sup>	7 x10 <sup>10</sup>	73	103
177	Área 1	13	77	1	8	0	0.1	7 x10 <sup>10</sup>	2 x10 <sup>10</sup>	73	31
178	Área 1	132	208	13	83	5	1.0	78 x10 <sup>10</sup>	24 x10 <sup>10</sup>	712	333
179	Área 1	579	158	93	584	35	7.0	497 x10 <sup>10</sup>	154 x10 <sup>10</sup>	584	2335

A redução da carga poluente de origem urbana e industrial gerada na área 1, baseia-se na determinação de uma percentagem de remoção da carga de CBO<sub>5</sub>, N<sub>total</sub>, P<sub>total</sub> e de coliformes totais e fecais, afluente à massa de água através da área drenante para cada um dos quatro ramos principais da albufeira - rio Mira, ribeira do Guilherme, rio Torto e ribeira de Cortes - designadas respectivamente por ÁREA A, B, C e D (Figura 54).



**Figura 54.** Área drenante das secções de afluência de cada uma dos ramos principais da albufeira de Santa Clara

Assim, de acordo com a metodologia adoptada, após a estimativa das cargas poluentes de origem urbana, industrial, agrícola e florestal, obtiveram-se os valores da carga poluente de CBO<sub>5</sub>, N<sub>total</sub>, P<sub>total</sub> e coliformes fecais e totais, gerada por área drenante, que se podem observar no Quadro 40. No 0, pode observar-se a carga gerada por área drenante, distribuída pelo sector que lhe dá origem.

**Quadro 40.** Carga poluente total afluente à albufeira de Santa Clara

	CBO <sub>5</sub> ton/ano	N <sub>total</sub> ton/ano	P <sub>total</sub> ton/ano	Coliformes totais NMP/ano	Coliformes fecais NMP/ano
ÁREA A	630.0	259.3	29.0	1253852 x10 <sup>10</sup>	380215 x10 <sup>10</sup>
ÁREA B	132.5	57.5	4.6	299664 x10 <sup>10</sup>	52503 x10 <sup>10</sup>
ÁREA C	78.0	25.3	3.0	174477 x10 <sup>10</sup>	54140 x10 <sup>10</sup>
ÁREA D	0.0	3.3	0.1	0	0
<b>Total</b>	<b>841</b>	<b>345</b>	<b>37</b>	<b>1727992 x10<sup>10</sup></b>	<b>486859 x10<sup>10</sup></b>

**Quadro 41.** Carga poluente total afluyente à albufeira de Santa Clara distribuída pelo sector que lhe dá origem

	Origem	CBO <sub>5</sub> ton/ano	N <sub>total</sub> ton/ano	P <sub>total</sub> ton/ano	Coliformes totais NMP/ano	Coliformes fecais NMP/ano
ÁREA A	Urbana	21	4	1	41282 x10 <sup>10</sup>	4128 x10 <sup>10</sup>
	Industrial	609	106	23	1212570 x10 <sup>10</sup>	376087 x10 <sup>10</sup>
	Agrícola e florestal	0	149	4	0	0
ÁREA B	Urbana	0	0	0	0	0
	Industrial	133	26	4	299664 x10 <sup>10</sup>	52503 x10 <sup>10</sup>
	Agrícola e florestal	0	32	1	0	0
ÁREA C	Urbana	0	0	0	0	0
	Industrial	78	14	3	174477 x10 <sup>10</sup>	54140 x10 <sup>10</sup>
	Agrícola e florestal	0	11	0.3	0	0
ÁREA D	Urbana	0	0	0	0	0
	Industrial	0	0	0	0	0
	Agrícola e florestal	0	3	0.1	0	0
<b>Total</b>		<b>841</b>	<b>345</b>	<b>37</b>	<b>1727992 x10<sup>10</sup></b>	<b>486859 x10<sup>10</sup></b>

Como a carga total associada a cada um dos parâmetros referidos, gerada em cada uma das áreas drenantes consideradas (A,B,C e D), é caracterizada por quatro valores da concentração afluyente mensal à albufeira de Santa Clara, que inclui todas as fontes de poluição tóxicas e difusas associadas a cada uma das quatro linhas de água, foi necessário estimar qual a percentagem da concentração de origem urbana, industrial e agrícola e florestal, a remover relativamente ao valor que caracteriza a concentração total afluyente à massa de água.

No Quadro 42, podem observar-se os valores correspondentes à percentagem de remoção da carga de CBO<sub>5</sub>, N<sub>total</sub>, P<sub>total</sub> e coliformes fecais e totais, afluyente à albufeira de Santa Clara, que permitiram implementar as medidas de redução da carga poluente definidas pelo **Cenário 2**, para a área 1.

**Quadro 42.** Percentagem de remoção da carga de CBO<sub>5</sub>, N<sub>total</sub>, P<sub>total</sub> e coliformes totais e fecais relativamente à carga total afluyente à albufeira de Santa Clara

Linha de água	CBO <sub>5</sub> (A) %	CBO <sub>5</sub> (B) %	CBO <sub>5</sub> (C) %	N <sub>total</sub> %	P <sub>total</sub> %	Coliformes totais %	Coliformes fecais %
Rio Mira	89.3	99.6	98.3	40.7	80.6	99	99
Ribeira do Guilherme	88.7	99.1	98.5	44.8	79.9	99	99
Rio Torto	91.5	98.5	97.9	56.3	89.5	99	99
Ribeira de Cortes	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0

Os valores correspondentes às percentagens de remoção obtidas para cada um dos ramos em que se subdividiu a albufeira de Santa Clara, foram obtidos considerando as percentagens de remoção aplicadas a cada uma das origens de poluentes, de forma a cumprir as reduções da carga poluente definidas pelo **Cenário 2** (Quadro 43).

**Quadro 43.** Percentagem de remoção por origem da carga da CBO<sub>5</sub>, N<sub>total</sub>, P<sub>total</sub> e coliformes totais e fecais

Linha de água	Origem	CBO <sub>5</sub> (A) %	CBO <sub>5</sub> (B) %	CBO <sub>5</sub> (C) %	N <sub>total</sub> %	P <sub>total</sub> %	Coliformes totais %	Coliformes fecais %
Rio Mira	Urbana	95.0	-	-	10.0	10.0	99.0	99.0
	Industrial	89.1	99.8	98.5	99.5	99.5	99.0	99.0
	Agrícola e florestal	0.0	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0
Ribeira do Guilherme	Urbana	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	99.0	99.0
	Industrial	89.5	99.9	99.3	99.8	99.7	99.0	99.0
	Agrícola e florestal	0.0	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0
Rio Torto	Urbana	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	99.0	99.0
	Industrial	92.9	99.9	99.3	99.8	99.7	99.0	99.0
	Agrícola e florestal	0.0	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0
Ribeira de Cortes	Urbana	0.0	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0
	Industrial	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Agrícola e florestal	0.0	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0

Nos Quadros 44 e 45, podem observar-se os valores da carga poluente, total e por origem, afluente à albufeira de Santa Clara, obtidos para as áreas A, B, C e D, em função das percentagens de remoção consideradas na definição do **Cenário 2**.

**Quadro 44.** Carga poluente total afluente à albufeira de Santa Clara considerada para a definição do **Cenário 2**

	CBO <sub>5</sub> (A) ton/ano	CBO <sub>5</sub> (B) ton/ano	CBO <sub>5</sub> (C) ton/ano	N <sub>total</sub> ton/ano	P <sub>total</sub> ton/ano	Coliformes totais NMP/ano	Coliformes fecais NMP/ano
ÁREA A	67.6	2.6	10.4	153.7	5.6	12539 x10 <sup>10</sup>	3802 x10 <sup>10</sup>
ÁREA B	13.9	0.2	0.9	31.7	0.9	3409 x10 <sup>10</sup>	566 x10 <sup>10</sup>
ÁREA C	5.6	0.1	0.5	11.0	0.3	1745 x10 <sup>10</sup>	541 x10 <sup>10</sup>
ÁREA D	0.0	0.0	0.0	3.3	0.1	0	0
<b>Total</b>	<b>87.1</b>	<b>2.8</b>	<b>11.9</b>	<b>199.8</b>	<b>6.9</b>	<b>17693 x10<sup>10</sup></b>	<b>4910 x10<sup>10</sup></b>

**Quadro 45.** Carga poluente total afluente à albufeira de Santa Clara considerada para a definição do **Cenário 2**

Área	Origem	CBO <sub>5</sub> (A) ton/ano	CBO <sub>5</sub> (B) ton/ano	CBO <sub>5</sub> (C) ton/ano	N <sub>total</sub> ton/ano	P <sub>total</sub> ton/ano	Coliformes totais NMP/ano	Coliformes fecais NMP/ano
ÁREA A	Urbana	1.1	-	-	3.7	1.1	413 x10 <sup>10</sup>	41 x10 <sup>10</sup>
	Industrial	66.5	1.5	9.4	0.6	0.1	12126 x10 <sup>10</sup>	3761 x10 <sup>10</sup>
	Agrícola e florestal	-	-	-	149.4	4.4	-	-

ÁREA B	Urbana	0.0	-	-	0.0	0.0	0	0
	Industrial	13.9	0.2	1.0	0.1	0.01	3409 x10 <sup>10</sup>	566 x10 <sup>10</sup>
	Agrícola e florestal	-	-	-	31.7	0.9	-	-
ÁREA C	Urbana	0.0	-	-	0.0	0.0	0	0
	Industrial	5.6	0.1	0.6	0.0	0.0	1745 x10 <sup>10</sup>	541 x10 <sup>10</sup>
	Agrícola e florestal	-	-	-	11.0	0.3	-	-
ÁREA D	Urbana	0.0	-	-	0.0	0.0	0	0
	Industrial	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
	Agrícola e florestal	-	-	-	3.3	0.1	-	-
<b>Total</b>		<b>87.1</b>	<b>2.8</b>	<b>12.0</b>	<b>199.8</b>	<b>6.9</b>	<b>17693 x10<sup>10</sup></b>	<b>4910 x10<sup>10</sup></b>

O **Cenário 3** considera as medidas de redução da carga poluente, definidas no **Cenário 2**, mas aplicadas apenas para as descargas de águas residuais urbanas e industriais, que ocorrem na bacia hidrográfica própria da albufeira de Santa Clara, identificada anteriormente como área 2.

A definição deste cenário permitiu avaliar o impacto das cargas poluentes geradas na área imediatamente adjacente à área de intervenção do POASC.

O **Cenário 4** foi definido, através da conjugação do **Cenário 1** e do **Cenário 2**, de acordo com o anteriormente referido.

Com a implementação do **Cenário 5**, pretendeu-se avaliar o potencial efeito na qualidade da água da albufeira de Santa Clara das descargas poluentes geradas pelos empreendimentos turísticos, cuja construção está prevista no POASC.

Este cenário de simulação considera a redução da carga poluente determinada pelo **Cenário 1** e, adicionalmente, contempla a descarga da carga poluente associada aos empreendimentos turísticos, incluindo os já existentes e os previstos ao nível do POASC. Na definição deste **Cenário 5**, considerou-se que a carga poluente afluyente à massa de água, associada aos empreendimentos turísticos, corresponde à percentagem remanescente após a submissão dos efluentes a tratamento terciário, de acordo com o exigido pelo regulamento do POASC e anteriormente referido.

Conservativamente, admitiu-se a taxa de ocupação máxima para os empreendimentos turísticos.

O artigo 8.º do regulamento do POASC refere a existência de sete áreas com vocação para a construção de novos empreendimento turístico e de uma área de apoio à utilização do plano de água (núcleo) para a qual está prevista a construção de um parque de campismo para um máximo de 120 campistas (Figura 55). De acordo com o artigo 24.º do regulamento do POASC os empreendimentos turísticos não deverão, no seu conjunto, ultrapassar as 300 camas.

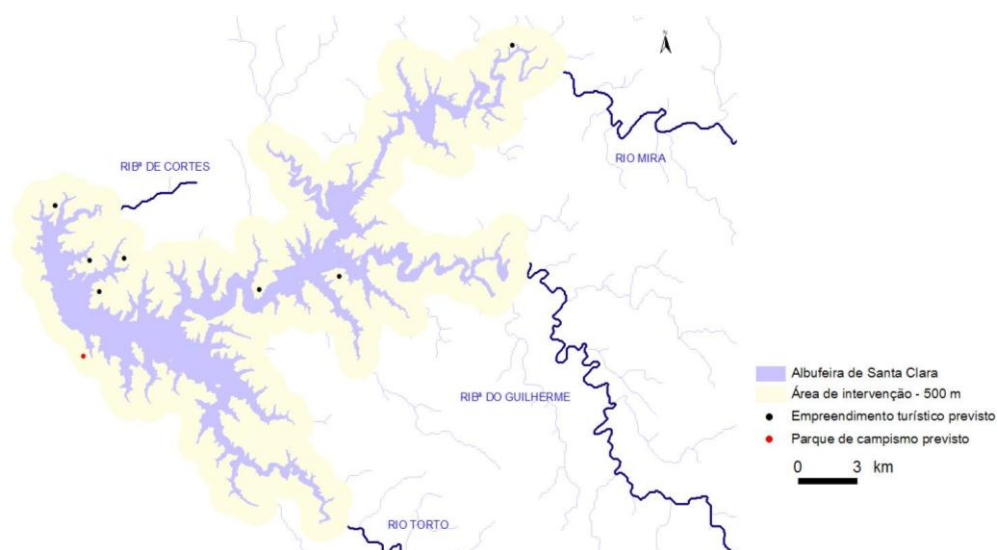


Figura 55. Empreendimentos turísticos previstos para construção na área de intervenção da albufeira de Santa Clara

No Quadro 46, podem observar-se os valores da carga poluente de CBO<sub>5</sub>, N-NO<sub>x</sub>, NH<sub>4</sub>, P-PO<sub>4</sub> e coliformes fecais e totais, correspondentes aos sete empreendimentos turísticos e ao um parque de campismo, estimados em função das capitações apresentadas no Quadro 4, na secção 7.4.2 do presente documento.

Quadro 46. Carga poluente gerada pelos empreendimentos turísticos cuja construção está prevista no POASC

Empreendimento	Nº de habitantes	CBO <sub>5</sub> kg/ano	P - PO <sub>4</sub> kg/ano	NH <sub>4</sub> kg/ano	N - NO <sub>x</sub> kg/ano	Coliformes totais NMP/ano	Coliformes fecais NMP/ano	Caudal (m <sup>3</sup> /ano)
Carga máxima permitida	600*	13140	597	896	219	21900 x10 <sup>10</sup>	2190 x10 <sup>10</sup>	29189
Parque de campismo	120	2628	119	179	44	4380 x10 <sup>10</sup>	438 x10 <sup>10</sup>	5838

\* Admitindo a ocupação máxima por quarto de 2 pessoas.

De acordo com as eficiências de tratamento terciário que se podem observar no Quadro 22, estimaram-se os valores da carga poluente afluente à albufeira de Santa Clara (Quadro 47).

Quadro 47. Carga poluente gerada pelos empreendimentos turísticos cuja construção está prevista no regulamento do POASC, após tratamento terciário

Empreendimento	Nº de habitantes	CBO <sub>5</sub> kg/ano	P - PO <sub>4</sub> kg/ano	NH <sub>4</sub> kg/ano	N - NO <sub>x</sub> kg/ano	Coliformes totais NMP/ano	Coliformes fecais NMP/ano	Caudal (m <sup>3</sup> /ano)
Carga máxima permitida	600	657	60	90	22	219 x10 <sup>10</sup>	22 x10 <sup>10</sup>	29189
Parque de campismo	120	131	12	18	4	44 x10 <sup>10</sup>	4 x10 <sup>10</sup>	5838

Assim, de acordo com o referido anteriormente, a carga poluente produzida pelos sete empreendimentos turísticos e pelo parque de campismo, foi introduzida no modelo CE-QUAL-W2, através da consideração adicional de oito tributários pontuais.

Os restantes cenários de simulação, **Cenário 6** e **Cenário 7**, foram definidos para que a caracterização dos potenciais efeitos das cargas poluentes afluentes à albufeira de Santa Clara fosse a mais completa possível. Assim, deve referir-se que a redução da totalidade da carga poluente difusa de origem agrícola e florestal, gerada na área de intervenção do POASC, e contemplada no **Cenário 6**, não resulta de uma imposição legal. O mesmo se pode referir relativamente ao tratamento terciário de todas as descargas de águas residuais urbanas e industriais e à redução de 90% da carga poluente de origem agrícola e florestal, gerada na bacia hidrográfica da albufeira de Santa Clara, contemplada ao nível do **Cenário 7**.

Inicialmente, a definição do **Cenário 7** incluía apenas o tratamento terciário de todas as descargas de águas residuais urbanas e industriais geradas na bacia hidrográfica da albufeira de Santa Clara. Posteriormente, verificou-se que a reduzida pressão urbanística existente na bacia hidrográfica e os rigorosos limites legais impostos às descargas com origem nas actividades agropecuárias considerados no **Cenário 4**, determinavam que os resultados obtidos pela simulação do **Cenário 7**, inicialmente definido, seriam semelhantes aos verificados para o **Cenário 4**. Assim, optou-se também pela avaliação da influência da restante carga poluente afluente à albufeira de Santa Clara, de origem agrícola e florestal.

Assim, o **Cenário 7** considera o tratamento terciário das descargas de águas residuais de origem urbana e industrial e, adicionalmente, a remoção de 90% da carga de N e de P gerada nas áreas agrícolas e florestais. As eficiências de tratamento que foram associadas ao tratamento terciário das águas residuais, encontram-se descritas no Quadro 22.

No Quadro 48, podem observar-se os valores de carga poluente que afluiria à albufeira após a implementação das condições inerentes ao **Cenário 7**.

Na implementação do Cenário 8, procedeu-se também à simulação conjunta dos **Cenário 0** e do **Cenário 4**, para um período temporal de 8 anos, o que possibilitou uma análise mais consistente, relativamente aos efeitos na qualidade da água determinados pela implementação do **Cenário 4**.

