



ANÁLISE DA APLICAÇÃO DE LINHAS DE TENDÊNCIA NO CONTROLE DE VAZÃO DA ÁGUA AFLUENTE NA ETA

Bianca Faceto

Graduada como Bacharel em Ciência e Tecnologia e como Química pela Universidade Federal do ABC, pós-graduada pelo MBA em Liderança Estratégica e atua como encarregada de Sistemas de Saneamento na SABESP, desde 2016.

Endereço: Estrada Santa Inês, 10 - Jardim Peri - São Paulo - SP - CEP: 02639-000 - Brasil –
Tel: +55 (11) 956-545-637 - e-mail: bfdias@sabesp.com.br.

RESUMO

A otimização dos processos de tratamento de água é cada vez mais importante nos dias atuais e sabe-se que o controle da vazão afluente nas Estações de Tratamento representa uma variável significativa, senão a mais importante para essas melhorias. Com automação cada vez avançando mais, é possível controlar remotamente diferentes etapas do processo no tratamento, inclusive a vazão. Entretanto, como a demanda de água é um processo dinâmico, este trabalho buscou apresentar como as linhas de tendência de aceleração e redução de vazão na ETA podem ajudar a controlar essa variável de maneira estratégica. Os resultados foram coletados utilizando o *TrendExplorer*, adicional do *Eclipse E3* já utilizado na ETA. Os resultados obtidos mostraram que 60% das ocorrências na quais houve mudança de vazão drástica ocorreram devido a não identificação das manobras, o que poderia ser identificado pelas linhas de tendência. Também foi mostrado as consequências dessas variações no controle do pH da água tratada. Por fim, foi possível concluir que, apesar de essencial os valores instantâneos no supervisão, é muito importante que as linhas de tendência sejam analisadas pela Operação para realizar essas alterações.

PALAVRAS-CHAVE: Vazão Afluente, Linhas de Tendência, *TrendExplorer*

INTRODUÇÃO

A automação surge como uma ferramenta importante na melhoria da gestão do saneamento, pois além de aperfeiçoar a qualidade do processo, possibilita a coleta metodológica dos dados de forma integrada e hierarquizada. Por meio desses dados, é possível estabelecer metodologias e parâmetros para melhoria da gestão. A automação no processo de tratamento de água envolve o monitoramento das características da água, da vazão afluente, das variáveis de controle e otimização dos parâmetros operacionais (Di Bernardo, 2006).

Dos 19 parâmetros para análise da performance de uma Estação de Tratamento de Água (ETA) propostos por Lopes (2005), verifica-se que a maioria desses se relaciona direta ou indiretamente com a vazão afluente da ETA, com exceção dos parâmetros ensaio de Jar Test e o grau de instrução da equipe de operação, a partir dos quais se pretende avaliar os conhecimentos técnicos e empenho da equipe de operação. Considerando a redução desses parâmetros para um segundo índice, estudada por Almeida (2009), o que se observa é um índice com maior praticidade de aplicação em escala real por conter um menor número de parâmetros, sendo que, a totalidade desses se relaciona diretamente ou indiretamente com a vazão que aflui a ETA convencional.

Inclusive, a vazão de dosagem de produtos químicos, o tempo médio de detenção nas unidades de mistura rápida e de floculação, as variações dos níveis de água e das taxas de filtração, as vazões de água de lavagem dos filtros e das descargas de decantadores (ou floculadores) e a quantidade de lodo a ser disposto dependem efetivamente da vazão de água afluente à ETA (Di Bernardo, 1993), logo, variações drástica na vazão irão influenciar todos os demais processos.

Atualmente a ETA estudada utiliza um sistema de supervisão e controle de tempo real, também comumente conhecido como sistemas SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*), o Elipse E3, oferecido pela Elipse Software®. Um sistema SCADA permite a aquisição de dados do processo produtivo e, em conjunto com outros equipamentos de automação, como os controladores lógicos programáveis (CLP), a realização do

controle e tomada de decisão (Chen, 2013). Este sistema possibilitou a automação de inúmeras etapas no processo. Na figura 1 é possível observar a interface de controle do nível do reservatório da estação, com a automação implementada.

