



XII SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE

DIAGNÓSTICO QUALITATIVO DE DOIS AÇUDES, EM SÉRIE, NO SERTÃO PARAIBANO UTILIZANDO O NOVO MODELO DE SIMULAÇÃO

Allan Sarmento Vieira¹ & Wilson Fadlo Curi²

RESUMO – O objetivo desta pesquisa é propor uma análise qualitativa no subsistema de reservatórios Engenheiro Ávidos e São Gonçalo situado na bacia do Alto Piranhas no Estado da Paraíba, com o novo modelo de simulação. Este é diferente dos outros, pois considera as não linearidades inerentes ao sistema e permite fazer uma análise integrada dos aspectos quantitativos e qualitativos. O reservatório São Gonçalo vem recebendo da cidade Nazarezinho por meio do riacho Catolé esgotos domésticos sem tratamento. A análise deste subsistema foi realizada com um cenário de demanda projetado para o ano de 2014. O horizonte de tempo é de 360 meses. Os níveis de concentrações terão prioridades maiores quando comparados com as demandas quantitativas, para os parâmetros analisados, e deverão ser enquadrados na Classe II. Os resultados demonstraram que todas as restrições físicas e operacionais do subsistema foram satisfeitas. Sob o aspecto qualitativo, o reservatório São Gonçalo, que apresentava excessos de DBO e FT, tiveram as concentrações dos parâmetros minimizados no período simulado, atingindo a meta estabelecida. Portanto o novo modelo de simulação mostrou eficiente por atender todas as restrições imposta. Este pode servir como ferramenta para os gestores de recursos hídricos numa possível tomada de decisão.

ABSTRACT– The objective of this research is to propose a qualitative analysis on the Engenheiro Ávidos and São Gonçalo reservoirs subsystems situated in the river basin of Alto Piranhas in the State of Paraíba with the new simulation model. This one is different from others because it considers the system non linearities, allows an integrated analysis of the quantitative and qualitative aspects of water. The São Gonçalo reservoir has been receiving the Narezinho city's untreated domestic sewage through the Catolé Creek. The analysis of this subsystem was performed with a projected water demand for the year 2014. The time horizon is 360 months. The analyzed water quality concentration parameters levels will have largest priority to meet CONAMA'S class 2 levels when compared to meeting the quantitative demands. The results showed that all the physical and operational constraints were satisfied. With respect to the qualitative analysis, the São Gonçalo reservoir, which presented exceeding levels of DBO and FT, had its water quality parameters

1) Professor Doutor da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG/CCJS/UACC – allan.sarmento@ufcg.edu.br

2) Professor Doutor da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG/UAF/CCT - wfcru@pesquisador.cnpq.br

minimized and met the required levels over the simulated time span. So the new simulation model proved to be efficient to fulfill all imposed constraints. It may be a useful tool to help water resources managers in decision-making process.

Palavras-Chave – simulação; aspecto qualitativo; análise sistêmica.

1.0 - INTRODUÇÃO

De modo geral, pode-se dizer que modelos de simulação são mais apropriados para análise do desempenho de alternativas operacionais de longo prazo, sendo úteis para representar a operação do sistema com um grau elevado de segurança, e representando melhor as complexidades dos sistemas de recursos hídricos a nível de bacia hidrográfica.

A análise de sistema de recursos hídricos é uma técnica de solução de problemas complexos de engenharia de recursos hídricos a partir da abordagem sistêmica e de usos de técnicas computacionais agregadas à modelagem matemática de sistema de recursos hídricos. A formulação matemática busca descrever a dinâmica do sistema pela utilização de vários tipos de equações matemáticas, geralmente se recorrendo à equação do balanço hídrico, cujo princípio tem como base o princípio de conservação da massa. Associados a essa dinâmica estão incorporadas às expressões limitantes do sistema, chamadas de restrições (físicas, operacionais, condicionais, etc.), e as funções objetivo, que estabelecem forma de valorização dos resultados do processo decisório (LANNA, 1997 *aput* SANTOS, 2007).