**Quadro 48.** Carga poluente total afluente à albufeira de Santa Clara após a implementação do **Cenário 7**

	<b>CBO<sub>5</sub></b> ton/ano	<b>N<sub>total</sub></b> ton/ano	<b>P<sub>total</sub></b> ton/ano	<b>Coliformes totais</b> NMP/ano	<b>Coliformes fecais</b> NMP/ano
<b>ÁREA A</b>	31.50	25.93	2.90	12538 x10 <sup>10</sup>	3802 x10 <sup>10</sup>
<b>ÁREA B</b>	6.63	5.75	0.46	2996 x10 <sup>10</sup>	525 x10 <sup>10</sup>
<b>ÁREA C</b>	3.90	2.53	0.30	1745 x10 <sup>10</sup>	541 x10 <sup>10</sup>
<b>ÁREA D</b>	0.00	0.33	0.01	0	0
<b>Total</b>	<b>42.03</b>	<b>34.54</b>	<b>3.66</b>	<b>17279 x10<sup>10</sup></b>	<b>4868 x10<sup>10</sup></b>



O desconhecimento dos valores dos caudais afluentes e afluentes à albufeira de Santa Clara, e consequentemente do balanço de massa da albufeira, foi ultrapassado através da repetição dos valores de caudal obtidos para os anos de 2005 e de 2006 ao longo do período de simulação considerado - 8 anos.

Os valores da concentração de todos os parâmetros que caracterizam as afluências de água à albufeira de Santa Clara, considerados na definição dos **Cenários 0 e 4**, foram igualmente repetidos ao longo do período temporal que tem o seu término no ano de 2012.

## 9. RESULTADOS OBTIDOS

### 9.1 - Introdução

Os resultados obtidos com os diferentes cenários de simulação são apresentados nas secções seguintes sob a forma de gráficos, que reflectem a concentração média de cada um dos constituintes no ramo principal da albufeira de Santa Clara (rio Mira), para cada um dos cenários de simulação definidos.

### 9.2 - Cenário 1 / Cenário 1A

A implementação destes cenários de simulação permitiu concluir, tal como seria expectável, e tendo em atenção o reduzido número de habitações isoladas existentes na área de intervenção do POASC, que não existem diferenças significativas entre o tipo de tratamento considerado pelos **Cenários 1 e 1A** (Figuras 56 a 63).

Apesar de se verificar uma redução, em termos médios, dos valores da concentração da  $CBO_5$ , esta não se reflectiu no teor de OD da massa de água, o mesmo se verificando relativamente aos nutrientes avaliados. Esta situação resulta do facto da carga poluente gerada na área de intervenção do POASC ser de reduzida expressão, não sendo assim muito evidente a sua diminuição em termos das concentrações médias na massa de água dos diferentes descritores considerados.

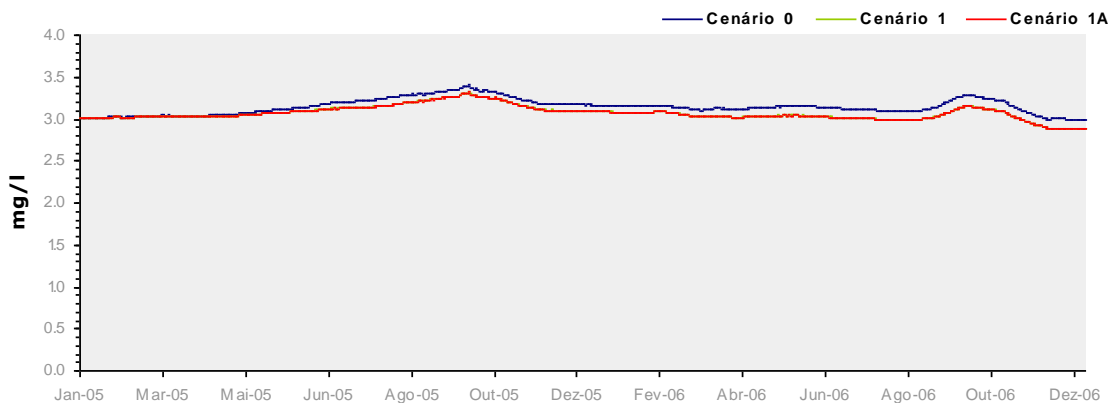


Figura 56. Variação média da  $CBO_5$  na alb. de Santa Clara – Cenário 1/Cenário 1A

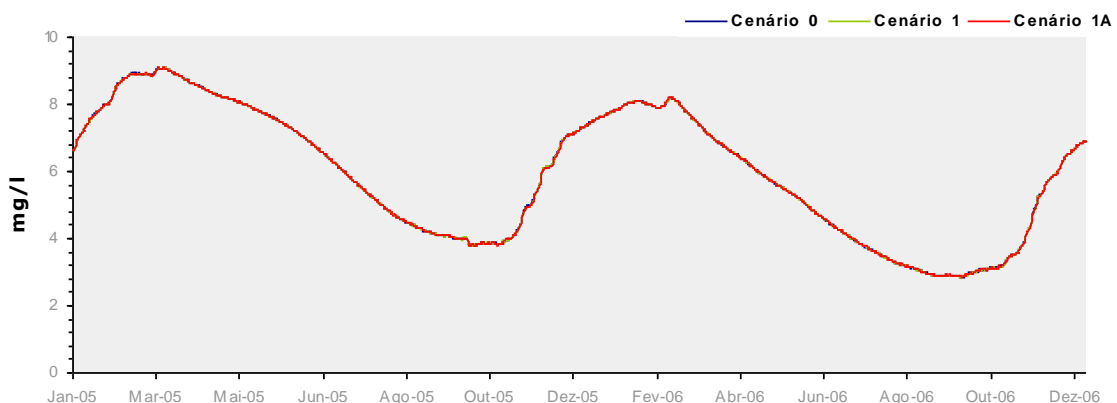


Figura 57. Variação média do OD na alb. de Santa Clara – Cenário 1/Cenário 1A

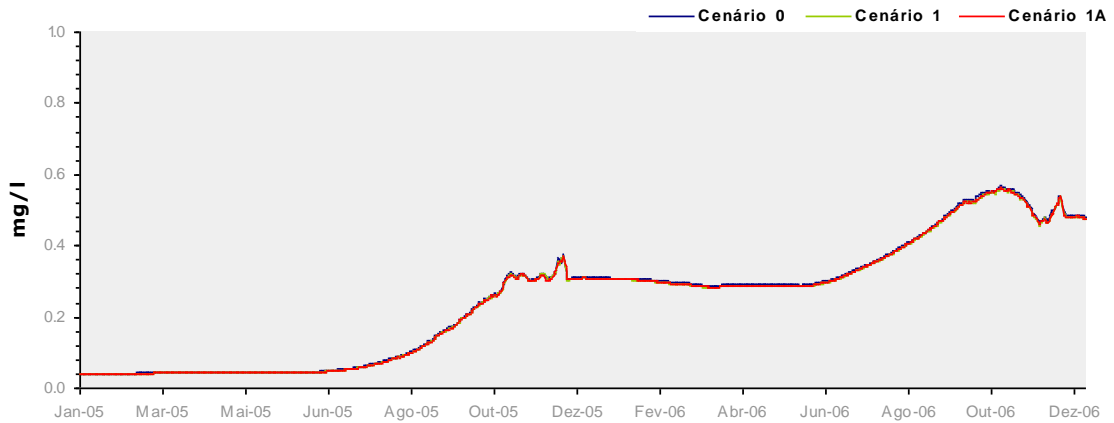


Figura 58. Variação média do  $\text{NH}_4$  na alb. de Santa Clara – Cenário 1/Cenário 1A

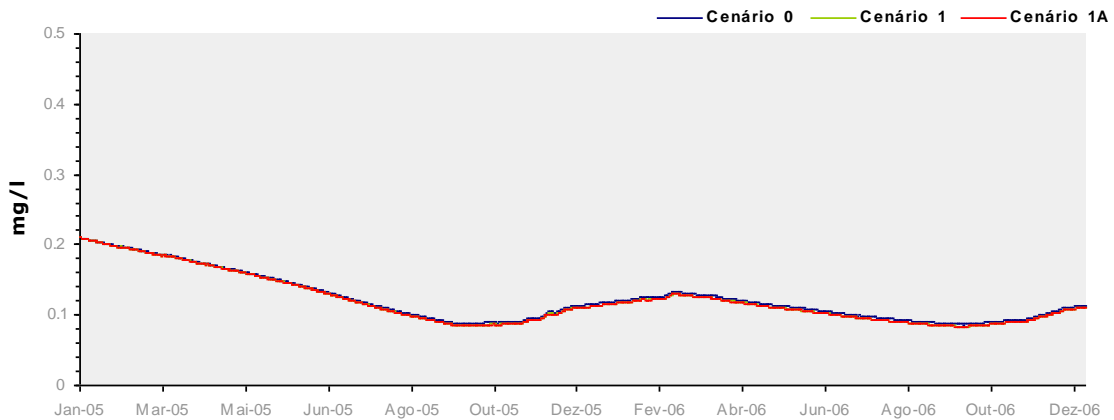


Figura 59. Variação média do  $\text{N-NO}_x$  na alb. de Santa Clara – Cenário 1/Cenário 1A

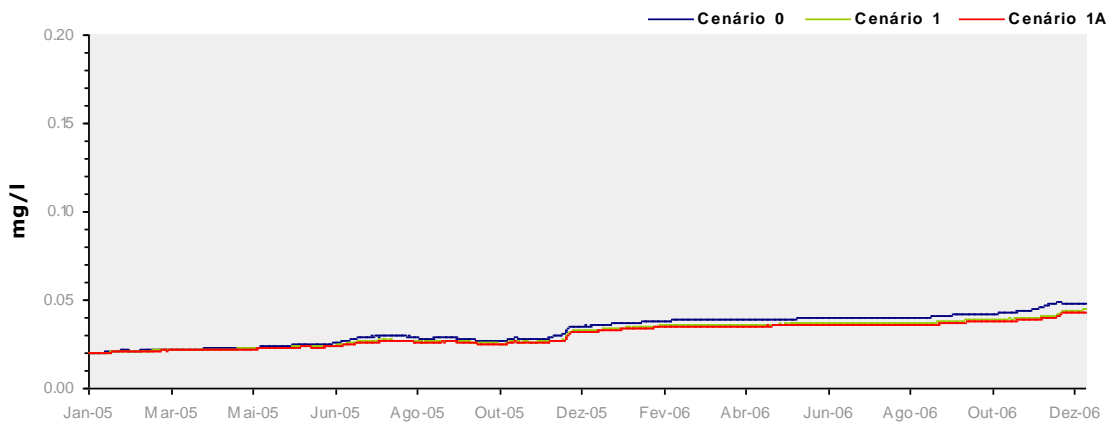


Figura 60. Variação média do  $\text{P-PO}_4$  na alb. de Santa Clara – Cenário 1/Cenário 1A

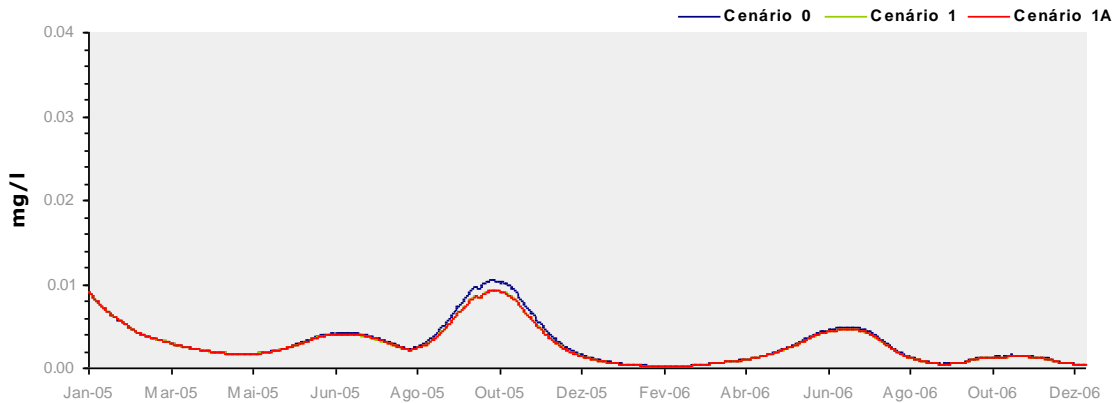


Figura 61. Variação média da Bio. Algal na alb. de Santa Clara – Cenário 1/Cenário 1A

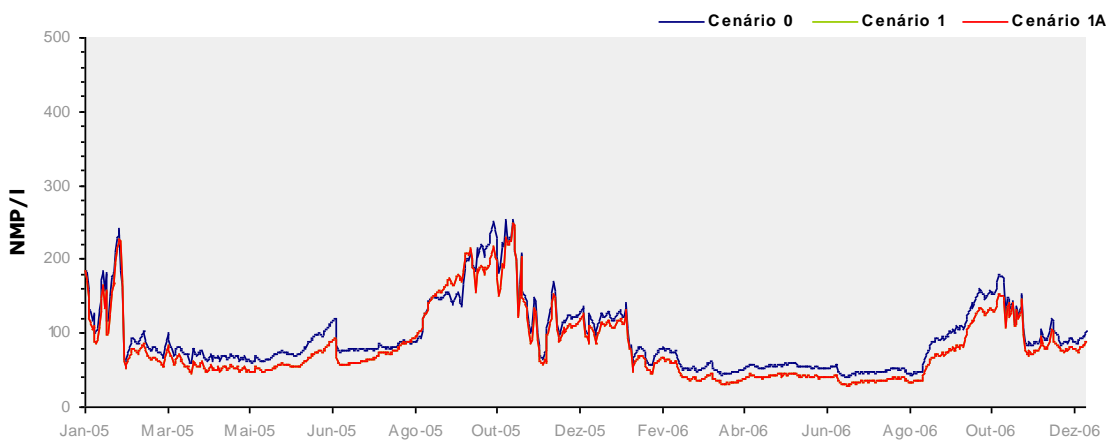


Figura 62. Variação média de C. Totais na alb. de Santa Clara – Cenário 1/ Cenário 1A

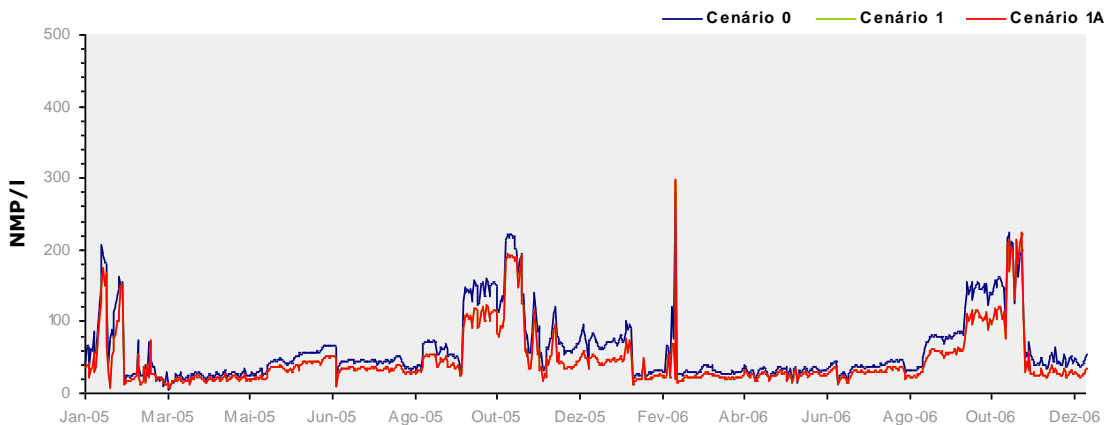


Figura 63. Variação média de C. Fecais na alb. de Santa Clara – Cenário 1/ Cenário 1A

### 9.3 - Cenário 2

A implementação do **Cenário 2** determinou uma redução significativa dos valores da concentração da CBO<sub>5</sub> (Figura 64), em grande parte, resultado das reduções da carga poluente de origem industrial, mais especificamente da carga poluente gerada pelas suiniculturas e boviniculturas, uma vez que a pressão urbanística na área em estudo é de reduzida expressão. No entanto, a redução da

carga poluente não se reflectiu num aumento em termos médios da disponibilidade de OD na massa de água (Figura 65).

Relativamente aos restantes parâmetros, e apesar de não se terem verificado reduções significativas dos valores da concentração de  $\text{NH}_4$  e de  $\text{N-NO}_x$  (Figuras 66 e 67), verificou-se uma redução significativa dos valores da concentração de  $\text{P-PO}_4$  (Figura 68) e, conseqüentemente, da biomassa algal (Figura 69).

Verifica-se, também, que a redução da carga afluente de coliformes totais e fecais (Figuras 70 e 71), ao nível da bacia hidrográfica, determina uma melhoria significativa da qualidade da água da albufeira. Esta situação resulta do elevado número de suiniculturas e boviniculturas existentes na bacia hidrográfica da albufeira de Santa Clara.

