

INVESTIGAÇÃO DO POTENCIAL DE EMPREGO DE MODELOS COMPUTACIONAIS NA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA, EMPREGANDO MODELO DE MÚLTIPLAS ESPÉCIES

Prof. Dr. Edevar Luvizotto Junior
Aluno Hugo Sussumo Nunes Hirose
edevar@fec.unicamp.br; hugo@fec.unicamp.br

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS - UNICAMP
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E
URBANISMO - FEC
DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS,
CAMPINAS



Apoio: PRP – UNICAMP PIBIC/CNPq

Palavras-chave: 1. Sistemas hidráulicos 2. Modelação computacional 3. Epanet

1. Introdução

O objetivo principal da pesquisa foi o de compreender melhor o problema da modelação computacional da qualidade da água em sistemas de abastecimento em seus aspectos teóricos e práticos, com o auxílio de ferramentas computacionais de domínio público, o EPANET-MSX. Além dos estudos de modelação de múltiplas espécies, foi feito também estudos de casos de espécies simples utilizando o EPANET versão padrão, aplicativo amplamente divulgado e aceito como padrão na comunidade técnico - científica.

Dentre as simulações realizadas, pode-se citar a de idade da água, o decaimento de cloro de fontes múltiplas e fonte única, o recrescimento bacteriano com inibição de cloro e modelagem de oxidação, transferência de massa e adsorção, no caso feito para o arsênio.

2. Metodologia

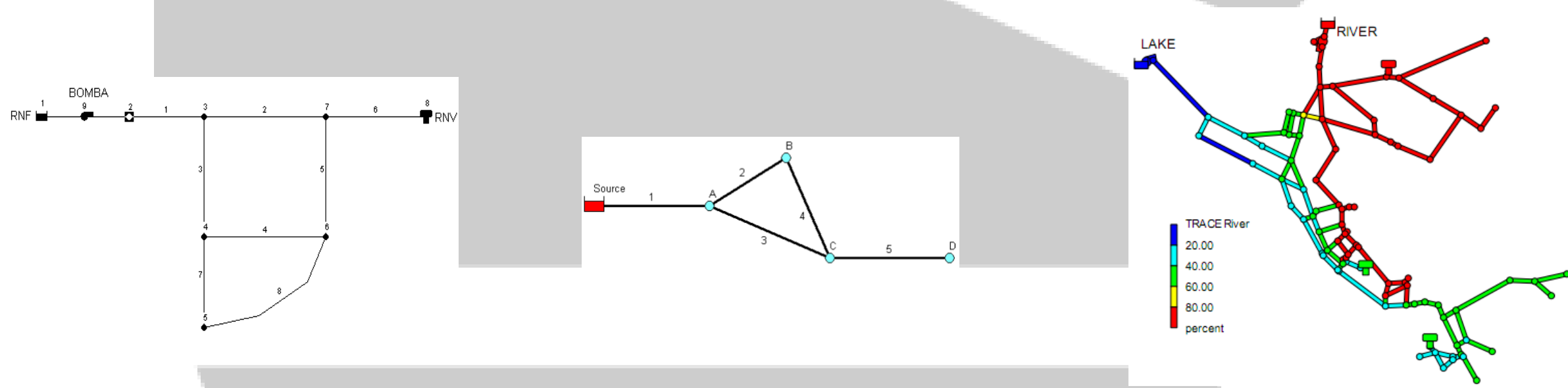
2.1. Simulações de Espécies Simples – EPANET padrão

Foi criada e analisada uma rede fictícia, utilizada no tutorial do EPANET, formada por duas malhas, um reservatório de nível fixo, um reservatório de nível variável e uma bomba, conforme a figura 01. As simulações realizadas foram de idade da água e decaimento de cloro.

2.2. Simulações de Múltiplas Espécies – EPANET-MSX

O EPANET-MSX (Multi-Species Extension), uma extensão do EPANET, permite modelar qualquer sistema de múltiplas e espécies químicas interativas. Diferente do EPANET padrão, o EPANET-MSX não possui uma interface amigável. As simulações são executadas em linhas de comando, conforme a figura 01.

Para a simulação são necessários dois arquivos de entrada: um arquivo de extensão *.inp*, que representa a modelação hidráulica da rede, gerada pelo EPANET padrão; e um arquivo de extensão *.msx* descrevendo a modelação de qualidade que se deseja realizar. Após a simulação, o programa gera um arquivo de extensão *.rpt* descrevendo os resultados encontrados. Esses arquivos podem ser abertos e editados com qualquer programa editor de texto, como o *Bloco de notas* do Windows. A figura 01 mostra também as redes utilizadas para as simulações de múltiplas espécies.



```
[TITLE]
Multi-Source Chlorine Decay

[OPTIONS]
AREA_UNITS M2
RATE_UNITS HK
SOURCE FZ
TIMESTEP 300

[SPECIES]
BULK T1 MG /Source 1 tracer
BULK CL2 MG /Free chlorine

[COEFFICIENTS]
CONSTANT k1 1.3 /Source 1 decay coeff.
CONSTANT k2 17.7 /Source 2 decay coeff.

[PIPES]
/T1 is conservative
RATE T1 0

/CL2 has first order decay
RATE CL2 -(k1*T1 + k2*(1-T1))*CL2

[QUALITY]
/Initial conditions (= 0 if not specified here)
NODE River T1 1.0
NODE River CL2 1.2
NODE Lake T1 1.2
NODE Lake CL2 1.2

[REMARKS]
NODES ALL /Report results for all nodes
SPECIES CL2 YES /Report results for CL2 specie
SPECIES T1 YES /Report results for T1 specie
```