Existem inúmeros modelos de simulação e otimização e até mesmo, com a combinação de ambas as técnicas, como por exemplos os modelos Mike Basin 2000, Acquanet, entre outros. Mas apesar de serem versáteis, não consegue representar de forma precisa à realidade dos sistemas hídricos, comprometendo assim a tomada de decisão.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho é analisar o subsistema de reservatórios Engenheiro Ávidos e São Gonçalo da bacia do Alto Piranhas – PB localizado no estado da Paraíba, utilizando o novo modelo de simulação, que tem como base técnicas em programação linear que garante o ótimo global, trata de forma mais precisa as não linearidades através de um processo iterativo de aproximações lineares, até que se atinja uma convergência de tolerância desejada, além disso, possui o caráter multiobjetivo por analisar de forma integrada aspectos quantitativos (alocação) e qualitativos (concentrações), ou seja, caso um reservatório libere água para diluir os níveis de poluição, de um determinado parâmetro, pode interferir no atendimento das demandas de alocação. Assim neste estudo foram utilizadas demandas projetadas para o ano 2014, com horizonte de tempo de 360 meses e uma meta operacional para os reservatórios para prevenir de uma possível seca. Os níveis de poluições devem está enquadrados na Classe II.

2.0 - CARACTERIZAÇÃO DO MODELO DE SIMULAÇÃO

O modelo proposto (Vieira, 2011) tem um algoritmo desenvolvido totalmente com técnicas de programação linear, permitindo achar o ótimo global mês a mês dos usos múltiplos do sistema de reservatórios, considerando as variáveis relacionadas aos aspectos hidroclimáticos (precipitação, evaporação e vazões), hidráulicos (características dos componentes hidráulicos do sistema), as demandas (abastecimento, irrigação, etc.) e aos níveis de concentrações ou poluição de parâmetros de qualidade da água (a demanda bioquímica de oxigênio - DBO, oxigênio dissolvido - OD, nitrogênio total - NT, fósforo total - FT, clorofila-a - CLA e coliforme termotolerante ou fecal - CF) de acordo com as metas estabelecidas pelo CONAMA 357/05. Para estimar a qualidade da água de rios e reservatórios e avaliar os níveis de poluição, devem-se, também, conhecer as fontes de poluição e os processos de autodepuração associados aos parâmetros de qualidade de água considerados. Para analisar o desempenho das demandas do sistema em estudo, além dos gráficos, foram incluídos no modelo de simulação alguns indicadores, como a confiabilidade, resiliência, vulnerabilidade e sustentabilidade.

3.0 - MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo pertencente ao conjunto de sete sub-bacias, da bacia hidrográfica do Alto Piranhas, localizado no extremo oeste do Estado da Paraíba entre as latitudes 6° 36' 47'' e 7° 22' 56'' Sul e entre as longitudes 37° 48' 15'' e 38° 49' 15'' Oeste no Sertão Paraibano (Figura 01). A sub-bacia apresenta vários reservatórios, onde merece destaque, o subsistema de reservatórios Engenheiro Ávidos e São Gonçalo que está atrelado a um perímetro irrigado privado e público respectivamente, sendo estes não consideram a qualidade da água nas suas operações. As principais aglomerações urbanas são as cidades de Cajazeiras, Sousa e Marizópolis.

Os dados do subsistema que vão servir de entrada no modelo foram coletados pelo Plano Diretor de Recursos Hídricos do Alto Piranhas (SIENTEC, 1997), por Livros especializados como o Von Sperling (1996) e Tucci (2005), por site da AESA-PB e HIDROWEB e estimadas por metodologias consagradas na literatura, como por exemplo, calcular a vazão de retorno das cidades. Foi estabelecido um cenário de operação onde serão consideradas como prioridades os níveis de concentração do FT e da DBO nos reservatórios e no ponto de controle (PC1) situado na confluência do rio Piranhas com o riacho Catolé, a montante do reservatório São Gonçalo em seguida as de atendimento todas as demandas de alocação.