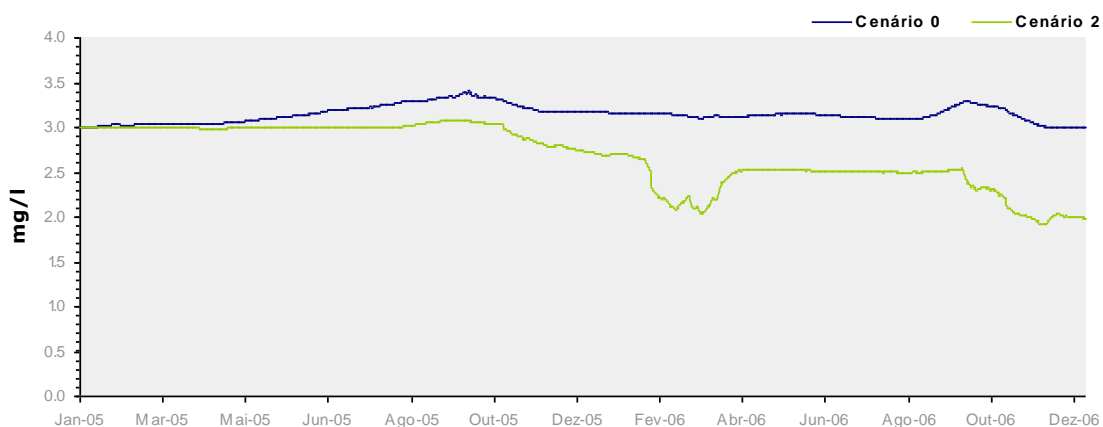


Figura 64. Variação média da  $\text{CBO}_5$  na alb. de Santa Clara – Cenário 2

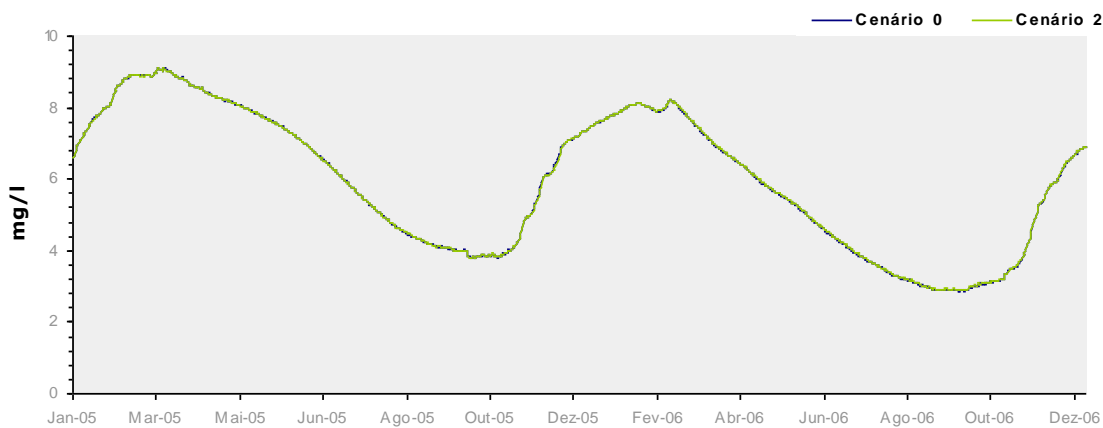


Figura 65. Variação média do OD na alb. de Santa Clara – Cenário 2

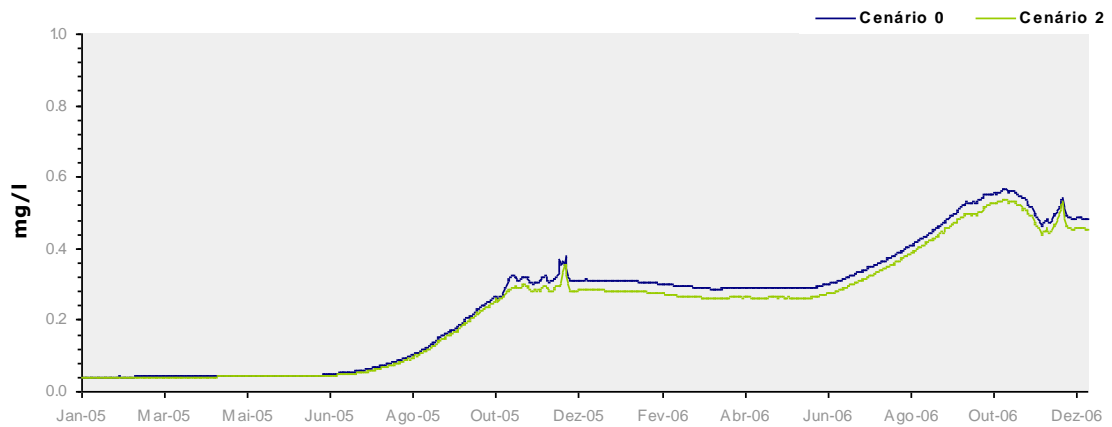


Figura 66. Variação média do  $\text{NH}_4$  na alb. de Santa Clara – Cenário 2

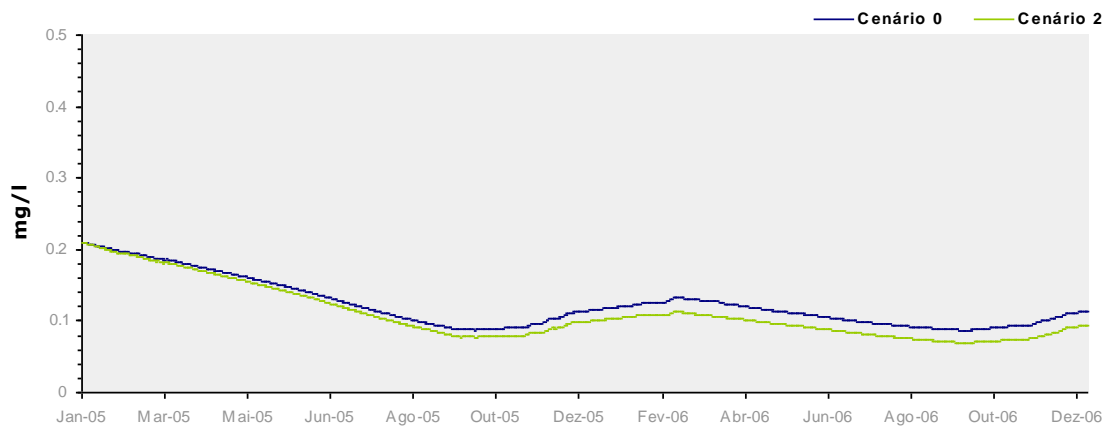


Figura 67. Variação média do  $\text{N-NO}_x$  na alb. de Santa Clara – Cenário 2

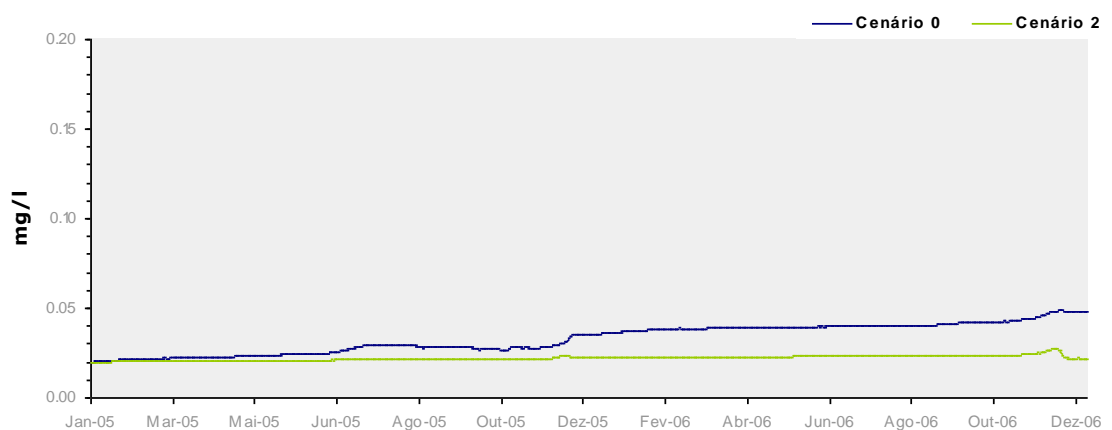


Figura 68. Variação média do  $\text{P-PO}_4$  na alb. de Santa Clara – Cenário 2

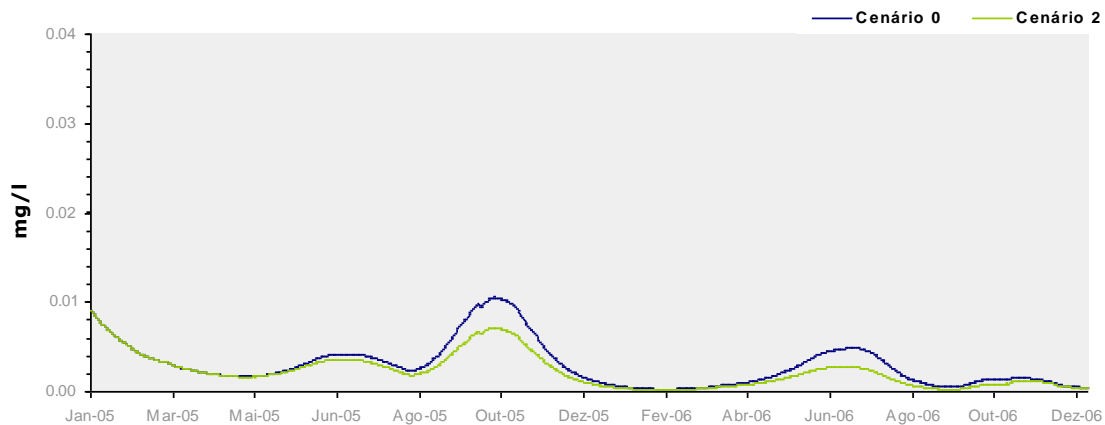


Figura 69. Variação média da Bio. Algal alb. de Santa Clara – Cenário 2

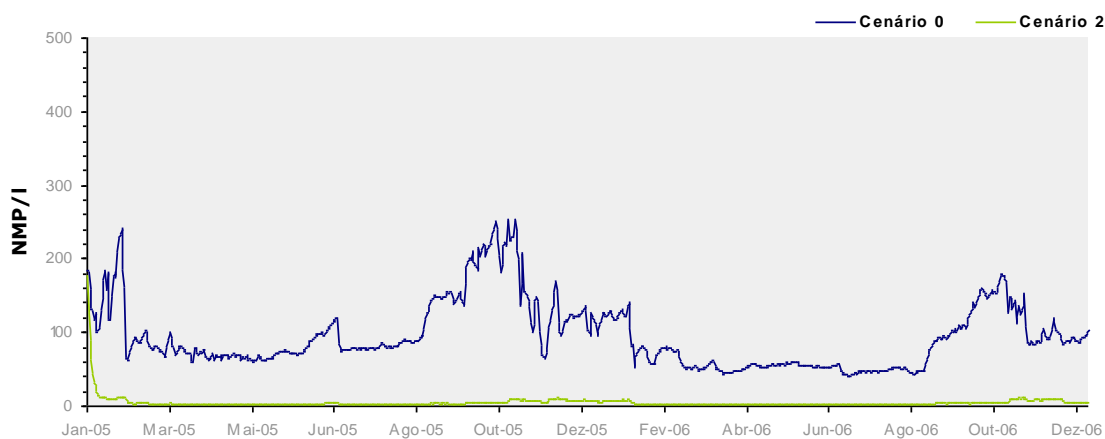


Figura 70. Variação média de Coliformes Totais na alb. de Santa Clara – Cenário 2

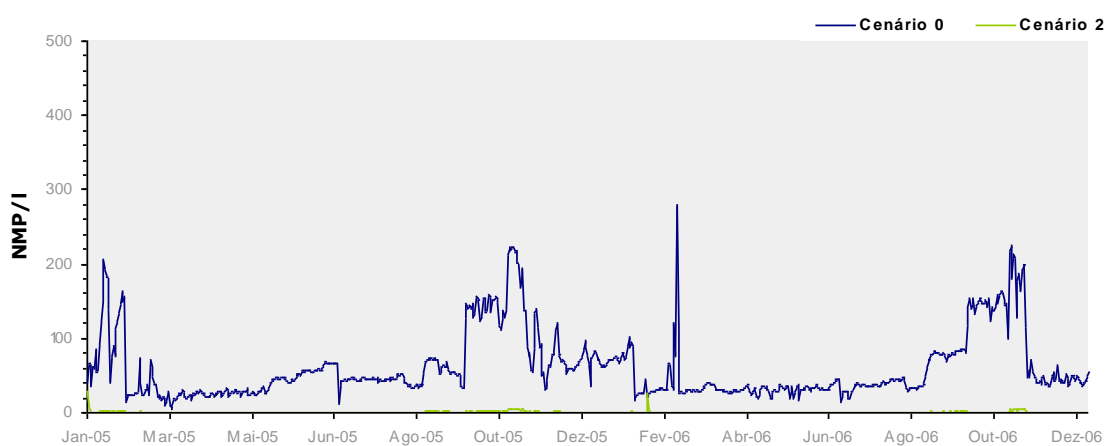


Figura 71. Variação média de Coliformes Fecais na alb. de Santa Clara – Cenário 2

Tendo como objectivo avaliar a contribuição relativa da implementação das medidas de redução da carga poluente ao nível da área de intervenção do POASC e da bacia hidrográfica, contemplada nos **Cenários 1 e 2**, compararam-se os valores médios da concentração da CBO<sub>5</sub> e de coliformes totais e fecais (Figuras 72 a 74), obtidas para os referidos cenários, na albufeira de Santa Clara.

A análise das referidas figuras permite verificar que a carga de  $CBO_5$ , de coliformes fecais e totais, que aflui à albufeira de Santa Clara, é predominantemente gerada ao nível da bacia hidrográfica considerada na sua globalidade, o que era expectável face à reduzida dimensão da área de intervenção do POASC e, sobretudo, do diminuto número de habitantes, empreendimentos turísticos e indústrias existentes na mesma.

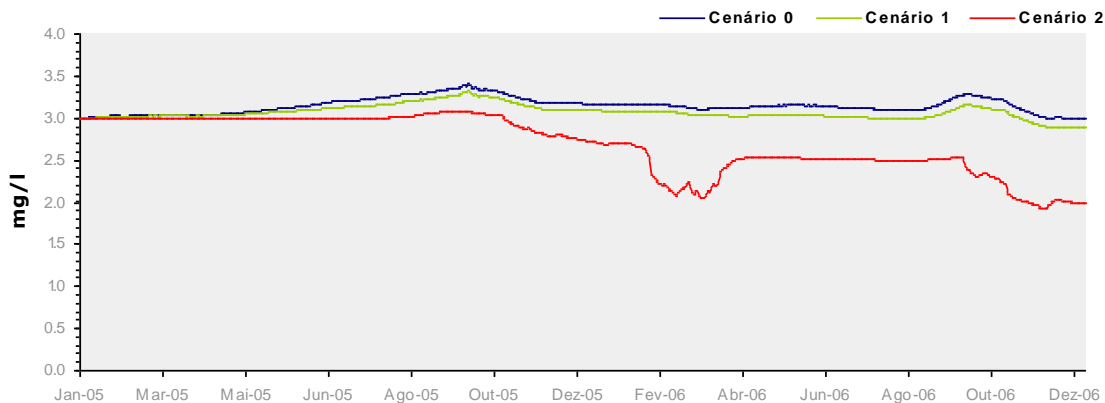


Figura 72. Série temporal da  $CBO_5$  na alb. de Santa Clara – Cenário 1/Cenário 2

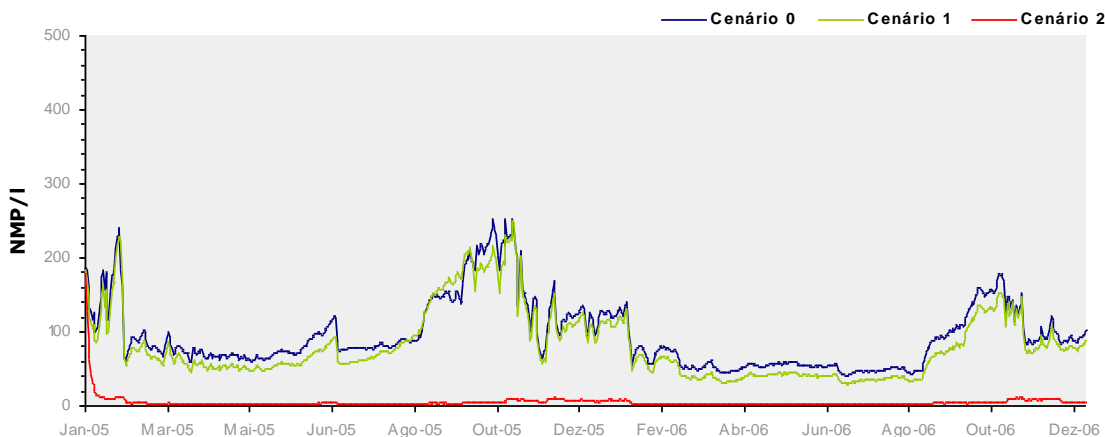


Figura 73. Variação média de Col. Totais na alb. de Santa Clara – Cenário 1/Cenário 2

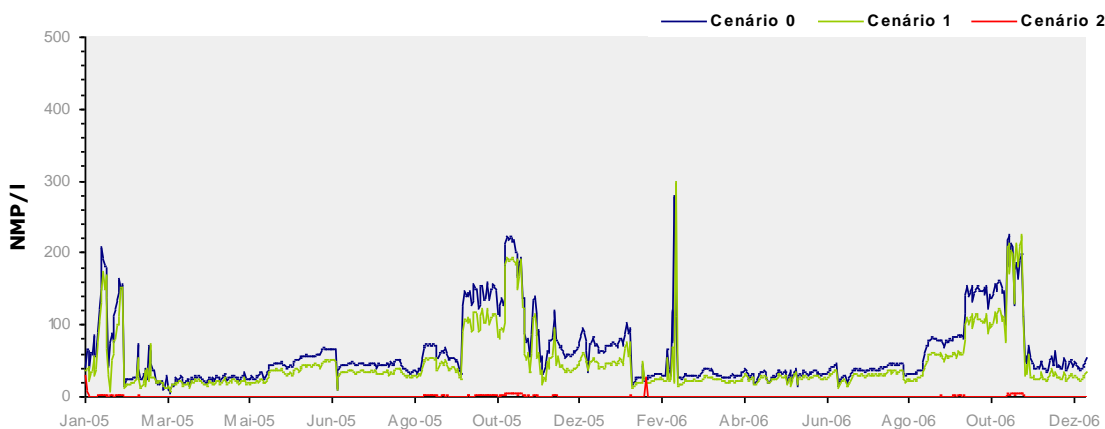


Figura 74. Variação média de Col. Fecais na alb. de Santa Clara – Cenário 1/Cenário 2