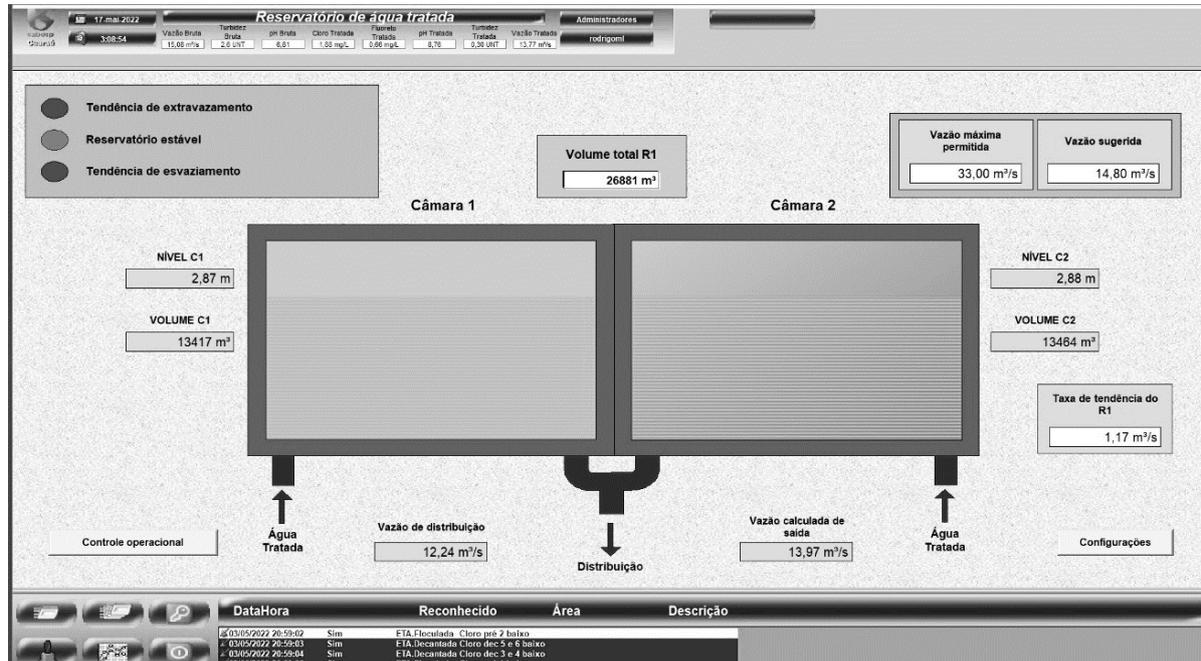


Figura 1. Interface no sistema supervisor da ETA, que mostra o reservatório de água tratada, a vazão calculada de saída, a vazão sugerida e a taxa de tendência de subida ou descida do nível das câmaras.

Dessa forma, com sua implementação, foi possível desenvolver uma lógica para a vazão sugerida instantânea da ETA, a qual considera o nível do reservatório, a vazão de saída calculada e a vazão de entrada, de tal forma que as válvulas possam operar automaticamente e buscar essa vazão ideal. Esta lógica se mostrou bem-sucedida para mudanças pequenas de vazão, entretanto, em acelerações ou reduções mais acentuadas, o controle ainda precisa ser realizado manualmente. Devido a isso, é muito importante que o setor operacional na estação esteja apto para tomadas de decisão rápidas. Este trabalho tem como objetivo identificar como a análise de linhas de tendência pode ajudar na tomada de decisão sobre o aumento ou redução de vazão de água afluenta.

METODOLOGIA E OBTENÇÃO DOS RESULTADOS

Os gráficos dos processos analisados foram obtidos no mês de abril de 2022, através do banco de dados do *TrendExplorer*, software adicional do *Elipse E3*. Buscou-se apresentar os gráficos na mesma forma que o setor operacional os observa (salvo as cores). Foral coletados os dados referentes aos horários de mudança de vazão e como isso afetou o processo da água final. Como a hipótese baseava-se nas diferentes formas de controlar a vazão de entrada, os resultados foram analisados com base em dias de ocorrências diferentes e amostragem seletiva, entretanto é importante ressaltar que o mesmo comportamento observado aqui foi observado nos demais meses de operação da Estação.

