

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO CÓRREGO SAMAMBAIA, GOIÂNIA/GO

LUCAS BERNARDES BORGES

ORIENTADOR: Dr. NORI PAULO GRIEBELER

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Goiás – UEG, Unidade Universitária de Ciências Exatas e Tecnológicas de Anápolis como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola – Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, para obtenção do título de MESTRE.

**ANÁPOLIS
GOIÁS
2009**

FICHA CATALOGRÁFICA

Catálogo na Fonte

Biblioteca UnUCET – UEG

Helenir Freire Batista Machado – CRB 1704

Borges, Lucas Bernardes.

B732b Avaliação da Qualidade da Água do Córrego Samambaia, Goiânia/GO./ Lucas Bernardes Borges - Anápolis: Universidade Estadual de Goiás- Mestrado em Engenharia Agrícola, 2009.

60 p. : il. ; 31 cm. – (Dissertação / Universidade Estadual de Goiás, Unidade Universitária de Ciências Exatas e Tecnológicas - Engenharia Agrícola.

I. Borges, Lucas Bernardes.

II. Título.

III. Dissertação- CD ROM.

1. Uso do solo. 2. Conama 357/05.

3. IQA.

CDU 631:627

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO CÓRREGO SAMAMBAIA,
GOIÂNIA/GO**

POR

LUCAS BERNARDES BORGES

**Dissertação apresentada como parte das exigências para obtenção do título de
MESTRE EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

Aprovado em: ____/____/____

Prof.º Dr.º Nori Paulo Griebeler

Orientador

UEG / UnUCET

Prof.º Dr.º Antonio Pasqualetto

IFGoiás / UCG

Prof.ª Dr.ª Orlene Silva da Costa

UEG / UnUCET

Dedico este trabalho aos meus pais.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me conceder mais essa graça.

Aos pais, Heliana e Antonio Newton, por compartilharem meus problemas, sempre estando ao meu lado, principalmente nos momentos mais difíceis pelos quais passei, pela grande amizade e pela torcida.

À namorada, Poliana, pelo companheirismo, pelo carinho e por me trazer a tranquilidade necessária nos momentos em que a intranquilidade prevalecia.

Aos irmãos, Juliana, Mariana e Jalles, pelo apoio, pelo carinho e pelos conselhos.

Aos queridos avós, Alzira e Antonio, e à tia Maria, pelas orações, pelo carinho e pela torcida.

Aos servidores da UEG, professores e funcionários, por terem me recebido de forma fraterna e por sempre estarem prontos em ajudar.

Aos amigos do mestrado pelo apoio, pela força e pelo companheirismo.

Aos funcionários da SEMARH que me receberam com muita presteza, atenção e cordialidade.

Ao grande amigo Luciano Lozi, pela ajuda, pela preocupação e pelo conhecimento transmitido.

Ao orientador, professor Nori Paulo Griebeler, por ter me acompanhado por esses dois anos.

Aos professores Antonio Pasqualetto e Orlene pela colaboração na execução da dissertação e por terem aceitado o convite de participar da banca de defesa.

Aos servidores do Instituto Federal de Goiás pela compreensão, pelo apoio e pelo companheirismo.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudo no início do curso.

A todos aqueles que de alguma forma ajudaram e sempre torceram por mim.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	viii
RESUMO.....	xi
ABSTRACT.....	xii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	2
2.1 Importância da água.....	2
2.2 Qualidade e poluição da água.....	3
2.3 Influência do uso e ocupação do solo na qualidade da água.....	4
2.4 Usos múltiplos da água e classes de enquadramento dos mananciais.....	5
2.5 Monitoramento, gerenciamento e importância de estudos na área de recursos hídricos.....	6
2.6 Parâmetros de qualidade da água.....	7
2.6.1 Variáveis físicas.....	7
2.6.2 Variáveis químicas.....	10
2.6.3 Variável microbiológica.....	14
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	15
3.1 Localização da bacia do córrego Samambaia.....	15
3.2 Avaliação da bacia do córrego Samambaia.....	17
3.3 Análises físicas, químicas e biológica da água do córrego Samambaia.....	19
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
4.1 Impactos ambientais presentes na bacia do córrego Samambaia.....	23
4.2 Análise estatística descritiva.....	26
4.3 Análise estatística multivariada.....	29
4.3.1 Cor aparente e turbidez.....	29
4.3.2 Resíduos totais (fixos e voláteis).....	32
4.3.3 Resíduos sedimentáveis.....	35
4.3.4 Condutividade e sólidos dissolvidos totais.....	36
4.3.5 Temperatura da amostra.....	38
4.3.6 Alcalinidade e pH.....	40
4.3.7 Cloretos.....	42
4.3.8 Oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio e demanda química de oxigênio.....	43

4.3.9 Dureza.....	46
4.3.10 Fosfato.....	47
4.3.11 Nitrato, nitrito e nitrogênio amoniacal	48
4.3.12 Coliformes termotolerantes.....	50
4.4 Análise de componentes principais.....	51
4.5 Comparação dos resultados com a resolução Conama 357/05.....	53
 5 CONCLUSÃO.....	 55
 6 REFERÊNCIAS	 56

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Métodos analíticos e o local das análises dos parâmetros monitorados próximo da nascente da margem direita, aproximadamente no meio do córrego e próximo da foz do córrego Samambaia, Goiânia/GO.....	21
TABELA 2. Padrões de qualidade de água estabelecidos pela resolução Conama 357/05 22 para rios de classe II.....	
TABELA 3. Médias, desvios padrão, amplitudes e coeficientes de variação (CV) dos valores dos parâmetros estudados no início das chuvas e no meio da estação chuvosa para o ponto próximo da nascente da margem direita do córrego 27 Samambaia, Goiânia/GO.....	
TABELA 4. Médias, desvios padrão, amplitudes e coeficientes de variação (CV) dos valores dos parâmetros estudados no início das chuvas e no meio da estação chuvosa para o ponto aproximadamente no meio do córrego Samambaia, 28 Goiânia/GO.....	
TABELA 5. Médias, desvios padrão, amplitudes e coeficientes de variação (CV) dos valores dos parâmetros estudados no início das chuvas e no meio da estação chuvosa para o ponto próximo da foz do córrego Samambaia, 29 Goiânia/GO.....	
TABELA 6. Temperatura média do ar, insolação e precipitação de três dias anteriores à 33 coleta do córrego Samambaia, Goiânia/GO.....	
TABELA 7. Pesos dos fatores extraídos dos componentes principais.....	52
TABELA 8. Comparação dos valores dos parâmetros analisados com a resolução Conama 53 357/05.....	

LISTAS DE FIGURAS

- FIGURA 1. Mapa de localização da bacia hidrográfica do córrego Samambaia, 15
Goiânia/GO.....
- FIGURA 2. Mapa indicativo dos pontos de coleta próximo da nascente da margem direita
(ponto 1), aproximadamente no meio do córrego (ponto 2) e próximo da foz
(ponto 3) do córrego Samambaia, Goiânia/GO..... 16
- FIGURA 3. Imagem orbital do entorno do ponto próximo da nascente da margem direita 17
do córrego Samambaia, Goiânia/GO (ponto 1).....
- FIGURA 4. Imagem orbital do entorno do ponto aproximadamente no meio do córrego 18
Samambaia, Goiânia/GO (ponto 2).....
- FIGURA 5. Imagem orbital do entorno do ponto próximo da foz do córrego Samambaia, 19
Goiânia/GO (ponto 3).....
- FIGURA 6. Imagem dos pontos de coleta próximo da nascente da margem direita (a),
aproximadamente no meio (b) e próximo da foz (c) do córrego Samambaia,
Goiânia/GO..... 20
- FIGURA 7. Imagem revelando a mata ciliar degradada e a presença de gado dentro da 23
nascente da margem esquerda do córrego Samambaia, Goiânia/GO.....
- FIGURA 8. Imagem orbital representando uma pastagem degradada e solo exposto na 24
bacia do córrego Samambaia, Goiânia/GO.....
- FIGURA 9. Imagem orbital de uma horta localizada na bacia do córrego Samambaia, 24
Goiânia/GO.....
- FIGURA 10. Imagem orbital revelando a quantidade de represas existentes ao longo do 25
percurso do córrego Samambaia, Goiânia/GO.....
- FIGURA 11. Imagem da bacia de sedimentação do confinamento localizado próximo ao 26
leito do córrego Samambaia, Goiânia/GO.....
- FIGURA 12. Valores encontrados para o parâmetro cor aparente (mg Pt L^{-1}) no período de
setembro de 2008 a fevereiro de 2009 próximo da nascente da margem
direita (ponto 1), aproximadamente no meio do córrego (ponto 2) e próximo 30
da foz (ponto 3) do córrego Samambaia, Goiânia/GO.....
- FIGURA 13. Valores encontrados para o parâmetro turbidez (UNT) no período de
setembro de 2008 a fevereiro de 2009 próximo da nascente da margem
direita (ponto 1), aproximadamente no meio do córrego (ponto 2) e próximo 30
da foz (ponto 3) do córrego Samambaia, Goiânia/GO.....
- FIGURA 14. Imagem das imediações do ponto próximo da nascente da margem direita do
córrego do córrego Samambaia, Goiânia/GO, ilustrando sinais da presença
de gado na área..... 31
- FIGURA 15. Valores encontrados para o parâmetro resíduos totais (mg L^{-1}) no período de
setembro de 2008 a fevereiro de 2009 próximo da nascente da margem
direita (ponto 1), aproximadamente no meio do córrego (ponto 2) e próximo 34
da foz (ponto 3) do córrego Samambaia, Goiânia/GO.....

- FIGURA 16. Valores encontrados para o parâmetro resíduos fixos (mg L^{-1}) no período de setembro de 2008 a fevereiro de 2009 próximo da nascente da margem direita (ponto 1), aproximadamente no meio do córrego (ponto 2) e próximo³⁴ da foz (ponto 3) do córrego Samambaia, Goiânia/GO.....
- FIGURA 17. Valores encontrados para o parâmetro resíduos voláteis (mg L^{-1}) no período de setembro de 2008 a fevereiro de 2009 próximo da nascente da margem direita (ponto 1), aproximadamente no meio do córrego (ponto 2) e próximo³⁵ da foz (ponto 3) do córrego Samambaia, Goiânia/GO.....
- FIGURA 18. Valores encontrados para o parâmetro resíduos sedimentáveis (mg L^{-1}) no período de setembro de 2008 a fevereiro de 2009 próximo da nascente da margem direita (ponto 1), aproximadamente no meio do córrego (ponto 2) e³⁶ próximo da foz (ponto 3) do córrego Samambaia, Goiânia/GO.....
- FIGURA 19. Valores encontrados para o parâmetro condutividade ($\mu\text{S cm}^{-1}$) no período de setembro de 2008 a fevereiro de 2009 próximo da nascente da margem direita (ponto 1), aproximadamente no meio do córrego (ponto 2) e próximo³⁷ da foz (ponto 3) do córrego Samambaia, Goiânia/GO.....
- FIGURA 20. Médias dos valores encontrados para o parâmetro sólidos dissolvidos totais (mL L^{-1}) nos meses do início das chuvas e do meio da estação chuvosa próximo da nascente da margem direita (ponto 1), aproximadamente no meio do córrego (ponto 2) e próximo da foz (ponto 3) do córrego Samambaia, Goiânia/GO.....³⁷
- FIGURA 21. Valores encontrados para o parâmetro temperatura da amostra ($^{\circ}\text{C}$) no período de setembro de 2008 a fevereiro de 2009 próximo da nascente da margem direita (ponto 1), aproximadamente no meio do córrego (ponto 2) e³⁹ próximo da foz (ponto 3) do córrego Samambaia, Goiânia/GO.....
- FIGURA 22. Imagem da represa Samambaia, localizada a montante do ponto próximo da³⁹ foz do córrego Samambaia, Goiânia/GO.....
- FIGURA 23. Valores encontrados para o parâmetro alcalinidade ($\text{mg L}^{-1} \text{CaCO}_3$) no período de setembro de 2008 a fevereiro de 2009 próximo da nascente da margem direita (ponto 1), aproximadamente no meio do córrego (ponto 2) e⁴¹ próximo da foz (ponto 3) do córrego Samambaia, Goiânia/GO.....
- FIGURA 24. Valores encontrados para o parâmetro pH no período de setembro de 2008 a fevereiro de 2009 próximo da nascente da margem direita (ponto 1), aproximadamente no meio do córrego (ponto 2) e próximo da foz (ponto 3)⁴¹ do córrego Samambaia, Goiânia/GO.....
- FIGURA 25. Valores encontrados para o parâmetro cloretos (mg L^{-1}) no período de setembro de 2008 a fevereiro de 2009 próximo da nascente da margem direita (ponto 1), aproximadamente no meio do córrego (ponto 2) e próximo⁴² da foz (ponto 3) do córrego Samambaia, Goiânia/GO.....
- FIGURA 26. Valores encontrados para o parâmetro oxigênio dissolvido ($\text{mg L}^{-1} \text{O}_2$) no período de setembro de 2008 a fevereiro de 2009 próximo da nascente da margem direita (ponto 1), aproximadamente no meio do córrego (ponto 2) e⁴⁴ próximo da foz (ponto 3) do córrego Samambaia, Goiânia/GO.....

- FIGURA 27. Valores encontrados para o parâmetro $\text{DBO}_{5,20}$ ($\text{mg L}^{-1} \text{O}_2$) no período de setembro de 2008 a fevereiro de 2009 próximo da nascente da margem direita (ponto 1), aproximadamente no meio do córrego (ponto 2) e próximo da foz (ponto 3) do córrego Samambaia, Goiânia/GO..... 44
- FIGURA 28. Valores encontrados para o parâmetro DQO ($\text{mg L}^{-1} \text{O}_2$) no período de setembro de 2008 a fevereiro de 2009 próximo da nascente da margem direita (ponto 1), aproximadamente no meio do córrego (ponto 2) e próximo da foz (ponto 3) do córrego Samambaia, Goiânia/GO..... 45
- FIGURA 29. Valores encontrados para o parâmetro dureza ($\text{mg L}^{-1} \text{CaCO}_3$) no período de setembro de 2008 a fevereiro de 2009 próximo da nascente da margem direita (ponto 1), aproximadamente no meio do córrego (ponto 2) e próximo da foz (ponto 3) do córrego Samambaia, Goiânia/GO..... 46
- FIGURA 30. Valores encontrados para o parâmetro fosfato (mg L^{-1}) no período de setembro de 2008 a fevereiro de 2009 próximo da nascente da margem direita (ponto 1), aproximadamente no meio do córrego (ponto 2) e próximo da foz (ponto 3) do córrego Samambaia, Goiânia/GO..... 47
- FIGURA 31. Valores encontrados para o parâmetro nitrato (mg L^{-1}) no período de setembro de 2008 e fevereiro de 2009 próximo da nascente da margem direita (ponto 1), aproximadamente no meio do córrego (ponto 2) e próximo da foz (ponto 3) do córrego Samambaia, Goiânia/GO..... 48
- FIGURA 32. Valores encontrados para o parâmetro nitrito (mg L^{-1}) no período de setembro de 2008 a fevereiro de 2009 próximo da nascente da margem direita (ponto 1), aproximadamente no meio do córrego (ponto 2) e próximo da foz (ponto 3) do córrego Samambaia, Goiânia/GO..... 49
- FIGURA 33. Valores encontrados para o parâmetro nitrogênio amoniacal (mg L^{-1}) no período de setembro de 2008 a fevereiro de 2009 próximo da nascente da margem direita (ponto 1), aproximadamente no meio do córrego (ponto 2) e próximo da foz (ponto 3) do córrego Samambaia, Goiânia/GO..... 49
- FIGURA 34. Valores encontrados para o parâmetro coliformes termotolerantes ($\text{NMP } 100^{-1} \text{ mL}^{-1}$) no período de setembro de 2008 a fevereiro de 2009 próximo da nascente da margem direita (ponto 1), aproximadamente no meio do córrego (ponto 2) e próximo da foz (ponto 3) do córrego Samambaia, Goiânia/GO..... 51

RESUMO

A água é um recurso natural indispensável à sobrevivência e ao desenvolvimento da humanidade e, mesmo assim, vem sendo utilizada de forma inadequada. Diferentes fontes salientam que a poluição e a escassez da água será o maior problema ambiental que o ser humano enfrentará neste século. Esse fato revela a importância de se fazer a avaliação e o acompanhamento da situação da qualidade da água dos mananciais. O presente trabalho teve como objetivo avaliar os aspectos físicos, químicos e biológicos da água do córrego Samambaia, Goiânia/GO, no início das chuvas e no meio da estação chuvosa, identificando e registrando os tipos de uso e ocupação da terra na bacia da área de estudo, além de comparar os valores dos parâmetros estudados com a resolução Conama 357/05. As amostras de água foram coletadas próximo da nascente da margem direita (ponto 1), aproximadamente na metade do córrego (ponto 2) e próximo da foz (ponto 3), entre setembro de 2008 e fevereiro de 2009. As análises foram realizadas no laboratório da Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado de Goiás, SEMARH. A avaliação espacial e temporal foi realizada por meio de gráficos dos valores de cada parâmetro estudado em relação aos seis meses analisados. Além disso, comparou-se os resultados obtidos por esta pesquisa com aqueles encontrados na literatura para córregos com características similares às do Samambaia. Calculou-se a média, o desvio padrão, a amplitude e o coeficiente de variação dos valores dos meses referentes ao início das chuvas e no meio da estação chuvosa. Realizou-se a análise de componentes principais com o auxílio do programa Statistica 7.0. Comparou-se os valores obtidos dos parâmetros estudados com a resolução Conama 357/05. Concluiu-se que os valores de cor aparente, turbidez, resíduos totais e coliformes termotolerantes indicaram a presença de gado na nascente. Evidenciou-se o lançamento de resíduos de origem orgânica no mês de novembro, a partir dos valores obtidos de cor aparente, turbidez, resíduos totais, resíduos voláteis, resíduos sedimentáveis, demanda bioquímica de oxigênio, pH e coliformes termotolerantes. Houve uma influência positiva da represa Samambaia na qualidade da água do córrego. A turbidez e os coliformes termotolerantes não atenderam a resolução Conama 357/05. Como medidas mitigadoras, pode-se recomendar a revitalização das áreas de preservação permanente, impedindo que o gado tenha acesso a essas áreas; a reforma das pastagens degradadas; a adoção de medidas conservacionistas; a recuperação das áreas degradadas e a conscientização dos produtores quanto à importância da preservação do córrego Samambaia.

Palavras-chave: uso do solo, água, IQA.

ABSTRACT

Water is a fundamental natural resource essential to development and survival of mankind, nevertheless has been used in a wrong way. It is well-known that both, pollution and shortage of water, will be the major problem facing mankind in this century. This simple fact shows the importance of making the evaluation and to monitor the quality of natural water springs. The main target of this work is the physical, chemical and biological evaluation of the Samambaia river water, Goiânia-GO, during the dry and raining seasons. In the evaluation we identified and recorded the land usage and land occupation of the region surrounded the studied watershed. We confronted our found values with the ones showed by the Conama resolution number 357/05. The water samples were collected in the neighbourhood of the natural water spring (point 1), approximately located in the middle point of the stream (point 2) and near to the mouth (point 3) across the river from September 2008 to February 2009. All the laboratorial analysis occurred in the Environmental and Water Resources Secretary Laboratories from State of Goiás (*laboratório da Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado de Goiás - SEMARH*). The spatial and temporal evaluation was performed using graphics displaying each studied parameter during the six months analysed. In addition we compared our results with the ones founded in the literature for rivers with the Samabaia's characteristics. We have calculated the average values, the deviation, the amplitude and the variation coefficient for the data to the beginning and middle of the raining season. We also made the principal component analysis using the Statistica 7.0 software. We compared the values obtained in the analysis with the ones founded in the Conama resolution number 357/05. We founded that the values of apparent coloration, turbidity, total residues and thermotolerant coliforms pointed to the existence of cattle in the area. The values founded in the november period to the parameters apparent coloration, turbidity, total residues, volatile residues, sedimentable residues, pH, and thermotolerant coliforms tells us that organic residues was put down in the river flow. The influence of the dam in the river water quality was positive. The turbidity and the thermotolerant coliforms obeyed the Conama 357/05 resolution. As mitigate providences we recommend the revitalization of the permanent preservation areas, avoiding the access of the cattle in to these areas, the reformation of the damaged pasture and the conscientization of the farmers about the preservation of the Samambaia river.