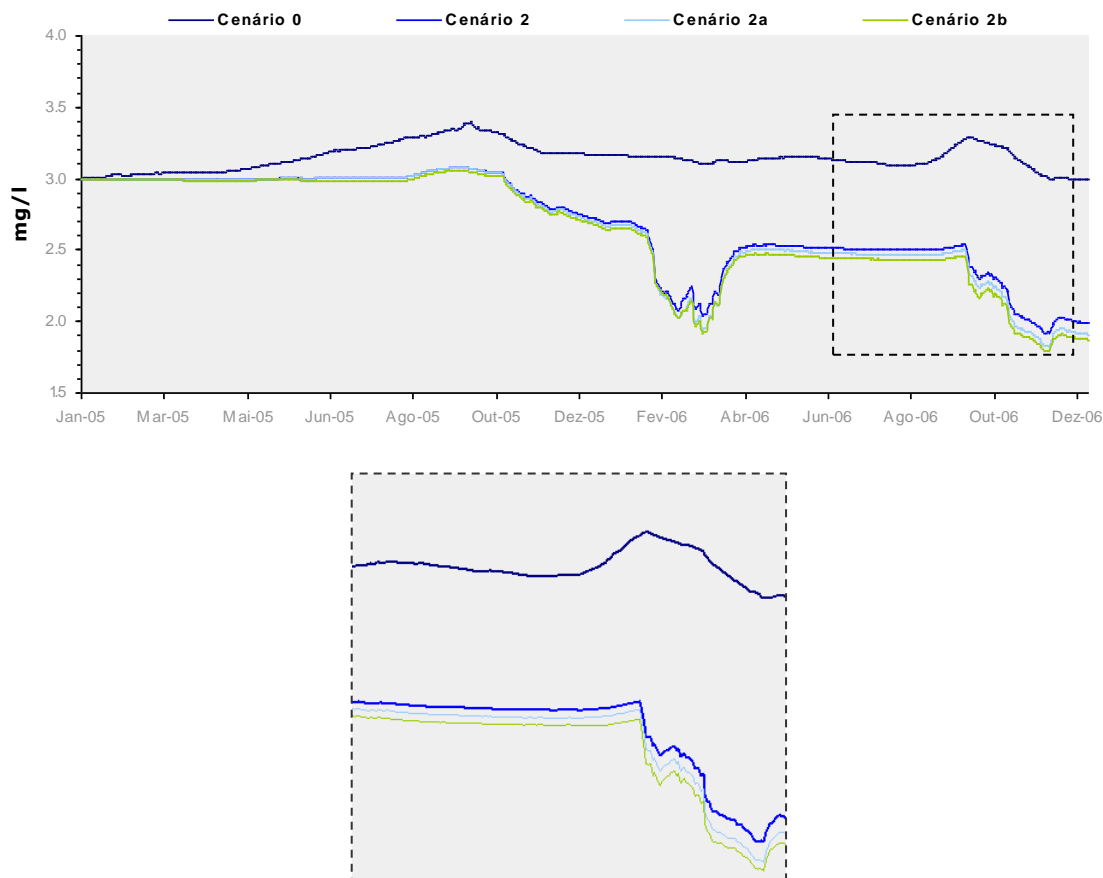
De acordo com o referido na secção 9.3 do presente relatório sobre a integração do **Cenário 2**, relativamente à carga de  $CBO_5$  associada aos efluentes das suiniculturas e boviniculturas, consideraram-se os valores da carga da  $CBO_5$ , de acordo com diferentes abordagens no que se refere ao limite máximo para a carga descarregada. Assim, e de acordo com o anteriormente referido, estabeleceram-se duas situações distintas da inicialmente definida para a integração do **Cenário 2**, os **Cenários 2a e 2b**.

**Cenário 2** - Suiniculturas/considerou-se o valor limite da carga da  $CBO_5$  definido pela Portaria n.º 810/90 de 10 de Setembro – Boviniculturas/ considerou-se o VLE para a  $CBO_5$ , definido pelo Decreto-Lei n.º 236/98 de 1 de Agosto.

**Cenário 2a** - Suiniculturas/ considerou-se o VLE para a  $CBO_5$ , definido pelo Decreto-Lei n.º 236/98 de 1 de Agosto – Boviniculturas/ considerou-se o VLE para a  $CBO_5$ , definido pelo Decreto-Lei n.º 236/98 de 1 de Agosto.

**Cenário 2b** - Considerou-se a eliminação das descargas poluentes de  $CBO_5$  com origem nas pecuárias e boviniculturas.

Assim, foi possível avaliar a diferença existente nos valores da concentração da  $CBO_5$  na albufeira de Santa Clara, em resultado da alteração do limite da carga na origem, associado à  $CBO_5$  e função da actividade pecuária (Figura 75).



**Figura 75.** Variação média da  $CBO_5$  em função da alteração de diferentes limites da carga na origem das descargas afluentes

A análise da Figura 75, permite concluir que os diferentes cenários determinam uma redução semelhante dos valores da concentração da  $CBO_5$ , o que significa que a legislação vigente é rigorosa, e adequada à preservação da qualidade da água, da albufeira de Santa Clara.

#### 9.4 - Cenário 3

A simulação do **Cenário 3** permitiu avaliar o resultado das medidas de redução da carga poluente gerada na área da bacia hidrográfica, dominada pela barragem de Santa Clara, localizada a jusante das condições de fronteira de montante de cada um dos ramos em que se subdividiu a massa de água (corresponde à zona identificada como Área 2 na Figura 49).

A análise das Figuras 76 a 83 permite verificar que a redução da carga poluente de  $CBO_5$ ,  $NH_4$ ,  $N-NO_x$ ,  $P-PO_4$ , coliformes fecais e totais, associada à consideração do **Cenário 3**, corresponde a aproximadamente metade da redução da carga poluente determinada pela consideração do **Cenário 2**.

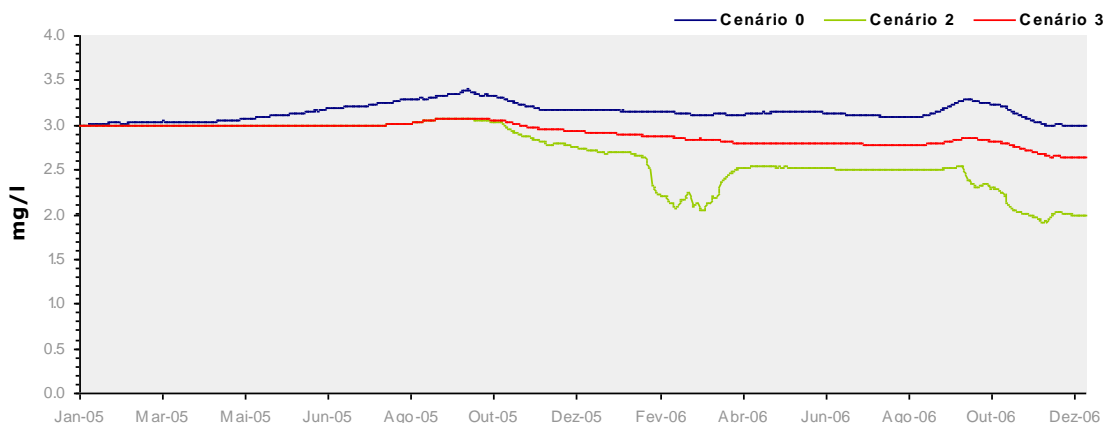


Figura 76. Variação média da  $CBO_5$  na alb. de Santa Clara – **Cenário 3**

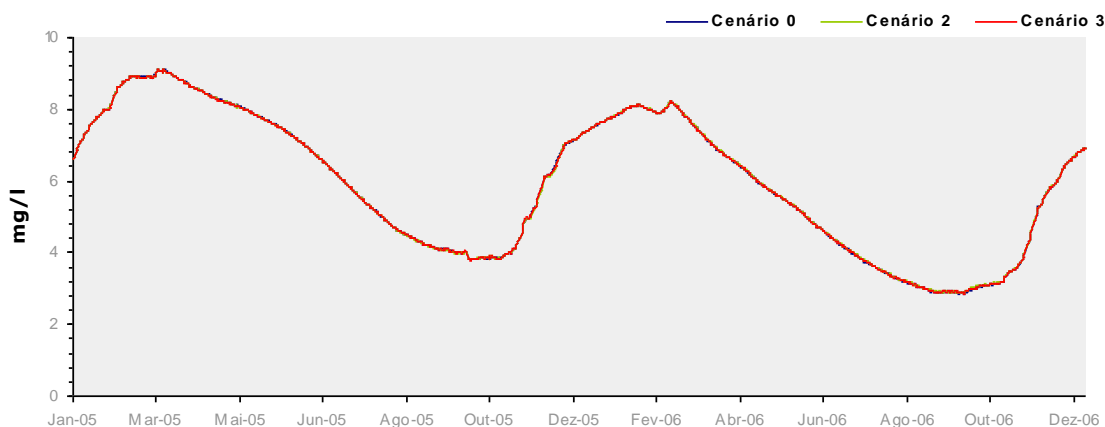


Figura 77. Variação média do **OD** na alb. de Santa Clara – **Cenário 3**

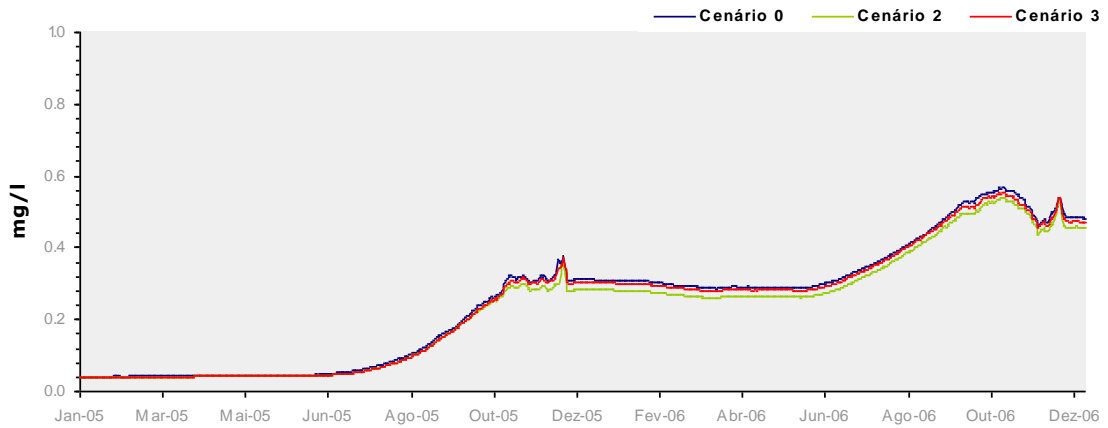


Figura 78. Variação média do  $\text{NH}_4$  na alb. de Santa Clara – Cenário 3

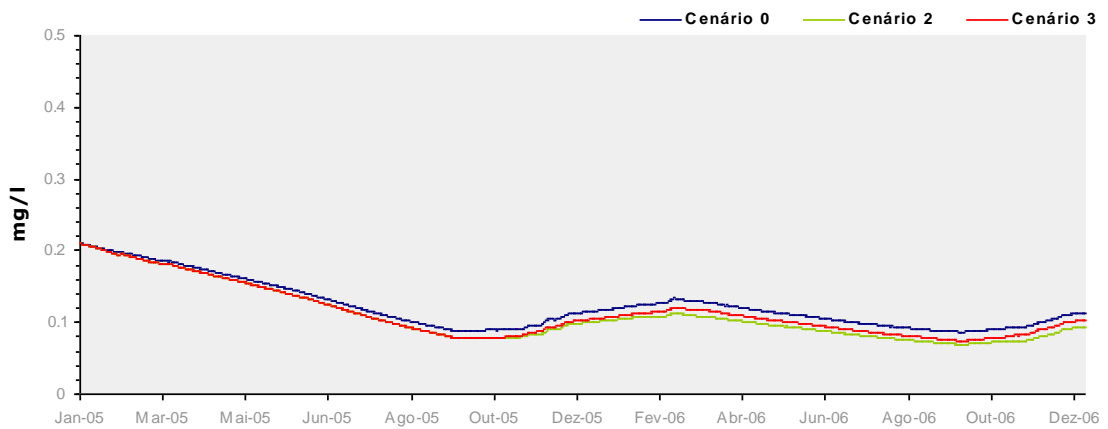


Figura 79. Variação média do  $\text{N-NO}_x$  na alb. de Santa Clara – Cenário 3

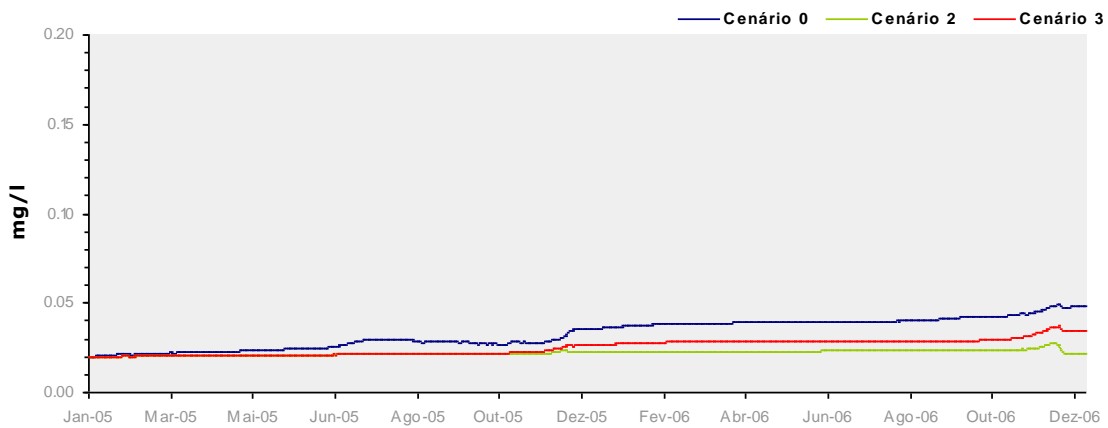


Figura 80. Variação média do  $\text{P-PO}_4$  na alb. de Santa Clara – Cenário 3

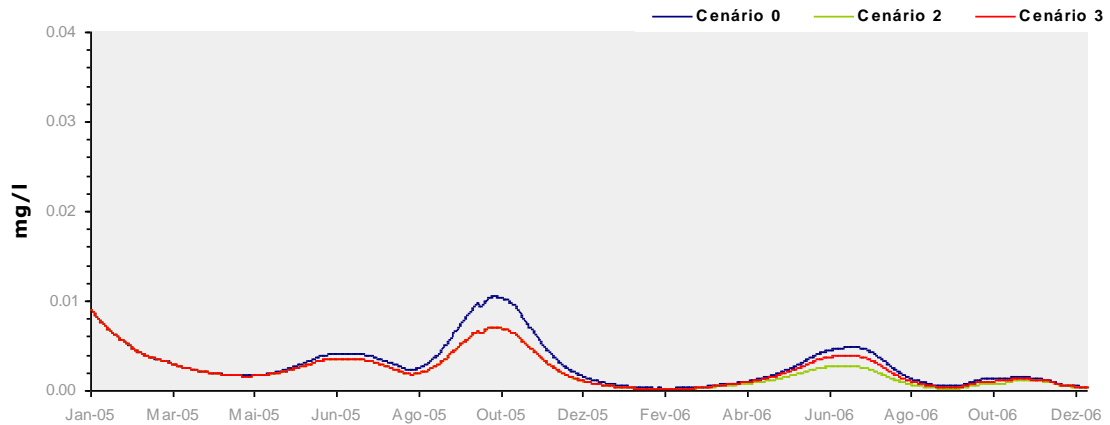


Figura 81. Variação média da Bio. Algal na alb. de Santa Clara – Cenário 3

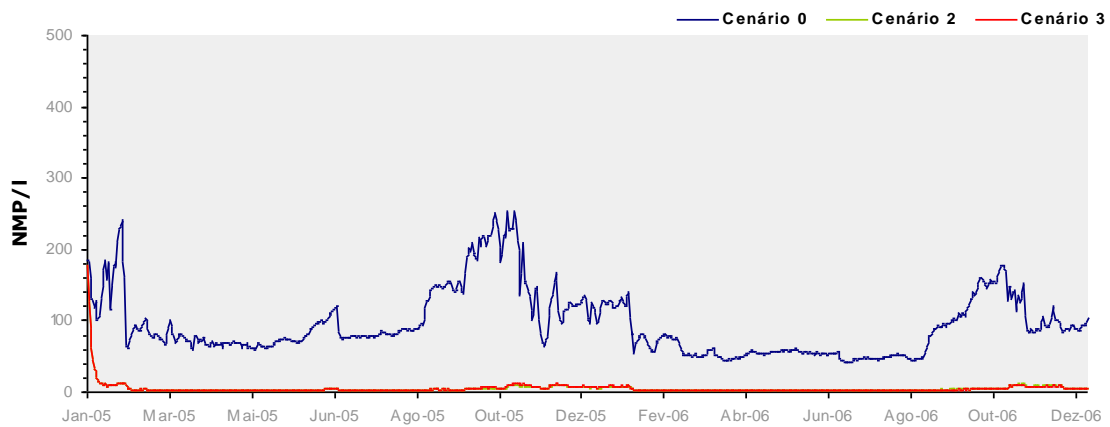


Figura 82. Variação média de Coliformes Totais na alb. de Santa Clara – Cenário 3

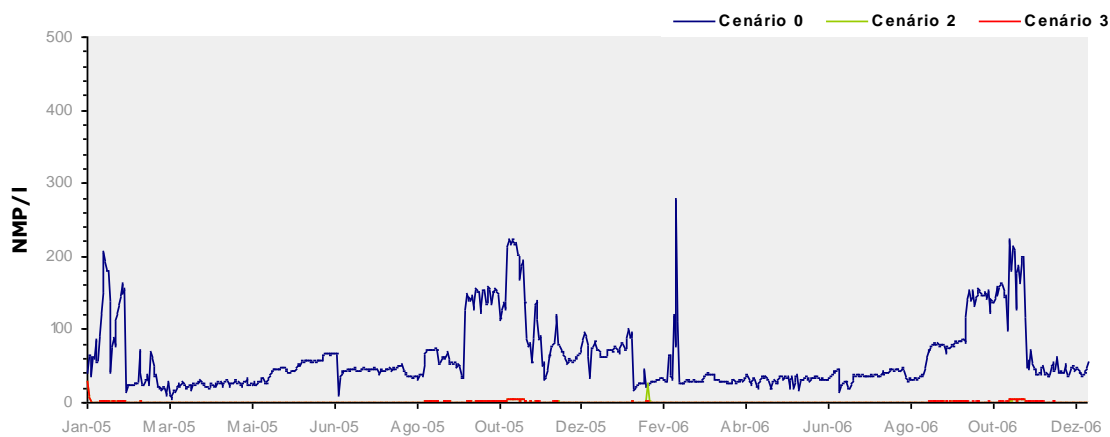


Figura 83. Variação média de Coliformes Fecais na alb. de Santa Clara – Cenário 3