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

No segundo gráfico da figura 2 é possível observar que a variação da vazão na ETA ocorre de forma cíclica no período de 24 horas, com picos mais longos próximos dos 30 m³/s durante o dia e reduções para valores abaixo de 15 m³/s no período noturno. Além disso, também é possível observar que a aceleração é mais acentuada do que a redução, que ocorre em um espaço maior de tempo. Com a possibilidade de variar o nível do reservatório de 2 a 4 metros, é possível atuar nessas mudanças de vazão de maneira mais estratégica, considerando as



tendências operacionais observadas no *TrendExplorer*. Logo, é possível inferir que, dependendo da tendência de aceleração ou redução na vazão, é interessante operar a ETA com níveis mais altos ou mais baixos no reservatório de água tratada.

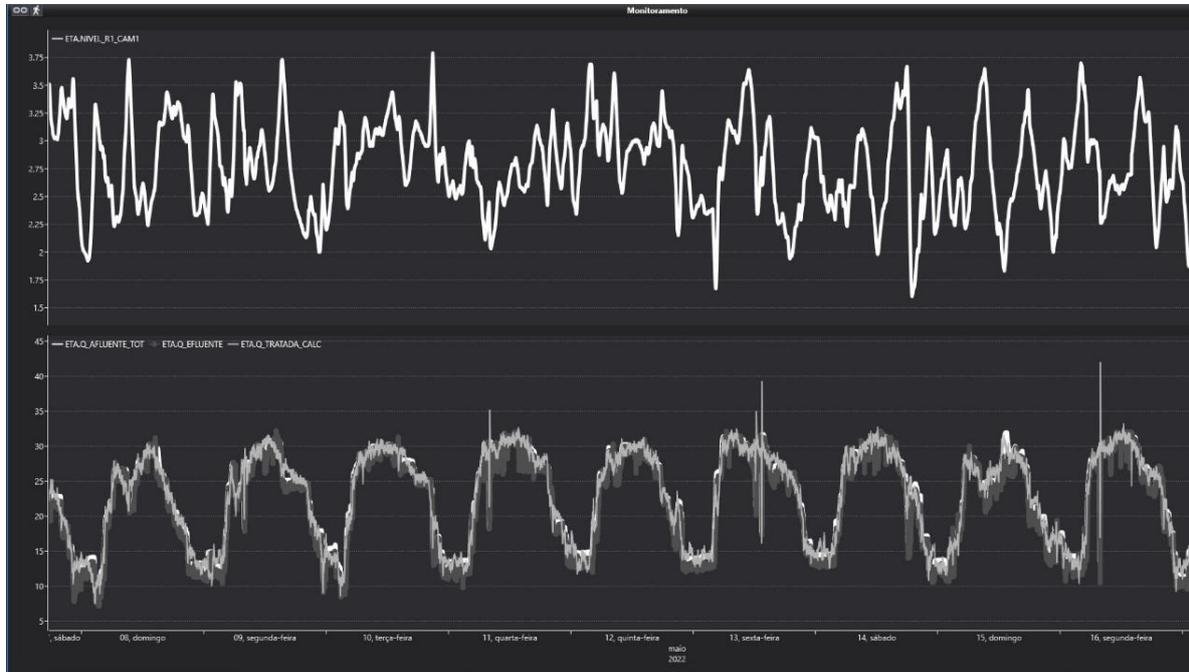


Figura 2. Nível do reservatório de água tratada (gráfico de cima) e vazões de entrada, saída e calculada pela distribuição (gráfico de baixo).

Analisando todas as atuações neste mês em questão, foi possível identificar que o pH variou mais nas acelerações do que nas reduções, o que condiz com o que foi apresentado na figura 2 também. Optou-se em analisar apenas o pH neste primeiro momento pois é uma variável dependente apenas da vazão de água filtrada. Nos 30 dias analisados, 14 deles mostraram alteração no pH na aceleração enquanto apenas 11 dias mostraram alterações na redução. Aqui também está sendo desconsiderado alterações por troca de bomba de dosagem e demais ocorrências. Considerando que uma variação na vazão pode ser iniciada pela mudança na demanda da distribuição ou por atuação apenas da operação, na figura 3 é possível observar essas ocorrências.