Key words: Land use, Conama 357/05, IQA.

1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural indispensável à sobrevivência e ao desenvolvimento da humanidade. No entanto, esta tem sido utilizada de forma inadequada pela sociedade, causando problemas tanto no que se refere a sua qualidade quanto a sua quantidade. Diferentes autores salientam que a poluição e a escassez da água será o maior problema ambiental que o homem enfrentará neste século.

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS) (2009), cerca de 28 mil pessoas morrem no Brasil todos os anos por causa da contaminação da água ou de doenças relacionadas com a falta de higiene. A mesma organização afirma ainda que investimentos no tratamento da água poderiam economizar recursos públicos.

Essas constatações reportam à importância de se fazer a avaliação e o acompanhamento da situação da qualidade da água dos mananciais, com a finalidade de serem tomadas ações eficientes na redução dos danos ao meio ambiente e no controle ambiental, evitando o comprometimento do aproveitamento múltiplo e integrado da água e minimizando os impactos negativos ao meio ambiente.

O Governo Federal vem tomando algumas medidas no que diz respeito aos recursos hídricos. Em 1997, no dia 8 de janeiro, foi publicada a Lei número 9433 que visa regulamentar o uso da água e evitar os conflitos entre os usuários. Passados 8 anos, foi publicada a resolução Conama 357/05, em 17 de março de 2005, que regulamenta a classificação dos corpos d'água e as diretrizes ambientais para o seu enquadramento, estabelecendo as condições e padrões de lançamento de efluentes.

A fim de contribuir com a disponibilidade de dados sobre recursos hídricos no Brasil, o presente trabalho teve como objetivo avaliar os aspectos físicos, químicos e biológicos da água do córrego Samambaia, Goiânia/GO, no início das chuvas e no meio da estação chuvosa, identificando e registrando os tipos de uso e ocupação do solo na bacia da área de estudo, além de comparar os valores dos parâmetros estudados com a resolução Conama 357/05.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Importância da água

Desde a origem da vida no planeta Terra, a água sempre foi fundamental para a sobrevivência e o desenvolvimento de qualquer forma de vida (TUNDISI, 2005). A água é um recurso natural finito e essencial à vida, seja como componente bioquímico de seres vivos, como meio de vida de várias espécies, como elemento representativo de valores sociais e culturais (BERNARDI, 2003), cuja qualidade vem sendo afetada devido ao crescimento da população e a ausência de políticas públicas voltadas para a sua preservação (MERTEN e MINELLA, 2002).

Segundo Von Sperling (1996), do total de água disponível na Terra, somente 0,8% são água doce, sendo que, desta pequena fração, apenas 3% apresentam-se na forma de água superficial, ou seja, de extração mais fácil.

O consumo de água representa uma pequena proporção da água doce disponível (PEIXOTO FILHO e BONDAROVSKY, 2000). No entanto, a quantidade demandada de água vem sofrendo aumentos consideráveis (FIOREZE, 2006) devido ao crescimento acelerado da população, ao maior uso de água para atender padrões de conforto e bem-estar da vida moderna (REBOUÇAS, 1999) e ao desenvolvimento socioeconômico (BUENO et al., 2005). Este último, além de outros fatores, também está relacionado com a disponibilidade de água de boa qualidade e na capacidade de conservação e proteção dos mananciais (SILVA, 2003).

A distribuição da água é bastante desigual entre países e regiões, sendo que a precária administração ambiental e o desperdício fazem com que esse bem seja cada vez mais escasso até em áreas bem providas de água doce (PEIXOTO FILHO e BONDAROVSKY, 2000).

Embora dependa da água, a sociedade humana polui e degrada esse recurso (TUNDISI, 2005). Rebouças (1999) e Araujo (2006) salientam que a humanidade vem enfrentando problemas relacionados com a escassez da água, principalmente, devido ao aumento da quantidade demandada e da sua qualidade estar sendo afetada. De acordo com Oleriano e Dias (2007), organismos nacionais e internacionais citam a poluição e a escassez das águas como o maior problema ambiental que a humanidade enfrentará neste século.

A percepção dos povos em relação à escassez de água fez com que a água que não possuía nenhum valor econômico entrasse para o grupo dos bens economicamente valorados (STRASSBURGER, 2005).

2.2 Qualidade e poluição da água

O termo "qualidade de água" não se refere a um estado de pureza, mas sim às características químicas, físicas e biológicas da água, em que são estipuladas diferentes finalidades para seu uso (MERTEN e MINELLA, 2002). Para caracterizar a qualidade da água são utilizados diversos parâmetros que representam essas características (BILICH e LACERDA, 2005).

Para Tundisi (2005), as principais atividades humanas cujos impactos nos recursos hídricos, do ponto de vista quantitativo e qualitativo, são relevantes, alterando, portanto, o ciclo hidrológico e a qualidade da água, são: a urbanização, o despejo de esgoto sem tratamento, a construção de estradas, o desvio de rios e construção de canais, a mineração, as hidrovias, a construção de represas, as atividades industriais, a agricultura, a pesca, a piscicultura, a introdução de espécies exóticas, a remoção de espécies críticas, a disposição de resíduos sólidos e o desmatamento nas bacias hidrográficas.

A poluição das águas é causada pela adição de substâncias ou de formas de energias que, direta ou indiretamente, alterem a natureza do corpo de água de uma maneira tal que prejudique os legítimos usos que dele são feitos (VON SPERLING, 1996). A poluição pode ser gerada por diferentes fontes (CAMPOS, 2008), podendo ocorrer de forma pontual ou difusa. Na poluição pontual, os poluentes atingem o corpo de água de forma concentrada no espaço, como, por exemplo, a descarga em um manancial de esgotos domésticos e industriais. Já na poluição difusa, os poluentes adentram o corpo de água distribuídos ao longo de toda sua extensão, como é o caso da poluição veiculada pela drenagem pluvial natural (VON SPERLING, 1996).

Os efluentes domésticos são constituídos basicamente por contaminantes orgânicos, micro-organismos e nutrientes. Já a contaminação por efluentes industriais é decorrente das matérias primas e dos processos industriais utilizados, podendo ser complexa, devido à natureza, concentração e volume dos resíduos produzidos (MERTEN e MINELLA, 2002).

Campos (2008) salienta que a atividade agrícola causa impactos no que tange aos recursos hídricos devido às grandes alterações necessárias para o seu desenvolvimento, como a mecanização intensiva, a monocultura, o pastoreio, o desmatamento com a retirada da mata ciliar e o uso de agrotóxicos.

Os solos manejados de forma incorreta podem favorecer a ocorrência da erosão, do assoreamento, da poluição do manancial e da redução da fertilidade dos solos (CAMPOS, 2008).

Para Tundisi (2005), o conjunto de ações que causam a degradação dos recursos hídricos tem por consequência a eutrofização, o aumento do material em suspensão e assoreamento de mananciais, a perda da diversidade biológica, as alterações no ciclo hidrológico e no volume de mananciais. Cita também as alterações na flutuação de nível dos rios e nas áreas de inundação, a contaminação dos aquíferos, o aumento da toxicidade das águas, a perda da capacidade tampão (pela remoção de áreas alagadas e florestas ripárias), a expansão geográfica de doenças de veiculação hídrica e a degradação dos mananciais e das áreas de abastecimento.

A legislação ambiental tem estabelecido regras para o lançamento de efluentes industriais e a tendência é de existir um maior controle sobre esses poluentes (MERTEN e MINELLA, 2002). No entanto, apesar de alterações na legislação, a fiscalização das atividades e o controle dos processos ainda demandam grandes investimentos.

2.3 Influência do uso e ocupação do solo na qualidade da água

A qualidade da água de um curso reflete o uso e manejo do solo da bacia hidrográfica desse manancial, uma vez que as chuvas precipitadas sobre as vertentes formam o escoamento superficial, carreando sedimentos e poluentes para a rede de drenagem (MERTEN e MINELLA, 2002).

A necessidade de promover a recuperação ambiental e enfrentar problemas como poluição, escassez e conflitos pelo uso da água, trouxeram a necessidade de reconhecer a bacia hidrográfica como um sistema socioambiental, o qual abrange todos os organismos e elementos que funcionam em conjunto, estando interligados numa relação de dependência (CAMPOS, 2008).

Visando regulamentar o uso da água e evitar os conflitos entre os usuários, o Governo Federal publicou a Lei de número 9433, de 8 de janeiro de 1997. Essa lei instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, a qual se baseia no fundamento de a bacia hidrográfica ser a unidade territorial para sua implementação, assim como para a atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Oleriano e Dias (2007) definem bacia hidrográfica como a unidade de planejamento estratégico, em que a administração ultrapassa fronteiras políticas, possibilitando uma maior eficiência nos usos múltiplos, promovendo técnicas inovadoras capazes de manter um meio sustentável.

Um ponto importante no estudo das bacias hidrográficas é identificar os indicadores ambientais mais significativos, os quais realmente representem a real situação de uso e ocupação do solo e, assim, propor uma forma de controle. Surge, então, a necessidade de se incrementar o conhecimento sobre as bacias hidrográficas, considerando o seu uso atual, bem como a sua capacidade máxima de uso, dadas todas as atividades existentes na sua área de contribuição, de modo a contemplar um controle em termos de qualidade da água (MACHADO, 2006).

A utilização da bacia hidrográfica como unidade de análise possibilita verificar o aumento dos processos erosivos desencadeados pela retirada da vegetação, a redução da vazão do manancial, o aumento dos picos de cheia, a degradação dos recursos hídricos, entre outros (CAMPOS, 2008).

2.4 Usos múltiplos da água e classes de enquadramento dos mananciais

O desenvolvimento econômico e cultural e a diversificação da sociedade fazem com que necessidades sejam incorporadas e resultam em usos múltiplos e variados dos recursos hídricos, provocando impactos e gerando permanente pressão sobre os recursos hídricos (TUNDISI, 2005).

A água pode ser utilizada para diversas finalidades, tais como irrigação, dessedentação de animais, abastecimento público, geração de energia elétrica, higienização de instalações, lazer, turismo, pesca, aquacultura, transporte e mineração.

Em 2005, o Conselho Nacional do Meio Ambiente - Conama publicou no Diário

Oficial da União a Resolução 357 que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, apresentando classes para enquadramento dos cursos d'água e estabelecendo limites para parâmetros que são relacionados à qualidade da água.

Esta resolução estabelece que classe de qualidade do manancial é o conjunto de condições e padrões de qualidade de água necessários ao atendimento dos usos preponderantes, atuais ou futuros, sendo que para cada classe são estipulados limites individuais para cada substância.

O córrego Samambaia é classificado como classe 2, já que a resolução Conama 357/05 estabelece que enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2, podendo ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução Conama nº 274, de 2000;
- d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e
- e) à aquicultura e à atividade de pesca.

2.5 Monitoramento, gerenciamento e importância de estudos na área de recursos hídricos

O aumento e a diversificação dos usos múltiplos da água resultaram em uma multiplicidade de impactos, de diversas magnitudes, que exigem diferentes tipos de avaliação qualitativa e quantitativa e monitoramento adequado de longo prazo, já que um mesmo manancial pode ser objeto de variados usos ao longo de seu trajeto (TUNDISI, 2005).

O monitoramento da qualidade da água é definido como a avaliação e o acompanhamento de uma dada situação, a partir de dados medidos por aparelhos, conforme definição encontrada nos dicionários. Já o gerenciamento da qualidade da água necessita dos resultados desse estudo para que as ações tomadas sejam eficientes na redução dos danos ao meio ambiente, atuais e futuros, e no controle ambiental, de forma a impedir que problemas decorrentes da poluição da água venham a comprometer seu aproveitamento múltiplo e

integrado, e de forma a colaborar para a minimização dos impactos negativos ao meio ambiente (REBOUÇAS, 1999).

Neste sentido, tem-se procedido a realização de vários estudos visando a conservação e o uso correto do meio ambiente, destacando-se as pesquisas que visam a integração dos ambientes terrestre e aquático, pois só a visão conjunta da proteção desses ecossistemas pode levar a obtenção de resultados satisfatórios (STRASSBURGER, 2005).

O planejamento e a gestão de recursos hídricos dependem de informações básicas confiáveis, como a qualidade da água, cobertura vegetal, solo, ações antrópicas e obras hidráulicas, sendo que a oferta só poderá ser adequadamente estimada se existirem redes de monitoramento que gerem dados indispensáveis sobre variáveis de interesse no setor de quantidade e de qualidade das águas, sendo que a desinformação aumenta a incerteza das decisões e dos resultados dos usos e impactos causados nos mananciais (REBOUÇAS, 1999).

Os mesmos autores afirmam ainda que o Brasil é um país com poucos sistemas de monitoramento de qualidade da água e que, portanto, dispõe de uma quantidade bastante pequena de informações sobre o estado de seus corpos de água, indicando a necessidade do país desenvolver sua tecnologia de redes de monitoramento de qualidade da água e reconhecer a importância desse investimento para melhorar e ampliar seus bancos de informações no setor de recursos hídricos. As avaliações sobre a água, sua disponibilidade e seu papel no desenvolvimento, estão mostrando a necessidade de mudanças substanciais na direção do planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos (TUNDISI, 2005).

2.6 Parâmetros de qualidade da água

A qualidade da água pode ser representada por meio de diversos parâmetros, que traduzem as suas principais características físicas, químicas e biológicas (VON SPERLING, 1996).

2.6.1 Variáveis físicas

Cor:

A cor de uma amostra de água está associada ao grau de redução de intensidade que a luz sofre ao atravessá-la (e esta redução dá-se por absorção de parte da radiação eletromagnética), devido à presença de sólidos dissolvidos, principalmente material em estado coloidal orgânico e inorgânico. Dentre os colóides orgânicos pode-se mencionar os ácidos húmicos e fúlvicos, substâncias naturais resultantes da decomposição parcial de compostos orgânicos presentes em folhas, dentre outros substratos. Também os esgotos sanitários se caracterizam por apresentarem predominantemente matéria em estado coloidal, além de diversos efluentes industriais contendo taninos (efluentes de curtumes, por exemplo), anilinas (efluentes de indústrias têxteis, indústrias de pigmentos, etc.), lignina e celulose (efluentes de indústrias de celulose e papel, da madeira, etc.) Há também compostos inorgânicos capazes de possuir as propriedades e provocar os efeitos de matéria em estado coloidal. Os principais são os óxidos de ferro e manganês, que são abundantes em diversos tipos de solo. Alguns outros metais presentes em efluentes industriais conferem-lhes cor mas, em geral, íons dissolvidos pouco ou quase nada interferem na passagem da luz. O problema maior de coloração na água, em geral, é o estético já que causa um efeito repulsivo aos consumidores (CETESB, 2008).

A cor de origem natural não representa risco direto à saúde e a de origem industrial pode ou não apresentar toxicidade. É importante distinguir cor aparente e cor verdadeira, uma vez que no valor da cor aparente pode estar incluída uma parcela devida à turbidez da água e quando esta é removida por centrifugação, obtém-se a cor verdadeira (VON SPERLING, 1996).

Resíduos totais:

Resíduos totais correspondem a todos sólidos que permanecem na água após evaporação, secagem ou calcinação da amostra a uma temperatura pré-estabelecida durante um tempo fixado, podendo esses sólidos destruir organismos fornecedores de alimentos, danificar os leitos de desova de peixes e de reter bactérias e resíduos orgânicos no fundo dos rios (CETESB, 2008).

Ao se submeter os sólidos a uma temperatura elevada (550°C), a fração orgânica é volatilizada, permanecendo após combustão apenas a fração inorgânica, sendo que os sólidos voláteis representam, portanto, uma estimativa da matéria orgânica nos sólidos, ao passo que os sólidos não voláteis (fixos) representam a matéria inorgânica ou mineral (VON

SPERLING, 1996).

Temperatura:

De acordo com von Sperling (1996), temperatura da água é o parâmetro físico mais comumente observado devido à facilidade com que pode ser registrado.

A temperatura condiciona as influências de uma série de parâmetros físico-químicos, já que à medida que a temperatura aumenta (0 a 30°C), a viscosidade, a tensão superficial, a compressibilidade, o calor específico, a constante de ionização e o calor latente de vaporização reduzem e a condutividade térmica e a pressão de vapor aumentam (CETESB, 2008).

A temperatura é também um dos principais limitantes numa grande variedade de processos biológicos, desde a velocidade de simples reações químicas até a distribuição ecológica de uma espécie animal (ARAÚJO, 2006). Organismos aquáticos possuem limites de tolerância térmica superior e inferior, temperaturas ótimas para crescimento, temperatura preferida em gradientes térmicos e limitações de temperatura para migração, desova e incubação do ovo (CETESB, 2008).

O aumento da temperatura da água de um manancial pode ter origem natural, por meio da transferência de calor por radiação, condução e convecção (atmosfera e solo), ou antropogênica, por meio de águas de torres de resfriamento e despejos industriais. Elevações da temperatura aumentam as taxas de reações químicas e biológicas (na faixa usual de temperatura), reduzem a solubilidade dos gases (ex. oxigênio dissolvido) e aumentam a taxa de transferência de gases (o que pode gerar mau cheiro, no caso da liberação de gases com odores desagradáveis) (VON SPERLING, 1996).

A temperatura superficial é influenciada por fatores tais como latitude, altitude, estação do ano, período do dia, taxa de fluxo e profundidade, e corpos de água naturais apresentam variações térmicas sazonais e diurnas, bem como estratificação vertical (CETESB, 2008).

Turbidez:

A turbidez de uma amostra de água representa o grau de atenuação de intensidade que

um feixe de luz sofre ao atravessá-la (e esta redução se dá por absorção e espalhamento, uma vez que as partículas que provocam turbidez nas águas são maiores que o comprimento de onda da luz branca), devido à presença de sólidos em suspensão, tais como partículas inorgânicas (areia, silte, argila) e de detritos orgânicos, algas e bactérias, plâncton em geral, etc (CETESB, 2008).

O aumento da turbidez pode ter origem natural, por meio de partículas de rocha, argila e silte, algas e outros microorganismos, e origem antropogênica, por meio de despejos domésticos, despejos industriais, microorganismos e erosão. A turbidez não traz inconvenientes sanitários diretos quando é de origem natural. Porém, é esteticamente desagradável na água potável, e os sólidos em suspensão podem servir de abrigo para microorganismos patogênicos (diminuindo a eficiência da desinfecção). Já a turbidez de origem antropogênica pode estar associada a compostos tóxicos e organismos patogênicos. Em corpos d'água pode reduzir a penetração da luz, prejudicando a fotossíntese (VON SPERLING, 1996).

Os esgotos sanitários e diversos efluentes industriais também provocam elevações na turbidez das águas. Um exemplo típico deste fato ocorre em consequência das atividades de mineração, onde os aumentos excessivos de turbidez têm provocado formação de grandes bancos de lodo em rios e alterações no ecossistema aquático (CETESB, 2008).

A erosão das margens dos rios em estações chuvosas é um exemplo de fenômeno que resulta em aumento da turbidez das águas. A erosão pode decorrer do mau uso do solo em que se impede a fixação da vegetação. Este exemplo mostra também o caráter sistêmico da poluição, ocorrendo inter-relações ou transferência de problemas de um ambiente (água, ar ou solo) para outro (CETESB, 2008).

2.6.2 Variáveis químicas

Alcalinidade:

A alcalinidade é uma medida da capacidade que as águas tem de neutralizar ácidos, ou seja, capacidade de resistir às mudanças de pH (capacidade tampão), sendo que os principais constituintes da alcalinidade são os bicarbonatos, carbonatos e os hidróxidos, sendo que a

alcalinidade, o pH e o teor de gás carbônico estão interrelacionados (VON SPERLING, 1996).

Cloretos:

Os cloretos são advindos da dissolução de sais (VON SPERLING, 1996). Nas águas superficiais são fontes importantes as descargas de esgotos sanitários, efluentes industriais como os da indústria do petróleo, algumas indústrias farmacêuticas e curtumes. O mesmo autor afirma que o cloreto interfere na determinação da DQO e de nitratos, apresentando também influência nas características dos ecossistemas aquáticos naturais, por provocarem alterações na pressão osmótica em células de microrganismos (CETESB, 2008).

Condutividade:

A condutividade é uma expressão numérica da capacidade de uma água conduzir a corrente elétrica, sendo dependente das concentrações iônicas e da temperatura. Esta característica indica a quantidade de sais existentes na coluna d'água, e, portanto, representando uma medida indireta da concentração de poluentes, fornecendo também uma boa indicação das modificações na composição da água, especialmente na sua concentração mineral. No entanto, não fornece nenhuma indicação das quantidades relativas dos vários componentes, uma vez que à medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados, a condutividade da água aumenta (CETESB, 2008).

Demanda Bioquímica de Oxigênio ($DBO_{5,20}$):

A $DBO_{5,20}$ de uma água é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana aeróbia para uma forma inorgânica estável, sendo, normalmente, considerada como a quantidade de oxigênio consumido durante um determinado período de tempo, numa temperatura de incubação específica (CETESB, 2008).

A matéria orgânica ocorre naturalmente nas águas, em nível reduzido, em razão da

decomposição de folhas, fezes e animais mortos de origem silvestre, sendo que o aumento da concentração de matéria orgânica nas águas é provocado principalmente por despejos de esgotos domésticos e industriais de natureza orgânica (FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE DE MINAS GERAIS - FEAM, 2008).

Os maiores aumentos em termos de $DBO_{5,20}$, num corpo d'água, são provocados por despejos de origem predominantemente orgânica. A presença de um alto teor de matéria orgânica pode induzir à completa extinção do oxigênio na água, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática (CETESB, 2008).

Demanda Química de Oxigênio (DQO):

A DQO representa a quantidade de oxigênio necessária para oxidação da matéria orgânica através de um agente químico, sendo que, normalmente, os valores da DQO são maiores que os da $DBO_{5,20}$. A DQO é muito útil quando utilizada conjuntamente com a $DBO_{5,20}$ para observar a biodegradabilidade de despejos. Sabe-se que o poder de oxidação do dicromato de potássio é maior do que o que resulta mediante a ação de microrganismos, exceto raríssimos casos como hidrocarbonetos aromáticos e piridina. Desta forma os resultados da DQO de uma amostra são superiores aos de $DBO_{5,20}$. Como na $DBO_{5,20}$ mede-se apenas a fração biodegradável, quanto mais este valor se aproximar da DQO significa que mais facilmente biodegradável será o efluente (CETESB, 2008).

Dureza:

Dureza é a concentração de cátions multimetálicos em solução, sendo os cátions divalentes Ca^{+2} e Mg^{+2} os mais freqüentemente associados à dureza, sendo que em condições de supersaturação, esses cátions reagem com ânions na água, formando precipitados, podendo ser classificada como dureza carbonato e dureza não carbonato, dependendo do ânion com a qual ela está associada. A dureza correspondente à alcalinidade é denominada dureza carbonato, enquanto que as demais formas são caracterizadas como dureza não carbonato. A dureza carbonato é sensível ao calor, precipitando-se em elevadas temperaturas (VON

SPERLING, 1996).

Fósforo:

O fósforo apresenta-se nas águas sob a forma de fosfatos orgânicos, de ortofosfatos e os polifosfatos ou fosfatos condensados, aparecendo em águas naturais devido, principalmente, às descargas de esgotos sanitários e industriais, sendo que águas drenadas de áreas agrícolas e urbanas também podem provocar a presença excessiva de fósforo em águas naturais (CETESB, 2008).

O fósforo não apresenta problemas de ordem sanitária nas águas de abastecimento, é um elemento indispensável para o crescimento de algas e, quando em elevadas concentrações em lagos e represas, pode conduzir a um crescimento exagerado desses organismos (eutrofização), é um nutriente essencial para o crescimento dos microorganismos responsáveis pela estabilização da matéria orgânica (VON SPERLING, 1996).

Nitrogênio:

Von Sperling (1996) afirma que dentro do ciclo do nitrogênio, na biosfera, alterna-se entre várias formas e estados de oxidação, sendo que, no meio aquático, o nitrogênio pode ser encontrado nas seguintes formas: nitrogênio molecular N_2 (escapando para a atmosfera), nitrogênio orgânico (dissolvido e em suspensão), amônia, nitrito (NO_2^-) e nitrato (NO_3^-).

O nitrogênio apresenta-se na natureza de forma natural por maior de constituinte de proteínas, clorofila e vários outros compostos biológicos, e de origem antropogênica por meio de despejos domésticos, despejos industriais, excrementos de animais e fertilizantes. O nitrogênio na forma de nitrato está associado a doenças como a síndrome do bebê azul, é um elemento indispensável para o crescimento de algas e, quando em elevadas concentrações em lagos e represas, pode conduzir a um crescimento exagerado desses organismos (processo denominado eutrofização), nos processos bioquímicos de conversão da amônia a nitrito e deste a nitrato, implica no consumo de oxigênio dissolvido do meio (o que pode afetar a vida aquática), na forma de amônia livre é diretamente tóxica aos peixes. Em um corpo de água, a

determinação da forma predominante do nitrogênio pode fornecer informações sobre o estágio da poluição (poluição recente está associada ao nitrogênio na forma orgânica ou de amônia, enquanto uma poluição mais remota está associada ao nitrogênio na forma de nitrato) (VON SPERLING, 1996).

Oxigênio Dissolvido:

O oxigênio dissolvido nas águas é fundamental para a sobrevivência das comunidades aquáticas aeróbicas, sendo proveniente de processos cinéticos de transferências gasosas e fotossintéticas, variando em função da temperatura da água e da pressão atmosférica (FEAM, 2008).

A taxa de reintrodução de oxigênio dissolvido em águas naturais através da superfície, depende das características hidráulicas e é proporcional à velocidade. Outra fonte importante de oxigênio nas águas é a fotossíntese de algas (CETESB, 2008).

O oxigênio dissolvido é vital para os seres aquáticos aeróbios e é o principal parâmetro de caracterização dos efeitos da poluição das águas por dejetos orgânicos. A solubilidade do oxigênio dissolvido varia com a altitude e temperatura. Ao nível do mar, na temperatura de 20°C, a concentração de saturação é igual a 9,2 ml/L. Valores de oxigênio dissolvido superiores à saturação são indicativos da presença de algas (fotossíntese). Valores de oxigênio dissolvido bem inferiores à saturação são indicativos da presença de matéria orgânica (principalmente esgotos). Com oxigênio dissolvido em torno de 4/5 mg L⁻¹ morrem os peixes mais exigentes; com o oxigênio dissolvido igual a 2 mg L⁻¹ todos os peixes morrem; com o oxigênio dissolvido igual a 0 mg L⁻¹ tem-se condições de anaerobiose (VON SPERLING, 1996).

pH:

O potencial hidrogeniônico representa a concentração de íons hidrogênio H⁺ (em escala anti-logarítmica), dando uma indicação sobre a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água (VON SPERLING, 1996).

A influência do pH sobre os ecossistemas aquáticos naturais dá-se diretamente devido a

seus efeitos sobre a fisiologia das diversas espécies, sendo que o efeito indireto é também muito importante podendo, em determinadas condições de pH, contribuir para a precipitação de elementos químicos tóxicos como metais pesados e exercer efeitos sobre a solubilidade de nutrientes (CETESB, 2008).

Os valores de pH de um manancial podem ser afetados por meio de fatores de origem natural, como dissolução de rochas, absorção de gases da atmosfera, oxidação da matéria orgânica e fotossíntese, ou por meio de fatores de origem antropogênica, como lançamento de despejos domésticos (oxidação da matéria orgânica) e despejos industriais (ex. lavagem ácida de tanques). Valores elevados de pH podem estar associados à proliferação de algas (VON SPERLING, 1996).

2.6.3 Variável microbiológica

Coliformes Termotolerantes:

As bactérias do grupo coliformes termotolerantes são consideradas as principais indicadoras de contaminação fecal, pelo motivo de estarem restritas ao trato intestinal de animais de sangue quente, assumindo importância como parâmetro indicador da possibilidade da existência de microorganismos patogênicos (CETESB, 2008).

FIGURA 1. Mapa de localização da bacia hidrográfica do córrego Samambaia, Goiânia/GO.

O córrego possui extensão de aproximadamente 12 quilômetros, drenando uma área de aproximadamente 9,7 km². A Figura 2 mostra os três pontos de coleta.

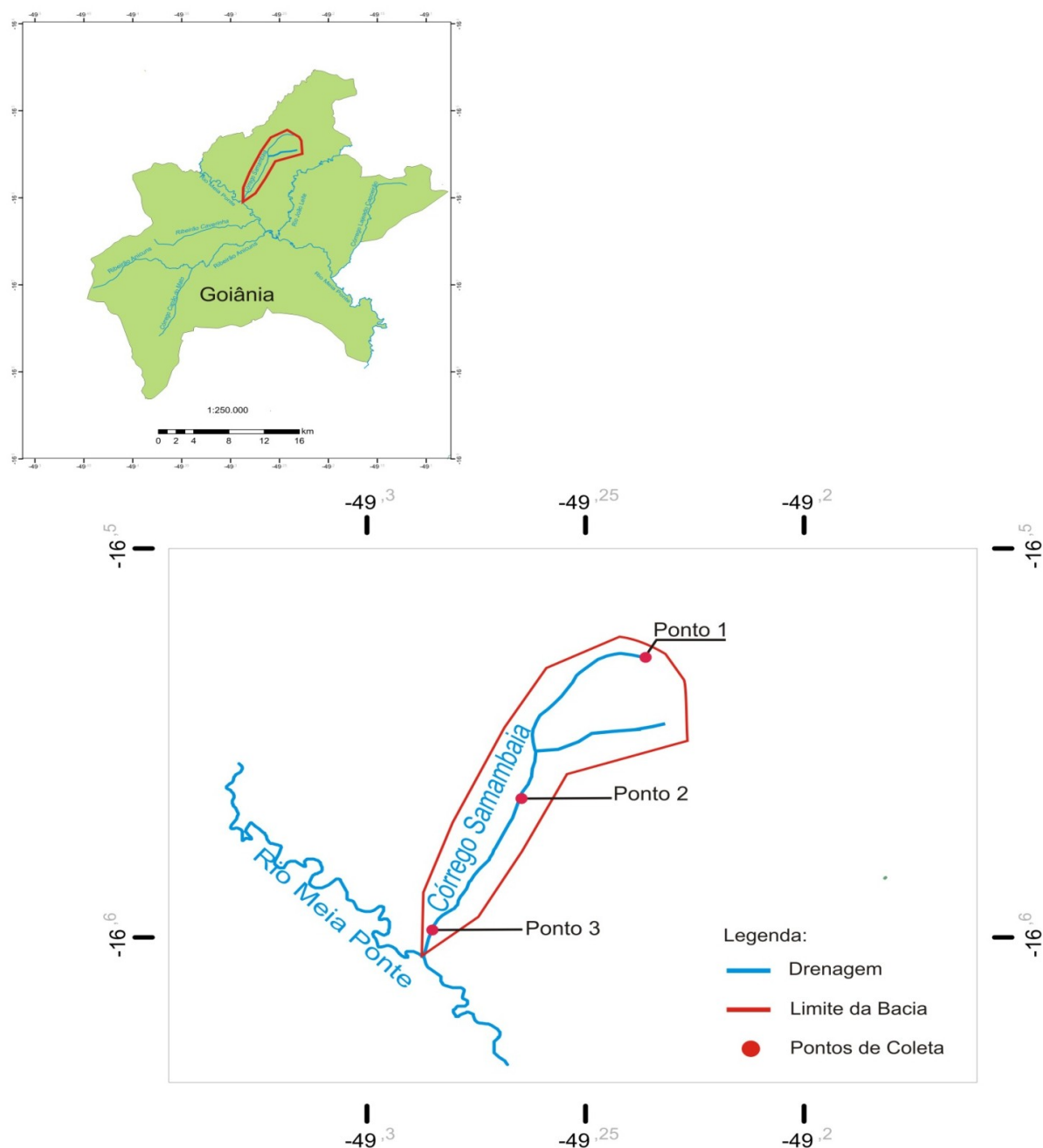


FIGURA 2. Mapa indicativo dos pontos de coleta próximo da nascente da margem direita (ponto 1), aproximadamente no meio do córrego (ponto 2) e próximo da foz (ponto 3) do córrego Samambaia, Goiânia/GO.

O córrego Samambaia possui duas nascentes próximas à rodovia GO 080, ambas

situadas no município de Goiânia, sendo uma delas localizada nas coordenadas 16°31'42" de latitude Sul e 49°13'59" de longitude Oeste e a outra localizada nas coordenadas de latitude 16°32'38" Sul e longitude 49°13'53" Oeste. A foz do mesmo encontra-se junto ao Rio Meia Ponte e está localizada na área do Campus Samambaia da Universidade Federal de Goiás.

Ao longo do córrego, na área da Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Goiás, encontra-se a estação Samambaia de captação de água da Saneago (Saneamento de Goiás S/A), e a Estação Evaporimétrica de Primeira Classe, da qual foram obtidos os dados climatológicos utilizados neste trabalho.

3.2 Avaliação da bacia do córrego Samambaia

O ponto próximo da nascente da margem direita (ponto 1) apresentou-se antropizado, com a mata ciliar degradada, sinais da presença de gado e uma represa a jusante a poucos metros de distância. Ao analisar a Figura 3, verifica-se que o uso do solo no entorno desse ponto é predominantemente com pastagens.

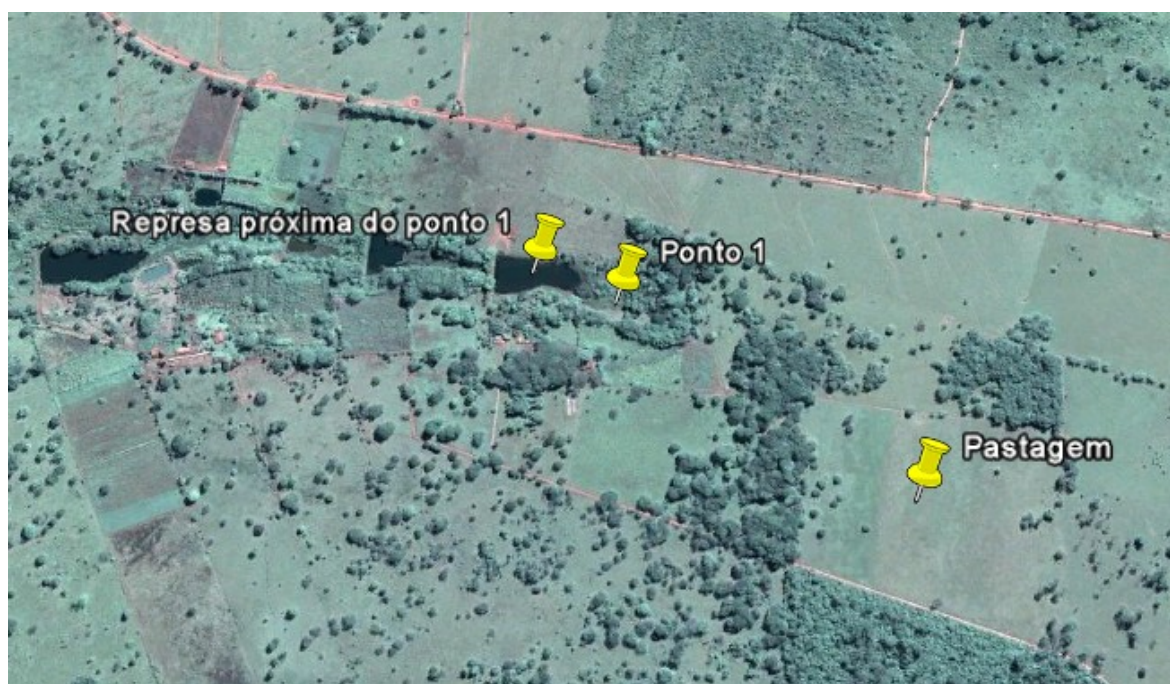


FIGURA 3. Imagem orbital do entorno do ponto próximo da nascente da margem direita do córrego Samambaia, Goiânia/GO (ponto 1).

FONTE: Google Earth (2009).

O ponto aproximadamente no meio do córrego (ponto 2), situado às margens da rodovia GO 080, apresentava-se com a mata ciliar degradada. Observando a Figura 4, nota-se a presença de um confinamento, pastagens, pastagens degradadas e solo exposto a montante desse ponto.



FIGURA 4. Imagem orbital do entorno do ponto aproximadamente no meio do córrego Samambaia, Goiânia/GO (ponto 2).

FONTE: Google Earth (2009).

O ponto próximo da foz (ponto 3), situado na Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos da UFG, apresenta-se com a mata ciliar degradada. Analisando a Figura 5, observa-se a represa Samambaia a poucos metros a montante desse ponto de coleta, área urbana, solo revolvido e pastagem.

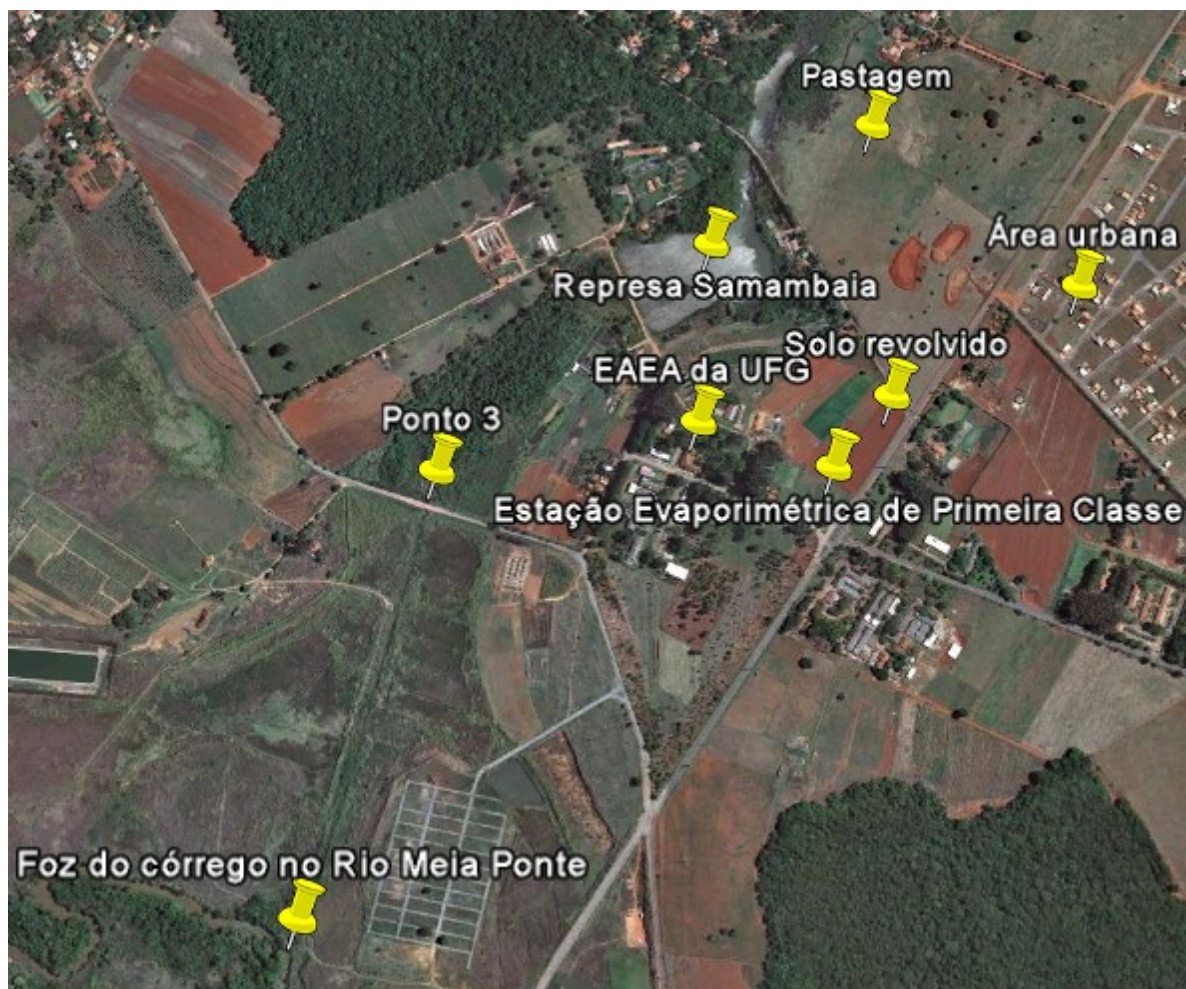


FIGURA 5. Imagem orbital do entorno do ponto próximo da foz do córrego Samambaia, Goiânia/GO (ponto 3).

FONTE: Google Earth (2009).

3.3 Análises físicas, químicas e biológica da água do córrego Samambaia

As amostras de água foram coletadas em três pontos do córrego, designados pontos 1, 2 e 3, localizados, respectivamente, próximo de uma das nascentes ($16^{\circ} 31' 42,9''$ Sul e $49^{\circ} 14' 02,5''$ Oeste), aproximadamente no meio do córrego ($16^{\circ} 34' 09,6''$ Sul e $49^{\circ} 15' 54,9''$ Oeste), e próximo da sua foz ($16^{\circ} 35' 51,8''$ Sul e $49^{\circ} 17' 03,3''$ Oeste), como apresentado na Figura 6.



FIGURA 6. Imagem dos pontos de coleta próximo da nascente da margem direita (a), aproximadamente no meio (b) e próximo da foz (c) do córrego Samambaia, Goiânia/GO.

A escolha da nascente da margem direita do córrego Samambaia foi pelo fato dela apresentar-se menos degradada em relação à outra nascente.

As coletas foram realizadas com o auxílio de um balde com capacidade de 5 litros e a uma profundidade que não atingisse o fundo do córrego, visto que ele é raso, e em seis períodos diferentes: 12/09/2008, 13/10/2008, 12/11/2008, 12/12/2008, 12/01/2009 e

16/02/2009, sendo realizadas de acordo com a NBR 9897 (ABNT, 1987a), a NBR 9898 (ABNT, 1987b), o Guia de Coleta e Preservação de Amostras de Água (CETESB, 1988) e o *Standard Methods* (APHA; AWWA; WEF, 1998).

Os parâmetros estudados foram: cor aparente, resíduos totais, resíduos fixos, resíduos voláteis, resíduos sedimentáveis, sólidos dissolvidos totais, temperatura da amostra, turbidez, alcalinidade, cloretos, condutividade, demanda bioquímica de oxigênio ($DBO_{5,20}$), demanda química de oxigênio (DQO), dureza, fosfato, nitrato, nitrito, nitrogênio amoniacal, oxigênio dissolvido (OD), pH e coliformes termotolerantes.

As análises das amostras foram realizadas na Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado de Goiás (SEMARH), empregando a metodologia prescrita pelo *Standard Methods* (APHA; AWWA; WEF, 1998). Os métodos utilizados e os locais das análises para cada parâmetro estão apresentados na Tabela 1.

TABELA 1. Métodos analíticos e o local das análises dos parâmetros monitorados próximo da nascente da margem direita, aproximadamente no meio do córrego e próximo da foz do córrego Samambaia, Goiânia/GO.

Parâmetro	Local de análise	Método de determinação
Alcalinidade	Laboratório	Titulométrico com ácido sulfúrico
Cloretos	Laboratório	Titulométrico com nitrato de prata
Condutividade Elétrica	Campo	Condutivímetro HACH
Cor aparente	Laboratório	Espectrofotométrico DR 2000
Demanda bioquímica de oxigênio	Laboratório	Teste de incubação
Demanda química de oxigênio	Laboratório	Dicromato de potássio em solução ácida
Dureza	Laboratório	Titulométrico
Fosfato	Laboratório	Espectrofotométrico DR 2000
Nitrogênio amoniacal, nitrito e nitrato	Laboratório	Espectrofotométrico DR 2000
Oxigênio dissolvido	Campo	Oxímetro WTW
Resíduos totais, fixos e voláteis	Laboratório	Gravimétrico
Sólidos dissolvidos totais	Campo	Condutivímetro HACH
Temperatura da amostra	Campo	Condutivímetro HACH
Turbidez	Laboratório	Espectrofotométrico DR 2000
pH	Campo	PHmetro Alfa
Coliformes termotolerantes	Laboratório	Fermentações em tubos múltiplos
Resíduos sedimentáveis	Laboratório	Cone Imhoff

A avaliação espacial e temporal foi realizada por meio de gráficos de cada parâmetro estudado em relação aos seis meses analisados, a partir dos resultados das 18 análises características da qualidade da água do córrego Samambaia. Além disso, comparou-se os

resultados obtidos por esta pesquisa com aqueles encontrados na literatura para córregos com características similares às do Samambaia.

Calculou-se a média, o desvio padrão, a amplitude e o coeficiente de variação dos valores dos meses referentes ao início das chuvas e no meio da estação chuvosa. Considerou-se os meses de setembro, outubro e novembro de 2008 como início das chuvas e os meses de dezembro de 2008, janeiro e fevereiro de 2009 como meio da estação chuvosa.

No intuito de verificar quais parâmetros foram responsáveis pela maior variação dos dados, realizou-se a análise de componentes principais com o auxílio do programa Statistica 7.0.

A fim de constatar quais pontos atenderam os padrões de qualidade de água estabelecidos na legislação, comparou-se os valores obtidos dos parâmetros estudados com a resolução Conama 357/05. A Tabela 2 apresenta os padrões estabelecidos pela resolução Conama 357/05 para rios de classe II dos parâmetros turbidez, $\text{DBO}_{5,20}$, cloretos, nitrito, nitrato, nitrogênio amoniacal, OD, pH e coliformes termotolerantes.

TABELA 2. Padrões de qualidade de água estabelecidos pela resolução Conama 357/05 para rios de classe II.

Parâmetro	Padrões
Turbidez	100 UNT
$\text{DBO}_{5,20}$	até 5 mg L ⁻¹
Cloretos	250 mg L ⁻¹
Nitrito	1 mg L ⁻¹
Nitrato	10 mg L ⁻¹
Nitrogênio amoniacal	3,7 mg L ⁻¹ N, para pH ≤ 7,5
	2,0 mg L ⁻¹ N, para 7,5 < pH ≤ 8,0
	1,0 mg L ⁻¹ N, para 8,0 < pH ≤ 8,5
	0,5 mg L ⁻¹ N, para pH > 8,5
Oxigênio dissolvido	não inferior a 5 mg L ⁻¹ O ₂
pH	6 a 9
Coliformes termotolerantes	1000 NMP 100 ⁻¹ mL ⁻¹

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Impactos ambientais presentes na bacia do córrego Samambaia

Por meio da análise do *Google Earth* e de visitas realizadas na bacia do córrego Samambaia, constatou-se a presença de alguns impactos ambientais.

Em vários pontos do córrego, a mata ciliar apresenta-se degradada e há a presença de gado dentro do córrego. A Figura 7 é uma imagem de uma das nascentes do córrego Samambaia onde isso pode ser observado.



FIGURA 7. Imagem revelando a mata ciliar degradada e a presença de gado dentro da nascente da margem esquerda do córrego Samambaia, Goiânia/GO.

Há uma predominância de pastagens na bacia, sendo que algumas apresentaram-se degradadas. Há também a presença de solo exposto, como pode ser observado na Figura 8.



FIGURA 8. Imagem orbital representando uma pastagem degradada e solo exposto na bacia do córrego Samambaia, Goiânia/GO.

FONTE: Google Earth, 2009.

Em vários pontos do córrego há a presença de irrigantes que, possivelmente, utilizam água do córrego Samambaia na realização de suas atividades. A Figura 9 é um exemplo desses casos.



FIGURA 9. Imagem orbital de uma horta localizada na bacia do córrego Samambaia, Goiânia/GO.

FONTE: Google Earth, 2009.

O córrego apresenta várias represas ao longo do seu curso. A Figura 10 revela a

infinidade de represas presentes no córrego Samambaia em apenas uma parte de seu percurso.



FIGURA 10. Imagem orbital revelando a quantidade de represas existentes ao longo do percurso do córrego Samambaia, Goiânia/GO.

FONTE: Google Earth, 2009.

Em alguns pontos do córrego há indícios do lançamento de resíduos. A Figura 11 mostra uma bacia de contenção de sedimentos presente em um confinamento próximo do leito do córrego Samambaia.



FIGURA 11. Imagem da bacia de sedimentação do confinamento localizado próximo ao leito do córrego samambaia, Goiânia/GO.

4.2 Análise estatística descritiva

As médias, os desvios padrão, as amplitudes e os coeficientes de variação (CV) dos valores dos parâmetros estudados no início das chuvas e no meio da estação chuvosa para os pontos próximo da nascente da margem direita, aproximadamente no meio do córrego e próximo da foz do córrego Samambaia, Goiânia/GO, foram apresentados nas Tabelas 3, 4 e 5, respectivamente.

TABELA 3. Médias, desvios padrão, amplitudes e coeficientes de variação (CV) dos valores dos parâmetros estudados no início das chuvas e no meio da estação chuvosa para o ponto próximo da nascente da margem direita do córrego Samambaia, Goiânia/GO.

Parâmetro	Início das chuvas				Meio da estação chuvosa			
	Média	Desvio padrão	Amplitude	CV	Média	Desvio padrão	Amplitude	CV
Cor aparente (mg Pt L ⁻¹)	41	12	24	0,30	42	31	54	0,74
Resíduos totais (mg L ⁻¹)	34	19	38	0,55	36	19	38	0,53
Res. sedimentáveis (mg L ⁻¹)	0,07	0,03	0,05	0,43	0,05	0,00	0,00	0,00
Resíduos fixos (mg L ⁻¹)	14	8	15	0,57	13	6	11	0,43
Resíduos voláteis (mg L ⁻¹)	20	12	23	0,61	23	16	31	0,68
Temperatura (°C)	24,6	1,8	3,4	0,07	24,4	1,1	2,0	0,04
Turbidez (UNT)	8	2	3	0,20	7	6	10	0,79
Alcalinidade (mg L ⁻¹ CaCO ₃)	18	4	8	0,23	17	7	14	0,41
Cloretos (mg L ⁻¹)	0,5	0,5	1,0	1,00	1,3	0,3	0,5	0,22
Condutividade (µS cm ⁻¹)	55,5	22,3	43,2	0,40	31,8	4,1	7,9	0,13
DBO _{5,20} (mg L ⁻¹ O ₂)	0,6	0,5	0,9	0,80	0,4	0,5	0,7	1,41
DQO (mg L ⁻¹ O ₂)	12,51	3,82	7,47	0,31	12,30	1,54	3,00	0,13
Dureza (mg L ⁻¹ CaCO ₃)	61	12	22	0,19	43	29	56	0,67
Fosfato (mg L ⁻¹)	0,02				0,14	0,03	0,04	0,19
Nitrito (mg L ⁻¹)	0,06	0,02	0,03	0,27	0,07	0,01	0,01	0,08
Nitrato (mg L ⁻¹)	0,0				0,8			
N. amoniacal (mg L ⁻¹)	0,22	0,12	0,24	0,55	0,20	0,17	0,30	0,84
OD (mg L ⁻¹ O ₂)	6,6	0,8	1,1	0,12	6,6	1,0	1,8	0,15
pH	6,63	0,33	0,64	0,05	6,96	0,45	0,79	0,06
Col. term. (NMP 100 ⁻¹ mL ⁻¹)	58	47	92	0,82	27	16	27	0,58
SDT (mL L ⁻¹)	28,2	11,5	22,5	0,41	15,9	1,9	3,7	0,12

TABELA 4. Médias, desvios padrão, amplitudes e coeficientes de variação (CV) dos valores dos parâmetros estudados no início das chuvas e no meio da estação chuvosa para o ponto aproximadamente no meio do córrego Samambaia, Goiânia/GO.

Parâmetro	Início das chuvas				Meio da estação chuvosa			
	Média	Desvio padrão	Amplitude	CV	Média	Desvio padrão	Amplitude	CV
Cor aparente (mg Pt L ⁻¹)	112	63	113	0,56	258	296	516	1,15
Resíduos totais (mg L ⁻¹)	75	40	72	0,53	76	25	46	0,33
Res. sedimentáveis (mg L ⁻¹)	0,13	0,14	0,25	1,08	0,07	0,03	0,05	0,43
Resíduos fixos (mg L ⁻¹)	27	17	34	0,63	40	19	35	0,46
Resíduos voláteis (mg L ⁻¹)	48	45	88	0,94	36	9	18	0,26
Temperatura (°C)	24,0	0,9	1,8	0,04	24,3	0,7	1,4	0,03
Turbidez (UNT)	20	11	20	0,56	51	62	107	1,22
Alcalinidade (mg L ⁻¹ CaCO ₃)	26	6	11	0,25	26	7	14	0,27
Cloretos (mg L ⁻¹)	1,2	1,2	2,0	0,99	1,3	0,3	0,5	0,22
Condutividade (μS cm ⁻¹)	51,4	5,2	10,4	0,10	47,8	3,8	6,9	0,08
DBO _{5,20} (mg L ⁻¹ O ₂)	1,3	0,7	1,2	0,50	0,8	1,0	1,4	1,24
DQO (mg L ⁻¹ O ₂)	7,37	4,14	8,19	0,56	15,83	3,07	5,90	0,19
Dureza (mg L ⁻¹ CaCO ₃)	77	39	74	0,50	59	24	46	0,41
Fosfato (mg L ⁻¹)	0,04			0,00	0,26	0,04	0,06	0,16
Nitrito (mg L ⁻¹)	0,07	0,02	0,04	0,31	0,14	0,10	0,17	0,68
Nitrato (mg L ⁻¹)	0,5			0,00	8,4			0,00
N. amoniacal (mg L ⁻¹)	0,26	0,08	0,16	0,31	0,43	0,43	0,74	1,00
OD (mg L ⁻¹ O ₂)	7,6	0,1	0,2	0,02	7,5	1,7	3,4	0,23
pH	6,63	0,36	0,72	0,05	7,30	0,43	0,77	0,06
Col. term. (NMP 100 ⁻¹ mL ⁻¹)	6077	8598	15160	1,41	8307	13593	23780	1,64
SDT (mL L ⁻¹)	25,5	2,4	4,7	0,09	23,9	1,9	3,5	0,08

TABELA 5. Médias, desvios padrão, amplitudes e coeficientes de variação (CV) dos valores dos parâmetros estudados no início das chuvas e no meio da estação chuvosa para o ponto próximo da foz do córrego Samambaia, Goiânia/GO.

Parâmetro	Início das chuvas				Meio da estação chuvosa			
	Média	Desvio padrão	Amplitude	CV	Média	Desvio padrão	Amplitude	CV
Cor aparente (mg Pt L ⁻¹)	59	10	20	0,17	93	29	56	0,31
Resíduos totais (mg L ⁻¹)	58	19	38	0,33	60	10	20	0,17
Res. sedimentáveis (mg L ⁻¹)	0,07	0,03	0,05	0,43	0,12	0,08	0,15	0,65
Resíduos fixos (mg L ⁻¹)	28	10	19	0,37	29	14	24	0,46
Resíduos voláteis (mg L ⁻¹)	30	14	26	0,47	30	16	31	0,52
Temperatura (°C)	26,7	0,2	0,4	0,01	26,7	1,6	3,1	0,06
Turbidez (UNT)	11	3	5	0,24	16	5	9	0,30
Alcalinidade (mg L ⁻¹ CaCO ₃)	29	11	22	0,39	24	3	6	0,13
Cloretos (mg L ⁻¹)	5,7	7,2	12,5	1,27	0,8	0,8	1,5	0,92
Condutividade (µS cm ⁻¹)	49,4	3,3	6,3	0,07	41,9	2,9	5,1	0,07
DBO _{5,20} (mg L ⁻¹ O ₂)	1,3	1,0	1,9	0,77	0,4	0,0	0,0	0,00
DQO (mg L ⁻¹ O ₂)	14,03	7,51	15,00	0,54	12,10	2,51	5,01	0,21
Dureza (mg L ⁻¹ CaCO ₃)	67	27	54	0,41	73	44	88	0,61
Fosfato (mg L ⁻¹)	0,04			0,00	0,40	0,27	0,38	0,68
Nitrito (mg L ⁻¹)	0,07	0,02	0,03	0,25	0,10	0,02	0,03	0,15
Nitrato (mg L ⁻¹)	0,5			0,00	2,3			0,00
N. amoniacal (mg L ⁻¹)	0,24	0,02	0,03	0,06	0,24	0,06	0,10	0,23
OD (mg L ⁻¹ O ₂)	7,3	0,1	0,2	0,02	7,7	1,6	2,9	0,20
pH	6,89	0,37	0,72	0,05	7,27	0,46	0,92	0,06
Col. term. (NMP 100 ⁻¹ mL ⁻¹)	227	240	470	1,06	3350	5071	8990	1,51
SDT (mL L ⁻¹)	24,7	1,7	3,2	0,07	20,9	1,4	2,4	0,07

4.3 Análise estatística univariada

4.3.1 Cor aparente e turbidez

As variações temporal e espacial da cor aparente e turbidez estão representadas nas Figuras 12 e 13.

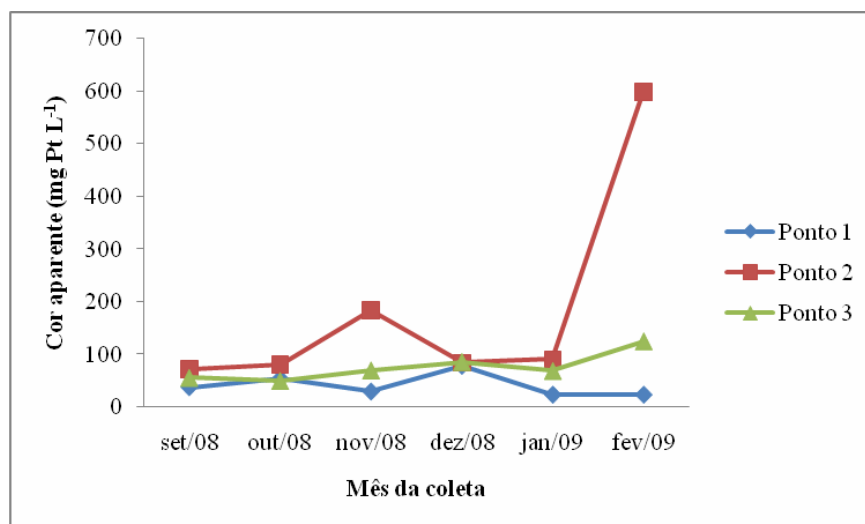


FIGURA 12. Valores encontrados para o parâmetro cor aparente (mg Pt L⁻¹) no período de setembro de 2008 a fevereiro de 2009 próximo da nascente da margem direita (ponto 1), aproximadamente no meio do córrego (ponto 2) e próximo da foz (ponto 3) do córrego Samambaia, Goiânia/GO.

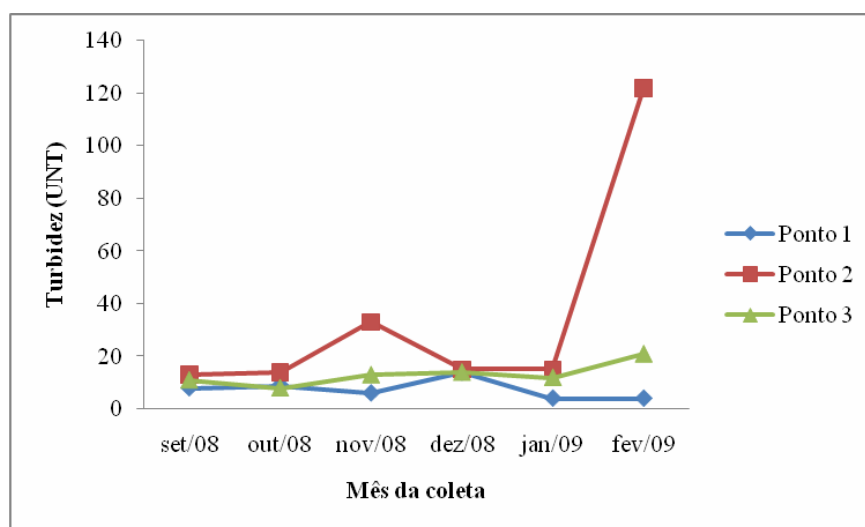


FIGURA 13. Valores encontrados para o parâmetro turbidez (UNT) no período de setembro de 2008 a fevereiro de 2009 próximo da nascente da margem direita (ponto 1), aproximadamente no meio do córrego (ponto 2) e próximo da foz (ponto 3) do córrego Samambaia, Goiânia/GO.

Analisando as Figuras 12 e 13, verifica-se que, tanto para o parâmetro cor aparente quanto para a turbidez, o ponto próximo da nascente da margem direita do córrego apresentou tanto o menor quanto o maior valor no meio da estação chuvosa, considerando os seis meses de estudo. Já os valores dos meses do início das chuvas apresentaram pequena variação. Esses resultados podem ser explicados pela presença de gado nas imediações desse ponto, onde há sinais desses animais a montante do ponto em questão, como representado na Figura 14.



FIGURA 14. Imagem das imediações do ponto próximo da nascente da margem direita do córrego do córrego Samambaia, Goiânia/GO, ilustrando sinais da presença de gado na área.

O ponto aproximadamente no meio do córrego apresentou dois picos de crescimento, um em novembro e o outro em fevereiro, sendo que os demais valores encontrados apresentaram pequena variação. Provavelmente, o elevado valor encontrado no mês de fevereiro foi promovido pelo escoamento superficial devido à precipitação pluviométrica. A partir do valor encontrado no mês de novembro, suspeita-se que houve lançamento de despejos no córrego. Para o ponto próximo da foz, verifica-se que os valores tiveram pouca variação.

Observa-se que o comportamento dos valores nos três pontos analisados do parâmetro turbidez foi o mesmo verificado para o parâmetro cor aparente. Arcova e Cicco (1999) também verificaram que a cor aparente segue o mesmo perfil observado pela turbidez, com os picos de cor aparente e turbidez ocorrendo nos mesmos meses. Os mesmos autores ainda observaram que a turbidez mostrou-se bastante variável.

Pereira (2009), estudando o ribeirão Piancó, Anápolis/GO, verificou que o período seco apresentou valores de turbidez que variaram de 7 a 10 UNT entre os pontos coletados, sendo que no período chuvoso os valores variaram de 1 a 87 UNT. O mesmo autor afirmou ainda que no período chuvoso a turbidez apresentou maiores valores devido à maior precipitação, ocasionando corredeiras de água que proporcionavam aumento de turbidez por meio do aumento de material em suspensão, possivelmente originados da área de influência dos usos e cobertura do solo, considerando ainda as condições naturais do solo e as práticas de manejo inadequadas, em que os processos erosivos são agravados, podendo gerar a remoção de maiores quantidades de sedimentos, alterando, portanto, a turbidez dos corpos hídricos.

Para a cor aparente, de acordo com as Tabelas 3, 4 e 5, no início das chuvas a média variou de 41 a 112 mg Pt L⁻¹, o desvio padrão de 10 a 63 mg Pt L⁻¹, a amplitude de 20 a 113 mg Pt L⁻¹ e o coeficiente de variação de 0,17 a 0,56. No meio da estação chuvosa a média apresentou variação de 42 a 258 mg Pt L⁻¹, o desvio padrão de 29 a 296 mg Pt L⁻¹, a amplitude de 54 a 516 mg Pt L⁻¹ e o coeficiente de variação de 0,31 a 1,15. Donadio et al. (2005) estudando a qualidade da água de nascentes com diferentes usos do solo na bacia hidrográfica do Córrego Rico, São Paulo, encontraram valores médios semelhantes nos períodos seco e chuvoso para o parâmetro cor na nascente do município de Guariba, São Paulo. Quanto à turbidez, no início das chuvas a média variou de 8 a 20 UNT, o desvio padrão de 2 a 11 UNT, a amplitude de 3 a 20 UNT e o coeficiente de variação de 0,20 a 0,56. No meio da estação chuvosa a média apresentou variação de 7 a 51 UNT, o desvio padrão de 5 a 62 UNT, a amplitude de 9 a 107 UNT e o coeficiente de variação de 0,30 a 1,22. Arcova e Cicco (1999) observaram que as diferenças de turbidez entre as microbacias foram mais significativas no período das chuvas.

4.3.2 Resíduos totais (fixos e voláteis)

Para os resíduos totais, como mostra a Figura 15, observa-se que os pontos 1 e 3 apresentaram os menores valores em meses do início das chuvas e do meio da estação chuvosa (outubro e fevereiro). Os maiores valores também foram encontrados em meses do início das chuvas e do meio da estação chuvosa (novembro e dezembro). O ponto aproximadamente no meio do córrego apresentou dois picos de crescimento, um em novembro e o outro em fevereiro. O valor encontrado no mês de novembro pode ser um indicativo de lançamento de resíduos no córrego. Já o valor encontrado no mês de fevereiro pode ser explicado pela ocorrência pluviométrica. A Tabela 6 apresenta os dados da temperatura média do ar, da insolação e da precipitação de três dias anteriores à coleta do córrego Samambaia.

TABELA 6. Temperatura média do ar, insolação e precipitação de três dias anteriores à coleta do córrego Samambaia, Goiânia/GO.

Dia	Temperatura média do ar (°C)	Precipitação (mm)	Insolação (h)
09/09/2008	25,5	0,0	9,6
10/09/2008	26,5	0,0	9,6
11/09/2008	24,1	0,0	9,6
12/09/2008	24,4	0,0	9,5
10/10/2008	24,4	0,0	9,8
11/10/2008	25,7	0,0	8,9
12/10/2008	26,4	0,0	8,0
13/10/2008	25,5	1,6	10,2
09/11/2008	25,8	0,0	2,2
10/11/2008	26,0	0,0	3,6
11/11/2008	24,3	0,2	0,6
12/11/2008	23,6	20,8	5,7
09/12/2008	26,3	0,0	10,7
10/12/2008	26,0	0,4	2,7
11/12/2008	25,4	12,6	7,4
12/12/2008	24,9	0,0	7,7
09/01/2009	24,7	0,0	3,9
10/01/2009	24,9	13,6	11,0
11/01/2009	25,2	0,0	11,1
12/01/2009	25,3	0,0	10,8
13/02/2009	25,0	0,0	3,8
14/02/2009	22,9	29,0	0,2
15/02/2009	23,6	14,8	1,4
16/02/2009	22,4	1,4	0,0

O ponto próximo da foz teve um comportamento semelhante ao ponto próximo da nascente da margem direita do córrego, apresentando valores superiores. Pedroza et al. (2009), estudando o córrego Estiva, em Rio Brilhante/MS, verificaram que os valores dos resíduos totais variaram de 2 a 82 mg L⁻¹. Verifica-se que valores semelhantes ocorreram nos pontos 1

e 3 do córrego Samambaia.

Analisando-se a Figura 16, observa-se que o aporte de matéria inorgânica se eleva na seca para os três pontos amostrados. Provavelmente isso se deva à baixas vazões.

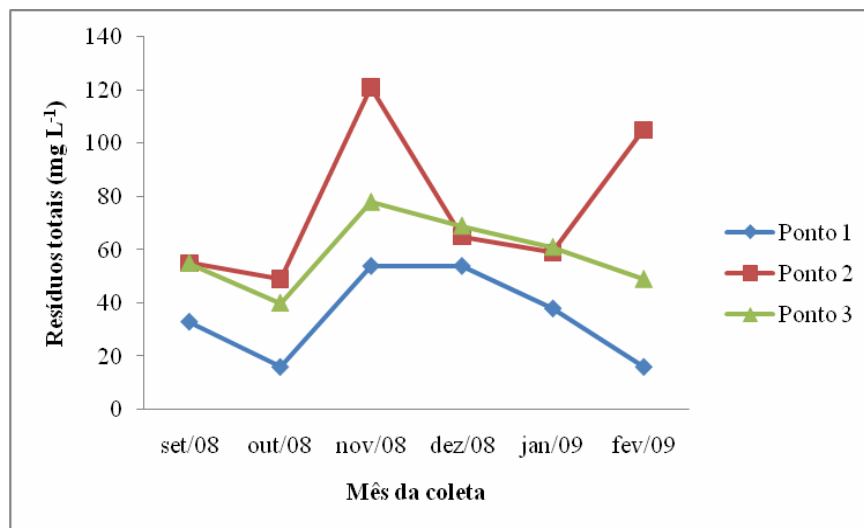


FIGURA 15. Valores encontrados para o parâmetro resíduos totais (mg L^{-1}) no período de setembro de 2008 a fevereiro de 2009 próximo da nascente da margem direita (ponto 1), aproximadamente no meio do córrego (ponto 2) e próximo da foz (ponto 3) do córrego Samambaia, Goiânia/GO.

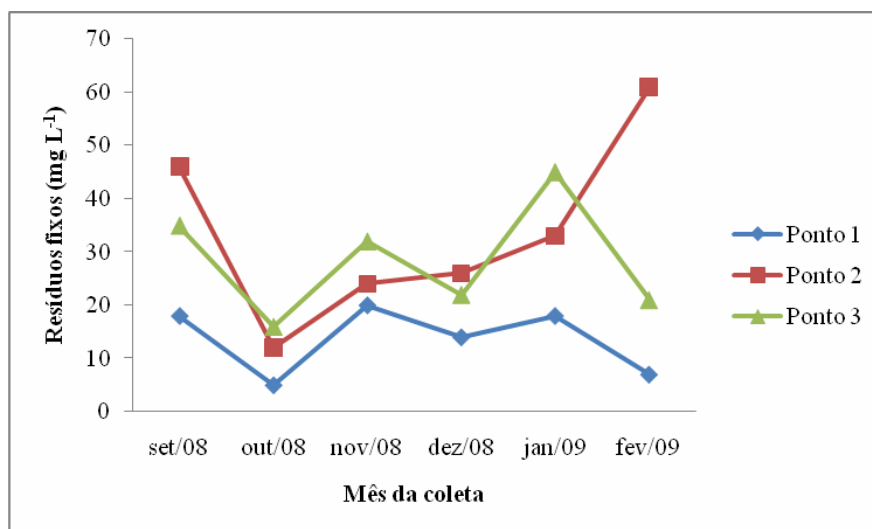


FIGURA 16. Valores encontrados para o parâmetro resíduos fixos (mg L^{-1}) no período de setembro de 2008 a fevereiro de 2009 próximo da nascente da margem direita (ponto 1), aproximadamente no meio do córrego (ponto 2) e próximo da foz (ponto 3) do córrego Samambaia, Goiânia/GO.

Verifica-se, a partir da Figura 17, que a matéria orgânica se eleva na primeira chuva devido à poluição difusa. Ao longo dos seis meses, verifica-se que o ponto

aproximadamente no meio do córrego apresentou o menor e o maior valor encontrado no início das chuvas, sendo que os valores do meio da estação chuvosa tiveram pequena variação.

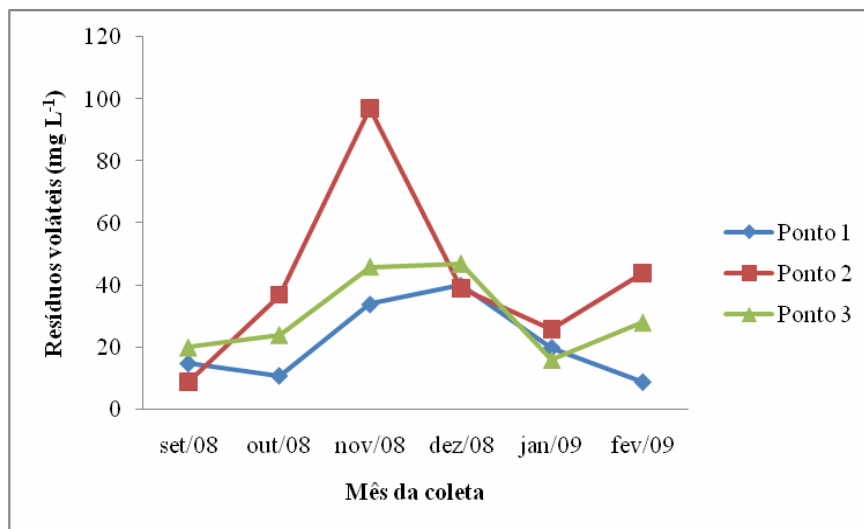


FIGURA 17. Valores encontrados para o parâmetro resíduos voláteis (mg L⁻¹) no período de setembro de 2008 a fevereiro de 2009 próximo da nascente da margem direita (ponto 1), aproximadamente no meio do córrego (ponto 2) e próximo da foz (ponto 3) do córrego Samambaia, Goiânia/GO.

A partir das Tabelas 3, 4 e 5, para os resíduos totais, no início das chuvas a média variou de 34 a 75 mg L⁻¹, o desvio padrão de 19 a 40 mg L⁻¹, a amplitude de 38 a 72 mg L⁻¹ e o coeficiente de variação de 0,33 a 0,55. No meio da estação chuvosa a média apresentou variação de 36 a 76 mg L⁻¹, o desvio padrão de 10 a 25 mg L⁻¹, a amplitude de 20 a 46 mg L⁻¹ e o coeficiente de variação de 0,17 a 0,53. Quanto aos resíduos fixos, no início das chuvas a média variou de 14 a 28 mg L⁻¹, o desvio padrão de 8 a 17 mg L⁻¹, a amplitude de 15 a 34 mg L⁻¹ e o coeficiente de variação de 0,37 a 0,63. No meio da estação chuvosa a média apresentou variação de 13 a 40 mg L⁻¹, o desvio padrão de 6 a 19 mg L⁻¹, a amplitude de 11 a 35 mg L⁻¹ e o coeficiente de variação de 0,43 a 0,46. Em relação aos resíduos voláteis, no início das chuvas a média variou de 20 a 48 mg L⁻¹, o desvio padrão de 12 a 45 mg L⁻¹, a amplitude de 23 a 88 mg L⁻¹ e o coeficiente de variação de 0,47 a 0,94. No meio da estação chuvosa a média apresentou variação de 23 a 36 mg L⁻¹, o desvio padrão de 9 a 16 mg L⁻¹, a amplitude de 18 a 31 mg L⁻¹ e o coeficiente de variação de 0,26 a 0,68.

4.3.3 Resíduos sedimentáveis

A partir da Figura 18, verificou-se que o ponto próximo da nascente da margem direita do córrego apresentou baixos valores de resíduos sedimentáveis em todos os meses avaliados. Os pontos 2 e 3 também apresentaram valores baixos, exceto em novembro e janeiro, em que alguns picos de crescimento foram percebidos.

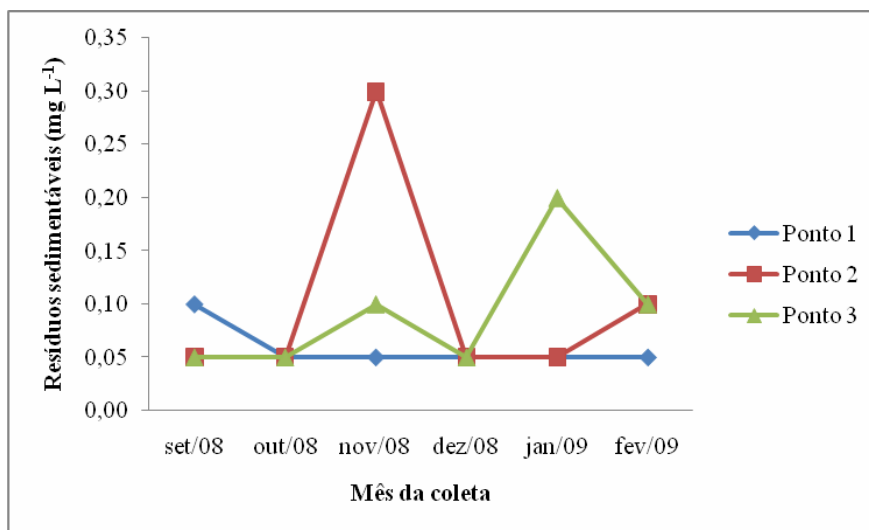


FIGURA 18. Valores encontrados para o parâmetro resíduos sedimentáveis (mg L^{-1}) no período de setembro de 2008 a fevereiro de 2009 próximo da nascente da margem direita (ponto 1), aproximadamente no meio do córrego (ponto 2) e próximo da foz (ponto 3) do córrego Samambaia, Goiânia/GO.

Para os resíduos sedimentáveis, de acordo com as Tabelas 3, 4 e 5, no início das chuvas a média variou de 0,07 a 0,13 mg L^{-1} , o desvio padrão de 0,03 a 0,14 mg L^{-1} , a amplitude de 0,05 a 0,25 mg L^{-1} e o coeficiente de variação de 0,43 a 1,08. Já no meio da estação chuvosa a média apresentou variação de 0,05 a 0,12 mg L^{-1} , o desvio padrão de 0,00 a 0,08 mg L^{-1} , a amplitude de 0,0 a 0,15 mg L^{-1} e o coeficiente de variação de 0,0 a 0,65.

4.3.4 Condutividade e sólidos dissolvidos totais

A Figura 19 ilustra que o ponto próximo da nascente da margem direita do córrego apresentou dois comportamentos distintos em relação ao parâmetro condutividade, em que os

maiores valores foram registrados em outubro e setembro, respectivamente. No ponto aproximadamente no meio do córrego, o maior e o menor valores encontrados foram, respectivamente, nos meses de outubro e fevereiro. Já o ponto próximo da foz, apresentou o maior e o menor valor nos meses de outubro e janeiro, respectivamente. Franca et al. (2006), estudando o riacho dos Macacos, Juazeiro do Norte/CE, verificaram que o valor da condutividade diminuiu no período chuvoso, devido à diluição dos íons com águas provenientes das precipitações.

Analisando a Figura 20, verifica-se que os valores do parâmetro sólidos dissolvidos totais apresentaram o mesmo comportamento do parâmetro condutividade.

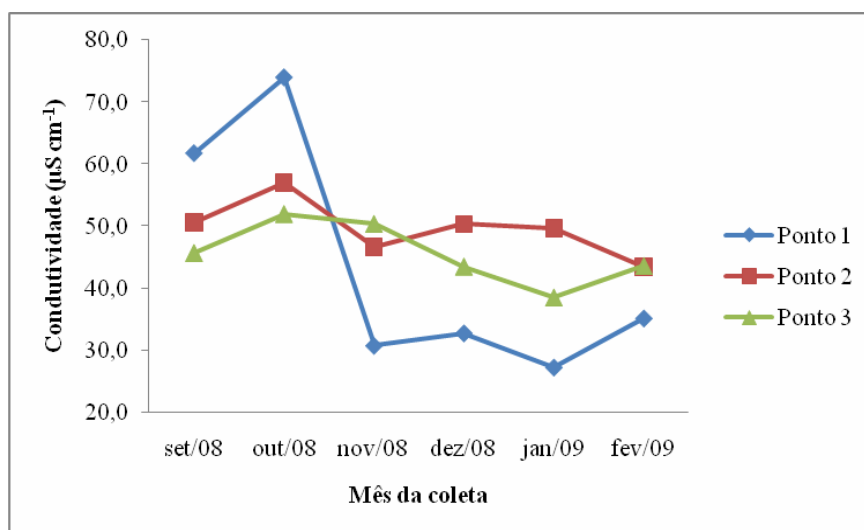


FIGURA 19. Valores encontrados para o parâmetro condutividade ($\mu\text{S cm}^{-1}$) no período de setembro de 2008 a fevereiro de 2009 próximo da nascente da margem direita (ponto 1), aproximadamente no meio do córrego (ponto 2) e próximo da foz (ponto 3) do córrego Samambaia, Goiânia/GO.

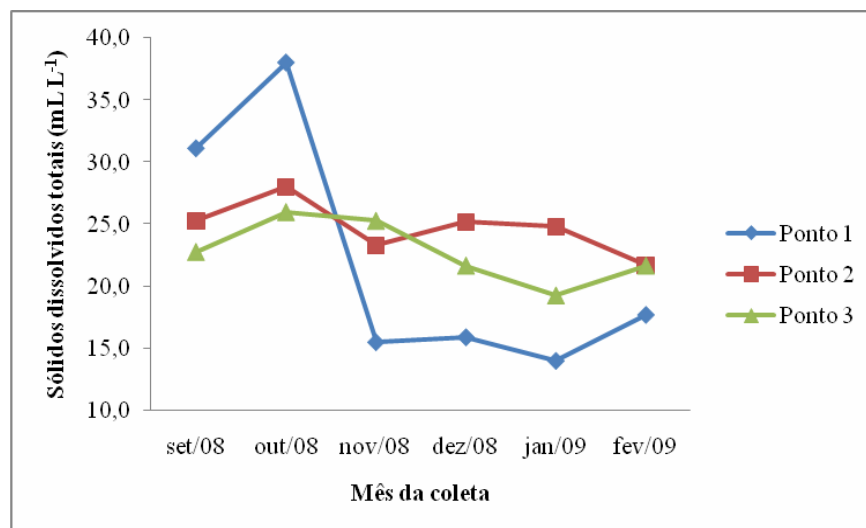


FIGURA 20. Médias dos valores encontrados para o parâmetro sólidos dissolvidos totais (mL L^{-1}) nos meses do início das chuvas e do meio da estação chuvosa próximo da nascente da margem direita (ponto 1), aproximadamente no meio do córrego (ponto 2) e próximo da foz (ponto 3) do córrego Samambaia, Goiânia/GO.

Pereira (2009) encontrou o contrário para o ribeirão Piancó/GO, já que no período seco a condutividade elétrica oscilou de $3,8$ a $19,6 \mu\text{S cm}^{-1}$ e no período chuvoso de 10 a $28,4 \mu\text{S cm}^{-1}$. O mesmo autor também observou que durante os meses de estiagem os valores de condutividade se mostraram estáveis e no período de chuvas houve um aumento dos valores de condutividade, indicando maiores concentrações de íons nas águas desse ribeirão e a presença de sais na água devido, provavelmente, ao carreamento de elementos químicos presentes no solo, ocasionados pela falta de vegetação.

Silva et al. (2007) verificou que o teor de sólidos dissolvidos totais da água é estimado a partir de sua condutividade elétrica e apresenta sempre valores próximos da metade do valor da condutividade.

Para a condutividade, a partir da Tabelas 3, 4 e 5, no início das chuvas a média variou de $49,40$ a $55,50 \mu\text{S cm}^{-1}$, o desvio padrão de $3,3$ a $22,3 \mu\text{S cm}^{-1}$, a amplitude de $6,30$ a $43,20 \mu\text{S cm}^{-1}$ e o coeficiente de variação de $0,07$ a $0,40$. No meio da estação chuvosa a média apresentou variação de $31,80$ a $47,80 \mu\text{S cm}^{-1}$, o desvio padrão de $2,9$ a $4,1 \mu\text{S cm}^{-1}$, a amplitude de $5,10$ a $7,90 \mu\text{S cm}^{-1}$ e o coeficiente de variação de $0,07$ a $0,13$. Em relação aos sólidos dissolvidos totais, no início das chuvas, a média variou de $24,70$ a $28,20 \text{ mL L}^{-1}$, o desvio padrão de $1,7$ a $11,5 \text{ mL L}^{-1}$, a amplitude de $3,20$ a $22,50 \text{ mL L}^{-1}$ e o coeficiente de variação de $0,07$ a $0,41$. No meio da estação chuvosa a média apresentou variação de $15,90$ a

23,90 mL L⁻¹, o desvio padrão de 1,4 a 1,9 mL L⁻¹, a amplitude de 2,40 a 3,50 mL L⁻¹ e o coeficiente de variação de 0,07 a 0,12.

4.3.5 Temperatura da amostra

Analisando a Figura 21, verifica-se que o mês de fevereiro apresentou os menores valores, ao longo dos seis meses, nos 3 pontos. Araujo (2006) verificou que a redução da temperatura da amostra no período chuvoso se deve à presença de nuvens que impedem que a radiação solar chegue diretamente ao corpo de água, à precipitação e a redução na temperatura ambiente.

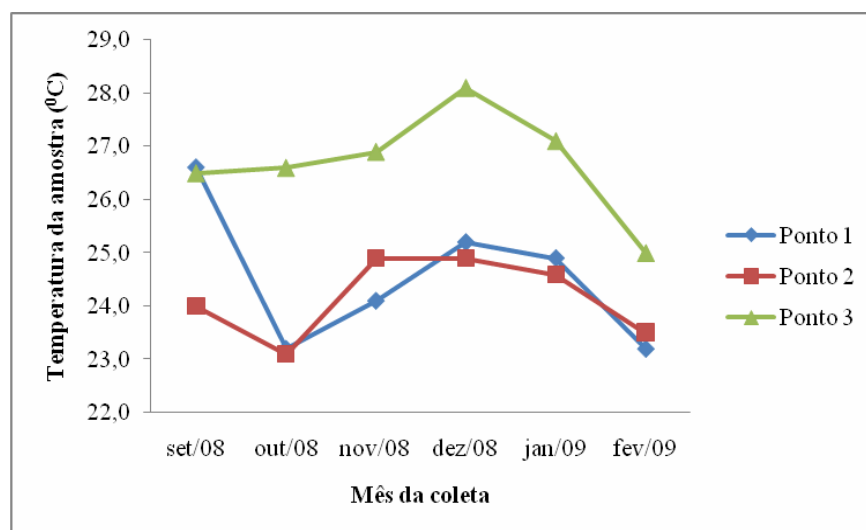


FIGURA 21. Valores encontrados para o parâmetro temperatura da amostra (°C) no período de setembro de 2008 a fevereiro de 2009 próximo da nascente da margem direita (ponto 1), aproximadamente no meio do córrego (ponto 2) e próximo da foz (ponto 3) do córrego Samambaia, Goiânia/GO.

Os pontos 1 e 2 também apresentaram valores menores no mês de outubro. No ponto próximo da foz verificou-se que a temperatura da amostra permaneceu constante no início das chuvas e acima dos valores encontrados nos pontos 1 e 2. Esse fato pode ser explicado pela presença da represa Samambaia (Figura 22) logo antes do ponto de coleta, já que a represa recebe energia solar e, conseqüentemente, há o aquecimento da água superficial, devido a uma maior superfície de contato.



FIGURA 22. Imagem da represa Samambaia, localizada a montante do ponto próximo da foz do córrego Samambaia, Goiânia/GO.

Para a temperatura da amostra, de acordo com as Tabelas 3, 4 e 5, no início das chuvas a média variou de 24,0 a 26,70 °C, o desvio padrão de 0,2 a 1,8 °C, a amplitude de 0,40 a 0,34 °C e o coeficiente de variação de 0,01 a 0,07. Já no meio da estação chuvosa a média apresentou variação de 24,30 a 26,70 °C, o desvio padrão de 0,7 a 1,6 °C, a amplitude de 1,40 a 3,10 °C e o coeficiente de variação de 0,03 a 0,06.

4.3.6 Alcalinidade e pH

A Figura 23 demonstra que os menores e os maiores valores de alcalinidade foram encontrados em meses do início das chuvas e do meio da estação chuvosa nos 3 pontos. Os pontos 1 e 2 apresentaram o mesmo comportamento, sendo que os valores do ponto próximo da nascente da margem direita do córrego foram menores que os do ponto aproximadamente no meio do córrego. Os teores de concentração apresentados podem ser resultantes da decomposição da matéria orgânica, visto que os íons bicarbonatos são provenientes desse processo (CRUZ et al., 2007). O ponto próximo da foz apresentou um pico de crescimento no mês de novembro. Esse resultado pode ser explicado por um possível carreamento de elementos de correção do solo para o córrego, já que é comum executar o preparo de solo em novembro.

A partir dos dados da Figura 24, verifica-se que os três pontos tiveram o mesmo comportamento para o parâmetro pH. Almeida et al. (2004) verificaram que as variações de

pH foram muito pequenas, não sendo observados valores discrepantes, variando de 5,33 a 5,48 na nascente e de 6,61 a 8,08 no início da área urbana. Rocha et al. (2008) verificaram que os valores de pH aumentaram no período chuvoso e diminuíram no período seco. Verifica-se que os maiores valores do parâmetro pH ocorreram nos meses de janeiro e fevereiro.

Araujo (2006) verificou que o pH do Rio Saúde/AL, no final do período seco foi baixo, pelo fato de períodos com baixa precipitação ocasionarem o aumento da decomposição da matéria orgânica com liberação de gás carbônico e formação de ácido húmico no corpo de água. O mesmo autor também verificou que o período em que houve o aumento da precipitação ocorreu o aumento do pH, devido à diluição do material húmico. Coluna et al. (2007) verificaram que a variável pH apresentou um comportamento semelhante para todos os pontos amostrados na estação chuvosa, com valores próximos à neutralidade.

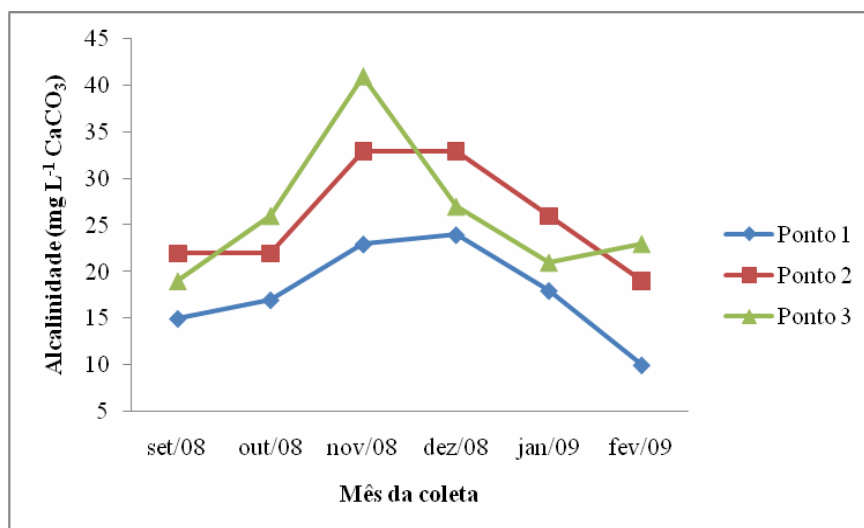


FIGURA 23. Valores encontrados para o parâmetro alcalinidade (mg L⁻¹ CaCO₃) no período de setembro de 2008 a fevereiro de 2009 próximo da nascente da margem direita (ponto 1), aproximadamente no meio do córrego (ponto 2) e próximo da foz (ponto 3) do córrego Samambaia, Goiânia/GO.

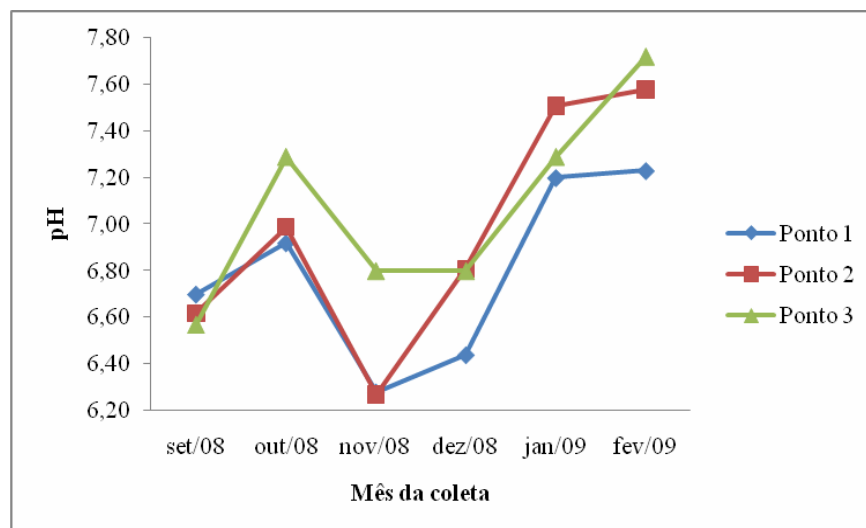


FIGURA 24. Valores encontrados para o parâmetro pH no período de setembro de 2008 a fevereiro de 2009 próximo da nascente da margem direita (ponto 1), aproximadamente no meio do córrego (ponto 2) e próximo da foz (ponto 3) do córrego Samambaia, Goiânia/GO.

Para a alcalinidade, a partir das Tabelas 3, 4 e 5, no início das chuvas a média variou de 18 a 29 mg L⁻¹ CaCO₃, o desvio padrão de 4 a 11 mg L⁻¹ CaCO₃, a amplitude de 8 a 22 mg L⁻¹ CaCO₃ e o coeficiente de variação de 0,23 a 0,39. Já no meio da estação chuvosa a média apresentou variação de 17 a 26 mg L⁻¹ CaCO₃, o desvio padrão de 3 a 7 mg L⁻¹ CaCO₃, a amplitude de 6 a 14 mg L⁻¹ CaCO₃ e o coeficiente de variação de 0,13 a 0,41. Já para o pH, no início das chuvas a média variou de 6,63 a 6,89, o desvio padrão de 0,33 a 0,37, a amplitude de 0,64 a 0,72 e o coeficiente de variação foi de 0,05. Já no meio da estação chuvosa a média apresentou variação de 6,96 a 7,30, o desvio padrão de 0,43 a 0,46, a amplitude de 0,77 a 0,92 e o coeficiente de variação foi de 0,06.

4.3.7 Cloretos

Analisando a Figura 25, percebe-se que os valores do parâmetro cloretos foram baixos. Cruz et al. (2007) também encontraram valores baixos de cloretos na confluência dos rios Poti e Parnaíba, Teresina/PI, variando de 0,9 a 4,9 mg L⁻¹ no período chuvoso e de 3,4 a 4,4 mg L⁻¹ no período seco. O ponto próximo da foz apresentou um pico de crescimento no mês de novembro, o que pode ser explicado pelo carreamento para o córrego de insumos utilizados no

preparo do solo. Pedroza et al. (2009) verificaram que as concentrações de cloretos variaram de 7,1 a 14,2 mg L⁻¹ no córrego Estiva/MT.

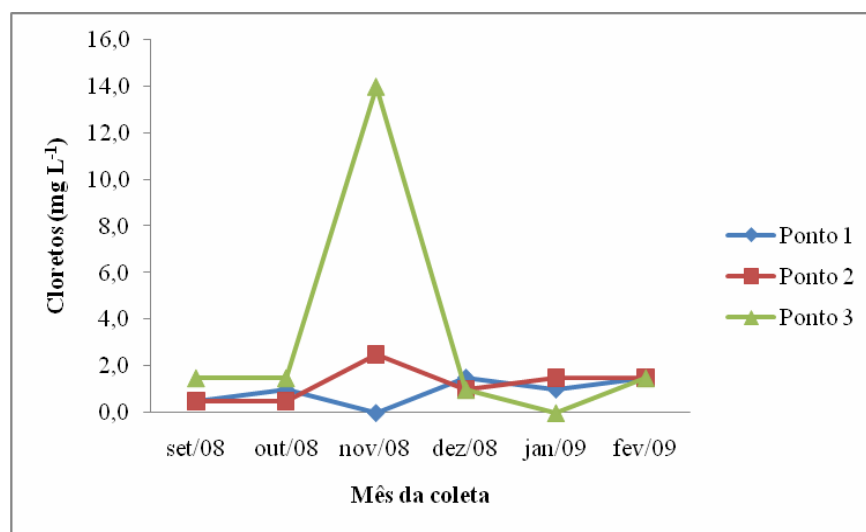


FIGURA 25. Valores encontrados para o parâmetro cloretos (mg L⁻¹) no período de setembro de 2008 a fevereiro de 2009 próximo da nascente da margem direita (ponto 1), aproximadamente no meio do córrego (ponto 2) e próximo da foz (ponto 3) do córrego Samambaia, Goiânia/GO.

Para os cloretos, de acordo com as Tabelas 3, 4 e 5, no início das chuvas a média variou de 0,50 a 5,70 mg L⁻¹, o desvio padrão de 0,5 a 7,2 mg L⁻¹, a amplitude de 1,0 a 12,50 mg L⁻¹ e o coeficiente de variação de 0,99 a 1,27. Já no meio da estação chuvosa a média apresentou variação de 0,80 a 0,13 mg L⁻¹, o desvio padrão de 0,3 a 0,8 mg L⁻¹, a amplitude de 0,15 a 0,50 mg L⁻¹ e o coeficiente de variação de 0,22 a 0,92.

4.3.8 Oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio e demanda química de oxigênio

Segundo Araujo (2006), a precipitação pluviométrica aumenta o oxigênio dissolvido do córrego. A figura 26 demonstra que isso ocorreu nos meses de dezembro e fevereiro, diferentemente do que foi verificado no mês de janeiro, em que os valores encontrados foram os menos ao longo dos seis meses.

Bueno et al. (2005) encontraram valores inferiores no horto Ouro Verde, Conchal/SP, variando de 3,11 a 4,47 mg L⁻¹ e de 2,78 a 3,61 mg L⁻¹ para os trechos de mata nativa e eucalipto, respectivamente. Almeida et al. (2004), estudando a qualidade microbiológica do córrego Ribeirão dos Porcos no município de Espírito Santo do Pinhal/SP, verificaram que na

nascente, os valores observados encontram-se entre $4,57 \text{ mg L}^{-1}$ e $5,96 \text{ mg L}^{-1}$, valor este normal para o ponto de amostragem, uma vez que a água, quando retida no lençol freático apresenta-se isenta deste gás, uma vez que não há contato com a atmosfera. Os mesmos autores verificaram que, no início da área urbana, os valores são satisfatórios, pois o deslocamento do referido caudal líquido e a atividade fotossintética incorporam oxigênio às moléculas de água.

A partir da análise das Figuras 27 e 28, observa-se que os valores da $\text{DBO}_{5,20}$ nos três pontos tiveram o mesmo comportamento ao longo dos seis meses estudados, enquanto que os valores da DQO nos pontos 1 e 3 apresentaram o menor valor em setembro e o maior valor em outubro, e no ponto aproximadamente no meio do córrego, o maior valor encontrado foi no mês de janeiro e o menor no mês de setembro.

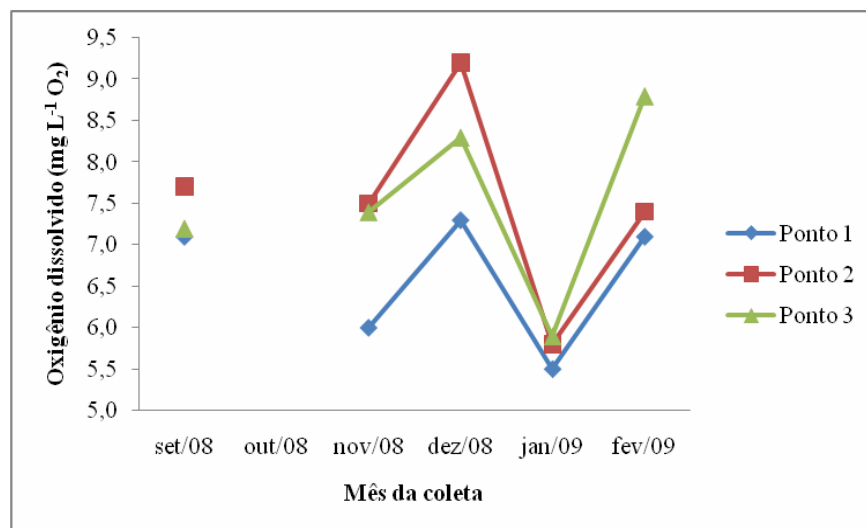


FIGURA 26. Valores encontrados para o parâmetro oxigênio dissolvido ($\text{mg L}^{-1} \text{O}_2$) no período de setembro de 2008 a fevereiro de 2009 próximo da nascente da margem direita (ponto 1), aproximadamente no meio do córrego (ponto 2) e próximo da foz (ponto 3) do córrego Samambaia, Goiânia/GO.

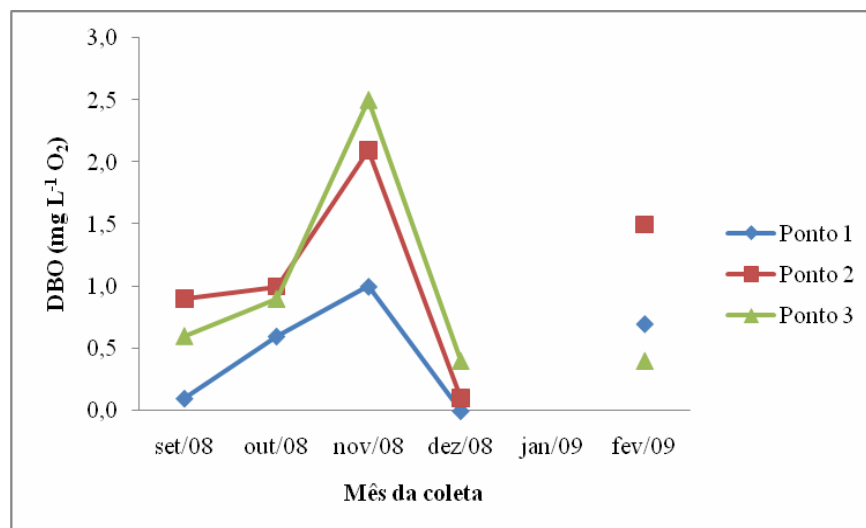


FIGURA 27. Valores encontrados para o parâmetro $DBO_{5,20}$ ($\text{mg L}^{-1} \text{O}_2$) no período de setembro de 2008 a fevereiro de 2009 próximo da nascente da margem direita (ponto 1), aproximadamente no meio do córrego (ponto 2) e próximo da foz (ponto 3) do córrego Samambaia, Goiânia/GO.

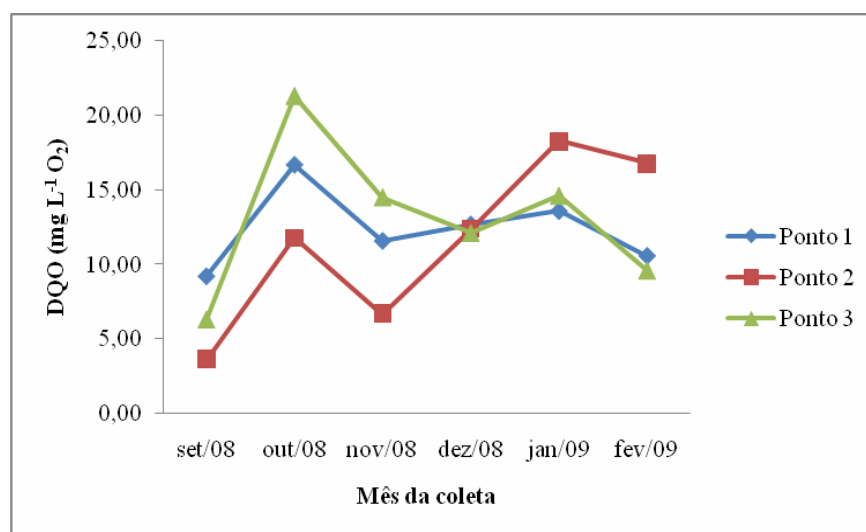


FIGURA 28. Valores encontrados para o parâmetro DQO ($\text{mg L}^{-1} \text{O}_2$) no período de setembro de 2008 a fevereiro de 2009 próximo da nascente da margem direita (ponto 1), aproximadamente no meio do córrego (ponto 2) e próximo da foz (ponto 3) do córrego Samambaia, Goiânia/GO.

Nos três pontos de coleta, os maiores e os menores valores de $DBO_{5,20}$ foram encontrados nos meses de novembro e dezembro, respectivamente. Os valores referentes aos pontos 2 e 3 do mês de novembro são devidos provavelmente ao *runoff* provocado pela primeira chuva. Já os valores referentes ao mês de dezembro podem ser explicados pela

ocorrência de uma chuva de grande volume ocorrida anteriormente à coleta, fazendo com que houvesse diluição da matéria orgânica biodegradável, contribuindo assim para uma redução dos valores deste parâmetro.

Coluna et al. (2007), estudando a qualidade da água na bacia hidrográfica do Zerede, Timóteo/MG, observaram um aumento na DQO no período chuvoso devido ao aumento do escoamento superficial, provavelmente pelo maior carreamento de matéria orgânica biodegradável e não biodegradável.

Para o oxigênio dissolvido, no início das chuvas a média variou de 6,60 a 7,60 mg L⁻¹ O₂, o desvio padrão de 0,1 a 0,8 mg L⁻¹ O₂, a amplitude de 0,20 a 1,10 mg L⁻¹ O₂ e o coeficiente de variação de 0,02 a 0,12. No meio da estação chuvosa a média apresentou variação de 6,60 a 7,70 mg L⁻¹ O₂, o desvio padrão de 1,0 a 1,7 mg L⁻¹ O₂, a amplitude de 1,80 a 3,40 mg L⁻¹ O₂ e o coeficiente de variação de 0,15 a 0,23. Coluna et al. (2007) verificaram que os valores de oxigênio dissolvido na estação seca e chuvosa ficaram situados em torno de 8 mg L⁻¹. Os mesmos autores ainda salientaram que o turbilhamento da água no período chuvoso resulta na dissolução do oxigênio atmosférico. Em relação à demanda bioquímica de oxigênio, no início das chuvas a média variou de 0,13 a 0,60 mg L⁻¹ O₂, o desvio padrão de 0,5 a 1,0 mg L⁻¹ O₂, a amplitude de 0,90 a 1,19 mg L⁻¹ O₂ e o coeficiente de variação de 0,50 a 0,80. No meio da estação chuvosa a média apresentou variação de 0,40 a 0,80 mg L⁻¹ O₂, o desvio padrão de 0,0 a 1,0 mg L⁻¹ O₂, a amplitude de 0,0 a 1,40 mg L⁻¹ O₂ e o coeficiente de variação de 0,0 a 1,41. Quanto à demanda química de oxigênio, no início das chuvas a média variou de 7,37 a 14,03 mg L⁻¹ O₂, o desvio padrão de 3,82 a 7,51 mg L⁻¹ O₂, a amplitude de 7,47 a 15,00 mg L⁻¹ O₂ e o coeficiente de variação de 0,31 a 0,56. No meio da estação chuvosa a média apresentou variação de 12,10 a 15,83 mg L⁻¹ O₂, o desvio padrão de 1,54 a 3,07 mg L⁻¹ O₂, a amplitude de 3,00 a 5,90 mg L⁻¹ O₂ e o coeficiente de variação de 0,13 a 0,21.

4.3.9 Dureza

A partir dos dados ilustrado na Figura 29, que os pontos 1 e 2 apresentaram o mesmo comportamento para o parâmetro dureza. O ponto próximo da foz apresentou um pico de crescimento em outubro.

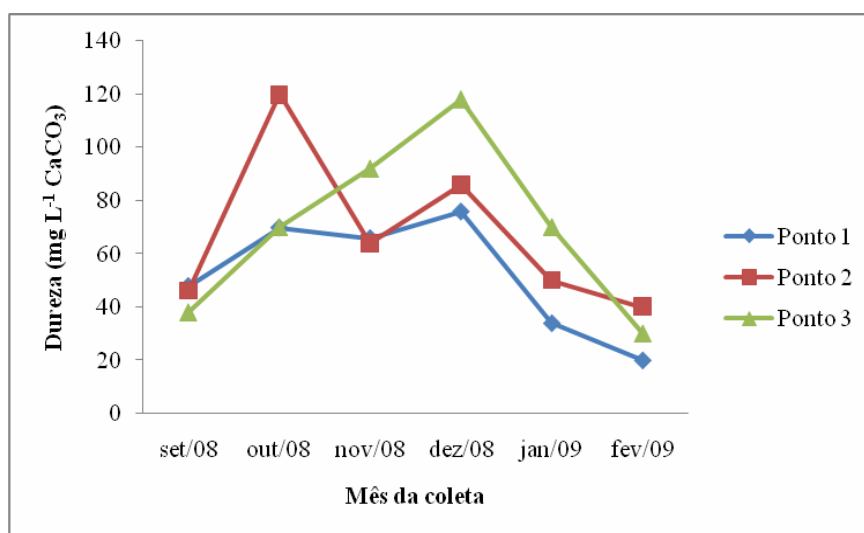


FIGURA 29. Valores encontrados para o parâmetro dureza ($\text{mg L}^{-1} \text{CaCO}_3$) no período de setembro de 2008 a fevereiro de 2009 próximo da nascente da margem direita (ponto 1), aproximadamente no meio do córrego (ponto 2) e próximo da foz (ponto 3) do córrego Samambaia, Goiânia/GO.

Cruz et al. (2007) verificaram que os valores de dureza no período seco foram menores que os do período chuvoso. Pedroza et al. (2009) encontraram valores de dureza abaixo de 20 mg L^{-1} no córrego Estiva/MS, sendo esses inferiores aos obtidos no córrego Samambaia.

Quanto à dureza, de acordo com as Tabelas 3, 4 e 5, no início das chuvas a média variou de 67 a 71 $\text{mg L}^{-1} \text{CaCO}_3$, o desvio padrão de 12 a 39 $\text{mg L}^{-1} \text{CaCO}_3$, a amplitude de 22 a 74 $\text{mg L}^{-1} \text{CaCO}_3$ e o coeficiente de variação de 0,19 a 0,50. Já no meio da estação chuvosa a média apresentou variação de 43 a 73 $\text{mg L}^{-1} \text{CaCO}_3$, o desvio padrão de 24 a 44 $\text{mg L}^{-1} \text{CaCO}_3$, a amplitude de 44 a 56 $\text{mg L}^{-1} \text{CaCO}_3$ e o coeficiente de variação de 0,47 a 0,67.

4.3.10 Fosfato

Observa-se, a partir da figura 30, que o menor e o maior valor foram encontrados em setembro e fevereiro, respectivamente, nos 3 pontos.

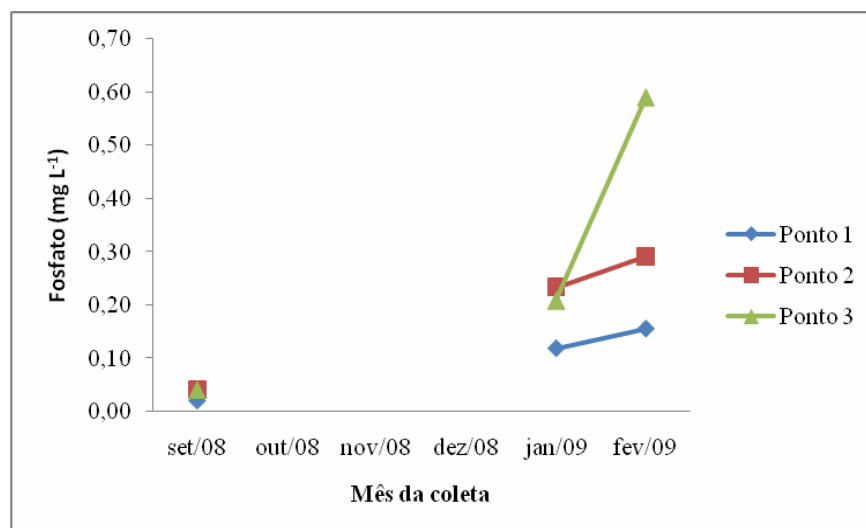


FIGURA 30. Valores encontrados para o parâmetro fosfato (mg L^{-1}) no período de setembro de 2008 a fevereiro de 2009 próximo da nascente da margem direita (ponto 1), aproximadamente no meio do córrego (ponto 2) e próximo da foz (ponto 3) do córrego Samambaia, Goiânia/GO.

Pereira (2009) também encontrou valores baixos de fosfato no ribeirão Piancó, Anápolis/GO, variando de 0,01 a 0,05 mg L^{-1} no período seco e de 0,01 a 0,02 mg L^{-1} no período chuvoso, sendo que as possíveis fontes na área de estudo são, principalmente, fertilizantes agrícolas, já que não há lançamento de efluentes urbanos.

Para o fosfato, a partir das Tabelas 3, 4 e 5, no início das chuvas a média variou de 0,02 a 0,04 mg L^{-1} e o coeficiente de variação foi igual a 0,00. Já no meio da estação chuvosa a média apresentou variação de 0,14 a 0,26 mg L^{-1} , o desvio padrão de 0,03 a 0,27 mg L^{-1} , a amplitude de 0,04 a 0,38 mg L^{-1} e o coeficiente de variação de 0,16 a 0,68.

4.3.11 Nitrato, nitrito e nitrogênio amoniacal

Ao analisar a Figura 31, nota-se que os valores encontrados de nitrato em setembro foram inferiores aos de fevereiro nos três pontos. Rocha et al. (2008), estudando 5 nascentes da bacia hidrográfica do Rio Preto, sub-bacia do médio rio São Francisco, verificaram que as concentrações de nitrato variaram de 0,0 a 0,7 mg L⁻¹, afirmando que as concentrações de nitrato em águas naturais geralmente são baixas devido a sua utilização em mecanismos bioquímicos de solos e plantas, e em processo de denitrificação.

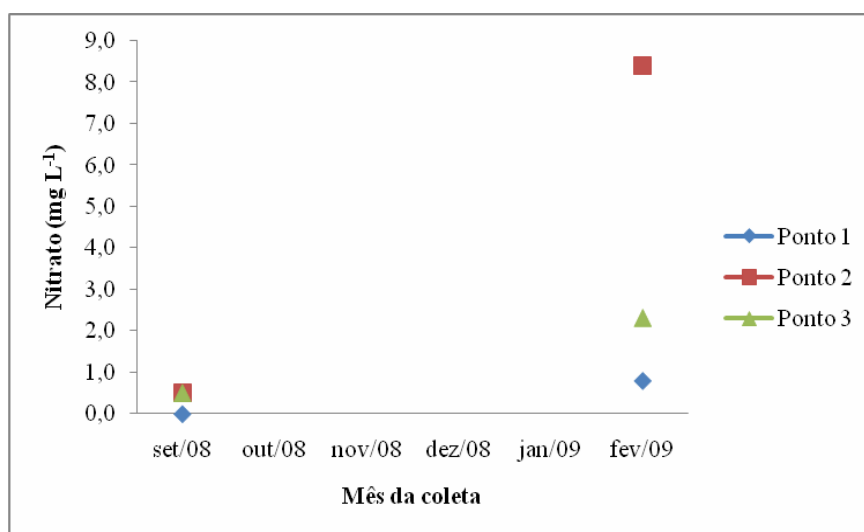


FIGURA 31. Valores encontrados para o parâmetro nitrato (mg L⁻¹) no período de setembro de 2008 e fevereiro de 2009 próximo da nascente da margem direita (ponto 1), aproximadamente no meio do córrego (ponto 2) e próximo da foz (ponto 3) do córrego Samambaia, Goiânia/GO.

A partir das Figuras 32 e 33, observa-se que os 3 pontos apresentaram valores baixos para o parâmetro nitrito e nitrogênio amoniacal, exceto no mês de fevereiro do ponto aproximadamente no meio do córrego, em que houve um pico de crescimento, em razão da ocorrência pluviométrica.

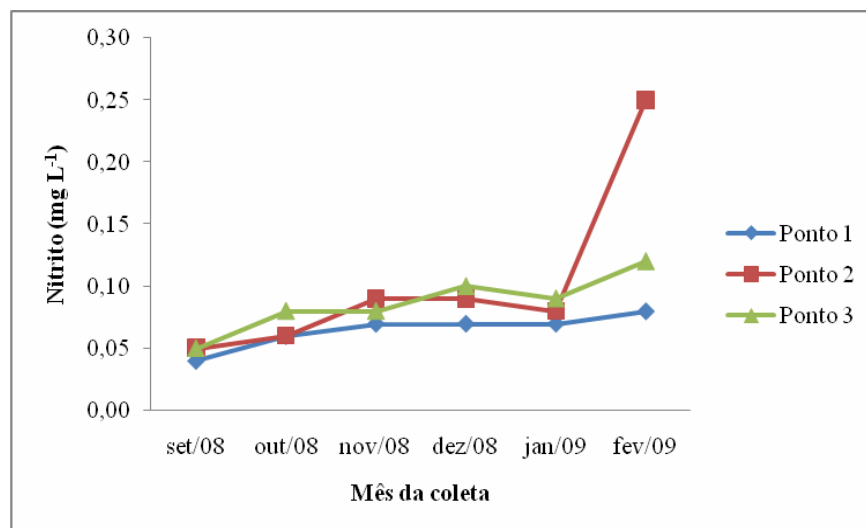


FIGURA 32. Valores encontrados para o parâmetro nitrito (mg L^{-1}) no período de setembro de 2008 a fevereiro de 2009 próximo da nascente da margem direita (ponto 1), aproximadamente no meio do córrego (ponto 2) e próximo da foz (ponto 3) do córrego Samambaia, Goiânia/GO.

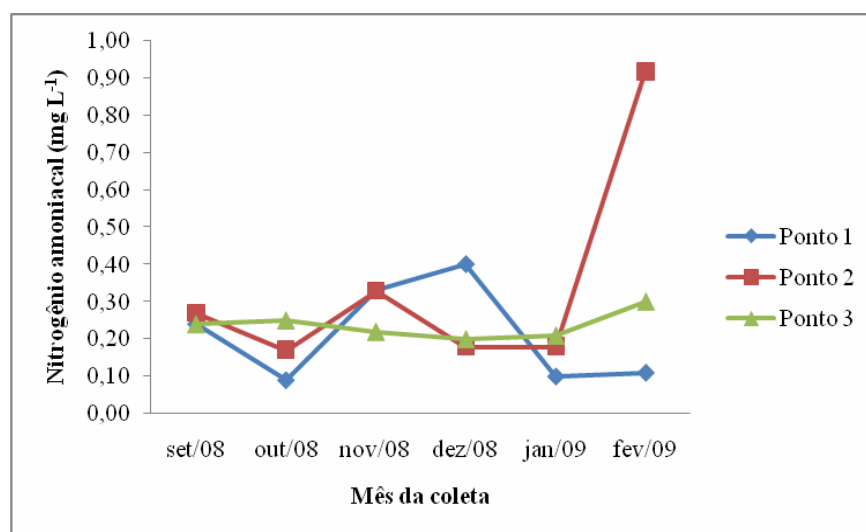


FIGURA 33. Valores encontrados para o parâmetro nitrogênio amoniacal (mg L^{-1}) no período de setembro de 2008 a fevereiro de 2009 próximo da nascente da margem direita (ponto 1), aproximadamente no meio do córrego (ponto 2) e próximo da foz (ponto 3) do córrego Samambaia, Goiânia/GO.

Em relação ao nitrato, de acordo com as Tabelas 3, 4 e 5, no início das chuvas a média variou de 0,0 a 0,50 mg L^{-1} . No meio da estação chuvosa a média apresentou variação de 0,80 a 8,40 mg L^{-1} . Para o nitrito, no início das chuvas a média variou de 0,06 a 0,07 mg L^{-1} , o desvio padrão foi de 0,02 mg L^{-1} , a amplitude de 0,03 a 0,04 mg L^{-1} e o coeficiente de variação de 0,25 a 0,31. No meio da estação chuvosa a média apresentou variação de 0,07 a

0,14 mg L⁻¹, o desvio padrão de 0,01 a 0,10 mg L⁻¹, a amplitude de 0,01 a 0,17 mg L⁻¹ e o coeficiente de variação de 0,08 a 0,68. Quanto ao nitrogênio amoniacal, no início das chuvas a média variou de 0,22 a 0,26 mg L⁻¹, o desvio padrão de 0,02 a 0,12 mg L⁻¹, a amplitude de 0,03 a 0,24 mg L⁻¹ e o coeficiente de variação de 0,06 a 0,55. No meio da estação chuvosa a média apresentou variação de 0,20 a 0,43 mg L⁻¹, o desvio padrão de 0,06 a 0,43 mg L⁻¹, a amplitude de 0,10 a 0,74 mg L⁻¹ e o coeficiente de variação de 0,23 a 1,00.

4.3.12 Coliformes termotolerantes

Verifica-se, a partir da Figura 34, que os valores de coliformes termotolerantes ficaram abaixo de 18 e superiores a 24000 NMP/100mL, já que o laboratório fornece os dados somente nesse intervalo. No ponto próximo da nascente da margem direita do córrego, verifica-se que os valores de coliformes fecais foram baixos. Almeida et al. (2006) verificaram que os pontos localizados nos afluentes do córrego Água do Bomba, em Regente Feijó/SP, apresentaram baixos valores de coliformes fecais nesses pontos por não sofrerem influência de resíduos urbanos. Almeida et al. (2004) verificaram que a contaminação fecal detectada na nascente seja, provavelmente, proveniente de fezes de animais. Os pontos 2 e 3 apresentaram picos de crescimento, sendo que no ponto aproximadamente no meio do córrego os picos foram nos meses de novembro e fevereiro, e no ponto próximo da foz apenas no mês de fevereiro. O pico de novembro indica que o córrego está recebendo lançamentos de resíduos. Já os de fevereiro podem ser explicados pelo carreamento de resíduos para dentro do córrego devido à ocorrência pluviométrica. Almeida (2007), estudando o córrego Bandeira, localizado na sub-bacia do rio das Garças/MT, encontrou um valor de mais de 24.192 NMP/100 mL para coliformes termotolerantes no período chuvoso, devendo-se, principalmente, à pecuária, já que com a chuva os microrganismos são carreados para o leito do rio.

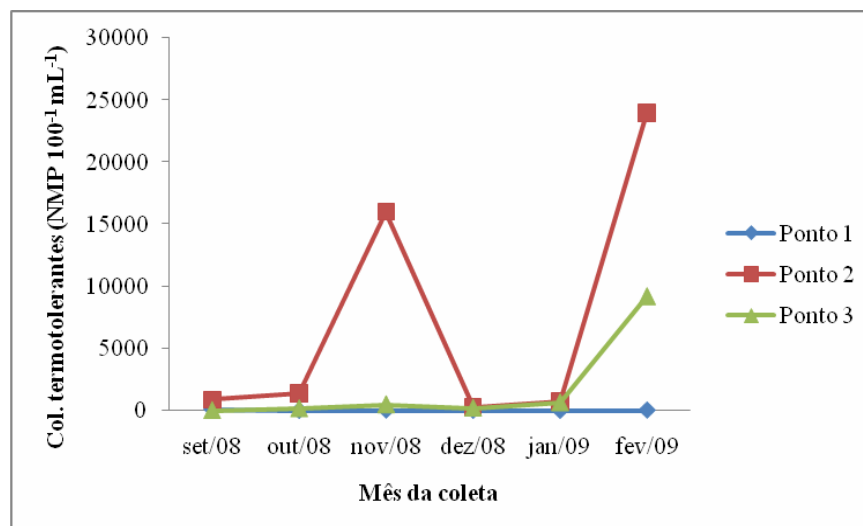


FIGURA 34. Valores encontrados para o parâmetro coliformes termotolerantes (NMP 100⁻¹ mL⁻¹) no período de setembro de 2008 a fevereiro de 2009 próximo da nascente da margem direita (ponto 1), aproximadamente no meio do córrego (ponto 2) e próximo da foz (ponto 3) do córrego Samambaia, Goiânia/GO.

Para os coliformes termotolerantes, de acordo com as Tabelas 3, 4 e 5, no início das chuvas a média variou de 58 a 6.077 NMP 100⁻¹ mL⁻¹, o desvio padrão de 47 a 8.598 NMP 100⁻¹ mL⁻¹, a amplitude de 92 a 15.160 NMP 100⁻¹ mL⁻¹ e o coeficiente de variação de 0,82 a 1,41. Já no meio da estação chuvosa a média apresentou variação de 27 a 8.307 NMP 100⁻¹ mL⁻¹, o desvio padrão de 16 a 13.593 NMP 100⁻¹ mL⁻¹, a amplitude de 27 a 23.780 NMP 100⁻¹ mL⁻¹ e o coeficiente de variação de 0,58 a 1,64.

4.4 Análise de componentes principais

A Análise de Componentes Principais (ACP) revelou a formação de 5 componentes principais, sendo que apenas as 4 primeiras foram retidas para interpretação dos resultados. Verifica-se que 96,08% da variação total dos dados é explicada pelos quatro primeiros eixos. Girão et al. (2007) verificaram que os pesos dos fatores das matrizes transformadas expressam a relação entre fatores e parâmetros, sendo que valores elevados destes, em módulo, indicam os parâmetros mais significativos em cada fator.

O eixo 1 explicou 56,15%, responsável por lançamentos de despejos de origem orgânica, apresentando correlação positiva entre cor aparente, resíduo total, resíduos fixos, resíduos voláteis, turbidez, DBO_{5,20}, DQO, nitrito, nitrato, nitrogênio amoniacal, pH e coliformes

termotolerantes, como apresentado na Tabela 7.

TABELA 7. Pesos dos fatores extraídos dos componentes principais.

Parâmetro	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3	Eixo 4
Cor aparente	-0,962830	-0,212428	0,148224	-0,075538
Resíduos totais	-0,844063	-0,441475	0,112677	0,236996
Resíduos sedimentáveis	-0,506906	-0,329215	-0,624865	-0,481511
Resíduos fixos	-0,646365	-0,554928	0,306484	0,421061
Resíduos voláteis	-0,924422	-0,161927	-0,203130	-0,095706
Temperatura da amostra	0,487347	-0,481222	-0,375826	-0,190470
Turbidez	-0,953513	-0,226368	0,175795	-0,092860
Alcalinidade	-0,283122	-0,417660	-0,478872	0,713591
Cloretos	-0,516495	0,681854	-0,032113	-0,000130
Condutividade	0,371535	-0,868388	-0,223345	-0,222492
DBO _{5,20}	-0,776101	-0,000209	0,547390	0,291824
DQO	-0,809955	0,145333	0,029670	-0,567280
Dureza	0,073131	-0,993508	0,027642	0,070306
Fosfato	-0,564248	0,407777	-0,706467	0,108824
Nitrito	-0,992657	0,045428	0,023884	-0,097726
Nitrato	-0,988986	-0,078083	0,094443	-0,080878
Nitrogênio amoniacal	-0,929798	-0,342114	0,124123	-0,054642
Oxigênio dissolvido	-0,238647	0,162166	-0,813815	0,478787
pH	-0,739086	0,473634	-0,422614	-0,130965
Col. termotolerantes	-0,989237	-0,108280	-0,068401	-0,059260
SDT	0,376928	-0,863481	-0,213567	-0,24

O eixo 2, explicando 18,84%, mostrou correlação positiva entre dureza, condutividade e sólidos dissolvidos totais, e correlação negativa com cloretos. O eixo 3, explicando 12,72%, correlacionou resíduos sedimentáveis, fosfato e oxigênio dissolvido. O eixo 4, explicando 8,36%, mostrou que nenhum parâmetro se correlacionou com alcalinidade.

4.5 Comparação dos resultados com a resolução Conama 357/05

A Tabela 8 apresenta os valores dos parâmetros analisados que se encontram na resolução Conama 357/05. Os valores apresentados em negrito são aqueles que não atenderam os limites estabelecidos na referida legislação.

TABELA 8. Comparação dos valores dos parâmetros analisados com a resolução Conama 357/05.

Ponto de coleta	Mês	Turb. (UNT)	DBO _{5,20} (mg L ⁻¹ O ₂)	Cloretos (mg L ⁻¹)	Nitrato (mg L ⁻¹)	Nitrito (mg L ⁻¹)	Nit. amon. (mg L ⁻¹)	OD (mg L ⁻¹ O ₂)	pH	Col. term. (NMP 100 ⁻¹ mL ⁻¹)
P 1	set/08	8	0,1	0,5	0	0,04	0,24	7,1	6,70	110
	out/08	9	0,6	1		0,06	0,09		6,92	18
	nov/08	6	1,0	0		0,07	0,33	6	6,28	45
	dez/08	14	0,0	1,5		0,07	0,4	7,3	6,44	18
	jan/09	4		1		0,07	0,1	5,5	7,20	18
	fev/09	4	0,7	1,5	0,8	0,08	0,11	7,1	7,23	45
P 2	set/08	13	0,9	0,5	0,5	0,05	0,27	7,7	6,62	840
	out/08	14	1,0	0,5		0,06	0,17		6,99	1390
	nov/08	33	2,1	2,5		0,09	0,33	7,5	6,27	16000
	dez/08	15	0,1	1		0,09	0,18	9,2	6,81	220
	jan/09	15		1,5		0,08	0,18	5,8	7,51	700
	fev/09	122	1,5	1,5	8,4	0,25	0,92	7,4	7,58	24000
P 3	set/08	11	0,6	1,5	0,5	0,05	0,24	7,2	6,57	20
	out/08	8	0,9	1,5		0,08	0,25		7,29	170
	nov/08	13	2,5	14		0,08	0,22	7,4	6,80	490
	dez/08	14	0,4	1		0,1	0,2	8,3	6,80	210
	jan/09	12		0		0,09	0,21	5,9	7,29	640
	fev/09	21	0,4	1,5	2,3	0,12	0,3	8,8	7,72	9200

Verifica-se que, no ponto próximo da nascente da margem direita do córrego, todos os valores dos parâmetros avaliados que a resolução Conama 357/05 faz menção atenderam os limites nela estabelecidos. Esse resultado pode ser explicado pelo fato desse ponto estar

próximo da nascente. Já no ponto aproximadamente no meio do córrego, os parâmetros turbidez e coliformes termotolerantes não atenderam os limites estabelecidos na legislação, enquanto que os demais parâmetros atenderam os limites preconizados na resolução. O parâmetro coliformes termotolerantes se encontra em condições preocupantes, já que o valor encontrado no mês de fevereiro foi superior a oito vezes o máximo permitido na legislação. Esse ponto encontra-se aproximadamente no meio do córrego, recebendo influência de toda área acima dele, além da bacia apresentar-se antropizada e com matas ciliares degradadas. No ponto próximo da foz, nada se pode afirmar sobre os coliformes termotolerantes, visto que a resolução menciona que no mínimo 80% dos valores encontrados devem ficar abaixo de 1000 NMP 100⁻¹ mL⁻¹, fazendo-se as análises bimestralmente, enquanto que todos os demais parâmetros ficaram dentro do limite estabelecido na legislação. Apesar do ponto próximo da foz situar-se na área urbana, a maioria dos resultados dos parâmetros analisados apresentaram-se mais satisfatórios que os verificados no ponto aproximadamente no meio do córrego. Esse fato pode ser explicado pela presença da represa Samambaia antes desse ponto, que possivelmente funciona como um reator de autodepuração.

5 CONCLUSÃO

Os valores de cor aparente, turbidez, resíduos totais e coliformes termotolerantes indicaram a presença de gado na nascente.

Evidenciou-se o lançamento de resíduos de origem orgânica no mês de novembro, a partir dos valores obtidos de cor aparente, turbidez, resíduos totais, resíduos voláteis, resíduos sedimentáveis, demanda bioquímica de oxigênio, pH e coliformes termotolerantes.

Houve uma influência positiva da represa Samambaia na qualidade da água do córrego.

A turbidez e os coliformes termotolerantes não atenderam a resolução Conama 357/05.

Como medidas mitigadoras, recomenda-se a revitalização das áreas de preservação permanente, impedindo que o gado tenha acesso a essas áreas, a reforma das pastagens degradadas, a adoção de medidas conservacionistas, a recuperação das áreas degradadas e a conscientização dos produtores quanto à importância da preservação do córrego Samambaia.

Sugere-se para trabalhos futuros a análise multivariada de distâncias euclidianas para verificar quais parâmetros apresentam diferenças significativas entre os períodos seco e chuvoso, bem como entre os pontos de coleta, estudos relacionados com os barramentos presentes ao longo do córrego Samambaia e pesquisas para verificar o grau de contaminação proveniente do confinamento.

6 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. R. Qualidade da água na sub-bacia do rio das Garças em 2006, Mato Grosso, Brasil. Congresso de Ecologia do Brasil, 8., 2007, Caxambu. **Anais...** Caxambu: SEB (Sociedade de Ecologia do Brasil), 2007. p. 2.

ALMEIDA, L.F. R.; MOLINA, P. M.; HERNANDEZ, F. B. T. Monitoramento fisicobiológico da qualidade de água do Córrego Água do Bomba, Regente Feijó, SP. In: Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, 16., 2006, Goiânia/GO. **Anais...** Goiânia: CONIRD, 2006. 9p.

ALMEIDA, R. M. A. A.; HUSSAR, G. J.; PERES, M. R.; FERRIANI JUNIOR, A. L. Qualidade microbiológica do córrego “Ribeirão dos Porcos” no município de Espírito Santo do Pinhal / SP. **Engenharia ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v.1, n.1, p. 51-56, jan./dez., 2004.

ALVES, E. C.; SILVA, C. F.; COSSICH, E. S.; TAVARES, C. R. G.; SOUZA FILHO, E. E.; CARNIEL, A. Avaliação da qualidade da água da bacia do rio Pirapó – Maringá, Estado do Paraná, por meio de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos. **Acta Scientiarum Technology**, Maringá, v. 30, n. 1, p. 39-48, 2008.

APHA; AWWA; WEF. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20 th ed. Washington, D. C.: **Americam Public Health Association**, 1998.

ARAUJO, A. E. M. **Avaliação dos parâmetros físicos, químicos e índice de qualidade da água no Rio Saúde, em razão da precipitação (maio a dezembro de 2004): estudo de caso.** 2006.107p. (Dissertação de Mestrado em Meteorologia) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió.

ARCOVA, F. C. S.; CICCIO, V. Qualidade da água de microbacias com diferentes usos do solo na região de Cunha, Estado de São Paulo. **Scientia Forestalis**, n. 56, p. 125-134, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9897/87.** Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Rio de Janeiro: ABNT, 1987a, 22 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9898/87.** Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Rio de Janeiro: ABNT, 1987b, 14 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10520:** (NB 896) Informação e documentação: citações e documentos. Rio de Janeiro: ABNT, 2002. 7p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14724:** Informação e documentação: trabalhos acadêmicos. Rio de Janeiro: ABNT, 2005. 9p.

BERNARDI, C. C. **Reuso de água para irrigação**. Brasília: ISEA-FGV/ECOBUSINESS SCHOOL, 2003. Disponível em: <<http://www.integracao.gov.br>>. Acesso em: 12 mai. 2008.

BILICH, M. R.; LACERDA, M. P. C. Avaliação da qualidade da água do Distrito Federal (DF), por meio de geoprocessamento. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia. **Anais...** INPE, nº12, p.2059-2065, 2005.

BONNET, B. R. P.; FERREIRA, L. G.; LOBO, F. C. Relações entre qualidade da água e uso do solo em Goiás: uma análise à escala da bacia hidrográfica. Viçosa: **Revista Árvore**, v.32, n.2, p.311-322, 2008.

BRASIL - POLÍTICA NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. **Lei 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/19433.htm>. Acesso em: 23 ago. 2008.

BRASIL. **Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 15 mai. 2008.

BUENO, L. F.; GALBIATTI, J. A.; BORGES, M. J. Monitoramento de variáveis de qualidade da água do horto Ouro Verde - Conchal – SP. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.25, n.3, p.742-748, set./dez. 2005.

CAMPOS, V. D. **Dinâmica de uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica do Arroio dos Pereiras em Irati - PR e sua influência na qualidade das águas superficiais**. 2008.110p. (Mestrado em Gestão do Território) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa.

CARMOUZE, J.P. **O metabolismo dos ecossistemas aquáticos: fundamentos teóricos, métodos de estudo e análises químicas**. São Paulo: Edgar Blucher/FAPESP, 1994. 253p.

CARVALHO, A. R.; SCHLITTLER, F. H. M.; TORNISIELO, V. L. Atividade agropecuária com parâmetros físicos químicos da água. **Química Nova**, São Paulo: Piracicaba – Universidade de São Paulo – USP/ ESALQ/ CENA, v. 23, n. 5, p. 618-622, set./out. 2000.

CETESB. **Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental de São Paulo**. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/indice.asp>>. Acesso em 17 jul. 2008.

CETESB. **Guia de coleta e preservação de amostras de água**. São Paulo: Cetesb, 1988.

COLUNA, N. M. E.; DIAS, H. C. T.; PINHEIRO, J. A. C. **Análise temporal e espacial da qualidade da água na bacia hidrográfica do Zerede, Timóteo-MG.** In: Seminário de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul: o Eucalipto e o Ciclo Hidrológico, 1., 2007, Taubaté: IPABHI, 2007. p. 207-214.

CRUZ, P.; REIS, L.; BARROS, A.; NEVES, J.; CÂMARA, F. Estudo comparativo da qualidade físico-química da água no período chuvoso e seco na confluência dos rios Poti e Parnaíba em Teresina/PI. In: Congresso de pesquisa e inovação da rede norte nordeste de educação tecnológica, 2., 2007, João Pessoa/PB. **Anais...** João Pessoa: CONNEPI, 2007. 6p.

DONADIO, N. M. M.; GALBIATTI, J. A.; PAULA, R. C. Qualidade da água de nascentes com diferentes usos do solo na bacia hidrográfica do córrego Rico, São Paulo, Brasil. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.25, n.1, p.115-125, jan./abr., 2005.

FEAM. **Fundação Estadual do Meio Ambiente de Minas Gerais.** Disponível em: <<http://www.semad.mg.gov.br>>. Acesso em: 20 jul. 2008.

FIOREZE, A. P. **Análise do desempenho das equações de regionalização de vazões da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Bárbara, Goiás.** 2006. 70p. (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

FRANCA, R.M.; FRISCHKORN, H.; SANTOS, M. R. P. ; MENDONÇA, L. A. R.; BESERRA, M. C. Contaminação de poços tubulares em Juazeiro do Norte/CE. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v.11, n.1, p. 92-102, 2006.

GIRÃO, E. G.; ANDRADE, E. M.; ROSA, M. F.; ARAÚJO, L. F. P.; MEIRELES, A. C. M. Seleção dos indicadores da qualidade de água no rio Jaibaras pelo emprego da análise da componente principal. **Revista Ciência Agronômica**. Fortaleza: UFCE, v. 38, n. 1, p. 17 -24, 2007.

GOOGLE EARTH. **Info download.** Disponível em: <<http://info.abril.com.br/download/4261.shtml>>. Acesso em: 28 jul. 2009.

LANDWEHR, J. M.; DEININGER, R. A. *Comparison of several water quality indexes.* **Journal Water Pollut Control Federation**, v.48, p. 954-958, 1976.

MACHADO, W. C. P. **Indicadores da qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Pato Branco.** 2006. 315p. (Doutorado em Geologia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

MERTEN, G. H.; MINELLA, J. P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. **Revista Agroecologia e Desenvolvimento Rural**, Porto Alegre, v.3, n.4, p.1-7, 2002.

MOLINA, P. M.; HERNANDEZ, F. B. T.; VANZELA, L. S. Índice de qualidade da água na microbacia degradada do córrego Água da Bomba - Município de Regente Feijó - SP. In: Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, 16., 2006, Goiânia. **Anais...** Goiânia: CONIRD, 2006. 5p.

OLERIANO, E. S.; DIAS, H. C. T. **A dinâmica da água em microbacias hidrográficas reflorestadas com eucalipto.** In: Seminário de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul: o Eucalipto e o Ciclo Hidrológico, Taubaté: IPABHI, p. 215-222, 2007.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. **Organização Pan-Americana da Saúde.** Disponível em: <<http://www.opas.org.br>>. Acesso em: 22 jul. 2009.

PEDROZA, A. O. R. M.; CARVALHO, E. M. de; MONTEIRO, P. L. A. Aspectos físico químicos e microbiológicos do córrego Estiva em rio Brilhante/MS. **Interbio**, Dourados, v.3, n.1, p. 35 – 41, jan./ jun., 2009.

PEIXOTO FILHO, A. C.; BONDAROVSKY, S. H. Água, bem econômico e de domínio público. **Revista CEJ**, Brasília, v.4, n. 12, p. 13-16, set./dez., 2000.

PEREIRA, L. S. **Evolução espaço-temporal do uso e cobertura da terra e qualidade da água do ribeirão Piancó - Anápolis – Goiás.** 2008. 84p. (Dissertação de Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual de Goiás, Anápolis.

PINTO, D. B. F. **Qualidade dos recursos hídricos superficiais em sub-bacias hidrográficas da região Alto Rio Grande – MG.** 2007. 83p. (Dissertação de Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

REBOUÇAS, A. C. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação.** Organização e coordenação científica: Aldo da Cunha Rebouças, Benedito Braga, José Galizia Tundisi. São Paulo: Escrituras, 1999.

ROCHA, A. L. A.; PARRON, L. M.; CRUZ, C. J. D. Monitoramento da qualidade de água de nascentes na bacia hidrográfica do Rio Preto, sub-bacia do médio rio São Francisco. In: Simpósio Nacional Cerrado: Desafios e Estratégias para o Equilíbrio entre Sociedade, Agronegócio e Recursos Naturais, 9., 2008, Brasília. **Anais...** Brasília: ParlaMundi, 2008. 6p.

SANTOS, L. M., et al. **Zoneamento Ecológico-Econômico da Área do Aglomerado Urbano de Goiânia.** Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Goiânia: Sumário Executivo - DIGEO-CO, 1994.

SILVA, A. L. **A utilização do modelo WinHSPF no estudo das cargas difusas de poluição da bacia do Ribeirão da Estiva, SP.** 2003. 158p. (Mestrado em Engenharia Hidráulica e Sanitária) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

SILVA, G. C.; BARROSO, S. L.; BRINGEL, J. M. M. Avaliação físico-química da água utilizada para irrigação em pequenas propriedades agrícolas de Paço do Lumiar / MA. In: Congresso Brasileiro de Agroecologia. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v.2, n.1, p. 765-768, 2007.

SILVA, G. S.; JARDIM, W. de F. Um novo índice de qualidade de águas para proteção de vida aquática aplicado ao rio Atibaia, região de Campinas/Paulínea – SP. São Paulo: **Química Nova**, v. 29, n.4, p. 689-694, 2006.

STRASSBURGER, L. **Uso da terra nas bacias hidrográficas do rio do Peixe (SC) e do rio Pelotas (RS/SC) e sua influência na limnologia do reservatório da UHE-Itá (RS/SC).** 2005. 138p. (Dissertação de Mestrado em Geografia e Geociências) – Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande de Sul.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: enfrentando a escassez.** 2 ed. São Paulo: Rima, 2005. 251p.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 1. ed. Belo Horizonte: UFMG, 1996. 243p.