A escolha de considerar a DBO e FT na simulação como prioridades, foi por saber, através de noticiários locais que a cidade de Nazarezinho que está jogando esgotos domésticos sem tratamento no riacho catolé próximo do açude São Gonçalo, sendo este tipo de efluente rico em matéria orgânica (DBO) e fosforo total (FT). Com relação à demanda para o abastecimento foi estimada para o ano de 2014, já a demanda de irrigação das culturas perenes e sazonais foram estimadas através do balanço hídrico simplificado do solo levando em consideração as culturas que tenham aptidões com a região. Para a demanda de manutenção dos ecossistemas aquáticos foi considerada 10% da Q90.

4.0 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 mostra o comportamento da DBO no reservatório Engenheiro Ávidos ao longo do tempo de simulação, os níveis de concentrações ficaram enquadrada na Classe II.

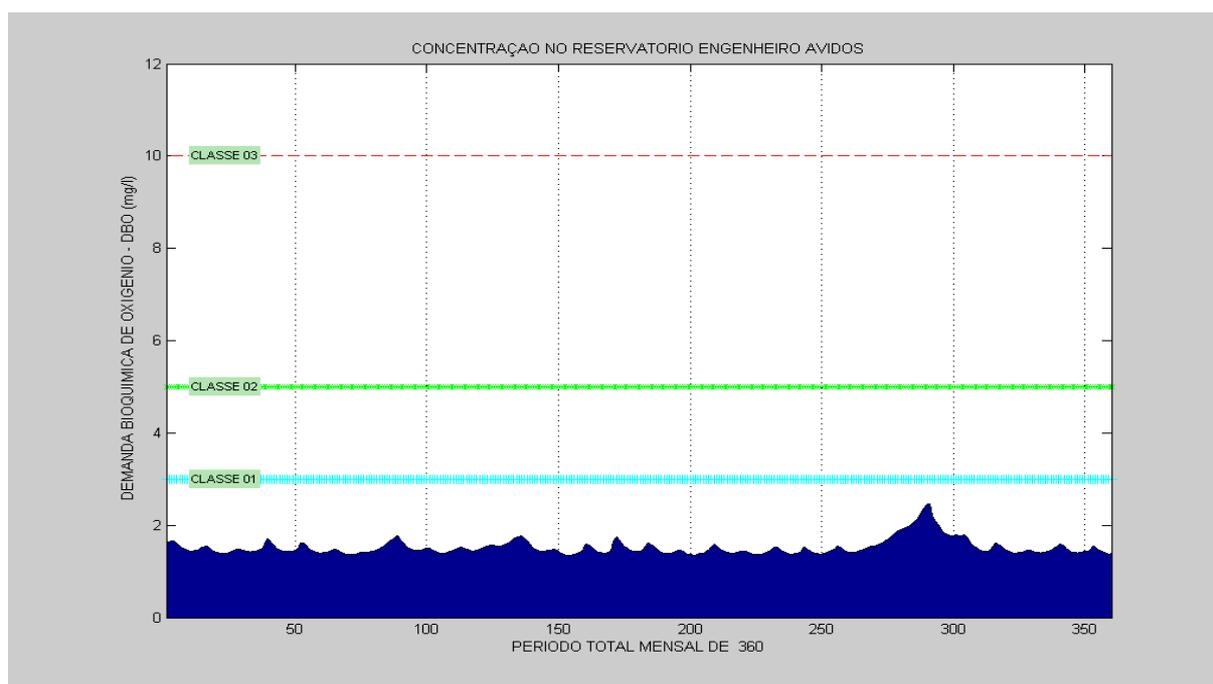


Figura 1. Comportamento da DBO no açude Eng. Ávidos.

Na Figura 2 mostra os ótimos níveis de concentração de OD ao longo do período simulado, isso ocorreu devido os baixos teores de concentração de DBO (Figura 1) no açude Eng. Ávidos.

Além destes parâmetros analisados o modelo de simulação gerou diagnóstico do NT, FT, CF e CLA todos ficaram na meta de enquadramento estabelecida. E também do comportamento das demandas de alocação atreladas ao açude Engenheiro Ávidos.