Figura 01: Rede utilizada no tutorial do EPANET versão padrão, rede exemplo do EPANET-MSX, rede com múltiplas fontes, linha de comando para execução do EPANET-MSX e arquivo de entrada *.msx* respectivamente.

4. Conclusões

Foram gerados quatro arquivos para as simulações de análise de múltiplas espécies para as redes fictícias encontradas no manual do Epanet. Apesar de não ser possível conferir os resultados obtidos, foi um começo satisfatório para o estudo dessa ferramenta que permite fazer simulações de múltiplas espécies de qualidade de água em redes de abastecimento.

Espera-se que esse estudo se desenvolva mais para que possa ser aplicado no monitoramento da qualidade da água nas redes já existentes para manter sempre o padrão de qualidade da água de abastecimento.

3. Resultados

Para a simulação de idade da água, foi gerado o gráfico da figura 02 para o Reservatório de nível Variável (RVN). Para verificar seu comportamento periódico, foi fixado um período de 240 horas para a simulação e atribuído a idade inicial de 60 horas.

Para a simulação de transporte e decaimento de cloro foi introduzido um valor fictício de -2,5 para a taxa de decaimento de cloro devido às reações no núcleo do escoamento ao longo do tempo. Dessa forma, foram obtidos os resultados da figura 03. Essa simulação poderia ser feita para outro elemento, como por exemplo um traçador químico, desde que seja conhecido o valor de sua taxa de decaimento.

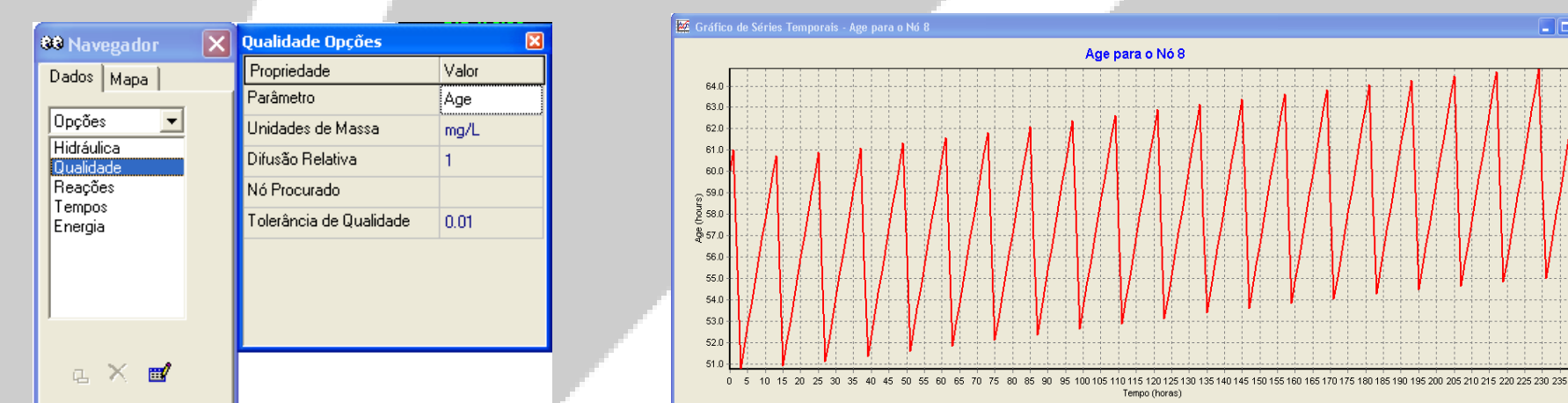


Figura 02: Caixa de Diálogo de Opções de Qualidade e gráfico da idade da água no RVN ao longo do tempo num período de 240 horas com idade inicial de 60 horas.