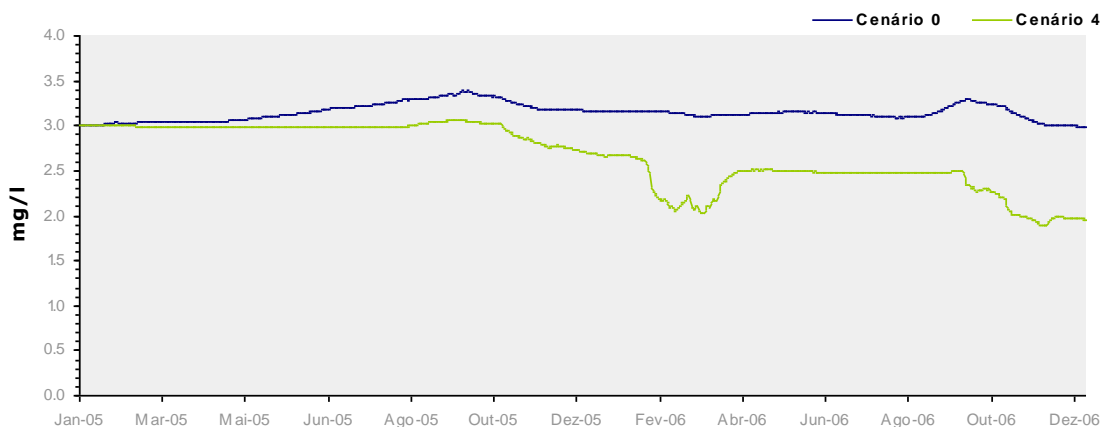
### 9.5 - Cenário 4

A definição do **Cenário 4** revelou, como seria expectável, o efeito na qualidade da água da albufeira de Santa Clara da conjugação dos **Cenários 1 e 2** (Figuras 84 a 91). Assim, verifica-se que os resultados obtidos com este cenário definem, teoricamente, a situação futura mais plausível, em

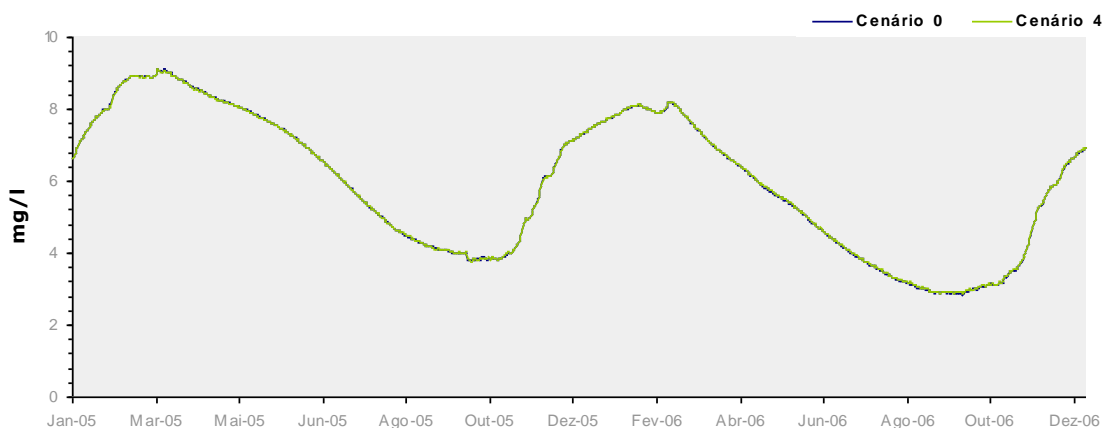
termos de redução da carga poluente afluente à albufeira, representando uma melhoria significativa, para alguns dos parâmetros avaliados.

Os valores da concentração da  $CBO_5$  (Figura 84), evidenciam uma redução significativa da carga poluente afluente à albufeira, demonstrada também pelos valores da concentração de  $P-PO_4$  e da biomassa algal (Figuras 88 e 89), que indicam que a albufeira se manterá mesotrófica, invertendo assim a tendência para a eutrofização que se vinha a verificar com a existência de alguns valores de  $P_{total}$  (Figura 6), superiores ao limite estabelecido para o estado trófico.

Também ao nível dos coliformes totais e fecais (Figuras 90 e 91) se registam reduções significativas da concentração destes descritores, em função da consideração das condições que caracterizam o **Cenário 4**.



**Figura 84.** Variação média da  $CBO_5$  na alb. de Santa Clara – **Cenário 4**



**Figura 85.** Variação média do **OD** na alb. de Santa Clara – **Cenário 4**

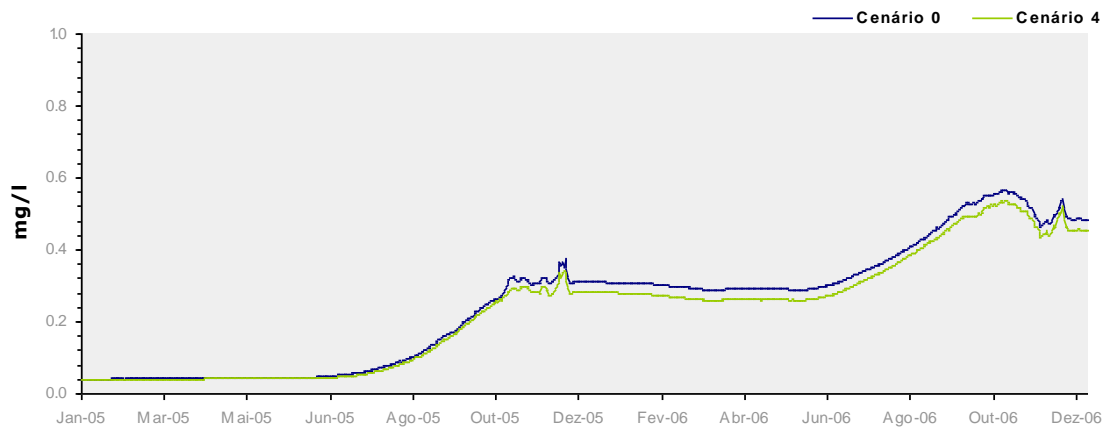


Figura 86. Variação média do  $\text{NH}_4$  na alb. de Santa Clara – Cenário 4

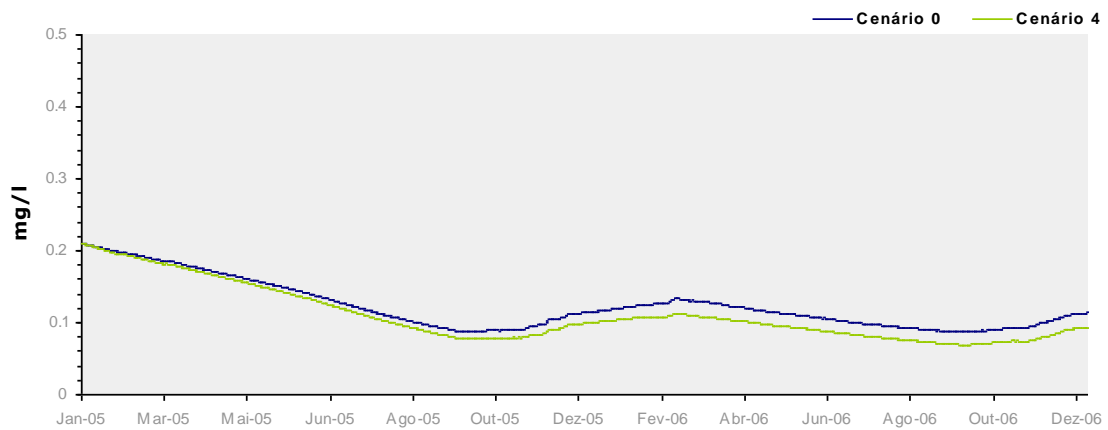


Figura 87. Variação média do  $\text{N-NO}_x$  na alb. de Santa Clara – Cenário 4

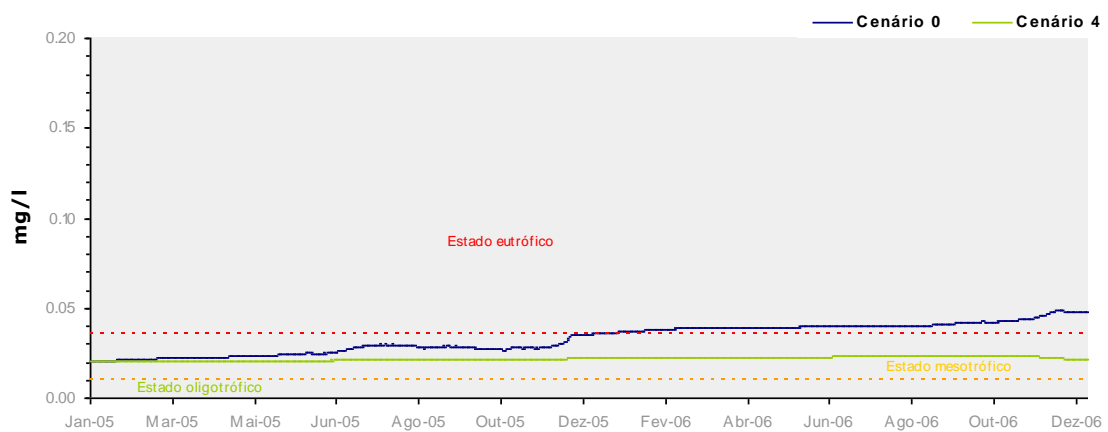


Figura 88. Variação média do  $\text{P-PO}_4$  na alb. de Santa Clara – Cenário 4

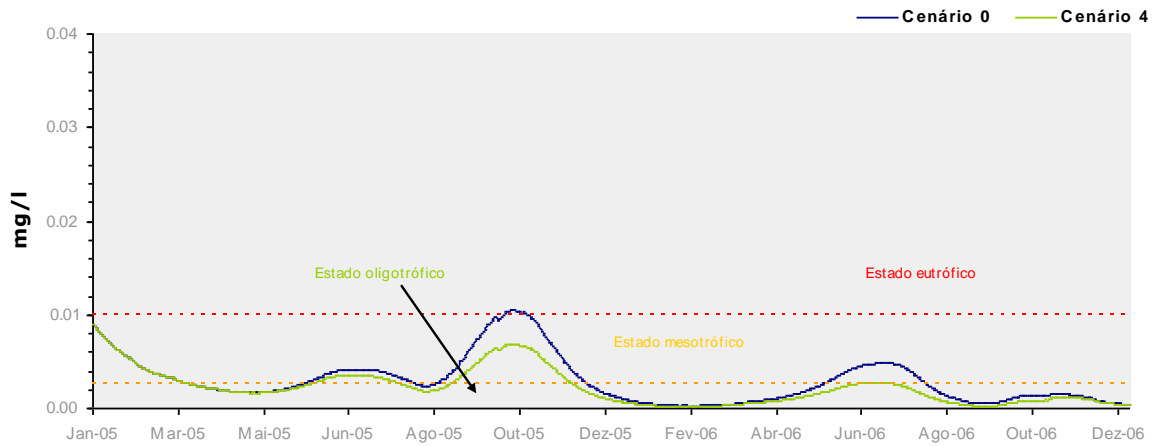


Figura 89. Variação média da Bio. Algal na alb. de Santa Clara – Cenário 4



Figura 90. Variação média de Coliformes Totais na alb. de Santa Clara – Cenário 4

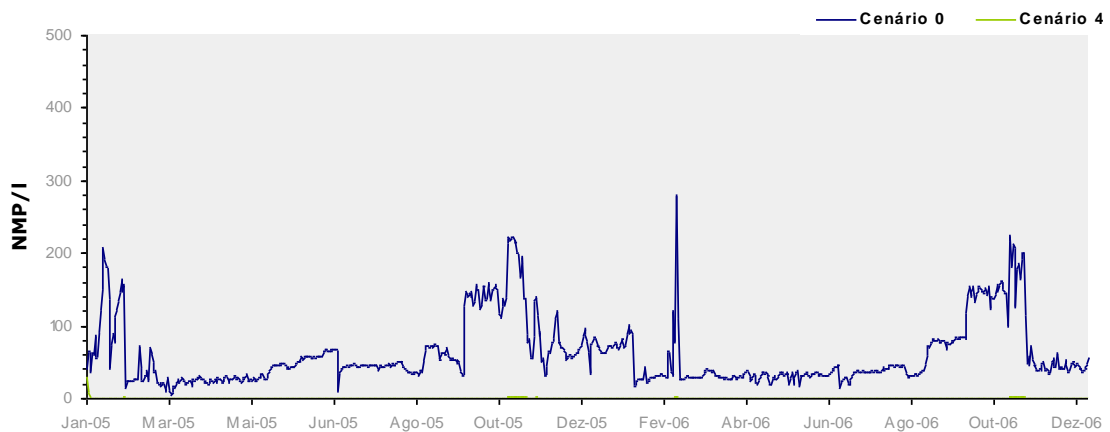


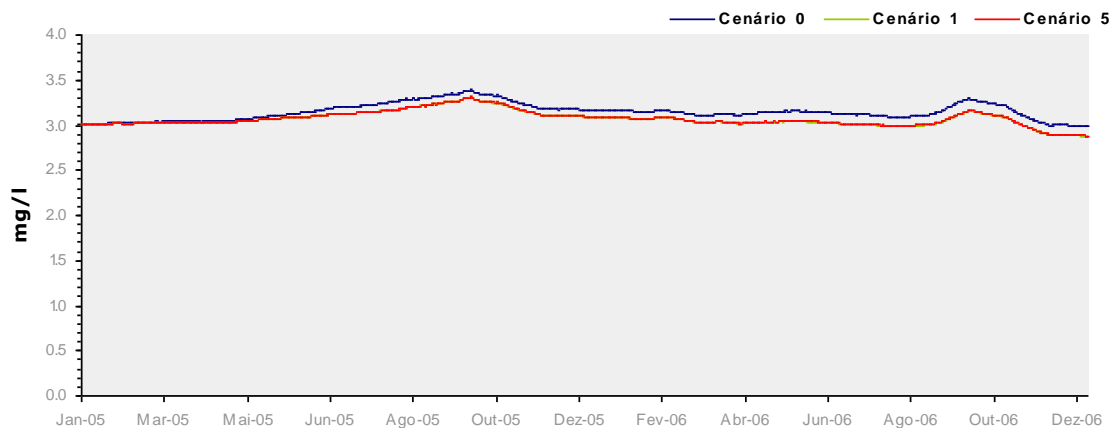
Figura 91. Variação média de Coliformes Fecais na alb. de Santa Clara – Cenário 4

## 9.6 - Cenário 5

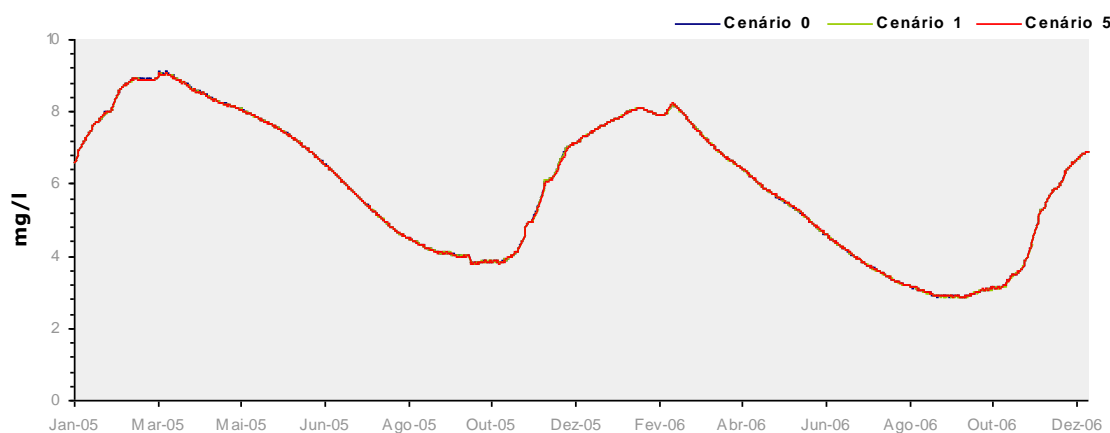
O efeito na qualidade da água resultante das potenciais descargas associadas aos empreendimentos turísticos, cuja construção e capacidade máxima é prevista e regulamentada no POASC será expectavelmente, reduzido. Nas Figuras 92 a 99 podem observar-se os valores da concentração dos

parâmetros considerados, obtidos para o **Cenário 0**, **Cenário 1** e **Cenário 5**, concluindo-se que o efeito na qualidade da água da albufeira de Santa Clara, resultante da implementação do **Cenário 5** é semelhante ao determinado pelo **Cenário 1**, não sendo por isso um factor significativo de degradação adicional da qualidade da referida massa de água.

Contudo, é igualmente importante referir que se considerou que as águas residuais desses empreendimentos estariam sujeitos ao tipo de tratamento previsto no POASC para este tipo de infra-estruturas, ou seja, tratamento terciário.