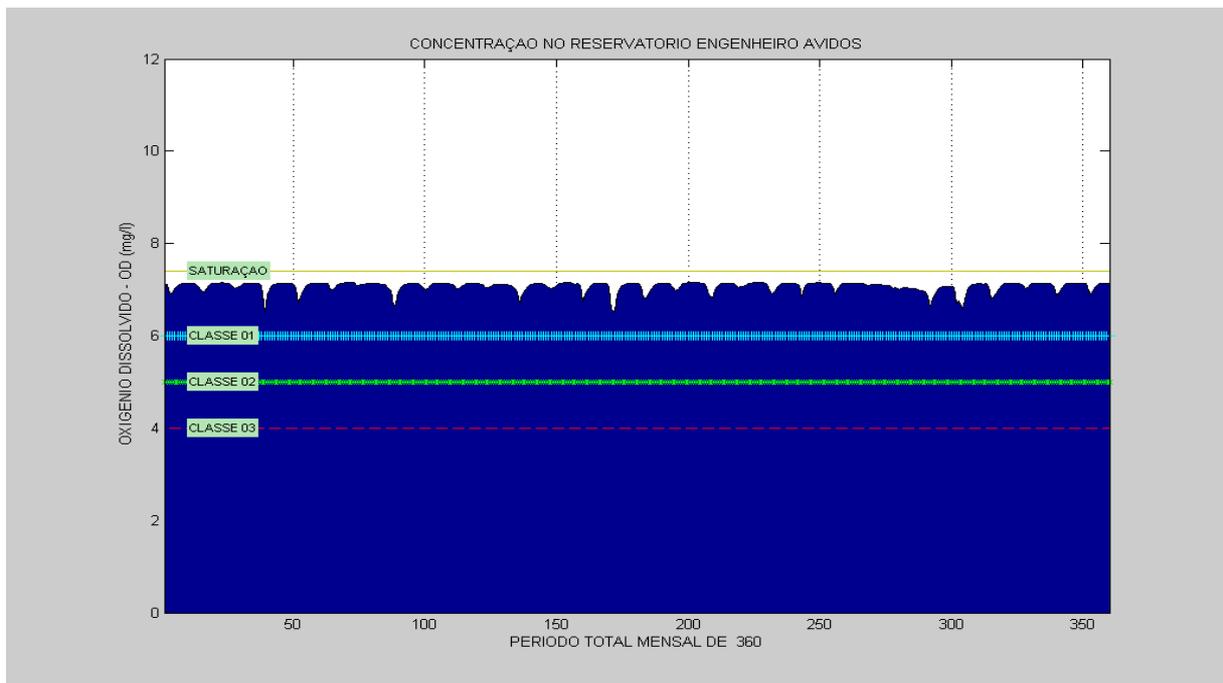


Figura 2. Comportamento do OD no açude Eng. Ávidos.

Na Figura 3 foram verificados no Ponto de Controle (PC1), que os níveis de concentrações da DBO foram todos minimizados e enquadrados na Classe II estabelecida como meta. Já a Figura 4 mostra o comportamento do OD no PC1. Observa-se que, em alguns períodos de tempo, não conseguiu atingir a meta devido à chegada de altos níveis concentrações da DBO.