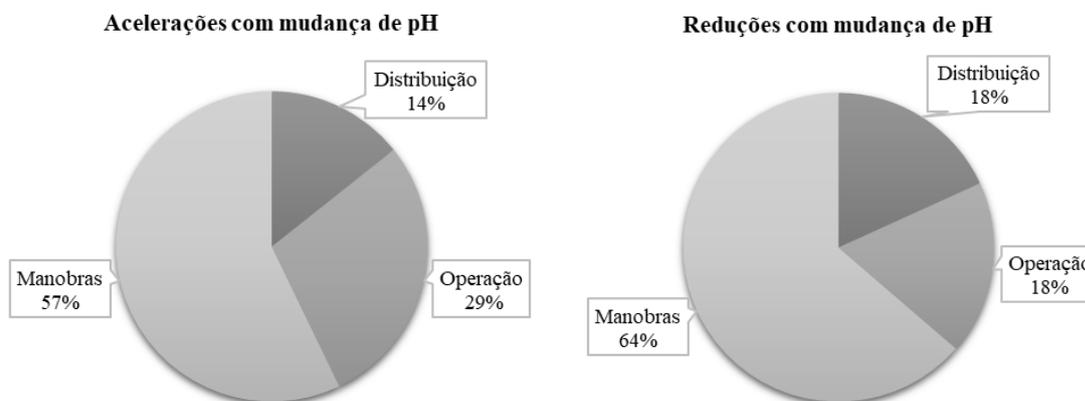


Figura 3. Relação de causas nos dias que houveram mudanças de vazão com alterações na dosagem de pH.

Ao realizar este levantamento, foi observado que a maior causa para as mudanças drásticas de vazão afluente foram as manobras nas linhas, pois as mesmas geram valores instantâneos falsos nos cálculos de tendência, de

vazão sugerida e vazão calculada de saída. Neste ponto foi que se mostrou clara a importância da análise da tendência de aceleração ou redução da demanda urbana pois, mesmo que instantaneamente, algum dado informe o contrário, a análise sistêmica de todos os dados poderia indicar a situação real.

Na figura 04 é possível observar um comportamento de redução na vazão sem considerar as tendências do processo para uma situação real na qual houve manobras na distribuição. Sem considerar que a tendência da vazão na ETA é permanecer mais baixa no período noturno, assim que o nível do reservatório baixou, a vazão foi aumentada, o que, em contrapartida, fez com que a mesma precisasse ser reduzida ainda mais uma segunda vez. Como consequência, o controle de pH da ETA, que opera no automático, não conseguiu acompanhar a vazão e apresentou variação nos valores (segundo gráfico plotado de cima para baixo). No terceiro gráfico plotado, de cima para baixo, é possível observar a taxa de tendência do R1, que é o valor calculado pelo software de quantos metros cúbicos de água estão sendo acrescidos ou retirados do reservatório por segundo, baseado na diferença da água afluyente (de entrada) e da calculada de saída.

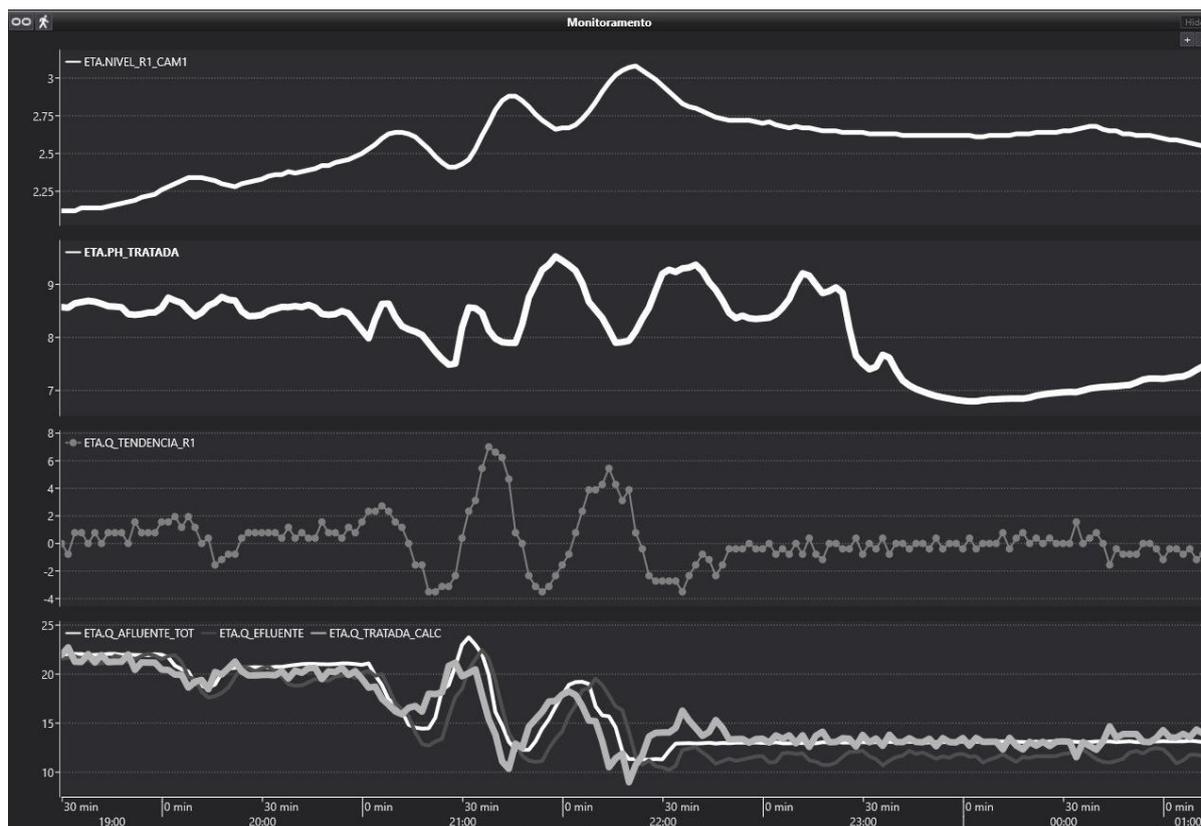


Figura 4. Ocorrência de mudança de vazão acompanhando a vazão calculada. De cima para baixo está representado o nível do reservatório de água, o pH da água tratada, a taxa de tendência do reservatório e as vazões.

Na figura 5 podemos observar outro extremo de comportamento no controle de vazão, o qual ocorre quando, no lugar de agir imediatamente, espera-se muito para atuar. Assim, ao reduzir a vazão, foi preciso reduzir muito para que o nível do reservatório não ultrapasse os 4 m e não transbordasse (primeiro gráfico plotado).

Logo, pode-se inferir que, da mesma forma que uma redução drástica antecipada é prejudicial ao processo pois pode ocasionar uma consequente aceleração, a inercia após a redução da demanda na distribuição também pode obrigar uma redução drástica e, conseqüentemente, problemas nos processos de dosagem.

Na figura 6, referente à mesma ocorrência, é possível observar que essa redução na vazão também gerou variações no controle de pH, que é o primeiro gráfico plotado, de cima para baixo.

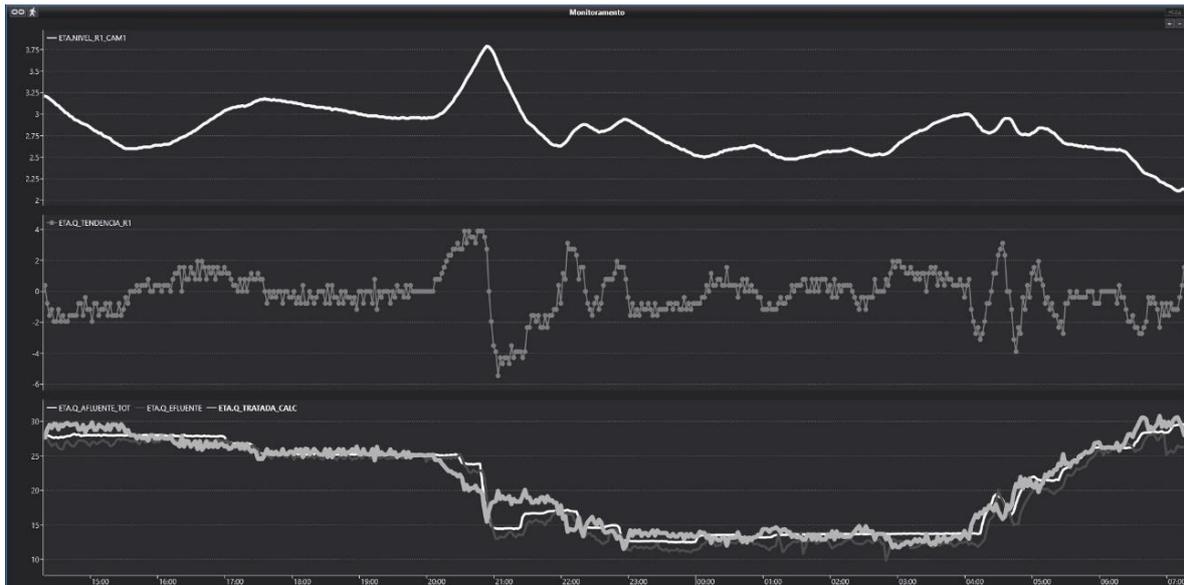


Figura 5. Ocorrência de mudança de vazão tardia. De cima para baixo está representado o nível do reservatório de água, a taxa de tendência do reservatório e as vazões.

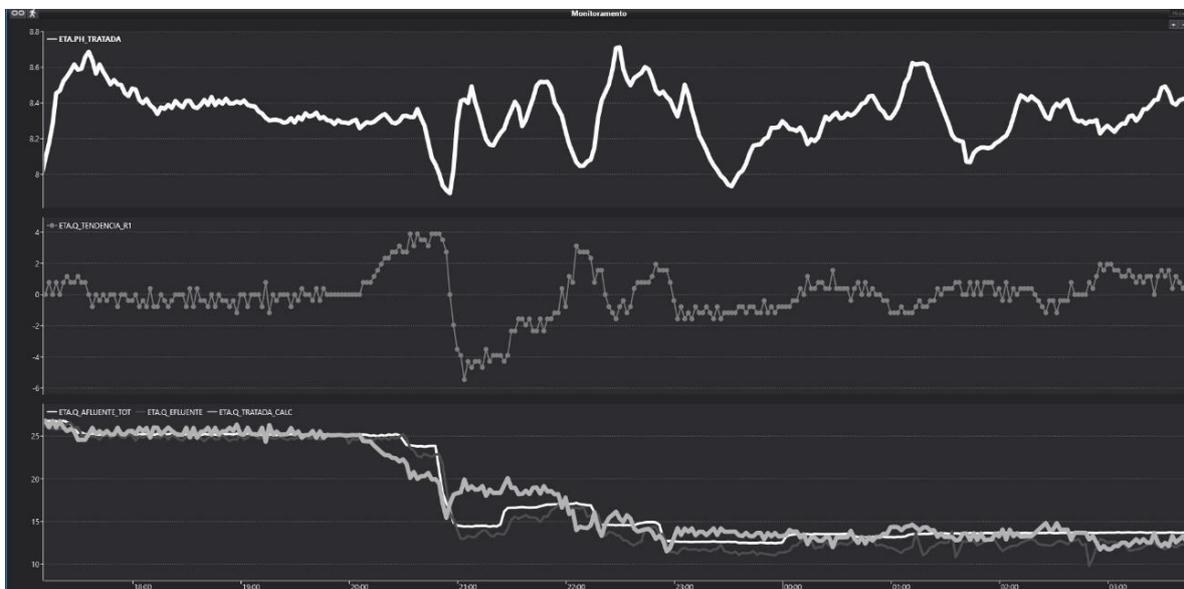


Figura 6. Ocorrência de mudança de vazão tardia. De cima para baixo está representado o pH da água tratada, a taxa de tendência do reservatório e as vazões.

Os dois casos apresentados exemplificam como as manobras na distribuição podem não ser interpretadas corretamente. Já na figura 7 é possível observar uma aceleração do processo mais linear no terceiro gráfico apresentado, que buscou ocorrer de maneira conjunta com a distribuição, mas que, como a tendência estava de subida, ao observar uma redução na aceleração, não reduziu junto, pois considerou-se que essas aparentes reduções em momentos de subidas podem indicar manobras na linha de distribuição, que variam a pressão de água e indicam valores falsos.

Este tipo de análise do processo como um todo é o mais importante quando há a possibilidade de analisar a tendência dos dados e não apenas seus valores pontuais, e são o que diferenciam atualmente a tomada de decisão assertiva de um operador na ETA de uma lógica programável. A linha vermelha indica a tendência de subida considerando a vazão final desejada e, ao utilizar o nível do reservatório corretamente, é possível alcançar essas vazões de maneira mais controlada e sem interferir significativamente os parâmetros de dosagem.

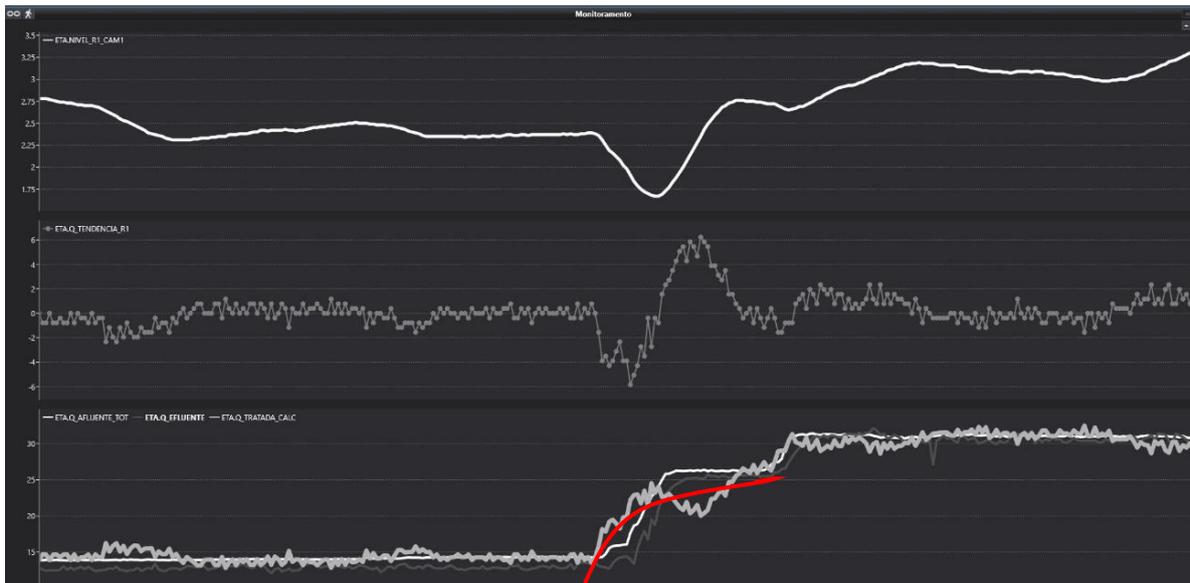


Figura 7. Ocorrência de mudança de vazão seguindo a tendência da ETA corretamente. De cima para baixo está representado o nível do reservatório, a taxa de tendência e as vazões. A linha vermelha exemplifica a tendência de aceleração.

CONCLUSÃO

Com este trabalho foi possível observar que, apesar de ser essencial o supervisório com os valores instantâneos, a possibilidade da análise das tendências desses valores permite um processo muito mais controlado e otimizado. Além disso, essas linhas de tendência permitem também uma análise preditiva dos processos, auxiliando nas tomadas de decisão para atuações futuras. Também foi possível concluir que, diferentes dos valores pontuais, as linhas de tendências ajudam a identificar e contornar as manobras de distribuição, otimizando ainda mais o processo. Assim, a consideração das mesmas mostra-se uma boa prática operacional e deve ser disseminada.

Com o conhecimento apresentado neste trabalho, espera-se que novos controles automáticos de vazão possam utilizar linhas preditivas e *machine learning* para serem aperfeiçoados. Para estações que não possuem adicional como o *TrendExplorer* e só trabalham com valores momentâneos, sugere-se que seja analisada a possibilidade de aquisição.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. DI BERNARDO, L., DI BERNARDO, A. D.. *Métodos e técnicas de tratamento de água*. Engenharia Sanitária e Ambiental v.11, n.2, p. 107-107. 2006
2. LOPES, V. C.; LIBÂNIO, M. Proposição de um índice de qualidade de estações de tratamento de água (IQETA). Eng. sanit. ambient, v. 10, n. 4, p. 318-328, 2005.
3. ALMEIDA, J. F. A.; VIANA, M.; LIBÂNIO, M. *Avaliação do desempenho de estações de tratamento de água operadas por Companhia Estadual de Saneamento e Autarquias Municipais*. In: 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Campo Grande, 2009.
4. DI BERNARDO, L. *Métodos e técnicas de tratamento de água*. [S.l.: s.n.], 1993.
5. CHEN, Y., PEI, W. *Design and implementation of SCADA system for micro-grid*. Information Technology Journal, v. 12, n.24, p. 8049-8057, 2013.