**Figura 92.** Variação média da  $CBO_5$  na alb. de Santa Clara – **Cenário 5**



**Figura 93.** Variação média do OD na alb. de Santa Clara – **Cenário 5**



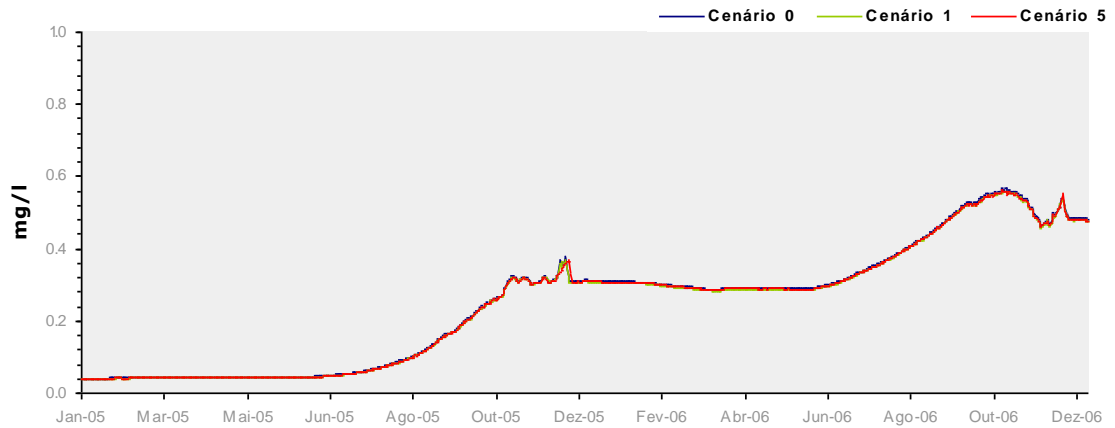


Figura 94. Variação média do  $\text{NH}_4$  na alb. de Santa Clara – Cenário 5

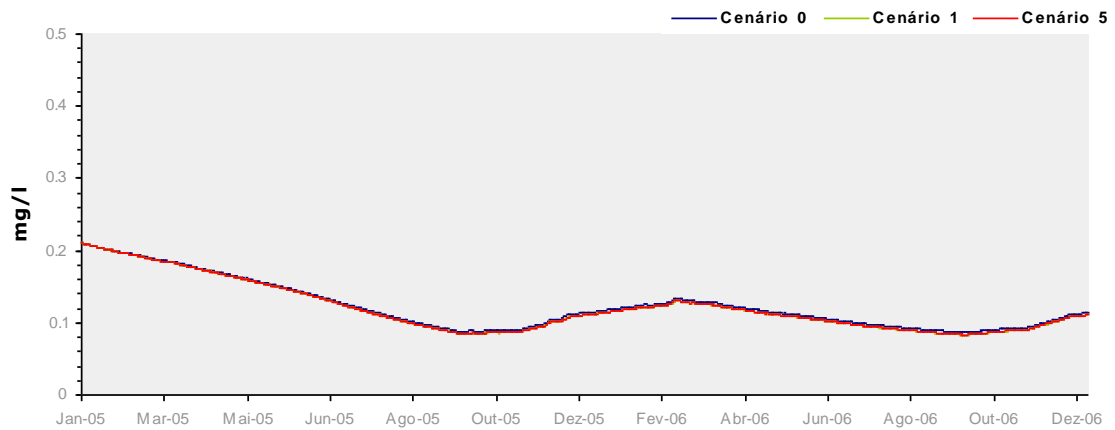


Figura 95. Variação média do  $\text{N-NO}_x$  na alb. de Santa Clara – Cenário 5

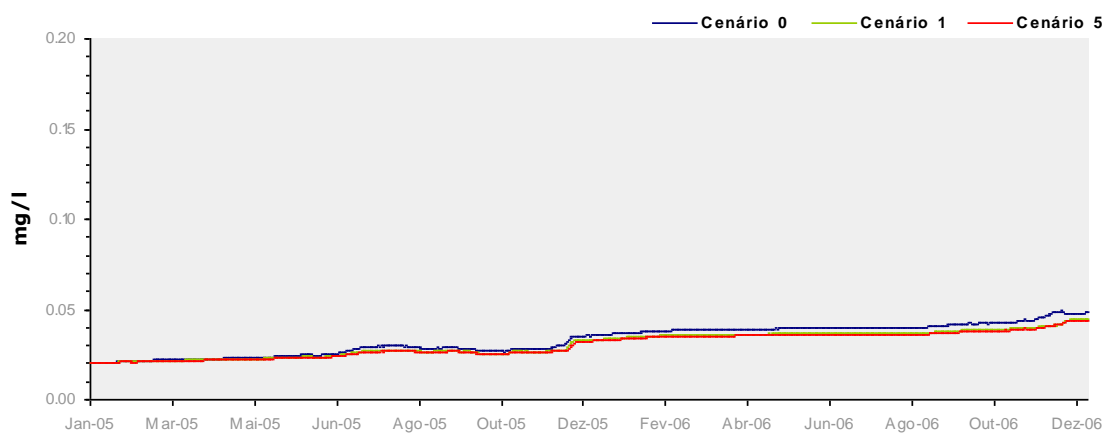


Figura 96. Variação média do  $\text{P-PO}_4$  na alb. de Santa Clara – Cenário 5

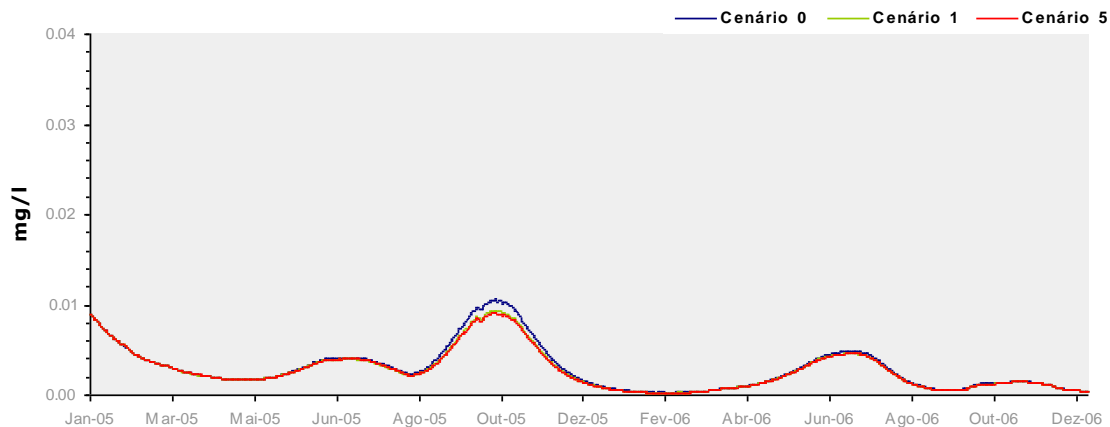


Figura 97. Variação média da **Bio. Algal** na alb. de Santa Clara – **Cenário 5**

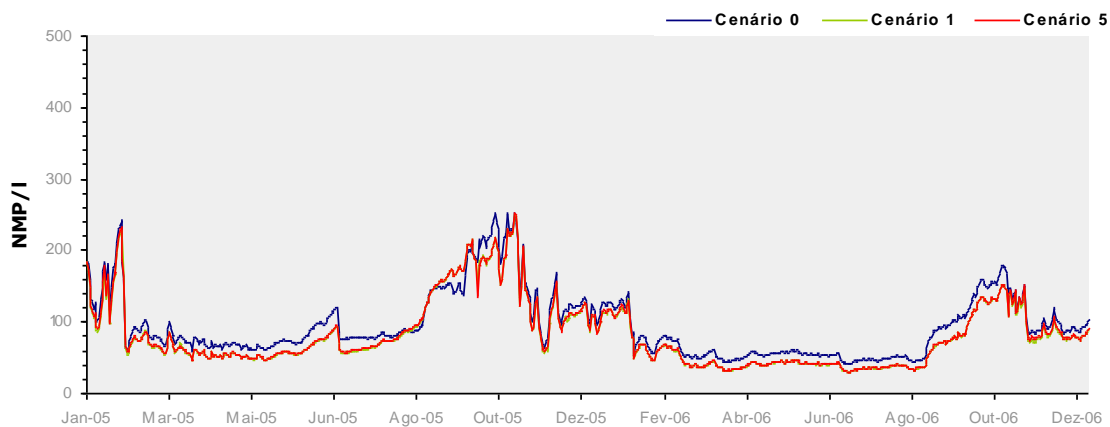


Figura 98. Variação média de **Coliformes Totais** na alb. de Santa Clara – **Cenário 5**

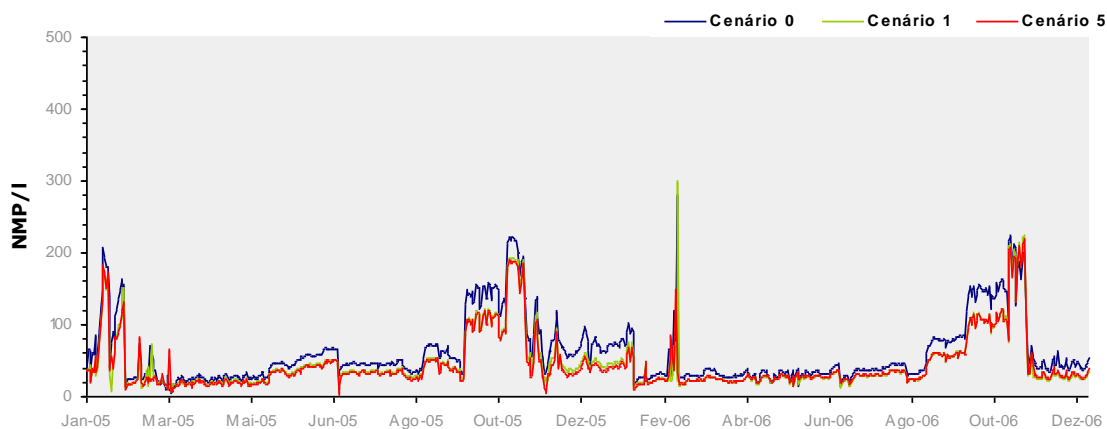


Figura 99. Variação média de **Coliformes Fecais** na alb. de Santa Clara – **Cenário 5**

### 9.7 - Cenário 6

A implementação do **Cenário 6** permitiu verificar que a carga difusa de origem agrícola e florestal que afluí à albufeira de Santa Clara tem um efeito reduzido na qualidade da água da mesma,

determinando apenas uma pequena redução dos valores da concentração de N-NO<sub>x</sub> e de biomassa algal, como se pode observar pela análise das Figuras 103 e 105.

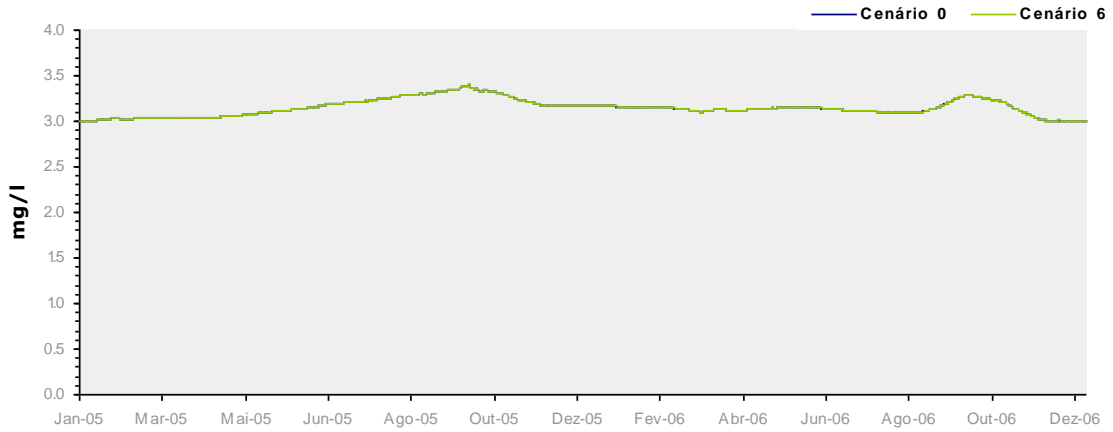


Figura 100. Variação média da CBO<sub>5</sub> na alb. de Santa Clara – Cenário 6

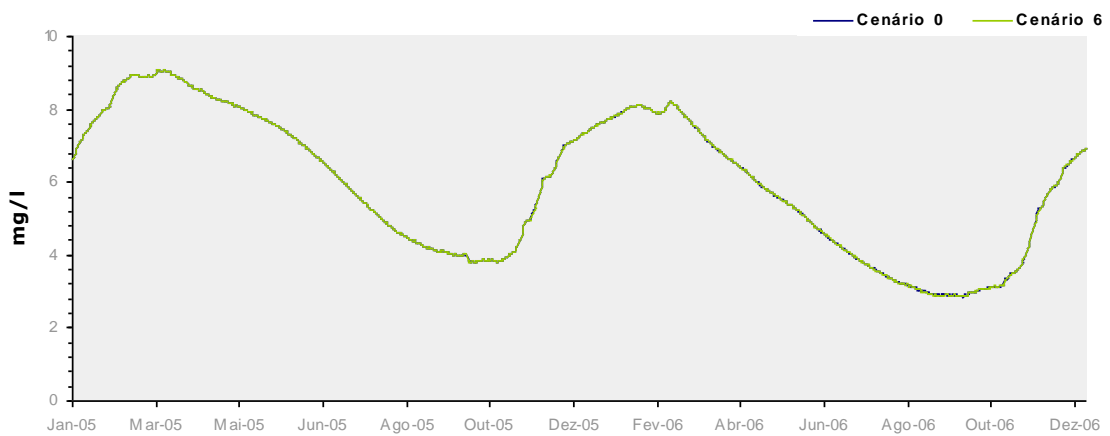


Figura 101. Variação média do OD na alb. de Santa Clara – Cenário 6

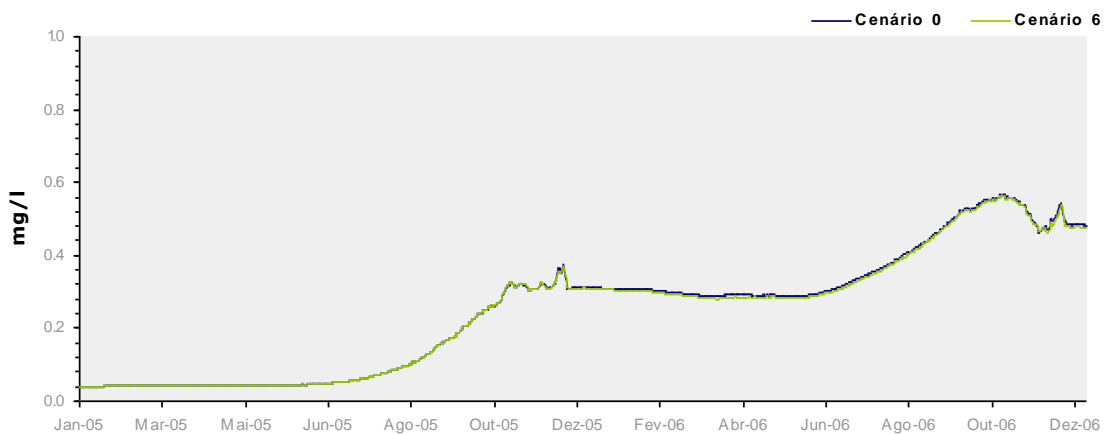


Figura 102. Variação média do NH<sub>4</sub> na alb. de Santa Clara – Cenário 6

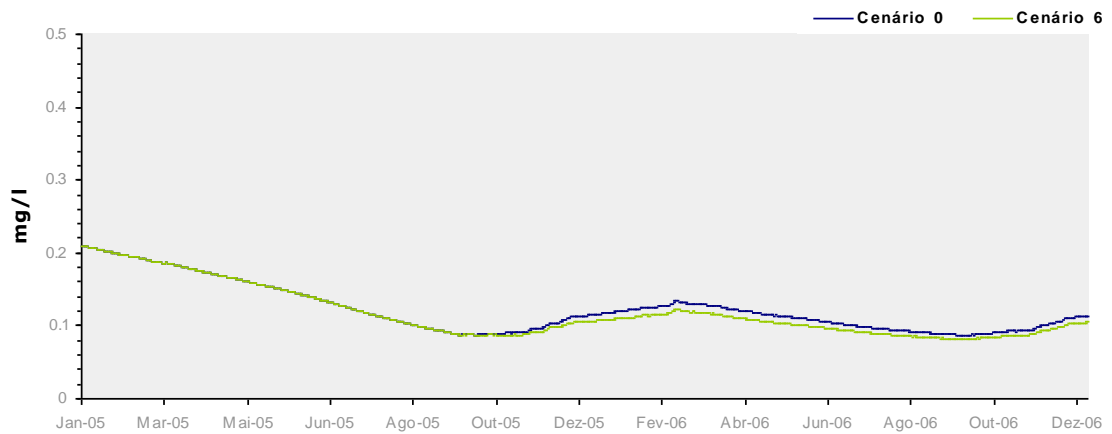


Figura 103. Variação média do N-NO<sub>x</sub> na alb. de Santa Clara – Cenário 6

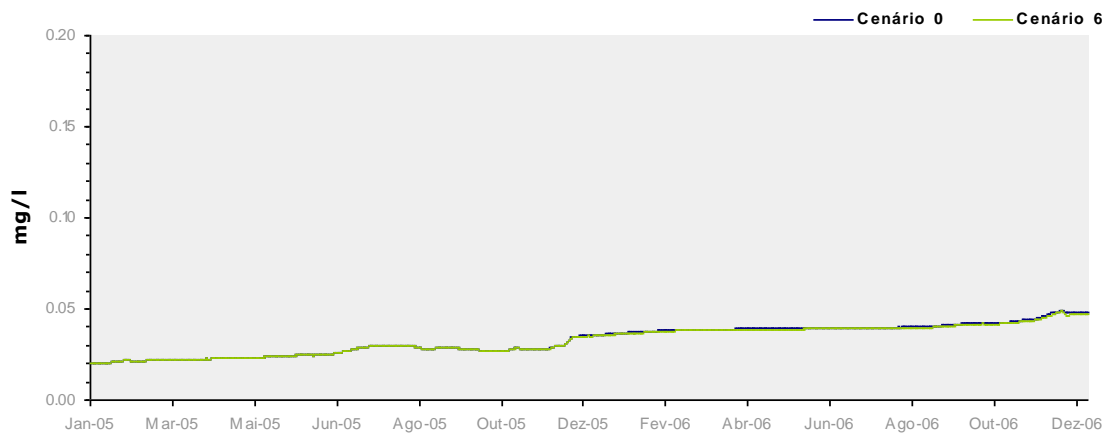


Figura 104. Variação média do P-PO<sub>4</sub> na alb. de Santa Clara – Cenário 6

