



MESTRADO EM CIÊNCIAS
AMBIENTAIS E SAÚDE

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU*
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E SAÚDE**

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO CÓRREGO VACA
BRAVA, GOIÂNIA – GOIÁS: CONTRIBUIÇÕES PARA CIÊNCIAS
AMBIENTAIS E SAÚDE**

PATRÍCIA REGINA GOMES VERISSIMO DE FARIA SILVA

Goiânia-Goiás

Junho de 2017

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU*
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E SAÚDE**

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO CÓRREGO VACA
BRAVA, GOIÂNIA – GOIÁS: CONTRIBUIÇÕES PARA CIÊNCIAS
AMBIENTAIS E SAÚDE**

PATRÍCIA REGINA GOMES VERISSIMO DE FARIA SILVA

Orientador: Prof. Dr. Julio Cezar Rubin de Rubin

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Saúde, da Pró-reitora de Pós-Graduação e Pesquisa da Universidade Católica de Goiás, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais e Saúde.

Goiânia-Goiás

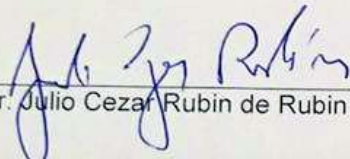
Junho de 2017

S586a	<p>Silva, Patrícia Regina Gomes Verissimo de Faria Avaliação da qualidade da água do córrego Vaca Brava, Goiânia e saúde [manuscrito]/ Patrícia Regina Gomes Verissimo de Faria Silva. -- 2017. 98 f.; il. 30 cm</p> <p>Texto em português com resumo em inglês Dissertação (mestrado) - Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ciências Ambientais e Saúde, Goiânia, 2017 Inclui referências f.66-70</p> <p>1. Água - Qualidade - Goiânia (GO). 2. Limnologia - Avaliação - Vaca Brava, Córrego (Goiânia-GO). I. Rubim, Júlio Cezar Rubim de. II. Pontifícia Universidade Católica de Goiás. III. Título.</p> <p>CDU: 556.55(043)</p>
-------	---

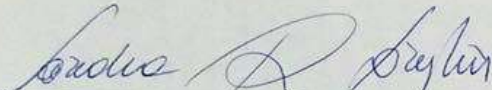


DISSERTAÇÃO DO MESTRADO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E SAÚDE
DEFENDIDA EM 28 DE JUNHO DE 2017 E CONSIDERADA
APROVADA PELA BANCA EXAMINADORA:

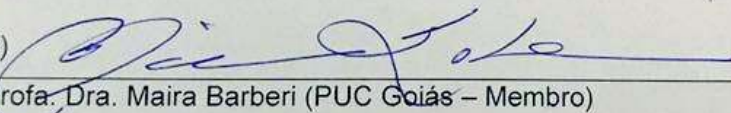
1)


Prof. Dr. Julio Cezar Rubin de Rubin / PUC Goiás (Presidente)

2)


Profa. Dra. Sandra Regina Longhin (IFG – Membro Externo)

3)


Profa. Dra. Maira Barberi (PUC Goiás – Membro)

4)

Profa. Dra. Mariana Pires de Campos Telles (PUC Goiás / Suplente)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela oportunidade de viver para completar mais esta etapa da minha vida, por ter dado coragem, saúde e permitido chegar até aqui.

Agradeço aos meus pais (Jose Verissimo de Faria e Sônia Regina) e ao meu esposo (Nelson Jorge da Silva Jr.) por terem incentivado e serem o pilar de todo o meu conhecimento e minhas conquistas. Agradeço minha família pelo apoio e escuta.

Agradeço ao Prof. Dr. Júlio Cezar Rubin de Rubin por todos os ensinamentos, pelo carinho, pelas orientações, pelo apoio e tolerância durante este período de convivência e de muito trabalho. Com você aprendi teorias, formas de análise, reflexões, mas, principalmente, aprendi sobre sensibilidade e a importância de acreditarmos no nosso potencial.

Agradeço à Systema Naturae por disponibilizar sua equipe no trabalho de campo e aos profissionais da Life Consultoria pelos resultados das amostras em questão.

Agradeço a Anita Pessoa pela ajuda e incentivo.

Obrigada aos meus amigos que ajudaram na coleta das amostras e aos professores doutores Vera Saddi, Maíra, Mariana Telles e Priscila Carvalho com suas importantes contribuições para este trabalho.

Agradeço em especial a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudos e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Saúde, pela oportunidade que tive na consecução desse sonho.

RESUMO

O processo de ocupação do solo em Goiânia demonstra que, devido ao seu acelerado crescimento populacional, a cidade reproduziu todas as contradições socioambientais de uma grande metrópole. Neste contexto, o córrego Vaca Brava está parcialmente inserido no Parque Municipal Vaca Brava (PMVB), que possui um papel importante ambientalmente. Esse estudo relata uma avaliação das características físicas, químicas e microbiológicas do córrego Vaca Brava, com uma análise da variação temporal e espacial das suas características limnológicas. A coleta das amostras foi realizada em oito pontos no eixo longitudinal do córrego Vaca Brava, entre junho de 2015 e maio de 2016, abrangendo as estações de chuva e seca. Foram monitorados 27 parâmetros físico-químicos e biológicos, sendo que, em campo, foram obtidos os valores de oito parâmetros, com os demais 19 medidos em laboratório. Para os resultados foi realizada uma análise de componentes principais (PCA), com o teste t para verificar a existência de diferença entre os períodos de coleta (seca e chuva). De maneira geral, os resultados indicaram águas com baixos valores de turbidez, nutrientes, DBO_5 e Clorofila- a . No entanto, ocorreram exceções, como as elevadas concentrações de fósforo total, ortofosfato, nitrogênio total (Kjeldahl) e nitrogênio amoniacal registradas em alguns locais no período de seca. Baixas concentrações de oxigênio dissolvido também foram frequentes na área de estudo. Os resultados apontam para uma sazonalidade esperada, que podem estar correlacionados a uma maior contribuição de fontes poluentes. A proteção das cabeceiras do córrego Vaca Brava contribui para valores amenos nos pontos amostrais mais à jusante, muito provavelmente devido ao fato da criação do PMVB. A ocupação humana desordenada se reflete na maior concentração de residências (especialmente verticais) nas partes intermediárias do córrego Vaca Brava, sendo coerente com os resultados mais negativamente expressivos nesse trecho do córrego. Dentre todos os pontos amostrais, o de maior relevância para a maioria das alterações é o Ponto 5, que pode estar refletindo cargas de efluentes advindas de esgotos, comércio e pequenas indústrias, seja de forma canalizada ou por enxurradas na estação chuvosa.

Palavras-chave: córrego Vaca Brava; análise limnológica; cidade de Goiânia; ocupação humana.