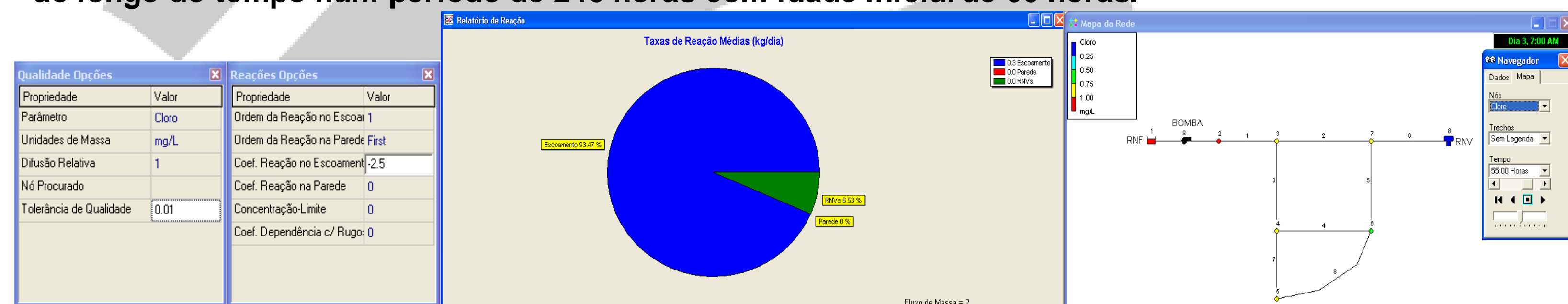


Figura 03: Parâmetros para a simulação do decaimento de cloro, gráfico de sua taxa de reação e decaimento da taxa de cloro no mapa.

Para a simulação de decaimento de cloro de fontes múltiplas, o EPANET-MSX gerou o arquivo de saída da figura 04. A partir desses dados foi gerado um gráfico para melhor visualização dos resultados.

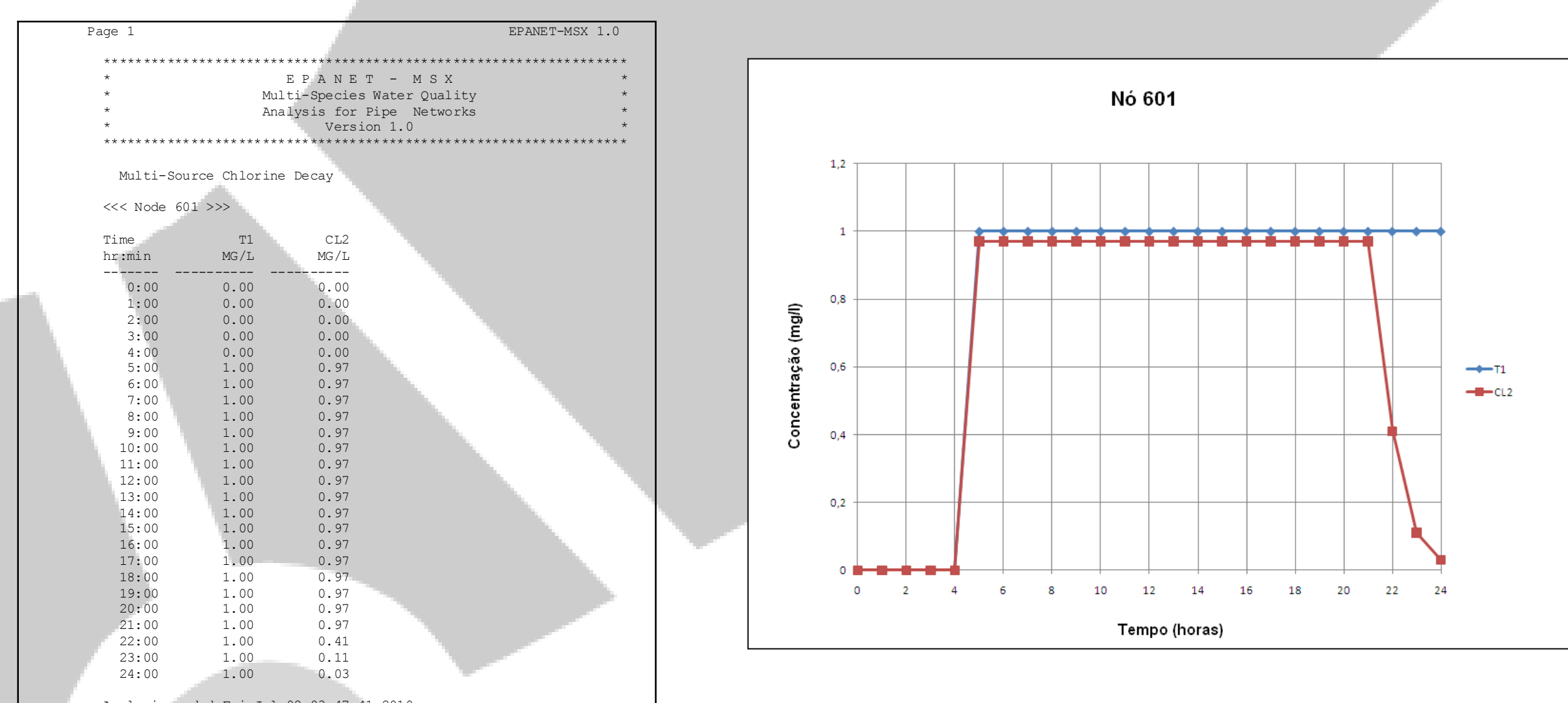


Figura 04: Arquivo de saída para a simulação do decaimento de cloro para fontes múltiplas e sua representação gráfica.