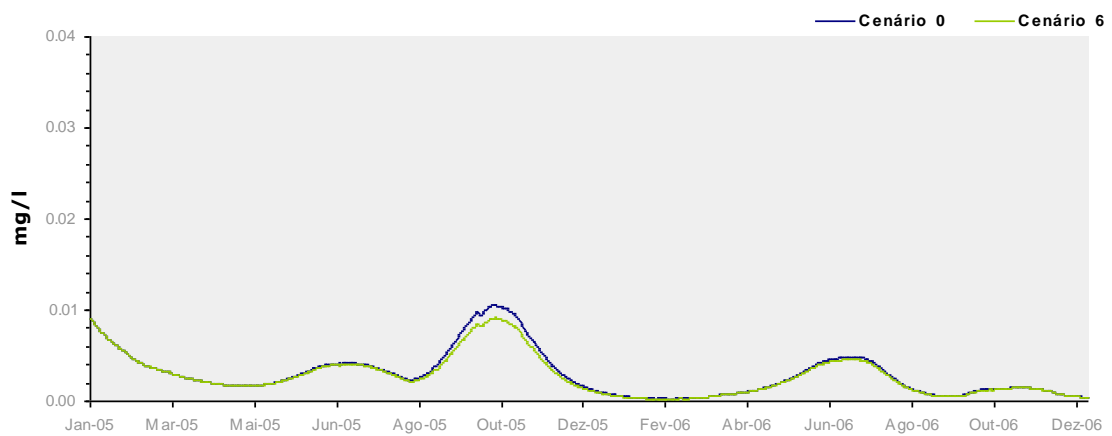


Figura 105. Variação média da Bio. Algal na alb. de Santa Clara – Cenário 6



Figura 106. Série temporal de Coliformes Totais – Cenário 6

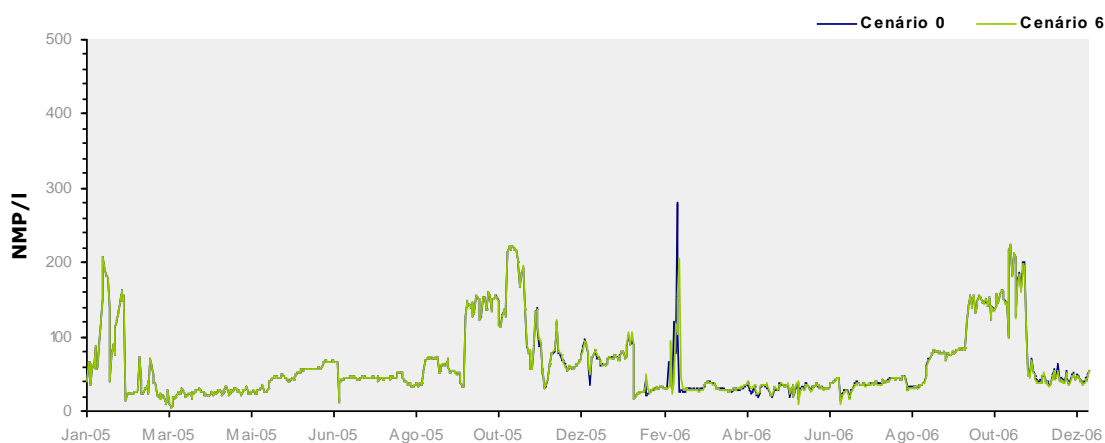


Figura 107. Série temporal de Coliformes Fecais – Cenário 6

## 9.8 - Cenário 7

O tratamento terciário da totalidade das águas residuais produzidas ao nível da bacia hidrográfica, define um cenário de simulação de difícil aplicabilidade, face aos correspondentes custos associados. No entanto, considerou-se que a avaliação deste cenário de simulação seria positiva para o melhor conhecimento do sistema constituído pela albufeira de Santa Clara e pela sua bacia hidrográfica.

A análise das Figuras 108 a 115 permite verificar que o tratamento terciário das cargas poluentes geradas na área considerada e a redução da carga poluente de origem agrícola e florestal, determinaria uma melhoria significativa da qualidade da água da albufeira, nomeadamente no que se refere à concentração de  $\text{CBO}_5$ ,  $\text{NH}_4$ ,  $\text{N-NO}_x$ , e  $\text{P-PO}_4$ , que originaria, consequentemente, uma importante melhoria ao nível global da qualidade da água desta albufeira.

Contudo, deve também salientar-se o facto de que a redução da carga poluente obtida com o **Cenário 7** é semelhante à redução da carga determinada pelo **Cenário 4**, que teoricamente corresponde à situação mais plausível em termos de redução da carga poluente afluente à albufeira de Santa Clara.

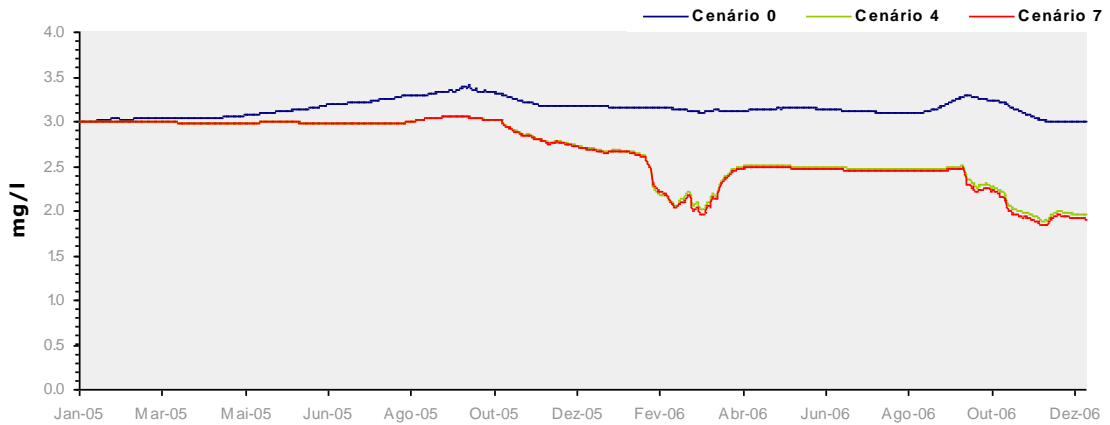


Figura 108. Variação média da  $CBO_5$  na alb. de Santa Clara – Cenário 7

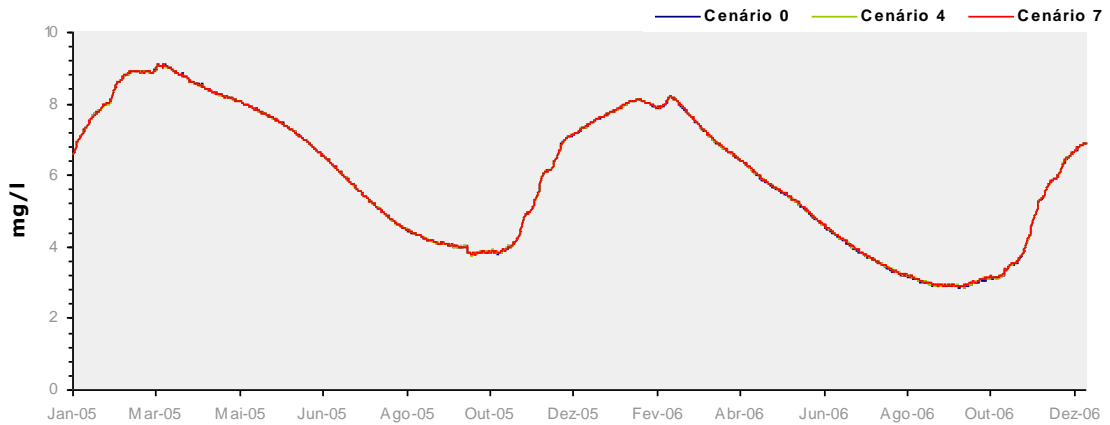


Figura 109. Variação média do OD na alb. de Santa Clara – Cenário 7

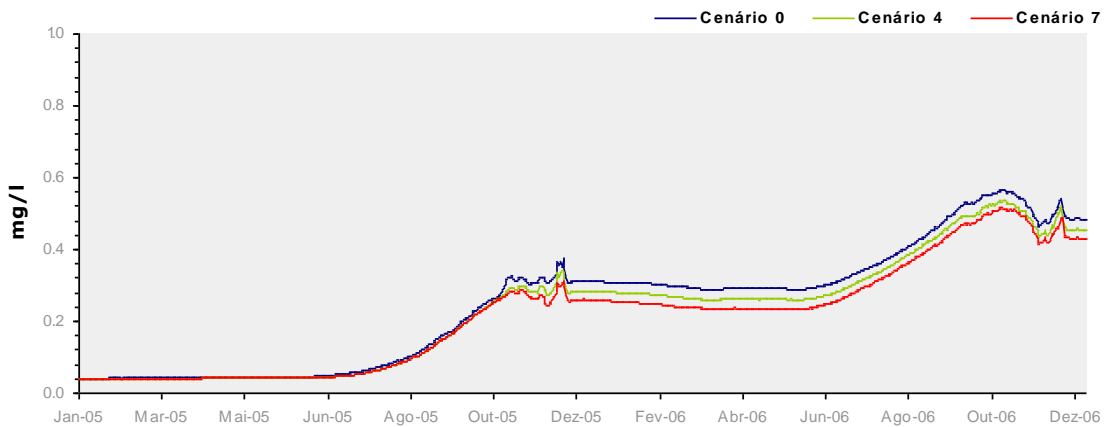


Figura 110. Variação média do  $NH_4$  na alb. de Santa Clara – Cenário 7

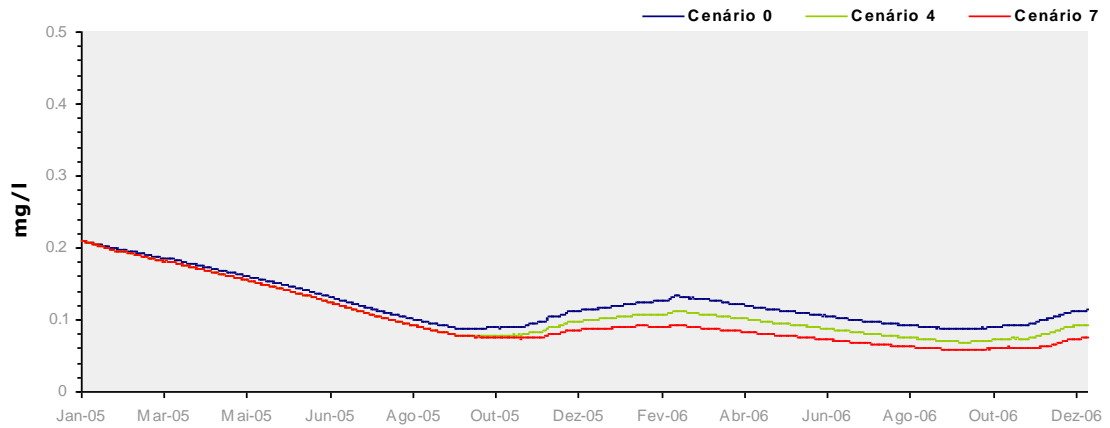


Figura 111. Variação média do N-NO<sub>x</sub> na alb. de Santa Clara – Cenário 7

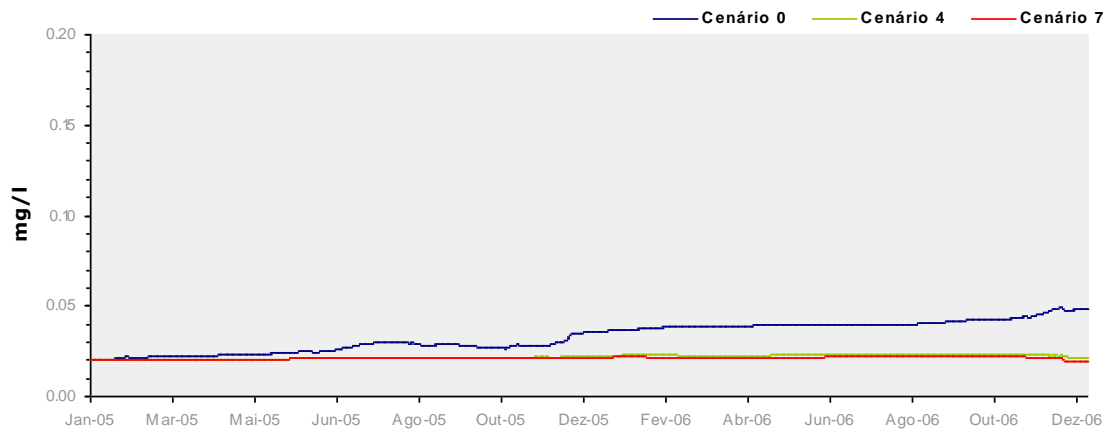


Figura 112. Variação média do P-PO<sub>4</sub> na alb. de Santa Clara – Cenário 7

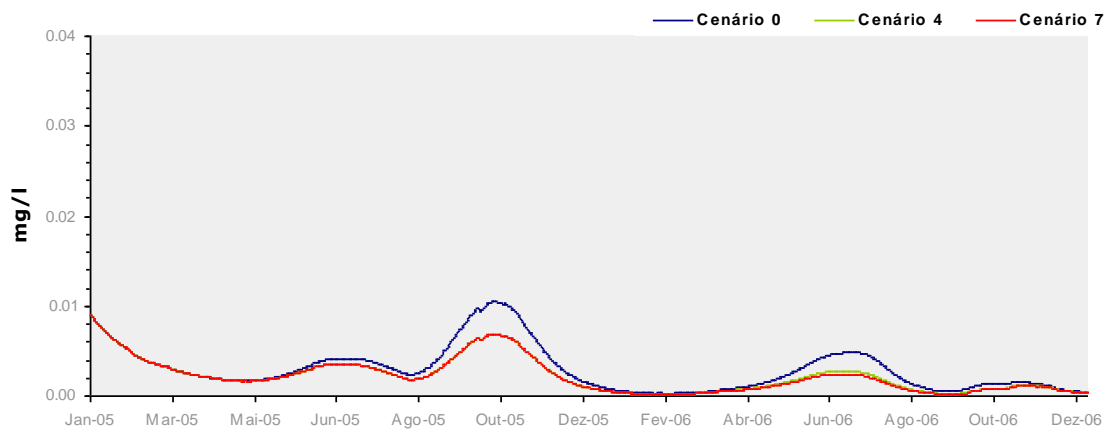


Figura 113. Variação média da Bio. Algal na alb. de Santa Clara – Cenário 7



Figura 114. Série temporal de Coliformes Totais – Cenário 7

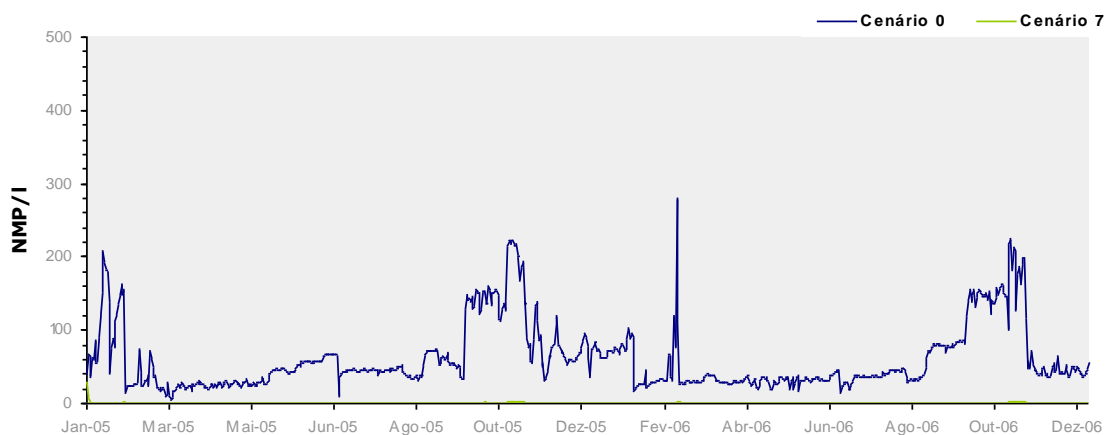


Figura 115. Série temporal de Coliformes Fecais – Cenário 7

## 9.9 - Cenário 8

Os resultados obtidos com a implementação do **Cenário 8**, resultante da análise comparativa ao longo de 8 anos das condições inerentes aos **Cenários 0 e 4**, permitiram uma avaliação da evolução da qualidade da água desta albufeira, o que permitiu verificar o nível de adequação das medidas de redução da carga poluente definidas pelo regulamento do POASC, e pelo disposto no Decreto-Lei n.º 236/98 de 1 de Agosto, relativamente aos sistemas de águas residuais, e considerando ainda a implementação de linhas de tratamento dos efluentes industriais adequadas ao nível de protecção do meio receptor, de acordo com a legislação vigente e as directivas comunitárias aplicáveis.

Na Figura 116 pode observar-se a evolução média da temperatura da água, à superfície e a 30 m de profundidade, na albufeira de Santa Clara, obtida para os dois cenários de simulação considerados, **Cenário 0** e **Cenário 4**. A análise da referida figura permitiu verificar que a hidrodinâmica do sistema foi bem representada pelo modelo CE-QUAL-W2 no período de tempo considerado, 8 anos. É possível também observar-se a menor amplitude térmica que ocorre em profundidade, na massa de água, em oposição com o que ocorre à superfície, função da exposição à radiação solar incidente.