ABSTRACT

The process of land occupation in Goiânia demonstrates that, Owing to its accelerated populational growth, the city reproduced all the socioenvironmental contradictions of a big metropolis. In this context the Vaca Brava Stream is partially inserted in the Vaca Brava Municipal Park (VBMP), which possess an important environmental role. This study reports an evaluation of the physical, chemical and microbiological characteristics of the Vaca Brava Stream, with a temporal and spatial analyses of its limnological characteristics. The samples collecting was carried out in eight points along the longitudinal axis of the Vaca Brava Stream between June 2015 and May 2016, encompassing the rainy and dry seasons. Twenty-seven physical-chemical and biological parameters were monitored being that, in the field the values of eight were obtained with the remaining 19 measured in a laboratory. For the results a principal component analysis (PCA) was performed, with the t-test to verify differences between the collecting periods (dry and rainy). In a general manner, the results indicated waters with low values of turbidity, nutrients, DBO₅ and Chlorophyll-a. However, there were exceptions, as the high concentrations of total phosphorus, orthophosphate, total nitrogen (Kjeldahl), and ammoniacal nitrogen, recorded in some places during the dry season. Low concentrations of dissolved oxygen were also frequent in the study area. The results point to an expected seasonality which may be related to a larger contribution of polluting sources. The protection of the Vaca Brava Stream headwaters contribute to better values in the sampling points located upstream, most probably owing to the fact of the VBMP. The disorderly human occupation is reflected in the higher housing concentration (especially vertical) in the intermediate parts of the Vaca Brava Stream, being coherent with the more negative results expressed in this stretch of the stream. Among all sampling points, the most relevant for the majority of alterations is the Point 5, which might be reflecting the effluent loads coming from sewers, commerce, and small industries as channeled form or surface runoff in the rainy season.

Key-words: Vaca Brava Stream; limnological analysis; city of Goiânia; human occupation.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	iv
RESUMO.....	v
ABSTRACT	vi
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE TABELAS	xi
1. INTRODUÇÃO	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO	5
2.1. Ocupação Urbana de Goiânia	5
2.2. Bacia Hidrográfica do Ribeirão João Leite	6
2.3. Bacia Hidrográfica do Ribeirão Anicuns	7
2.4. Implantação do Parque Municipal Vaca Brava	7
2.4. Recursos Hídricos e Monitoramento	10
3. OBJETIVOS	24
3.1. Objetivo Geral	24
3.2. Objetivos Específicos	24
4. MATERIAL E MÉTODOS	25
4.1. Área do Estudo.....	25
4.2. Atividades de Gabinete	27
4.2.1. Delimitação da Bacia.....	27
4.2.2. Atividades de Campo e Laboratório	27
4.3. Coleta das Amostras	30
4.4. Parâmetros Físico-Químicos e Biológicos.....	32
4.5. Microbiológicos Gerais	34
4.6. Potencial pontos poluentes diretos.....	34
4.7. Potencial pontos poluentes da bacia.....	34
4.8. Monitoramento Limnológico	35

4.9. Análise Estatística	37
5. RESULTADOS	38
5.1. Caracterização abiótica	38
5.2. Caracterização Biótica.....	39
5.3. Comparação com a Resolução CONAMA.....	42
5.4. Áreas de risco ambiental	57
6. DISCUSSÃO	61
7. CONCLUSÃO.....	66
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67
APÊNDICE	I
Apêndice I	II

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Área de estudo do Parque Municipal Vaca Brava, Goiânia/GO.	26
Figura 2. Pontos amostrais de limnologia na área de estudo.	29
Figura 3. Coleta de amostra de água no Ponto 4.	31
Figura 4. Coleta de amostra de água no Ponto 5.	32
Figura 5. Resultado da análise de componentes principais (PCA), como os escores dos pontos de coleta, nos diferentes meses de estudo.	40
Figura 6. Variação espacial dos parâmetros limnológicos correlacionados com o componente principal 1 (CP 1), da PCA.	41
Figura 7. Valores obtidos com cloretos na água no período de estudo.	42
Figura 8. Valores obtidos com nitrato na água no período de estudo.	43
Figura 9. Valores obtidos com o nitrito na água no período de estudo.	43
Figura 10. Valores obtidos com o pH da água no período de estudo.	44
Figura 11. Valores obtidos com os sólidos totais dissolvidos na água no período de estudo.	45
Figura 12. Valores obtidos com o sulfato na água no período de estudo.	45
Figura 13. Valores obtidos com a cor da água no período de estudo.	46
Figura 14. Valores obtidos com a DBO da água no período de estudo.	47
Figura 15. Valores obtidos com o oxigênio dissolvido no período de estudo.	48
Figura 16. Valores obtidos com o ortofosfato no período de estudo.	49
Figura 17. Valores obtidos com sulfetos na água no período de estudo.	49
Figura 18. Valores obtidos com a turbidez da água no período de estudo.	50
Figura 19. Valores obtidos com o ferro dissolvido na água no período de estudo.	51
Figura 20. Valores obtidos com a alcalinidade da água no período de estudo. ...	52
Figura 21. Valores obtidos com a condutividade da água no período de estudo. ...	52
Figura 22. Valores obtidos com a dureza da água no período de estudo.	53

Figura 23. Valores obtidos com o nitrogênio amoniacal na água no período de estudo.	54
Figura 24. Valores obtidos com a temperatura da água no período de estudo. ...	54
Figura 25. Valores obtidos com o fósforo total na água no período de estudo. ...	55
Figura 26. Valores obtidos com os surfactantes na água no período de estudo. .	55
Figura 27. Valores obtidos com a Clorofila- <i>a</i> na água no período de estudo.	56
Figura 28. Valores obtidos com a densidade de <i>E. coli</i> na água no período de estudo.	57
Figura 29. Área de risco ambiental.....	59
Figura 30. Pontos de potenciais fontes poluidoras.....	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Pontos amostrais do estudo.....	28
Tabela 2. Métodos de acondicionamento, preservação e prazo para análise das amostras de água (AWWA, 2005); CETESB, 2011).	30
Tabela 3. Métodos de análise e faixa de detecção dos parâmetros físico-químicos e biológicos segundo metodologia da AWWA (2005).	35
Tabela 4. Limites de tolerância estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005 para Águas de Classe II.	36
Tabela 5. Valores médios, mínimos, máximos e desvio padrão das variáveis limnológicas analisadas no córrego Vaca Brava, entre junho de 2015 e maio de 2016.	38
Tabela 6. Valores médios, mínimos e máximos e desvio padrão das colônias de <i>E.coli</i> analisadas no Córrego Vaca Brava, entre junho de 2015 e maio de 2016.	39

1. INTRODUÇÃO

De acordo com a Resolução CONAMA N° 001, de 23 de janeiro de 1986, considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; a qualidade dos recursos ambientais (GUERRA & CUNHA, 2011).

A degradação de bacias hidrográficas ocorre devido a diversos fatores como: desmatamento, urbanização, obras de terraplenagem, mineração, dentre outros (DIAS & GRIFFITH, 1998). O desenvolvimento urbano frequentemente está associado à substituição de ambientes naturais ou seminaturais por ambientes construídos, com o direcionamento das águas pluviais e dos esgotos para os corpos d'água adjacentes aos canais de drenagem (HAUGHTON & HUNTER, 1994). Como consequência, há aumento do movimento de águas superficiais, além de diminuição da recarga dos aquíferos. A urbanização de forma desordenada, sem diretrizes de ocupação, impacta gravemente no ciclo hidrológico, pois causa drásticas alterações na drenagem, elevando a possibilidade de ocorrência de enchentes e deslizamentos, impondo riscos à saúde e à vida humana (BENINI & MENDIONDO, 2015).

Como um grande exemplo, comparável com o que ocorre na cidade de Goiânia, os impactos ambientais desde a construção de Brasília, provocaram o encolhimento de dois terços da vegetação do Quadrilátero do Distrito Federal devido ao uso e ocupação do solo de forma regular e irregular. Dos 581 mil hectares, sobraram 189 mil hectares, sendo 10% em áreas de Proteção Ambiental (GUERRA & CUNHA, 2011). Os primeiros impactos no Distrito Federal, ocorreram com a consolidação dos primeiros bairros, estes foram projetados e implantados juntamente com a construção da nova Capital da República. Com isso, um estudo promovido pela UNESCO, para avaliação multitemporal da ocupação do solo no Distrito Federal e seu efeito sobre a cobertura vegetal, constatou uma perda de 58% da cobertura vegetal nativa no Distrito Federal, no período de 1954 a 2001. Esta perda é mais acentuada nas áreas de cerrado típico, cuja redução chega a 73%. Especialmente no caso das matas e cerrado restam apenas fragmentos de vegetação, que estão associados

às áreas legalmente protegidas e àquelas de difícil acesso. Os principais componentes das transformações territoriais ocorridas, que implicaram significativa redução da vegetação nativa e consequente perda da biodiversidade no Distrito Federal, são o intenso processo de urbanização e o crescimento da ocupação agrícola, neste particular com a expansão da cultura de soja e outras de caráter exportador, em toda a região Centro-Oeste.

No período de 1954 a 2001, as áreas de ocupação urbana evoluem de 0,02% para 7,39% do território do Distrito Federal, e as áreas de ocupação agrícola passam de 0,02% para 47,56%, alcançando aproximadamente metade do território (FONTOURA, 2013).

Essas áreas ricas em biodiversidade que ao longo de anos tiveram um crescimento demográfico e por consequência deste crescimento os problemas urbanos e ambientais chegaram ao colapso da sustentabilidade e qualidade de vida da população. Sem a devida compensação ambiental e a execução de políticas públicas, vêm os alagamentos, a erosão, a poluição do ar e o comprometimento dos recursos hídricos. Nas cidades-satélites, estas consequências fazem parte do processo de impacto ambiental e degradação do meio ambiente no Distrito Federal. Pequenas precipitações são capazes de alagar ruas e avenidas de Brasília, cresce as áreas de erosão por conta do desmatamento (FONTOURA, 2013).

O processo de ocupação do solo e o estabelecimento da cidade de Goiânia não foi diferente. A cidade adquiriu ao longo do tempo características do próprio momento histórico, e foi se transformando em meio ao contexto político e econômico do país (CAVALCANTI, 2001). Goiânia se estabeleceu como espaço urbano através de quatro planos urbanísticos dos quais dois (Projeto Urbanístico de Atílio Correia Lima e o Plano Urbanístico de Armando Augusto de Godói) definiram a estrutura do espaço urbano (DAHER, 2009).

Devido ao seu acelerado crescimento populacional, a cidade reproduziu em seus espaços todas as contradições socioambientais de uma grande metrópole. A cidade foi planejada em 1933, para abrigar 50 mil habitantes e atualmente corresponde a uma capital com população estimada em 1,3 milhões de habitantes (IBGE, 2014). Com a expansão da capital e a crescente imigração foram desenvolvidos os setores periféricos sem infraestrutura adequada, destinados a classe social com menor poder aquisitivo e setores bem

estruturados para atender à população de classe alta (MARINHO, 2006). Os setores nobres como, por exemplo, o Bueno, foram estruturados para atender as necessidades da população da média e alta sociedade, se caracterizando pelo processo de verticalização e preservação ambiental. Estes setores foram construídos e estruturados para atender as necessidades de consumo da população. A preservação ambiental dos setores nobres de Goiânia está relacionada com as áreas de preservação ambiental, especialmente na forma de parque.

Neste contexto, o córrego Vaca Brava (afluente do córrego Cascavel) está parcialmente inserido no Parque Municipal Sullivan Silvestre, mais conhecido como Parque Vaca Brava (PMVB), que foi criado em 1951, pelo decreto que aprovou a loteamento do Setor Bueno. O projeto original contava com 12% de espaços livres destinados para praças e parques e em 1970 este número caiu para 4% (AMMA, 2006; CAU/GO, 2013).

O PMVB sofreu grandes danos devido a um longo processo administrativo na prefeitura, resultando em danos ao espaço público e nas áreas verdes. A área do parque foi loteada em 1974, em 12 lotes de chácaras. Em 1985, através do Despacho nº139/85 foi autorizada a construção de 12 prédios de alto padrão na região pertencente ao Parque Vaca Brava (AMMA, 2006).

A associação nacional de órgãos municipais do meio ambiente, através de recursos judiciais recebe a autorização para recuperar as nascentes do Córrego Vaca Brava. E por meio de um inquérito criminal foi comprovado a adulteração do mapa do setor Bueno que gerou o loteamento ilegal na área do parque. O Ministério Público por meio de uma ação Civil Pública anula a escritura e devolve a área ao município de Goiânia, e em 1992, foi criada uma Área de Proteção Ambiental (APA) do córrego Vaca Brava (AMMA, 2006; CAU/GO, 2013).

O PMVB está localizado em uma área urbana, com uma distância equivalente a um raio de 100 metros em relação a seu anel externo, comprovando uma natureza predominante residencial. Na parte próxima a nascente, na topografia mais elevada, encontram-se os edifícios verticais de uso residencial e já na área mais próxima ao Goiânia Shopping encontram-se supermercados, clínicas, prestadoras de serviços e lojas horizontais. A vegetação é composta por espécies nativas do Cerrado e espécies exóticas

introduzidas. A fauna é representada por animais silvestres de pequeno porte, adaptadas ao ambiente urbano. O lago do córrego Vaca Brava apresenta características lêntico ornamental, com coloração verde oliva (CAU/GO, 2013).

Sendo um rio que atravessa parte da cidade de Goiânia seu papel é extremamente importante do ponto de vista ambiental, mas também carrega uma carga muito grande de dejetos domésticos e industriais, comprometendo a noção de uma área de preservação dos recursos hídricos.

Em seu trajeto da nascente a sua desembocadura no córrego Cascavel, o córrego Vaca Brava começa a perder suas características logo abaixo do lago do PMVB, com o recebimento das primeiras descargas de esgotos. Como um grande agravante, a área do PMVB apresenta-se completamente depauperada de cobertura vegetal ripária, favorecendo o escoamento de águas de superfície com grande quantidade de silte e areia. A caracterização limnológica é um exercício de comparações com a realidade ambiental comum à grande maioria dos recursos hídricos do Estado de Goiás, representando uma fase de diagnóstico se implementado um programa de monitoramento.

Para esse trabalho foi realizado uma avaliação das características físicas, químicas e microbiológicas do córrego Vaca Brava, sob a perspectiva interdisciplinar do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Saúde da Pontifícia Universidade Católica de Goiás.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Ocupação Urbana de Goiânia

O processo de estruturação do espaço urbano em Goiânia foi dividido em quatro fases: a primeira inicia-se com a “concentração de lugares” em 1933 a 1950. A segunda fase inicia-se com a “ampliação do espaço”, definida então pelo jogo político e financeiro dos proprietários de gleba e capital financeiro. Na terceira fase existe um planejamento do espaço urbano, devido a interferência do governo federal e os interesses do capital financeiro. A última fase é a da “expansão urbana”, marcada pela iniciativas e projetos de infraestrutura urbanas, que visam os setores do meio ambiente e lazer (MORAES, 1991).

Pedro Ludovico Teixeira foi nomeado interventor do estado de Goiás em 1930, dois anos depois nomeia uma comissão para definir a localização da nova capital. Em 1933, a comissão define o local da futura capital. Segundo Ferreira Júnior (2007), para compreender o processo de implantação e estrutura do espaço urbano de Goiânia é necessário estudar os planos urbanístico de Atílio Correia Lima, Armando de Godói, Luís Saia, de Jorge Wilhein e o da Empresa ENGEVIX – contratada pela Prefeitura de Goiânia para colocar em pratica as diretrizes do plano urbanístico que se refere a expansão e crescimento urbano.

O Plano Urbanístico de Atílio Correia Lima (1933-1935) ressalta que a cidade se desenvolveria de forma a atender as necessidades da população como um todo e que evitaria a elitização de uma sociedade pós-industrial (DAHER, 2009). Atílio detalha o projeto em uma área central que abrigaria uma população de 15 mil habitantes (FERREIRA JÚNIOR, 2007).

Motivado por atritos políticos, Atílio rescindiu o contrato com o governo do Estado de Goiás devido a divergências do planejamento estabelecido e os interesses da construtora responsável pelas obras urbanas. Segundo Ferreira Junior (2007), Armando de Godói é contratado e dá sequência ao Segundo Plano Urbanístico da Cidade de Goiânia (1935-1938). Entretanto, a contratação da construtora Coimbra Bueno inicia um processo de influências de interesses particulares que modificam a planejamento proposto, com o processo de ocupação de Goiânia nos moldes de interesses imobiliários.

O Plano Urbanístico de Luís Saia (1959-1962) divide a cidade em seis regiões: Central, Campinas, Dergo, Macambira, Universitário e Meia Ponte (MORAIS, 1991; MOYSÉS et al., 2007) e propõe a conservação dos recursos

hídricos e a ampliação das áreas de parques destinadas à preservação ambiental. Entretanto, concentrou na preservação dos recursos hídricos e no redirecionamento do sistema viário de acordo com o crescimento urbano.

Jorge Wilhein contratado para elaborar o Plano de Desenvolvimento Integrado de Goiânia (1969-1971) constatou alguns problemas na formação do espaço urbano como: especulação imobiliária, crescimento desordenado, a perda do controle administrativo e a escassez da moradia (FERREIRA JÚNIOR, 2007).

O Plano Diretor de Goiânia foi aprovado em 1992 e a empresa ENGEVIX foi contratada para implantar esse plano já dentro da percepção de sustentabilidade, princípios ambientais e gerenciamento da ocupação do solo (RODOVALHO, 2008).

Com a expansão e o crescimento urbano desordenado, problemas com o saneamento básico e a qualidade ambiental de espaços urbanos afetou a qualidade de vida da população. E para tentar reverter a situação, os órgãos públicos municipais, junto com as imobiliárias se inteiram da necessidade do investimento na preservação do meio ambiente valorizando áreas verdes, possibilitando bem-estar social, proporcionando lazer e descanso.

2.2. Bacia Hidrográfica do Ribeirão João Leite

A hidrografia de Goiânia é constituída por 85 cursos d'água, 80 cursos classificados como córregos, quatro como ribeirões (João Leite, Anicuns, Capivara e Dourados) e um como rio, (Meia Ponte).

A bacia do córrego Vaca Brava, que integra a bacia do ribeirão Anicuns, localiza-se na região sudeste de Goiânia, abrangendo parte do Setor Bueno e Jardim América, além das Vilas Santa Efigênia, Americano do Brasil e Teófilo Neto. A bacia tem um perímetro de 14,8317 metros e uma área de 4,9989 Km². O córrego possui uma extensão de 3,5410 km entre suas nascentes e a sua desembocadura no córrego Cascavel, (MORAES et al., 2012).

A expansão urbana e a ampliação do perímetro urbano da cidade não contribuem para evitar a ocupação dos fundos de vale no município, como se faz ver na bacia do córrego Vaca Brava. Embora sejam áreas sensíveis à antropização, cuja ocupação inadequada potencializa a emergência de riscos ambientais, nota-se que a ocupação urbana nestes locais, está associada às

diferenças socioeconômicas no uso da terra urbana, uma vez que os instrumentos de gestão e planejamento urbano ambiental têm obtidos poucos resultados, não apenas na realocação de comunidades em áreas de risco, mas também, no resgate dos lotes subutilizados em áreas estratégicas. Verifica-se, assim, que coexistem os processos ocupações inadequadas em áreas de preservação permanente ao mesmo tempo que permanecem ociosos os lotes vagos em áreas dotadas de infraestruturas (MORAIS et al., 2012; SILVA NETO et al., 2015).

2.3. Bacia Hidrográfica do Ribeirão Anicuns

A bacia hidrográfica do ribeirão Anicuns tem uma área de 231,7 km² localizada na região sudoeste de Goiânia – GO, incluso na zona urbana da cidade, sendo o afluente da margem direita do rio Meia Ponte, que é o principal recurso hídrico da área mais habitada do estado.

O crescimento da cidade de Goiânia ocorreu de forma rápida, intensa e irregular, surgindo diversos loteamentos clandestinos em áreas inapropriadas, com ocupações de fundo de vale, desmatamento, poluição das águas e do solo, exploração vertical e ocupação de terrenos problemáticos. A bacia está localizada no planalto rebaixado de Goiânia, caracterizado por uma topografia plana a oeste, vertentes suavemente arredondadas a leste, e vertentes aguçadas apenas a extremo norte (BRITO et al., 2011).

Com a ocupação desordenada da bacia, a vegetação natural foi alterada pela ação antrópica, e ficou restrita às Áreas de Preservação Permanente (APPs), que compreendem as faixas bilaterais dos córregos e suas nascentes. Os cursos d'água tem características de faixas de matas ciliares antropizadas, quase ou de toda extensão inferior ao exigido na legislação vigente (BRITO et al., 2011). O clima de Goiânia é caracterizado por um verão quente e chuvoso e um inverno seco com alta amplitude térmica (NASCIMENTO; LUIZ, 2007).

2.4. Implantação do Parque Municipal Vaca Brava

Na década de 30, Atílio Correia Lima idealizou o traçado urbanístico da nova capital, determinando em seu planejamento as reservas de áreas verdes. No entanto, o processo urbanístico de Goiânia foi marcado pelo descaso público

em relação a preservação do meio ambiente, destacando a perda da cobertura vegetal devido a implantação de loteamento e invasões.

O Parque Municipal Vaca Brava (PMVB) foi criado em 1951, após o Decreto que aprovou o loteamento do Setor Bueno, que inicialmente possuía uma área de 12% destinada para praças e parques. Em 1970 após várias irregularidades esse índice caiu para 4%. Posteriormente, a Agência Municipal do Meio Ambiente (AMMA), consegue recuperar judicialmente as nascentes do córrego Vaca Brava e devolver a áreas para o Município de Goiânia. Em 1992 é criado uma Área de Proteção Ambiental (AMMA, 2006; CAU/GO, 2013; SILVA NETO et al., 2015).

Após essa transição, a área que seria o atual PMVB passa por um período de abandono, apresentado processo erosivo, escoamento do fluxo pluvial e ausência da vegetação nativa. Para resolver esse problema a Prefeitura de Goiânia oferece a concessão de terreno da área do parque, para a construção do Goiânia Shopping e, em contrapartida, o beneficiário teria a responsabilidade de limpar a área do parque, financiar sua implantação e garantir a limpeza e manutenção. A construtora não cumpriu o acordo e atualmente a Prefeitura de Goiânia é a responsável pela manutenção dessa área.

Por meio do Decreto N° 2.041/93, em 1993, foi criado o PMVC, e no ano seguinte aconteceu a inauguração após o reflorestamento da área, localizado entre as avenidas T-3, T-5, T-10, T-15 e Rua T-66, Setores Bueno e Jardim América e as coordenadas: 16°42'34"S – 49°16'15"W abrangendo uma área de 77.760,00 m² (MORAES & ROMACHELI, 2002).

O PMVB está localizado em uma área muito urbanizada e de fácil acesso ao lazer. O público que frequenta o parque é formado por moradores da região, pessoas que visitam o parque e que o utilizam para a prática de esporte. O parque possui uma infraestrutura com estação de ginástica, pista de caminhada, lago, parque infantil e área de conveniência. O local também serve para proporcionar eventos como: maratonas, campanha de vacinação e apresentações culturais. Na região próxima a nascente encontra-se edifícios verticais de uso residencial e na área mais próxima ao Goiânia Shopping pode-se observar hospitais, clínicas, postos de gasolinas, edifícios residenciais, vários comércios, supermercados, faculdades e escolas.

Segundo a AMMA (2006), o PMVB foi criado para preservar as nascentes e resgatar o aspecto ambiental e de lazer, proporcionando para a população uma melhor qualidade de vida na qual será possível ter distração, conforto e prazer. Para efetivar e obter um melhor gerenciamento dos objetivos idealizados o PMVB foi dividido em quatro zonas: a) Zona de Proteção Integral – localizada entre o lago e a rua T-5 e incorpora a mata ciliar e é caracterizada por áreas naturais onde a alteração pelo homem foi mínima, e uma área delicada onde o acesso da população é supervisionado; b) Zona de Uso Intensivo – caracterizada por uma área de conservação da paisagem natural e uma outra área foi modificada para a instalação de equipamentos para atividades recreativas, c) Zona de uso Restrito – localizada entre o lago e as vias da T-15 e T-10. Caracterizada por áreas de atividade de manutenção e administração do parque e ainda possui uma parte para projetos de educação ambiental, d) Zona de Recuperação e lago – caracterizada por uma área de grande processo de degradação ambiental devido a ação do homem.

O PMVB é composto por uma área de vegetação densa remanescente próximo da nascente e outra área na qual a vegetação foi recomposta. No parque temos algumas espécies de árvores nativas do Cerrado e outras exóticas introduzidas pelo homem. Na região próxima da nascente do córrego Vaca Brava e nas vertentes que delimita a bacia hidrográfica encontram-se edifícios e casas residenciais e comerciais próximas ao Goiânia Shopping. A mata de galeria, ainda predominante na área, se localiza na zona de proteção integral, com aproximadamente de 15 mil m², correspondendo a 18% da área total do Parque, que é de cerca de 80 mil m².

A vegetação que caracteriza a flora local do Parque é um remanescente de mata de galeria, que acompanha os córregos, ribeirões e rios, com as copas das árvores se encontrando sobre o curso d'água. O PMVB apresenta árvores com altura entre 20 e 30 metros, incluindo Buriti (*Mauritia flexuosa*), Banha de Galinha (*Swartzia* sp.), Palmeira Imperial (*Roystonea oleracea*), Guariroba (*Syagrus oleraceae*), Ipê-amarelo (*Tabebuia alba*), Ipê de Jardim (*Tabebuia* sp.), Manga (*Mangifera indica*), Goiaba (*Psidium guajava*), Figueira (*Ficus glabra*), Angico (*Parapiptadenia rigida*), Sibipiruna (*Caesalpinia pluviosa*), Oiti (*Licania tomentosa*), Paineira (*Ceiba speciosa*), Ingá (*Inga edulis*), Albizia (*Albizia julibrissin*), Pata de Vaca (*Bauhinia forficata*), Sangra d'água (*Croton urucurana*),

Pimenta de Macaco (*Xylopia aromatica*) Chapéu de Napoleão (*Thevetia peruviana*), Gengibre (*Zingiber officinale*), Embaúba (*Cecropia pachystachya*), Brassia (*Schefflera actinophylla*), Jenipapo (*Genipa americana*), Sete Copas (*Terminalia catappa*) e Jacarandá (*Jacaranda mimosifolia*). Sua área interna foi ocupada de forma irregular, o que alterou consideravelmente a vegetação nativa da área, principalmente em decorrência da retirada seletiva de árvores de maiores diâmetros e de valor comercial. A alteração da vegetação local é consequência da retirada de árvores e da introdução de espécies frutíferas e exóticas como Manga (*Mangifera indica*), Abacate (*Persea americana*), Caju (*Anacardium occidentale*), Limão (*Citrus limon*), Ficus Benjamina (*Ficus benjamina*), Leucena (*Leucaena leucocephala*), Flamboyant (*Delonix regia*), Sete Copas (*Terminalia catappa*) e outras (CAU/GO, 2013; SILVA NETO et al., 2015).

2.4. Recursos Hídricos e Monitoramento

Recursos hídricos naturais renováveis compreendem o volume total dos recursos de água (fontes externas e internas), ambas águas de superfície e subterrânea, que são geradas através do ciclo hidrológico. O ciclo hidrológico é o movimento que a água tem na natureza. Este movimento é infinito e circular. Ele ocorre através do processo de evaporação das águas da superfície (rios, lagos, oceanos, etc.) e pela transpiração dos seres vivos. O vapor de água, proveniente da evaporação, forma as nuvens na atmosfera. Quando estas nuvens ficam sobrecarregadas e atingem altitudes elevadas ocorrem as chuvas. Estas se formam, pois, a temperatura cai e a água transforma-se em líquido (condensação). Esta água que cai nas chuvas vai parar nos oceanos, rios e lagos, evapora novamente, e o ciclo da água é mantido.

Em muitas regiões, esse ciclo hidrológico tem sofrido grandes alterações, especialmente nas últimas décadas. Estas alterações resultam das diferentes formas de interferência humana sobre o meio ambiente como, por exemplo: construção de grandes cidades, drenagem de extensas áreas alagáveis, devastação de florestas e construção de grandes lagos artificiais (represas).

A limnologia é o estudo do conjunto das águas continentais, incluindo lagos, represas, estuários, rios, lagoas, lagos salinos e áreas pantanosas. Em resumo, é a ciência das águas interiores estudados como ecossistemas

(TUNDISI & TUNDISI, 2008), o estudo da inter-relação entre estrutura e função dos organismos de águas doces, de como são afetados por sua dinâmica física, química e seu ambiente biótico (WETZEL, 2001), ou o estudo ecológico de todas as massas d'água continentais, independentemente de suas origens, dimensões e concentrações salinas (ESTEVES, 1998).

A composição das águas subterrâneas e de superfície é dependente de fatores naturais (geológico, topográfico, meteorológico, hidrológico e biológico) nas bacias de drenagem e varia com diferenças sazonais em volumes de escoamento superficial, condições climáticas e níveis da água. Assim, variações expressivas na qualidade da água podem ser observadas mesmo onde um único curso d'água estiver envolvido. A intervenção humana também exerce efeitos negativos na qualidade da água. Alguns desses efeitos são o resultado de mudanças hidrológicas, como a construção de barragens, drenagem de áreas baixas e desvios do curso d'água. As situações mais óbvias são as atividades poluidoras, como a descarga de dejetos domésticos, urbanos e industriais (intencional ou acidental) e o lançamento de produtos químicos em áreas de agricultura (ESTEVES, 1998; WETZEL, 2001; WETZEL & LIKENS, 2005; JØRGENSEN et al., 2012).

A qualidade de água é afetada por uma grande variedade de influências naturais e humanas. As influências naturais mais importantes são as geológicas, hidrológicas e climáticas, desde que afetam a quantidade e qualidade da água disponível. Sua influência é geralmente maior quando a quantidade de água é baixa e o uso máximo precisa ser feito desse recurso limitado. Assim, apesar da água estar disponível, sua qualidade inadequada limita seu uso. O ecossistema mesmo estando em harmonia com a qualidade da água natural, qualquer mudança significativa na qualidade da água será geralmente disruptiva ao ecossistema (ESTEVES, 1998; WETZEL, 2001; AWWA, 2005; WETZEL & LIKENS, 2005; JØRGENSEN et al., 2012).

Os efeitos das atividades humanas na qualidade da água são ambos abrangentes e variados no grau em que afetam o ecossistema e / ou restringem o uso da água. A poluição da água com fezes humanas, por exemplo, é atribuída a uma única fonte, mas as razões desse tipo de poluição, seus impactos na qualidade da água e as medidas mitigadoras e preventivas são variadas. Poluição fecal pode ocorrer pela inexistência de facilidades de disposição desse

dejeito por coleta e tratamento inadequados ou porque os dejetos drenam diretamente para os aquíferos (ESTEVEES, 1998; WETZEL, 2001; AWWA, 2005; WETZEL & LIKENS, 2005; JØRGENSEN et al., 2012).

Os efeitos da poluição fecal variam. Em países em desenvolvimento doenças intestinais são o maior problema, enquanto a carga orgânica e eutrofização podem ser de maior preocupação em países desenvolvidos. Uma única influência pode iniciar um número considerável de problemas na qualidade da água sendo que cada problema pode dar início a um número alto de influências contribuintes. A eutrofização resulta não somente de fontes pontuais como descargas de esgoto com alta carga de nutrientes (especialmente nitrogênio e fósforo), mas também de fontes difusas como o escoamento de currais ou terrenos de agricultura com fertilizantes orgânicos e inorgânicos. A poluição de fontes difusas, como o escoamento da agricultura ou de inúmeras pequenas fontes em uma área extensa, como a poluição fecal de aglomerados urbanos sem esgoto, é particularmente de difícil controle (ESTEVEES, 1998; WETZEL, 2001; AWWA, 2005; WETZEL & LIKENS, 2005; JØRGENSEN et al., 2012).

A qualidade da água pode também ser descrita em termos da concentração e estado (dissolvido ou particulado) de alguns ou todo o material orgânico e inorgânico presente na água, junto com algumas características físico-químicas da água, determinados com instrumentos *in situ* e exame mais detalhado das amostras de água em laboratório (ESTEVEES, 1998; WETZEL, 2001; WETZEL & LIKENS, 2005; JØRGENSEN et al., 2012).

Os principais elementos do monitoramento da qualidade da água são, dessa forma, medições no campo, ou local da pesquisa (*in situ*), a coleta e análise das amostras de água, o estudo e avaliação dos resultados analíticos, o cruzamento de informações causais de problemas e a divulgação dos resultados. Os resultados de análises de uma única amostra são válidos somente para o local e período particular no qual a amostra foi coletada. Em uma proposta de um programa de monitoramento é essencial a previsão de coleta de dados suficientes (coleta e análises regulares ou intensivas) para a determinação de variações espaciais e / ou temporais da qualidade da água (ESTEVEES, 1998; WETZEL, 2001; WETZEL & LIKENS, 2005; JØRGENSEN et al., 2012).

Agostinho (1995) adverte que a informação sobre um estado ou um fenômeno deve ser obtida em uma escala temporal que reflita suas variações no sistema, e que a maioria dos fenômenos biológicos e limnológicos são cíclicos e regulados por fatores ambientais que variam de forma periódica e previsível, como o fotoperíodo, as estações do ano, chuvas, níveis fluviométricos etc. Tal periodicidade e previsibilidade devem ser consideradas na elaboração de um desenho amostral.

Em regiões temperadas as variações temporais das variáveis limnológicas resultam basicamente de alterações de temperatura e fotoperíodo (PAYNE, 1986, *apud* THOMAZ et al., 1997), em ambientes tropicais estão associadas principalmente às variações do nível fluviométrico, conforme o conceito de “pulsos de inundação”, que abrange uma fase de inundação e outra de seca (JUNK et al., 1989, NEIFF, 1997, *apud* THOMAZ et al., 1997).

Segundo esse conceito, as inundações são as principais funções de força responsáveis pela produtividade, estrutura e dinâmica da biota em rios de planície. Thomaz et al. (1997) demonstraram que no rio Paraná as concentrações de nutrientes nos períodos de seca são significativamente distintas entre os diversos ambientes da planície (rios, canais e lagoas). Nos períodos chuvosos, quando o afluxo das águas do rio aos ambientes da planície eleva a capacidade de tamponamento e reduz as concentrações locais de fósforo e nitrogênio. Assim, em relação à dimensão temporal, definem-se duas condições distintas, associadas à presença ou ausência do pulso de inundação, sendo desnecessária, salvo interesses específicos, a obtenção de dados mensais. A partir desse enquadramento teórico é recomendado que os períodos de seca e chuva sejam monitorados de maneira intensiva, evitando-se amostragens mensais, “em geral desnecessárias” (BICUDO *et al.*, 1999; BARBOSA, 1999). Para Tundisi & Straskraba (1999), o intervalo de amostragem depende do grau de variabilidade do sistema estudado, podendo ser estabelecidos intervalos mais espaçados em períodos de baixa atividade biológica e amostras mais frequentes durante eventos como as cheias. Para Barbosa (1999), a definição da rede de amostragem deve abranger o gradiente longitudinal, as contribuições dos principais afluentes, e as áreas da zona litorânea sujeitas a impactos pontuais expressivos (BRASIL, 2006).

Para uma avaliação e monitoramento os seguintes parâmetros são os mais utilizados: temperatura, transparência, pH, turbidez, condutividade elétrica, dureza, alcalinidade, cloretos, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, enxofre, nitrato, nitrito, nitrogênio amoniacal, óleos e graxas, ferro solúvel, sólidos totais dissolvidos, sulfetos, sulfatos, ortofosfato e coliformes totais (ESTEVES, 1998; WETZEL, 2001; WETZEL & LIKENS, 2005).

O estudo identifica e quantifica os parâmetros limnológicos com sua devida importância e alguns apresentam várias formas moleculares que são interpretadas isoladamente ou como um conjunto iônico (ex: fósforo, enxofre).

Os principais parâmetros são (ESTEVES, 1998; WETZEL, 2001; AWWA, 2005, WETZEL & LIKENS, 2005; BRASIL, 2006):

1) A **temperatura da água** é diretamente influenciada pela radiação solar, variando com a temperatura do meio ambiente, porém, de um modo menos brusco e em menor magnitude, pelas suas características de tampão-térmico em função de seu elevado calor específico e da absorção de energia na forma de luz. A temperatura é um parâmetro importante devido a seu efeito nos processos biológicos, reações químicas e bioquímicas e também nos processos como a solubilidade dos gases dissolvidos que ocorrem nos ecossistemas aquáticos.

2) A **transparência** da água indica a capacidade de penetração da luz na água. Do ponto de vista ótico, a transparência é o oposto da turbidez. Sua avaliação é feita mergulhando-se o disco de Secchi no lado da sombra do barco. A profundidade de desaparecimento do disco é inversamente proporcional à quantidade de compostos orgânicos e inorgânicos no caminho ótico. Em outras palavras, a profundidade de desaparecimento do disco corresponde àquela profundidade na qual a radiação de 400 – 700 nm, portanto a faixa visível, refletida do disco não é mais sensível ao olho humano. A medição da transparência ao longo de um programa de monitoramento limnológico possibilita não só avaliar a evolução da transparência na água, como também inferir sobre fenômenos ligados à biologia, à física e química do ambiente, como por exemplo a eutrofização.

3) A água pura não produz sensação de **odor** ou sabor nos sentidos humanos. O odor é reconhecido como sendo uma característica estética prejudicial ao consumo da água para abastecimento urbano ou para recreação. Os produtos que conferem odor ou sabor à água são usualmente originados da

decomposição da matéria orgânica ou atividade biológica de microrganismos, ou ainda de fontes industriais de poluição. A detecção do odor e sua quantificação é bastante difícil pois depende, exclusivamente, da sensibilidade do olfato humano. Esta sensibilidade varia muito de indivíduo para indivíduo, e tende a diminuir com a constante exposição. A legislação ambiental exige apenas que as águas de abastecimento estejam virtualmente livres de substâncias que causam odor ou sabor.

4) O **pH** é o cologaritmo da concentração hidrogeniônica na água e dá ideia de sua acidez ou alcalinidade. Sofre influência da temperatura, gases e íons dissolvidos e do tipo de solo o qual está o corpo d'água. O pH ideal à vida aquática e mais frequentemente encontrado é o neutro, mas ocorrem casos de água ácidas ou básicas, principalmente em função do tipo de solo e da aluvião recebido. No geral as águas interiores apresentam um sistema tampão (CO_2 – carbonatos) que regula o pH em uma faixa bastante tolerável para os seres vivos, ou seja, entre 5,0 e 9,0.

5) A **turbidez** é a alteração da penetração da luz na água devido às partículas em suspensão, tais como: plâncton, bactérias, argila, silte e fontes de poluição que lançam material fino e outros. No Brasil, admite-se que águas naturais que possuam turbidez de até 100 UNT (unidades nefelométricas de turbidez) possam ser utilizadas para abastecimento urbano.

6) A **condutividade elétrica** da água é determinada pela presença de substâncias dissolvidas que se dissociam em ânions e cátions. É a capacidade da água de transmitir a corrente elétrica. A água pura no estado líquido possui condutividade bem baixa, apenas centésimos de micro Siemens ($\mu\text{S}/\text{cm}$). À medida que cresce a concentração iônica, a condutividade da solução cresce. Existe boa correlação entre valores de condutividade e concentração iônica da solução para um tipo de soluto. Em águas naturais não se pode esperar que haja uma relação direta entre condutividade e concentração de sólidos dissolvidos totais, porque as águas naturais não são soluções simples. A relação condutividade e sólidos dissolvidos totais só será definida em águas naturais de determinadas regiões onde exista uma predominância bem definida de um determinado íon. A condutividade elétrica da água constitui uma das variáveis mais importantes em limnologia, visto que pode fornecer importantes

informações tanto sobre o metabolismo do ecossistema aquático, como sobre fenômenos importantes que ocorram na sua bacia de drenagem.

7) A **dureza** da água depende basicamente da concentração de sais de cálcio e magnésio dissolvidos. Estes íons normalmente ocorrem sob a forma de carbonatos e bicarbonatos e são importantes também para a condutividade, pH e alcalinidade. Águas com teores destes sais inferiores a 125 mg/l são classificadas como moles; de 125 a 230 mg/l, como médias ou ligeiramente duras e de 230 a 450 mg/l como duras.

8) A **alcalinidade total** representa a capacidade que um sistema aquoso tem de neutralizar ácidos. Esta capacidade depende de alguns compostos, principalmente bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos, sendo que este último ânion é raro na maioria das águas naturais, ocorrendo geralmente em águas cujo pH é superior a 10. A alcalinidade reflete, em última instância, a capacidade que um ecossistema aquático apresenta em neutralizar (tamponar) ácidos a ele adicionados.

9) O **CO₂** (carbono inorgânico) presente no meio ambiente aquático pode ter várias origens, sendo que as principais são: atmosfera, chuva, água subterrânea, decomposição e respiração de organismos. O CO₂ na água, geralmente está combinado com outros compostos. A própria molécula de água é um dos compostos que mais facilmente reage com o CO₂. Este fenômeno ocorre logo que o CO₂ se difunde no meio aquoso. Assim, parte se combina com a água formando ácido carbônico, tornando o pH da água levemente ácido. Este ácido é fraco e logo após sua formação sofre dissociação formando íons hidrogênio e bicarbonato. Assim, o carbono inorgânico pode ocorrer no ambiente aquático, em três formas principais: carbono inorgânico livre (CO₂ e H₂CO₃), íons bicarbonatos (HCO₃⁻) e carbonato (CO₃²⁻). Estas formas são fundamentalmente relacionadas com o pH do meio.