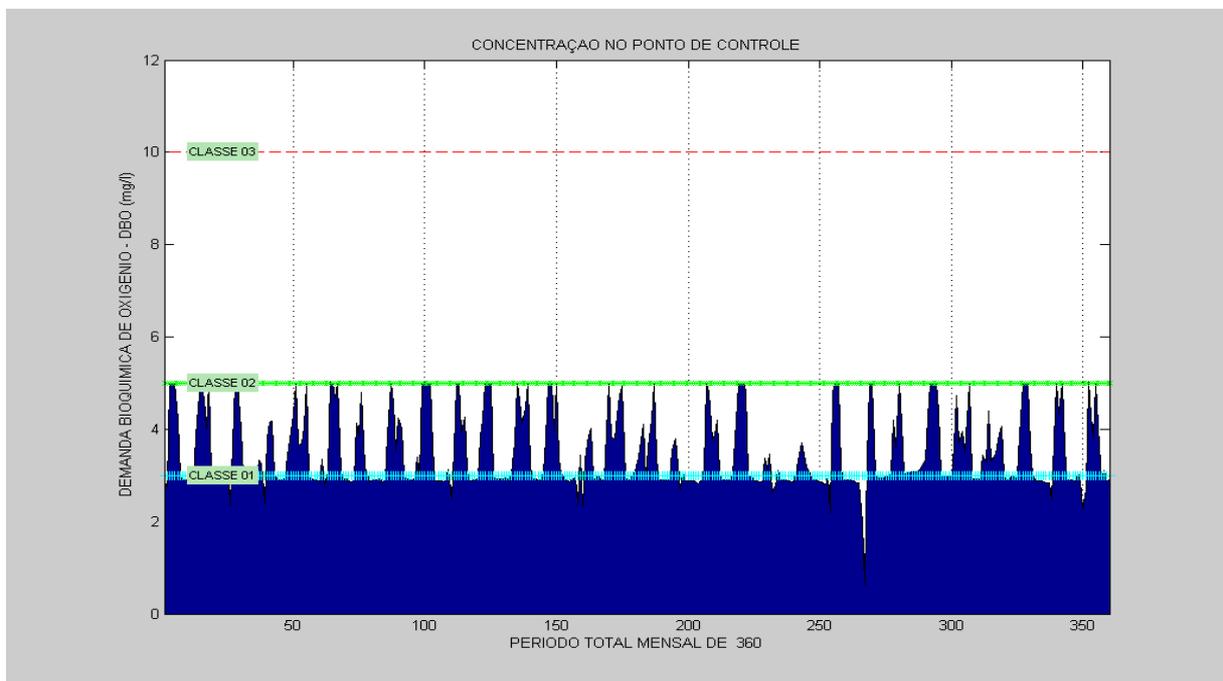


Figura 3. Comportamento da DBO no PC1 situado no rio.

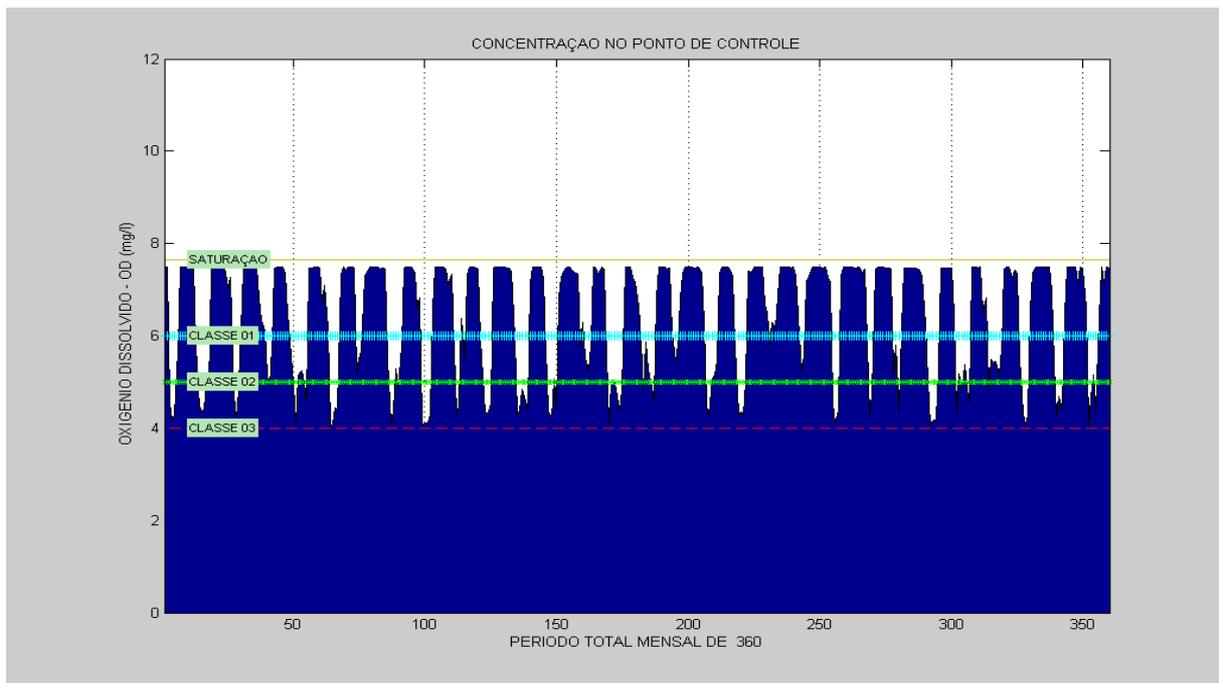


Figura 4. Comportamento do OD no PC1 situado no rio.

No ponto de controle PC1 o NT não apresenta nenhuma preocupação, já que as concentrações observadas ao longo do período simulado, como mostra a Figura 5, são consideravelmente baixas e estão de acordo com a meta estabelecida para a Classe II.

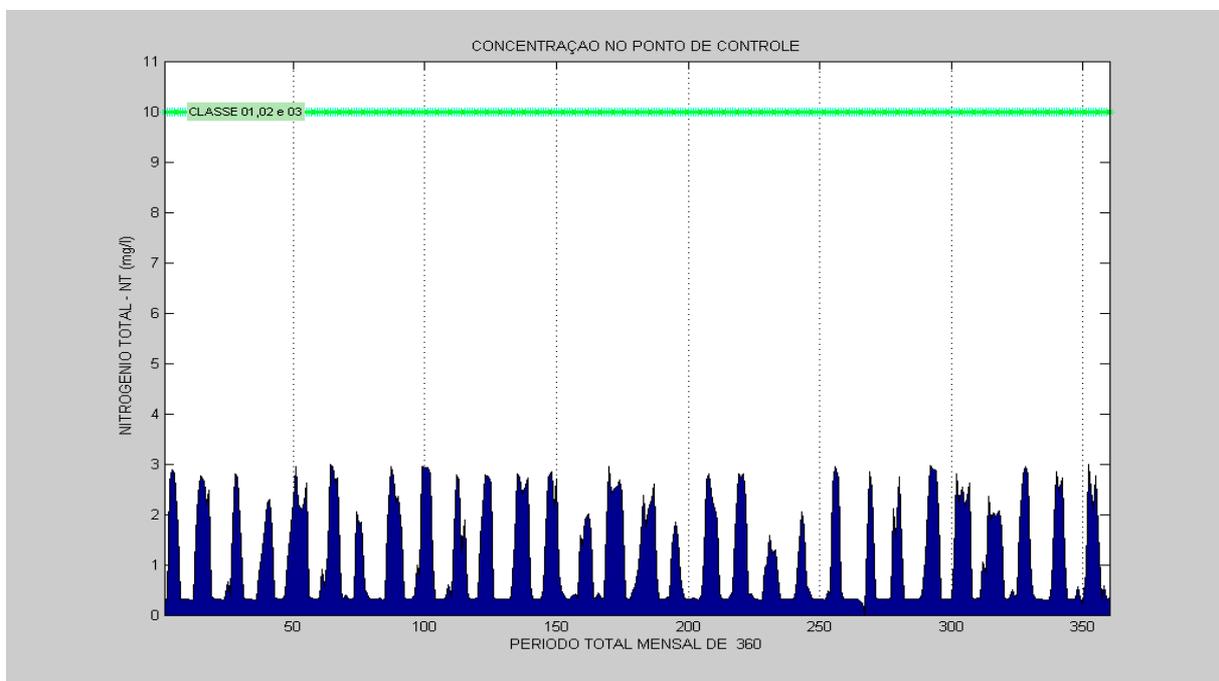


Figura 5. Comportamento do NT no PC1 situado no rio.

Na Figura 6 mostra que os níveis de concentrações CF estão de acordo com a meta estabelecida para a Classe II. O modelo de simulação apresentou também o comportamento dos

níveis de concentração do FT e da CLA, além disso, permite ainda visualizar ao longo do tempo simulado as concentrações autodepuradas de todos os parâmetros analisados nos trechos do rio.

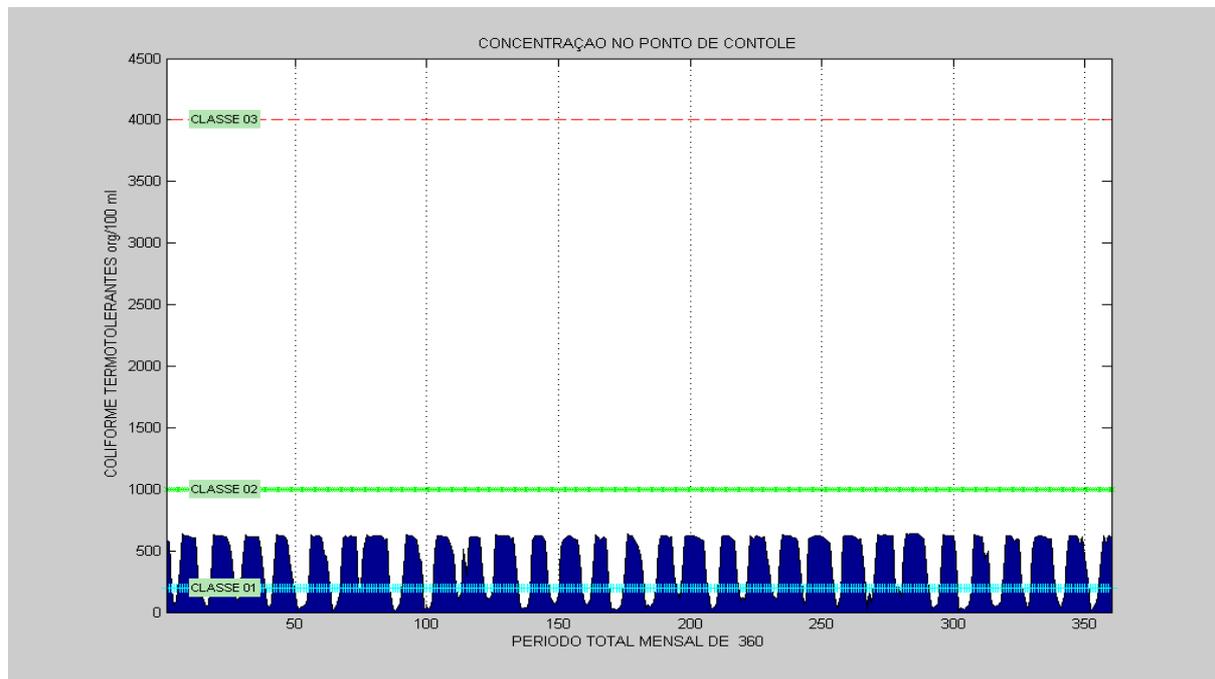


Figura 6. Comportamento do CF no PC1 situado no rio.

A Figura 7 apresenta o comportamento da concentração do FT no tempo. Observa-se que foram todos minimizados nos períodos em que estavam acima da meta, ficando enquadrados na Classe II.

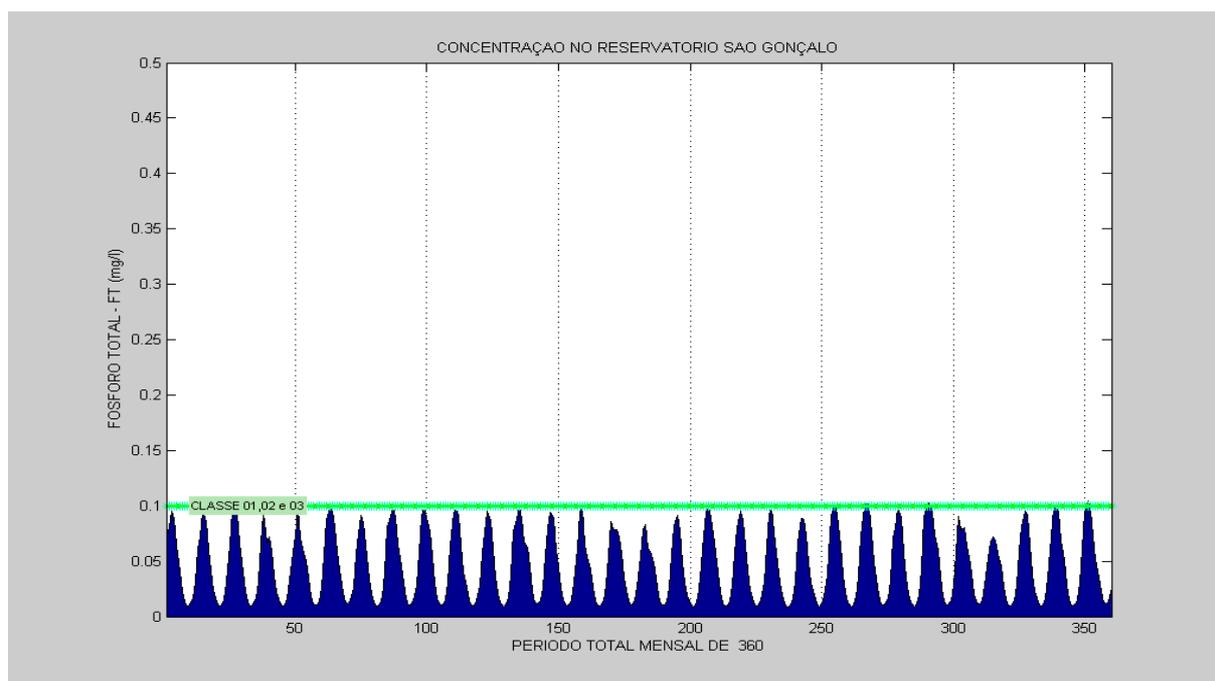


Figura 7. Comportamento do FT no açude São Gonçalo.

Além destes parâmetros analisados, o modelo de simulação gerou diagnóstico do Nitrogênio Total, Demanda Bioquímica de Oxigênio, Oxigênio Dissolvido, Coliformes Fecais e Clorofila-a todos ficaram na meta de enquadramento estabelecida. E também do comportamento das demandas de alocação atreladas ao reservatório São Gonçalo.

5.0 - CONCLUSÕES

Analisando o reservatório São Gonçalo e ponto de controle PC1 com relação os níveis de concentrações do FT e DBO foram todos minimizados e enquadrados na Classe II. Para atingir esse objetivo de diluir o FT e a DBO para meta estabelecida, teve-se que manter água no reservatório que afetou diretamente a alocação de água para as culturas sazonais. É importante lembrar que essas demandas de irrigação possuíam prioridade inferior à prioridade dos níveis de concentração do FT.

Acredita-se que o novo modelo de simulação utilizado neste trabalho atingiu as metas propostas de diagnóstico e permitirá a partir de agora a adoção de critérios de alocação e de enquadramento de água menos intuitivas, mais racionais e mais eficientes. Portanto essa ferramenta é imprescindível no apoio à decisão, já que vem prover um planejamento integrado no subsistema de reservatórios Engenheiro Ávidos e São Gonçalo ou até em outras bacias hidrográficas, em termos quantitativos e qualitativos da água, desejo almejado por muitos gestores de recursos hídricos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

a) Livro

TUCCI, CARLOS E. M. “*Modelos Hidrológicos*” 2. ed. – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 678p. (2005).

VON SPERLING, M. “*Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.*” Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, Volume 01, 2º ed., p. 243. (1996).

b) Dissertações e Teses

SANTOS, V. S. “*Um Modelo de Otimização Multiobjetivo para Análise de Sistemas de Recursos Hídricos.*”. Campina Grande: UFCG – Pós-graduação em Engenharia Civil e Ambiental. 144p. Dissertação de Mestrado. (2007).

VIEIRA, A. S. “*Modelo de Simulação Quali-Quantitativo Multiobjetivo para o Planejamento Integrado dos Sistemas de Recursos Hídricos.*”. Campina Grande: UFCG – Pós-graduação em Recursos Naturais. 275p. Tese de Doutorado. (2011).