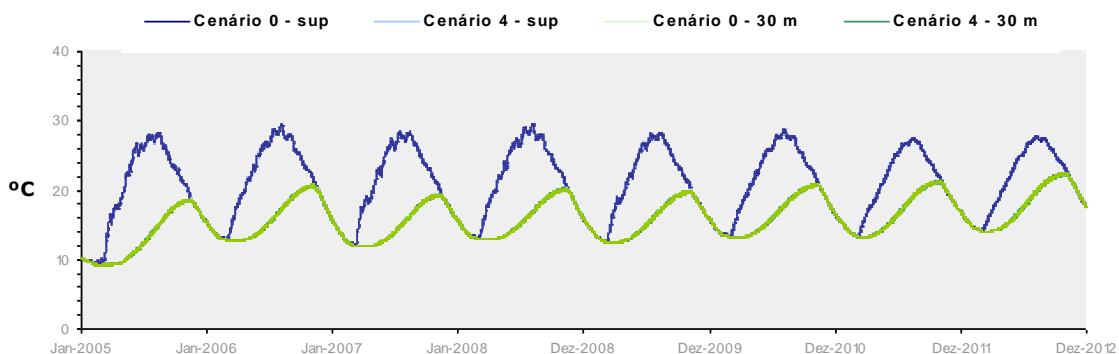


Figura 116. Variação média da temperatura na albufeira de Santa Clara – Cenário 8

Os valores da concentração média de OD, obtidos com os cenários de simulação considerados, não revelam variações significativas ao longo do período de simulação (Figura 117), apesar dos valores da concentração da  $CBO_5$  obtidos para o **Cenário 4** (Figura 118), evidenciarem uma redução significativa na concentração deste parâmetro. Deve, no entanto, referir-se que as reduções da carga poluente resultantes da implementação do **Cenário 4** tiveram um efeito muito positivo, diminuindo os valores médios da concentração da  $CBO_5$  para aproximadamente 1/3 do valor que se obteve com o **Cenário 0**.

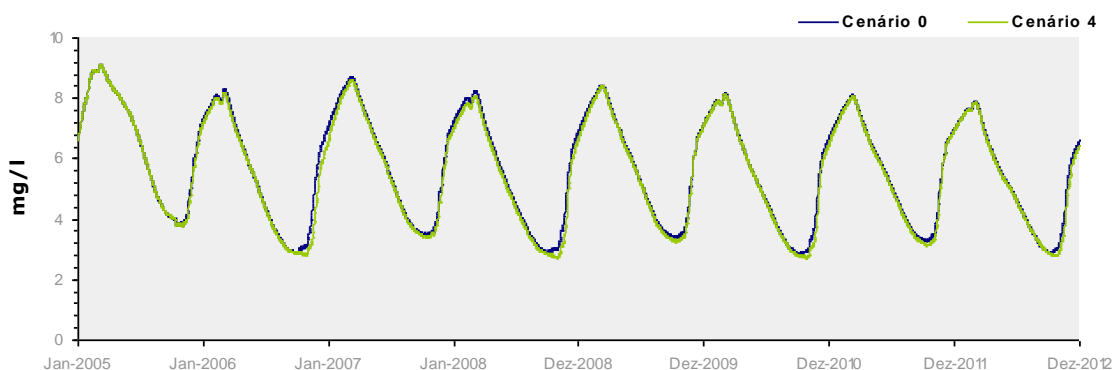


Figura 117. Variação média do OD na albufeira de Santa Clara – Cenário 8

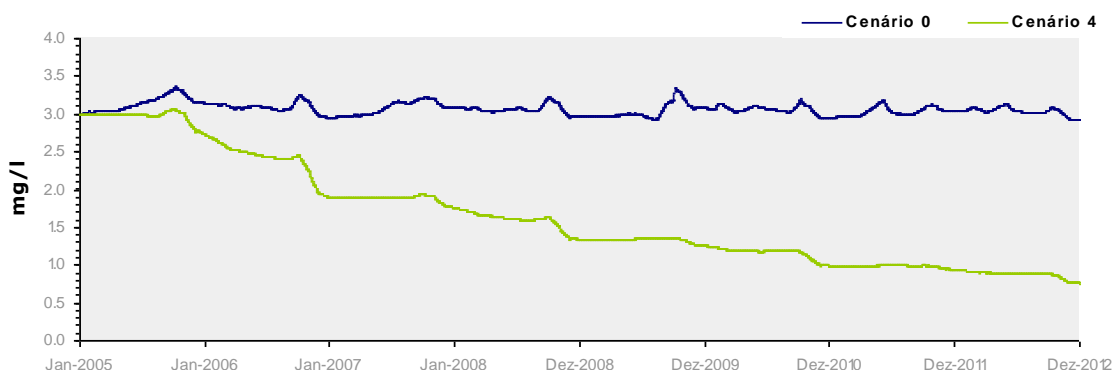


Figura 118. Variação média da  $CBO_5$  na albufeira de Santa Clara – Cenário 8

Nas Figuras 119 e 120 pode observar-se a existência de uma diminuição dos valores da concentração de  $\text{NH}_4$  e de  $\text{N-NO}_x$ , que apesar de não ser muito significativa, se revelou importante para a diminuição dos valores da concentração da biomassa algal.

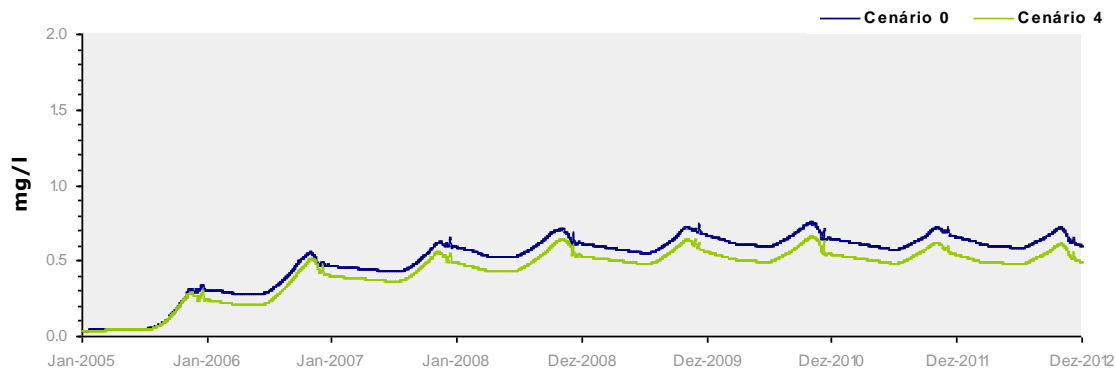


Figura 119. Variação média de  $\text{NH}_4$  na albufeira de Santa Clara – Cenário 8

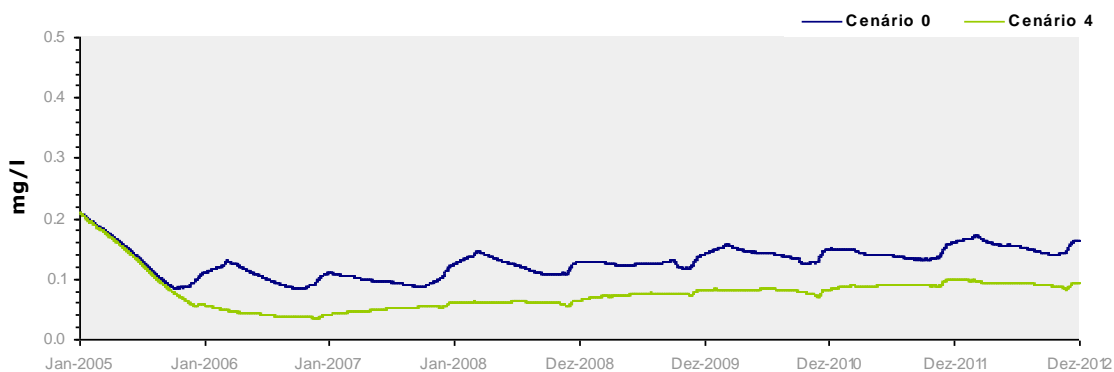


Figura 120. Variação média do  $\text{N-NO}_x$  na albufeira de Santa Clara – Cenário 8

A variação dos valores da concentração de  $\text{P-PO}_4$  e da biomassa algal, determinados pelo **Cenário 4**, demonstra inequivocamente que a aplicação das medidas de redução da carga poluente afluente à albufeira de Santa Clara, definidas por este cenário de simulação, inverte a tendência para a eutrofização da massa de água, evidenciada pelo **Cenário 0** (Figuras 121 e 122).

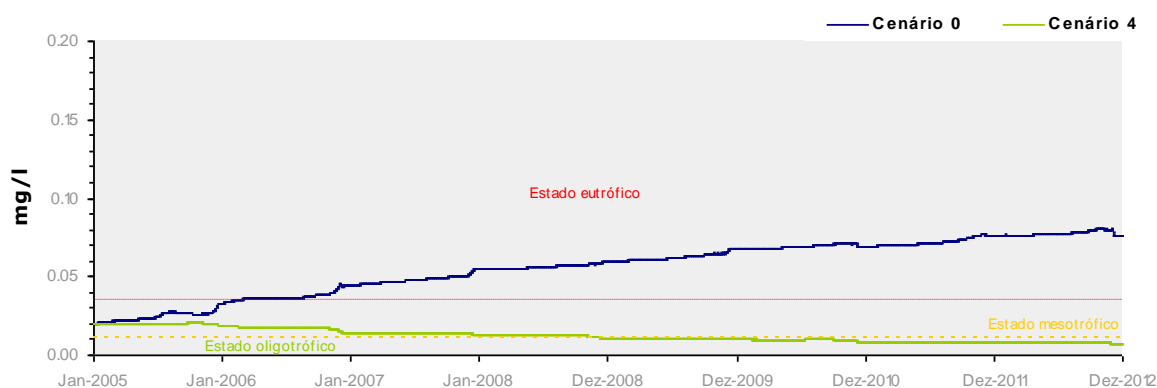


Figura 121. Variação média do  $\text{P-PO}_4$  na albufeira de Santa Clara – Cenário 8

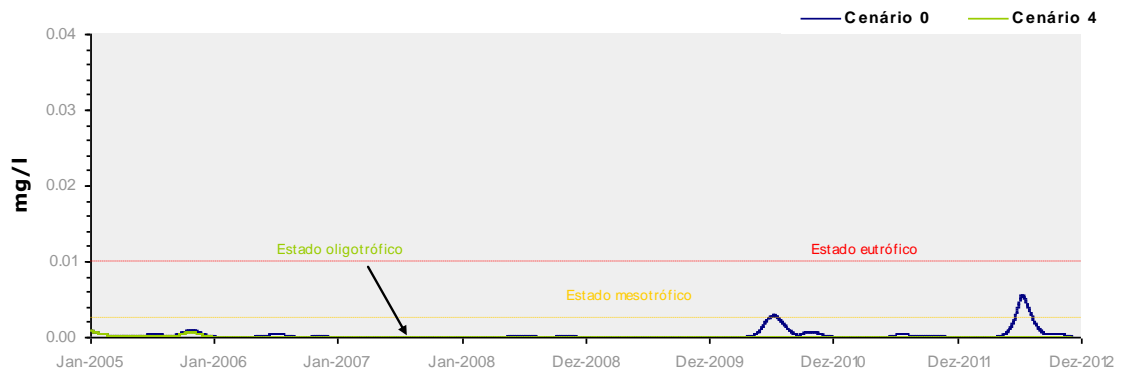


Figura 122. Variação média da Biomassa algal na albufeira de Santa Clara – Cenário 8

## 10. CONCLUSÕES

O processo de calibração do modelo CE-QUAL-W2 foi condicionado pela existência de apenas uma estação de monitorização de qualidade da água na albufeira de Santa Clara, e que apenas disponibiliza dados de amostragem correspondentes à superfície da massa de água. Este facto, conjugado com as lacunas de informação relativas à quantificação das cargas poluentes afluentes à albufeira, introduziram dificuldades acrescidas ao estudo realizado.

No presente relatório, é incluída informação que permite uma avaliação integrada das diferentes fontes poluidoras e das cargas geradas pelas mesmas, localizadas na área de intervenção do POASC e na bacia hidrográfica do rio Mira, a montante da secção da barragem de Santa Clara. Deve, no entanto, referir-se que os valores da carga poluente estimados, representam apenas uma abordagem teórica, que tem como objectivo colmatar a lacuna resultante da inexistência de monitorização das fontes poluidoras localizadas na bacia hidrográfica. Por este motivo não se deve excluir a necessidade de uma caracterização real das águas residuais de origem urbana, industrial e das águas que drenam áreas agrícolas e florestais localizadas na bacia hidrográfica do rio Mira.

Os dados de qualidade da água utilizados para caracterizar a albufeira de Santa Clara indicam que esta não apresenta níveis de poluição significativos e que, de acordo com a classificação do estado trófico usualmente utilizada pelo INAG, a albufeira é mesotrófica, apesar de nos últimos anos se ter verificado a existência de alguns valores de concentração de  $P_{total}$ , característicos do estado eutrófico.

A simulação dos diferentes cenários desenvolvidos evidenciam a eficácia das medidas de redução da carga poluente, na salvaguarda da qualidade da água da albufeira de Santa Clara. De facto prevê-se que, se as medidas preconizadas no regulamento do POASC relativas à construção de edifícios para habitação e turismo na área de intervenção do Plano de Ordenamento forem aplicadas, nomeadamente no que se refere às regras inerentes ao tratamento das águas residuais, a qualidade da água da albufeira será preservada.

O tratamento terciário das águas residuais produzidas pelos empreendimentos turísticos previstos no Plano, minimiza o efeito que os mesmos poderão ter na qualidade da água da albufeira. No entanto, deve referir-se que esta conclusão apenas prevalece em função da aplicação rigorosa das eficiências de remoção consideradas pelo tratamento terciário de águas residuais.

Os resultados obtidos com o modelo CE-QUAL-W2 indicam também que o tratamento terciário de todas as águas residuais urbanas e industriais e a redução da carga poluente de origem agrícola e florestal, gerada ao nível da bacia hidrográfica da albufeira, seria determinante para uma melhoria significativa da qualidade da água da mesma. No entanto, os mesmos resultados permitem igualmente verificar que com o tratamento secundário de todas as águas residuais urbanas e com a aplicação da legislação nacional que regula a descarga de águas residuais industriais, existe já uma margem de eficácia que terá efeitos muito positivos na qualidade da água da albufeira de Santa Clara.

## 11. BIBLIOGRAFIA

ASAE (2003). *Manure Production and Characteristics* - American Society of Agricultural Engineers, D384.1, 2003.

BROWN, L. C.; BARNWELL, T. O. - *The Enhanced Stream Water Quality Models QUAL2E and QUAL2E-UNCAS, Documentation and User Manual*. Environmental Research Laboratory, Office of Research and Development, United States Environmental Protection Agency. Athens (EUA), 1987.

Cole T. M. and Buchak E. M. (1995). *CE-QUAL-W2: A Two Dimensional, Laterally Averaged, Hydrodynamic and Water Quality Model, Version 2.0. User manual*. Instruction Report EL-95-1, US Army Corps of Engineers, Waterways Experiment Station, Vicksburg, MS.

Cole, T. M. and Wells, S. A. (2002). *CE-QUAL-W2. A Two Dimensional, Laterally Averaged, Hydrodynamic and Water Quality Model, Version 3.1. User manual*. Instruction Report EL-02-1, US Army Corps of Engineers, Waterways Experiment Station, Vicksburg, MS.

Cole, T. M. and Wells, S. A. (2004). *CE-QUAL-W2. A Two Dimensional, Laterally Averaged, Hydrodynamic and Water Quality Model, Version 3.2*.

Decreto-Lei n.º152/97, de 19 de Junho

Decreto-Lei n.º236/98, de 1 de Agosto

DRAOT Alentejo (1999) - *Identificação e caracterização das fontes poluidoras de carácter pontual localizadas em bacias hidrográficas das albufeiras destinadas à produção de água para consumo e em bacias drenantes para zonas balneares (levantamento efectuado entre Agosto e Dezembro 1999)*.

Edinger, J.E., and Buchak, E.M. (1978). *Reservoir Longitudinal and Vertical Implicit Hydrodynamics, Environmental Effects of Hydraulic Engineering Works*, Proceedings of an International Symposium, Knoxville, TN.

EPA (1985). *Rates, Constants, and Kinetics Formulations is Surface Water Quality Modeling* (Second Editon) Junho, 1985.

EPA (2002). *Onsite Wastewater Treatment Systems Manual*, U.S. Environmental Protection Agency, EPA/625R-00/008.

INAG (2004) - *O Estudo de Caracterização da Situação de Referência e Pré-Proposta de Ordenamento da Albufeira de Santa Clara*.

MAOT / INAG (2000). Ministério do Ambiente e Ordenamento do Território / Instituto da Água. *"Plano Nacional da Água"*. Lisboa.

Martin, J.L. (1987). *Application of a Two Dimensional Model of Hydrodynamics and Water Quality CE-QUAL-W2 to DeGray Lake, Arkansas*, Technical Rpt. E-87-1, US Army Engineer Waterways Experiment Station, Vicksburg, MS.

Metcalf and Eddy (1991). *Wastewater Engineering: Treatment/Disposal/Reuse*, 3ª Edição McGraw-Hill, New York.

Novotny, V., Olem, H. (1994). *Water Quality - Prevention, Identification and Management of Diffuse Pollution*. New York (EUA), Van Nostrand Reinhold, ISBN 0-442-00559.

*Plano de Bacia Hidrográfica do rio Mira* (2001), Instituto da Água, Lisboa.

*Plano de Bacia Hidrográfica do rio Sado* (2001), Instituto da Água, Lisboa.

Portaria n.º 810/90, de 10 de Setembro de 1990

Rodrigues, A.C., Diogo, P., Coelho, P., Mateus, N., Almeida, M., Silva, F. (2003). *Identificação de Zonas Sensíveis em Portugal Continental – Águas doces superficiais – Revisão*.

Sánchez, M. e González J.I. (2004). *The fertilizer value of pig slurry. I. Values depending on the type of operation*. Department of Sciences Agroforestales, Top Technical school of Agrarian Engineering, University of Valladolid.

Tanik, A., Baykal, B.B., Gonenc, I.E. (1999). *The Impacts of Agricultural Pollutants in Six Drinking Water Reservoirs*. in *Water Science and Tech.*, 40, 2, Elsevier 1999.



**INSTITUTO  
DA ÁGUA, I.P.**

---

**MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, MAR, AMBIENTE E ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO**