

## **TEMA IV – 166 - ANÁLISE DE TENDÊNCIA DE PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA DO PROGRAMA DE MONITORAMENTO PARA OS MANANCIAIS BREJINHO E FUMAL, DO DISTRITO FEDERAL**

**Eloneide Meneses França Arruda<sup>(1)</sup>**

<sup>1</sup>Engenheira Civil, Analista de Sistemas de Saneamento, Gerente de Recursos Hídricos da Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (Caesb).

**Lígia Silva Viveiros Gurgel<sup>(2)</sup>**

<sup>2</sup>Engenheira Ambiental, Analista de Sistemas de Saneamento, Supervisora na Gerência de Recursos Hídricos da Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (Caesb).

**Tarcila Neves Generoso<sup>(3)</sup>**

<sup>3</sup>Engenheira Ambiental, Analista de Sistemas de Saneamento da Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito (Caesb)

**Pedro Graciano Costa Ribeiro<sup>(4)</sup>**

<sup>4</sup>Graduando em Engenharia Ambiental pela Universidade de Brasília (UNB), Estagiário da Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito (Caesb)

**Karina Bassan Rodrigues<sup>(5)</sup>**

<sup>5</sup>Engenheira Química, Analista de Sistemas de Saneamento da Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito (Caesb)

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Av. Sibipiruna, Lotes 13/21 – Águas Claras - Brasília - DF - CEP: 719298-720 - Brasil - Tel: +55 (61) 3214-7925 - e-mail: [eloneidefranca@caesb.df.gov.br](mailto:eloneidefranca@caesb.df.gov.br)

### **RESUMO**

Considerando o intenso crescimento populacional vivenciado em determinadas regiões do Brasil, tem-se aumentado o consumo e a pressão sobre o solo e a água. Essa situação, quando ocorre de maneira descontrolada, pode trazer prejuízo para a qualidade dos recursos naturais, especialmente os hídricos que são fonte de abastecimento humano e animal. Assim, o monitoramento contínuo da qualidade dos rios garante não apenas a identificação e correção dos agentes poluidores como também a determinação de medidas a serem adotadas para o adequado tratamento. Dessa forma, este trabalho teve o objetivo de avaliar a tendência do comportamento de alguns parâmetros indicadores de qualidade das águas dos córregos Brejinho e Fumal, usados para captação e abastecimento público no Distrito Federal, ao longo dos anos. A metodologia adotada baseou-se no teste de Mann Kendall e os resultados indicaram que, embora tenham sido constatadas algumas flutuações, todos os parâmetros analisados apresentaram concentrações e valores abaixo dos limites exigidos pelas classes de enquadramento dos córregos. A exceção ocorreu apenas para a *Escherichia Coli*, em que se observou, para alguns momentos, concentrações que extrapolaram os limites definidos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Tendência, Monitoramento, Abastecimento, Mann Kendall

### **INTRODUÇÃO**

Conforme o Plano de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos do Distrito Federal (PGIRH-DF, 2012), o monitoramento da qualidade das águas superficiais é fundamental para embasar o gerenciamento dos recursos hídricos, através do acompanhamento periódico da qualidade das águas, avaliação do atendimento à legislação e avaliação de desempenho de estudos e projetos de aproveitamento dos recursos hídricos.

Nesse sentido, a análise de qualidade das águas em pontos de captações são fundamentais para a gestão do tratamento e conhecimento de possíveis alterações de uso e ocupação na bacia hidrográfica, especialmente quando esses pontos estão localizados dentro de áreas de proteção. Normalmente, dentro das unidades de conservação integral a ocupação humana é proibida, o que reduz o risco de alteração nos parâmetros de qualidade da água, porém, para auxiliar na fiscalização mais uma vez o monitoramento se faz necessário.

Sendo assim foram escolhidos para este trabalho dois pontos de captação, sendo eles localizados no córrego Brejinho (CAP.BRJ.001) e no córrego Fumal (CAP.FUM.001). O Conselho de Recursos Hídricos do Distrito

Federal – CRH/DF aprovou o enquadramento de corpos de águas superficiais do DF em classes de acordo com usos preponderantes, por meio da Resolução nº 02 de 17/12/2014, sendo o córrego Brejinho enquadrado na Classe 1 e o córrego Fumal na Classe 2.

Assim, além de verificar se há comportamentos discrepantes nos parâmetros de qualidade, é fundamental verificar se estes estão dentro das classes de enquadramento estipuladas. A aplicação de análises de tendência aos dados obtidos pode contribuir para a verificação do comportamento das variáveis de qualidade da água em virtude de mudanças naturais ou antrópicas. Esse tipo de análise, dentro do Distrito Federal, se torna ainda mais essencial por ser uma região em que a maior parte dos seus rios são característicos de cabeceira, isto é, baixa vazão e por consequência, menor capacidade de assimilação de poluentes. Todas essas considerações são imprescindíveis no cenário do Distrito Federal.

Com isso, infere-se que as análises apresentadas no presente documento podem definir as melhores estratégias de proteção dos mananciais citados e acompanhar se houveram mudanças na qualidade dessas águas ao longo dos anos.

## OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo realizar uma análise estatística da tendência do comportamento das concentrações históricas registradas para alguns parâmetros de qualidade da água, em dois pontos de captação no Distrito Federal, sendo eles o córrego Fumal e o córrego Brejinho. A análise de tendência foi realizada para a *Escherichia coli* (*E.coli*), Oxigênio Dissolvido (OD), pH, Turbidez, Cor, Fósforo Total, Nitrato, Nitrogênio Amoniacal, Ferro Dissolvido e Condutividade.

## METODOLOGIA UTILIZADA

A Estação Ecológica de Águas Emendadas está localizada na região nordeste do Distrito Federal, sendo considerada uma área de proteção integral, cujo objetivo é conservar os recursos naturais. Assim, a ocupação humana é proibida, sendo permitidas apenas pesquisas científicas e visitação pública, de caráter educacional, mediante autorização da Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Distrito Federal (Brasil, 2004).

Entre os rios que existem na região estão os córregos Brejinho, que deságua no córrego Fumal e este, por sua vez, tem suas águas direcionadas para o rio São Bartolomeu, sub-bacia do rio Paraná.

Com vista ao abastecimento de água de parte da população do Distrito Federal, tanto o córrego Brejinho, quanto o do Fumal são utilizados como pontos de captação, e juntos ajudam a formar o sistema integrado Sobradinho/Planaltina, o terceiro maior sistema de fornecimento de água do DF, responsável por 12,8% da população atendida (Caesb, 2014). A localização dos córregos Brejinho e Fumal, bem como os pontos de captação podem ser encontrados na Figura 1.

Para análise dos parâmetros de qualidade das águas de captação dos córregos Brejinho e fumal, buscou-se avaliar o comportamento da *Escherichia coli* (*E.coli*), Oxigênio Dissolvido (OD), pH, Turbidez, Cor, Fósforo Total, Nitrato, Nitrogênio Amoniacal (N. Amoniacal), Ferro Dissolvido e Condutividade. O monitoramento dos parâmetros de qualidade no córrego Brejinho iniciou-se em 1991 e no córrego Fumal a partir de 1996.

Para apresentação dos resultados se considerou mais representativa a distribuição dos dados considerando os períodos chuvoso e seco. Para o período chuvoso as informações registradas, para cada parâmetro, foram coletadas entre os meses de janeiro e março e entre outubro e dezembro. Para o período seco, utilizou-se os registros existentes entre os meses de abril e setembro, para todos os anos que se tinha informações disponíveis.

Dessa forma, a Tabela 1 apresenta um resumo com a quantidade de dados disponível para cada parâmetro, bem como o período em que abrange o monitoramento, no ponto de captação dos córregos Brejinho e Fumal.

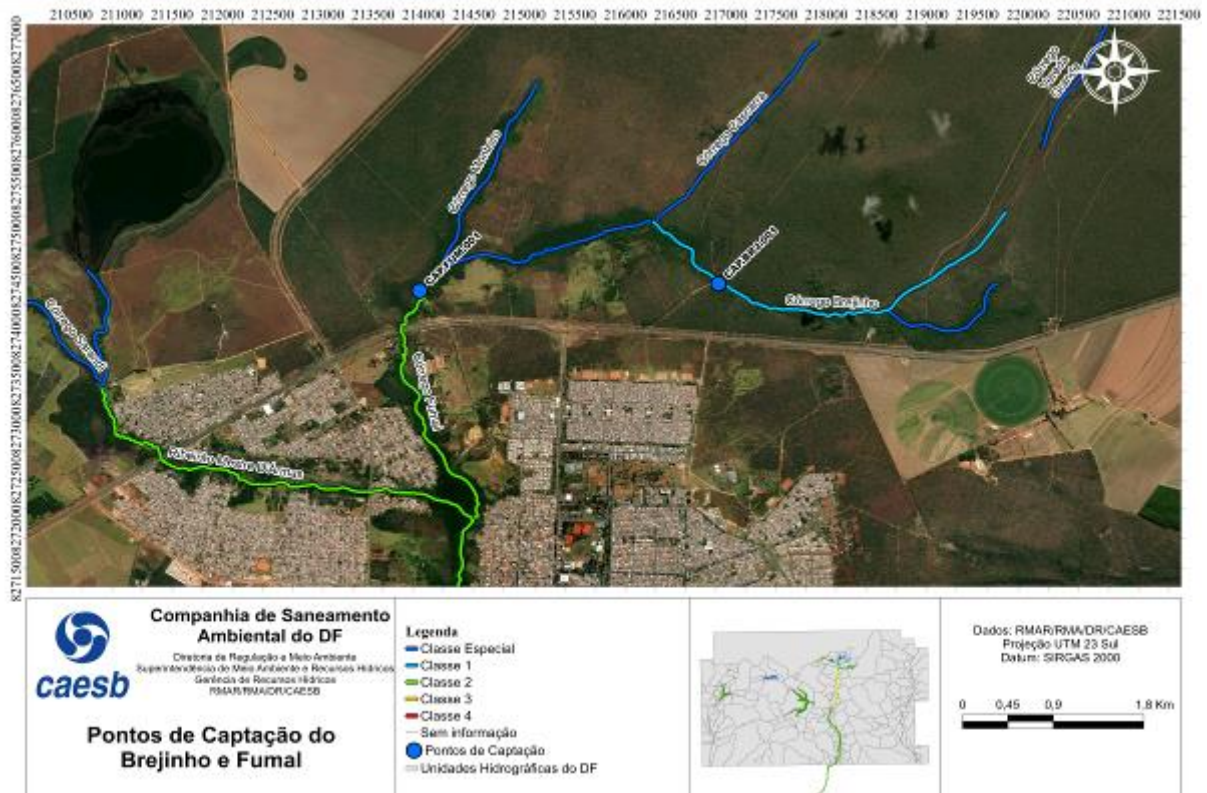


Figura 1: Localização dos córregos Brejinho e Fumal e dos pontos de captação analisados.

Tabela 1: Quantidade e período disponível de dados para cada parâmetros de qualidade, nos pontos de monitoramentos das captações do Brejinho e Fumal.

Parâmetro	Brejinho			Fumal		
	Quantidade de Dados		Anos de dados	Quantidade de Dados		Anos de dados
	Chuvoso	Seco		Chuvoso	Seco	
<i>E. coli</i>	58	56	2002 a 2022	57	56	2002 a 2022
OD	59	61	2002 a 2022	59	61	2002 a 2022
pH	167	149	1991 a 2022	166	148	1996 a 2022
Turbidez	168	150	1991 a 2022	166	148	1996 a 2022
Cor	163	155	1991 a 2022	157	146	1996 a 2022
Fósforo Total	53	53	2002 a 2022	57	54	2002 a 2022
Nitrato	58	59	2002 a 2022	59	59	2002 a 2022
N. Amoniacal	32	31	2011 a 2022	32	31	2011 a 2022
Ferro Dissolvido	58	61	2002 a 2022	59	60	2002 a 2022
Condutividade	168	150	1991 a 2022	148	149	1996 a 2022

Após a seleção e tratamento desses dados optou-se por aplicar uma análise estatística de tendência das séries históricas com o intuito de avaliar o comportamento de cada parâmetro. A metodologia adotada para essa análise foi o uso do teste não paramétrico de Mann Kendall, recomendado pela OMM (1988). O teste é adequado para essa análise pois não requer que os dados tenham distribuição normal (Yue et al, 2002) e por lidar bem com falhas nas séries.

Para a aplicação do teste tem-se como prerrogativas que os dados sejam aleatórios e independentes (Neeti e Eastmann, 2011), caso contrário é necessário um ajuste no método (Mann Kendall Modificado) para que essas características sejam levadas em consideração. Para verificar se seria aplicado o teste de Mann Kendall ou Mann Kendall Modificado os dados foram submetidos ao teste de sequência (Run Test), visando a análise de aleatoriedade e ao teste de Autocorrelação Serial, para verificação de independência.



O nível de significância adotado neste trabalho foi de 5%, estando associado a um valor de  $Z_{\alpha/2} = Z_{0,025} = 1,96$ . Todas as análises foram realizadas utilizando o software R Studio.

## RESULTADOS OBTIDOS

Os resultados obtidos para cada parâmetro citado, na captação o córrego Brejinho, considerando o período chuvoso e seco, estão apresentados nas Figuras 2 e 3, respectivamente.

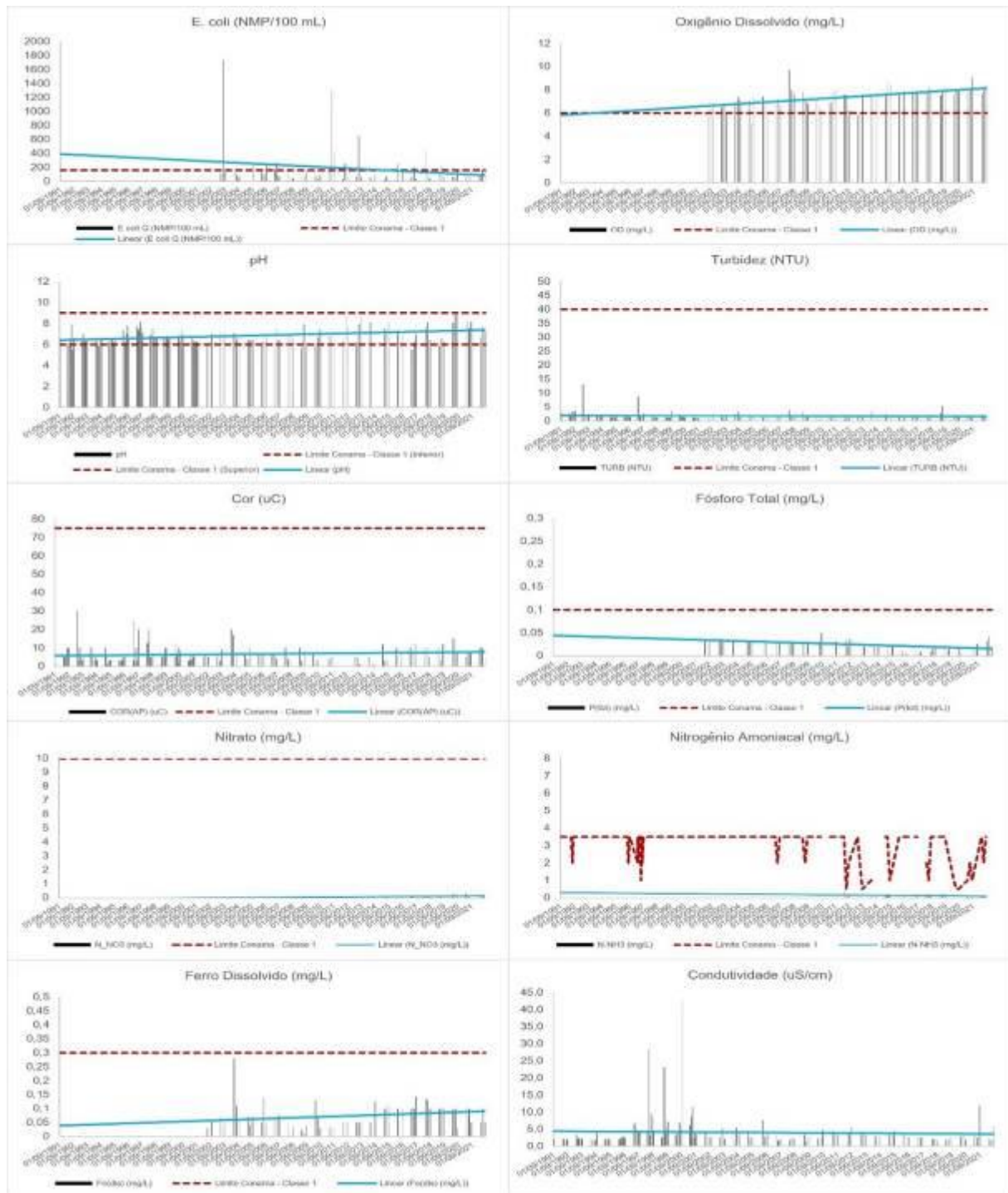
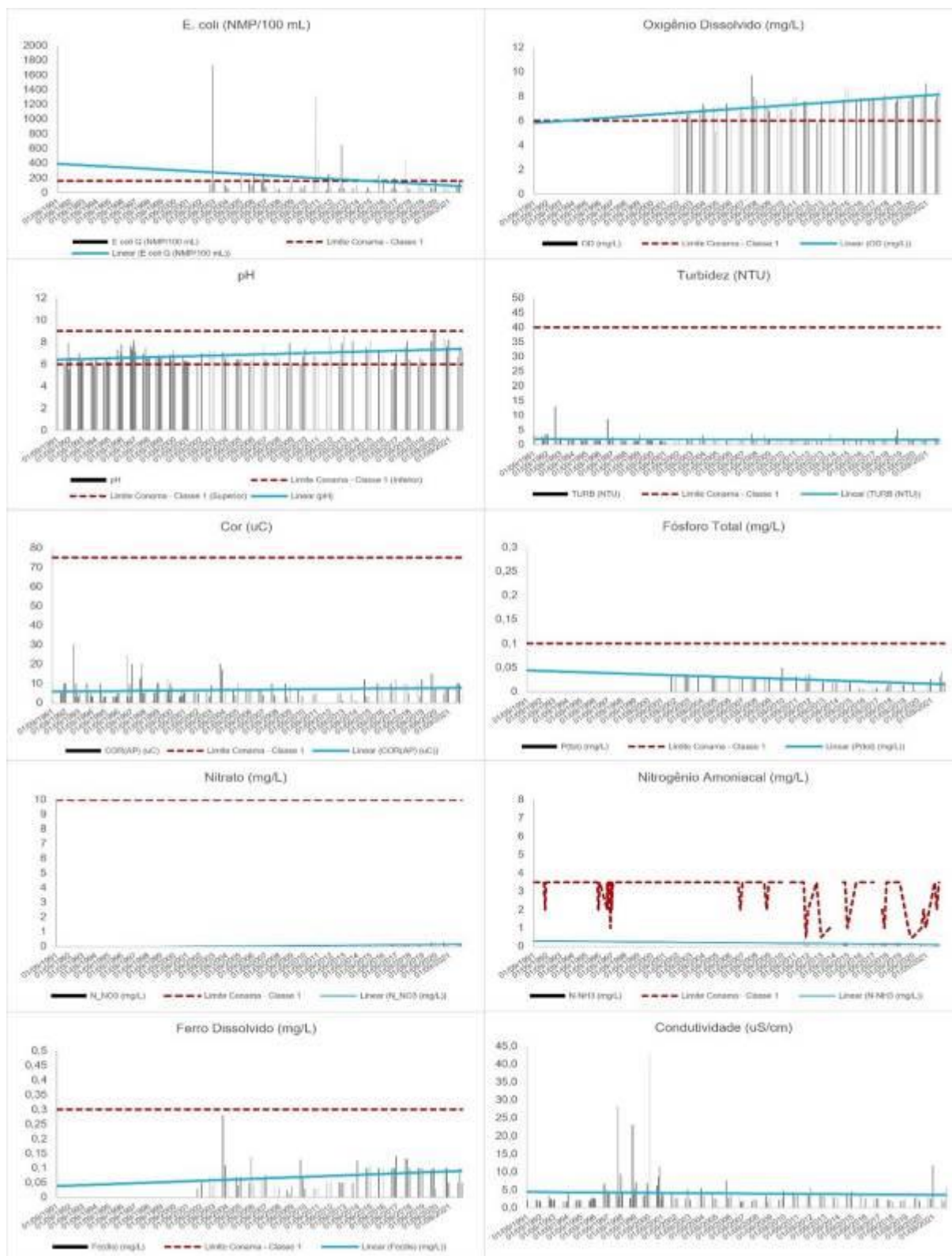


Figura 2: Resultado do monitoramento dos parâmetros de qualidade da água do córrego Brejinho do ano de 1991 a 2022, para o período chuvoso.



**Figura 3: Resultado do monitoramento dos parâmetros de qualidade da água do córrego Brejinho do ano de 1991 a 2022, para o período seco.**

Os resultados obtidos para cada parâmetro citado, na captação o córrego Fumal, considerando o período chuvoso e seco, estão apresentados nas Figuras 4 e 5, respectivamente.

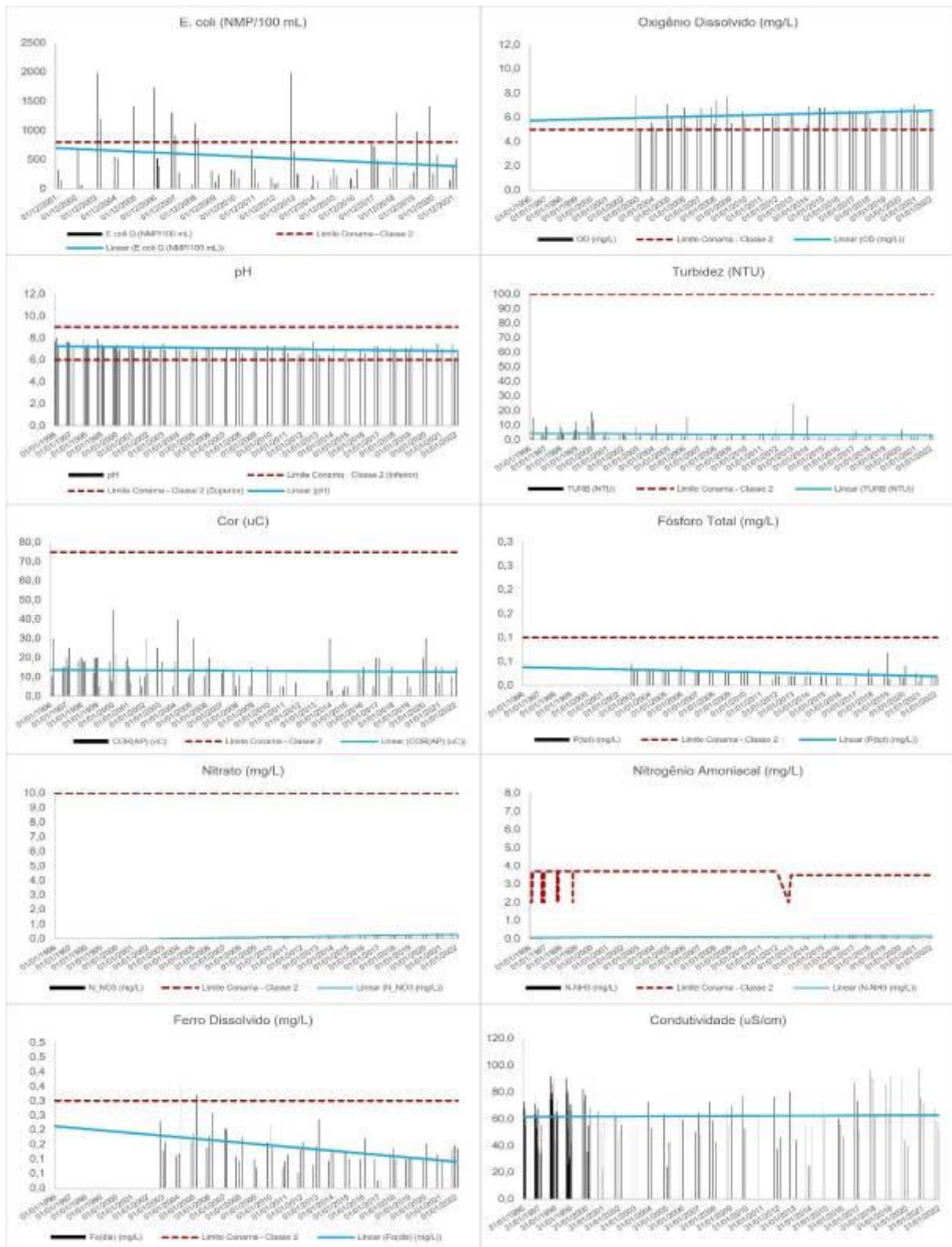


Figura 4: Resultado do monitoramento dos parâmetros de qualidade da água do córrego Fumal do ano de 1996 a 2022, para o período chuvoso.





**Figura 5: Resultado do monitoramento dos parâmetros de qualidade da água do córrego Fumal do ano de 1996 a 2022, para o período seco.**

## ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Conforme se observa na Figura 2, no geral, para o período chuvoso, a grande maioria dos parâmetros mantiveram suas concentrações dentro do limite estabelecido para rios de classe 1 (linha vermelha), mesmo alguns deles demonstrando comportamento levemente ascendente (linha azul) como é o caso do OD, pH, Nitrato e Nitrogênio Amoniacal. Outros como o Fósforo Total e Ferro Dissolvido, apresentaram um pequeno declínio nas concentrações ao longo do ano. A exceção se dá para a *E. coli* que embora tenha apresentado uma leve queda nas suas concentrações ao longo da série histórica, registrou valores acima do limite estabelecido pela resolução Conama 357 de 2005, mesmo em anos mais remotos. Os demais parâmetros aparentemente se mantiveram constante ao longo dos anos.

Vale lembrar que a condutividade não possui limites definidos pela resolução e por isso não apresenta faixa de valores indicativos para as classes.

Para verificar se a variabilidade encontrada na concentração de alguns parâmetros, no período chuvoso, tem se tornado estatisticamente relevante ao longo do tempo, os resultados dos testes de tendência, para cada um deles está apresentado na Tabela 2.

**Tabela 2: Resultado das análises de tendência para cada um dos parâmetros de qualidade exigidos, considerando o período chuvoso, no ponto de monitoramento da captação do córrego Brejinho.**

Parâmetro	Método	p-valor	Tau	Tendência
<i>E. coli</i>	Mann Kendall	0,198	-0,120	Ausente
OD	Mann Kendall	0,004	0,260	Crescente
pH	Mann Kendall Modificado	0,000	0,240	Crescente
Turbidez	Mann Kendall Modificado	0,130	-0,090	Ausente
Cor	Mann Kendall Modificado	0,770	0,023	Ausente
Fósforo Total	Mann Kendall Modificado	0,000	-0,421	Decrescente
Nitrato	Mann Kendall Modificado	0,009	0,417	Crescente
N. Amoniacal	Mann Kendall Modificado	0,934	0,018	Ausente
Ferro Dissolvido	Mann Kendall Modificado	0,867	-0,017	Ausente
Condutividade	Mann Kendall Modificado	0,394	0,108	Ausente

Os resultados apresentados na Tabela 2 mostram que após a aplicação do teste de Mann Kendall, a série de dados de OD, pH, Fósforo Total e Nitrato apresentaram tendências de variabilidade significativa no comportamento ao longo dos anos, enquanto os demais parâmetros mantiveram-se estacionários.

Considerando o Fósforo Total, a mudança foi negativa, isto é, houve redução das médias para o período chuvoso. Já para o OD, pH e Nitrato a mudança ocorreu de forma positiva, com aumento das médias nos últimos anos do período analisado.

Contudo, deve-se considerar o fato de que para o Nitrato, pôde-se observar que a forma de quantificação da concentração, pelo laboratório, provavelmente foi alterada em função do tipo de equipamento utilizado na análise, já que os limites de detecção e quantificação do aparelho se apresentaram maiores para os períodos mais recentes. Este fato influencia diretamente na ordem de valor do dado registrado, que por consequência causa mudanças expressivas no resultado da análise de tendência.

Com relação ao período seco, se percebe, na Figura 3, um comportamento das concentrações de cada um dos parâmetros, de maneira geral, abaixo dos limites estabelecidos pela legislação. A exceção novamente só ocorreu para a *E. coli*, que apresentou valores acima do permitido, entretanto, em sua grande maioria nos períodos mais remotos. Para os anos mais recente, no período seco, as concentrações se apresentaram mais próximas ao estabelecido para rios classe 1.

Objetivando verificar se as tendências dessas concentrações ao longo dos anos, notadas para alguns parâmetros (linha azul), no período seco, têm se tornado estatisticamente relevante, os resultados dos testes, para cada um deles estão apresentados na Tabela 3.



**Tabela 3: Resultado das análises de tendência para cada um dos parâmetros de qualidade exigidos, considerando o período seco, no ponto de monitoramento da captação do córrego Brejinho.**

Parâmetro	Método	p-valor	Tau	Tendência
<i>E. coli</i>	Mann Kendall Modificado	0,381	-0,081	Ausente
OD	Mann Kendall Modificado	0,000	0,480	Crescente
pH	Mann Kendall Modificado	0,001	0,182	Crescente
Turbidez	Mann Kendall Modificado	0,652	-0,045	Ausente
Cor	Mann Kendall Modificado	0,018	0,192	Crescente
Fósforo Total	Mann Kendall Modificado	0,009	-0,385	Decrescente
Nitrato	Mann Kendall Modificado	0,008	0,373	Crescente
N. Amoniacal	Mann Kendall Modificado	0,727	-0,073	Ausente
Ferro Dissolvido	Mann Kendall Modificado	0,109	0,223	Ausente
Condutividade	Mann Kendall Modificado	0,456	0,096	Ausente

A Tabela 3 mostra que o comportamento das variáveis no período seco foi semelhante ao período chuvoso, com tendência de variabilidade significativa nas concentrações de OD, pH, Fósforo Total e Nitrato. Além desses, no período seco, outro parâmetro que também apresentou tendência de comportamento foi o associado a cor, sendo esta identificada como crescente. Os demais mantiveram-se estacionários. No geral, a mesma constatação dada ao comportamento dos parâmetros no período chuvoso pode ser atribuída as concentrações no período seco.

No caso do córrego Fumal, a classe de enquadramento atribuída a ele é a 2, e conforme apresenta a Figura 4, a grande maioria dos parâmetros analisados nessa localidade mantiveram suas concentrações dentro dos limites estabelecidos pela legislação (linha vermelha). Semelhante ao Brejinho, a exceção ocorreu para a *E. coli*, que ao longo da série apresentou concentrações que extrapolaram as determinações normativas. A Figura 4 ainda mostra que alguns parâmetros apresentaram um comportamento levemente ascendente ou descendente ao longo dos anos (linha azul).

Para verificar se a variabilidade dessas concentrações, no período chuvoso, tem se tornado estatisticamente relevante ao longo do tempo, os resultados dos testes de tendência, para cada uma delas está apresentado na Tabela 4.

**Tabela 4: Resultado das análises de tendência para cada um dos parâmetros de qualidade exigidos, considerando o período chuvoso, no ponto de monitoramento da captação do córrego Fumal.**

Parâmetro	Método	p-valor	Tau	Tendência
<i>E. coli</i>	Mann Kendall	0,335	-0,089	Ausente
OD	Mann Kendall Modificado	0,006	0,181	Crescente
pH	Mann Kendall Modificado	0,000	-0,307	Decrescente
Turbidez	Mann Kendall Modificado	0,639	-0,026	Ausente
Cor	Mann Kendall	0,769	-0,017	Ausente
Fósforo Total	Mann Kendall	0,000	-0,473	Decrescente
Nitrato	Mann Kendall Modificado	0,000	0,679	Crescente
N. Amoniacal	Mann Kendall Modificado	0,704	0,081	Ausente
Ferro Dissolvido	Mann Kendall Modificado	0,008	-0,248	Decrescente
Condutividade	Mann Kendall Modificado	0,463	-0,065	Ausente

Os resultados da Tabela 4 mostram que em relação ao córrego Brejinho, no córrego Fumal, para o período chuvoso, dois parâmetros apresentaram divergência de comportamento, sendo estes, o pH e o Ferro Dissolvido, que vêm apresentando reduções nesse ponto de captação. Todos os demais parâmetros mantiveram suas tendências semelhantes ao ponto de captação localizado a montante.

A Figura 5 mostra comportamento, no período seco, semelhante ao período chuvoso no que se refere aos limites estabelecidos para rios de classe 2. A exceção da *E. coli*, todos os demais parâmetros apresentaram concentrações dentro dos limites aceitáveis, mesmo muitos deles apresentando certo indicativo de variabilidade.

Para verificar se essa variabilidade, no período seco, tem se tornado estatisticamente relevante ao longo do tempo, os resultados dos testes de tendência, para cada uma delas, estão apresentados na Tabela 5.

**Tabela 5: Resultado das análises de tendência para cada um dos parâmetros de qualidade exigidos, considerando o período seco, no ponto de monitoramento da captação do córrego Fumal.**

Parâmetro	Método	p-valor	Tau	Tendência
<i>E. coli</i>	Mann Kendall	0,420	-0,075	Ausente
OD	Mann Kendall Modificado	0,000	0,479	Crescente
pH	Mann Kendall Modificado	0,002	-0,299	Decrescente
Turbidez	Mann Kendall Modificado	0,528	-0,043	Ausente
Cor	Mann Kendall Modificado	0,396	0,048	Ausente
Fósforo Total	Mann Kendall	0,000	-0,352	Decrescente
Nitrato	Mann Kendall Modificado	0,000	0,77	Crescente
N. Amoniacal	Mann Kendall Modificado	0,821	-0,047	Ausente
Ferro Dissolvido	Mann Kendall	0,267	-0,099	Ausente
Condutividade	Mann Kendall Modificado	0,347	-0,087	Ausente

A Tabela 5 mostra que resultados discrepantes, em relação ao período chuvoso, só foi observado para o Ferro Dissolvido, que no período seco não apresentou nenhuma tendência de comportamento. Os demais parâmetros mostraram comportamento semelhante ao do período em que se tem maiores concentrações das chuvas.

Embora tenham sido verificadas essas tendências, nenhum parâmetro tem apresentado concentrações que possam causar risco de desenquadramento dos rios ou ainda prejuízos a biota local. No caso da *E. coli* não foi encontrado tendências no seu comportamento ao longo dos anos, o que significa que as concentrações elevadas são parte de uma condição típica da região, sendo identificadas desde o início do seu monitoramento, em 2002.

Com base nos resultados encontrados, a mesma explicação dada quanto as tendências estatisticamente relevantes do comportamento dos parâmetros no período chuvoso, pode ser atribuída aos parâmetros no período seco.

## CONCLUSÕES

Considerando os pontos de captação localizados nos córregos Brejinho e Fumal, pode-se dizer que de maneira geral, todos os parâmetros analisados se mantiveram abaixo do limite das classes, determinadas para cada corpo hídrico. O único parâmetro que apresentou concentrações fora do permitido foi a *E. coli*, de maneira que, é uma situação que vem sendo percebida desde quando se iniciou o seu monitoramento para as áreas, podendo-se dizer, portanto, que é um comportamento típico dessa região.

Embora os parâmetros tenham permanecido abaixo do limite de concentração exigido pela legislação, pode-se destacar que ao longo dos anos, tanto para período chuvoso quanto para o seco, no córrego Brejinho, o Fósforo Total foi o único parâmetro com tendências de redução para os anos mais recentes. Já os parâmetros com tendências de aumento, para os dois períodos foram o OD, pH e Nitrato. A cor só apresentou tendências de aumento no período seco.

No ponto de captação localizado no córrego Fumal também foram verificadas tendências de comportamento para algumas variáveis, sendo tanto no período chuvoso quanto no seco, observadas reduções estatisticamente relevantes para o pH e o Fósforo Total. Para o OD e o Nitrato percebeu-se tendência de aumento para os dois períodos. No caso do Ferro Dissolvido só foi observado aumento de tendência no período chuvoso.

Algumas tendências detectadas são favoráveis, como a redução do Fósforo Total e o aumento do OD. Outras poderiam ser perigosas para a sobrevivência da biota aquática, como o aumento do Nitrato, Ferro Total e Ferro Dissolvido. Já o pH pode apresentar prejuízos quando acima ou abaixo do limite permitido. Entretanto, considerando o valor das concentrações encontradas para cada um deles, nas amostras, pode-se dizer que não há indicativos de existência de carga poluidora nas áreas estudadas.



Todos os demais parâmetros avaliados não apresentaram tendências significativas no comportamento, para nenhum período, em nenhum dos pontos avaliados, permanecendo, portanto, estacionários ao longo dos anos de monitoramento.

Por fim, por se tratar de pontos de captação localizados em uma área de conservação de proteção integral, onde não se tem grandes influências antrópicas, é de se esperar que situações semelhantes às encontradas sejam identificadas, isto é, que não haja grandes alterações nas concentrações desses parâmetros. Isso significa que a região tem conseguido se manter preservada, quanto as cargas de poluição, ao longo dos anos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRASIL. Águas Emendadas – O Paraíso do Cerrado. Secretaria de Estado de Infraestrutura e Obras. Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Brasília, 24p. 2004.
2. CAESB. Relatório Anual da Administração. Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal, Brasília-DF, 2014.
3. CONAMA - Conselho Nacional Do Meio Ambiente. Resolução n° 357 de 17 de março de 2005. Ministério do Meio Ambiente. Brasília-DF, 2005.
4. CONAMA - Conselho Nacional Do Meio Ambiente. Resolução n° 02 de 17 de dezembro de 2014. Ministério do Meio Ambiente. Brasília-DF, 2014.
5. GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL. Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal – ADASA. Plano de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos do Distrito Federal: Relatório Síntese, Brasília-DF, 2012.
6. NEETI, N., EASTMAN, J. R. *A Contextual Mann-Kendall Approach for the Assessment of Trend Significance in Image Time Series. Transactions in GIS*, v.15, n.5, p. 599-611, Oct. 2011.
7. ORGANIZAÇÃO METEOROLÓGICA MUNDIAL – OMM. *Analyzing long timeseries of hydrological data with respect to climate variability. Wcap-3, WMO/TD 224*. 1998.
8. YUE, S., PILON, P., CAVADIAS, G. *“Power of the Mann-Kendall and Spearman’s rho tests for detecting monotonic trends in hydrological series”*. *Journal of Hydrology*, v.259, p. 254-271, Mar. 2002.