10) O **enxofre** em ecossistemas aquáticos pode apresentar-se sob várias formas: como íon sulfato, íon sulfito, íon sulfeto, gás sulfídrico, dióxido de enxofre, ácido sulfúrico, enxofre molecular e associado a metais. A concentração de enxofre nos lagos tem aumentado consideravelmente nos últimos anos. Este aumento tem sido observado não somente nos lagos localizados em regiões industrializadas, mas também naquelas distantes de centros urbanos e industriais. O transporte de gases e material particulado na atmosfera, contendo

enxofre, e a posterior precipitação com as chuvas, tem sido apontado como a principal causa para o aumento da concentração de enxofre.

As fontes de enxofre para os ambientes aquáticos são principalmente três: decomposição de rochas, chuvas e agricultura. Normalmente o enxofre não atua como fator limitante na produção de ecossistemas aquáticos. Nas transformações que os compostos de enxofre sofrem num ecossistema aquático, participam tanto processos químicos quanto biológicos. Nos processos biológicos os organismos, especialmente bactérias, têm papel fundamental. A formação gás sulfídrico a partir da decomposição de compostos orgânicos sulfurosos é um processo no qual as bactérias saprofitas têm um importante papel. Outra fonte importante de gás sulfídrico no meio aquático é a redução biológica de sulfato, tiosulfato e sulfito em condições anaeróbias. Após sua formação, o gás sulfídrico se mantém ou não, em função principalmente da concentração de oxigênio. Em presença de oxigênio, ele é estável e é oxidado a enxofre elementar e biologicamente, através de várias etapas, é oxidado a sulfato. Na ausência de oxigênio, o gás sulfídrico acumula-se no hipolímno, tornando essa porção da coluna d'água nociva à maioria dos organismos aquáticos.

11) O **oxigênio dissolvido** na água é proveniente de fotossíntese e do ar. A presença de poluentes orgânicos na água pode reduzir o teor de oxigênio dissolvido a níveis críticos para a vida aquática. A queima de oxigênio dissolvido na água ocorre pela decomposição da matéria orgânica, reduzindo assim a quantidade na água. Águas de boa qualidade apresentam quantidades de oxigênio dissolvido superiores a 5,0 mg O₂/l.

12) A **demanda bioquímica de oxigênio** avalia a quantidade de oxigênio dissolvido que será consumida pelos organismos aeróbios ao degradarem a matéria orgânica biodegradável. O uso deste processo eminentemente empírico permite avaliar um efeito importante da poluição sem a necessidade do processo analítico, que consiste em identificar todos os compostos orgânicos presentes e determinar estequiometricamente a quantidade de oxigênio que cada um deles necessita para sua oxidação. Além disso, o resultado será mais real do ponto de vista dos efeitos produzidos, porque a estequiometria não levaria em conta o grau de biodegradabilidade e, portanto, o real consumo de oxigênio e o tempo em que seria produzido.

13) O **ferro** é um dos elementos mais frequentes na superfície da terra. Conseqüentemente seus compostos são encontrados em todos os corpos d'água, mesmo que em concentrações muito reduzidas.

O ferro pertence ao grupo dos elementos indispensáveis ao metabolismo dos seres vivos; é um micronutriente. Este elemento exerce grande influência na ciclagem de outros nutrientes importantes como o fosfato. O ferro presente na água pode estar sob a forma oxidada e/ou reduzida. As concentrações destas duas formas, no meio, dependem de vários fatores físico-químicos, sendo pH, temperatura e potencial redox os mais importantes. Em pH abaixo de 7,5; baixa concentração de oxigênio e baixo potencial redox ocorre inteira redução de Fe^{3+} a Fe^{2+} .

A forma reduzida de ferro torna-se solúvel principalmente sob a forma de bicarbonato (FeHCO_3), ou como íons Fe^{3+} em equilíbrio com hidróxido de ferro (FeOH)₃ após sua oxidação, o que provoca aumento da sua concentração na água. Pode também estar suspensa, adsorvida a partículas e complexada a substâncias orgânicas. Por outro lado, a forma reduzida de ferro precipita-se sob a forma de Fe(OH)_2 , FeCO_3 e FeS . Em consequência a concentração de ferro na água é baixa.

14) O **cloreto** juntamente com outros íons como: cálcio, magnésio, sódio e potássio têm importante papel na produtividade global dos ecossistemas aquáticos, pois fazem parte de importantes processos fisiológicos de suas comunidades. Entre as principais funções dos cloretos, sódio e potássio, está a troca e o transporte de outros íons para os meios intra e extracelulares. No meio aquático, estes íons dificilmente atuam como fatores limitantes. Ao contrário das águas marinhas, as águas continentais apresentam grande variação de concentração em seus principais cátions e íons. Este fenômeno está relacionado principalmente com as características geológicas da bacia de drenagem e com as condições climáticas a que está submetida. Algumas águas contendo 250 mg/l podem apresentar sabor salgado, se o cátion sódio estiver presente. Entretanto, esse sabor salgado pode estar ausente em águas contendo 1000 mg/l quando os cátions predominantes são cálcio e o magnésio. Altas concentrações de cloreto impedem o uso da água para a agricultura e exigem tratamento adequado para usos industriais, bem como causam danos a estruturas metálicas.

15) **Nitrito** – O nitrogênio apresenta-se na água de três formas principais: o **N amoniacal**, os **nitritos** e os **nitratos** são compostos que estão diretamente relacionados com processos de produção e decomposição. Em consequência, sua distribuição na coluna d'água é função destes processos que por sua vez, são influenciados pelo comportamento térmico da massa da água. Essas formas de nitrogênio, nessa ordem, são aproveitadas pelos organismos do fito plâncton e demais vegetais aquáticos.

O N amoniacal na presença de oxigênio é oxidado a nitrito e este a nitrato. Os nitratos são os principais estimulantes da produtividade primária aquática, ao passo que os nitritos são relativamente tóxicos para animais e vegetais aquáticos, assim como os compostos amoniacais, em função do pH da água, inibem a fixação dos nitratos pelos vegetais. Na água, o N é originado da decomposição orgânica bacteriana e também diretamente fixado pôr algas cianofíceas a partir de N nitrito e nitroso, oriundos de reações provocadas pelas tempestades na atmosfera.

O nitrito é encontrado em baixas concentrações notadamente em ambientes oxigenados. Em ambientes poluídos a concentração de nitrito pode assumir valores significativos. Em ambientes anaeróbios, como o hipolímno de lagos eutróficos em período de estratificação, pode-se encontrar altas concentrações deste íon. Este aumento de concentração é consequência, principalmente, da desnitrificação que ocorre durante o período de anoxia do hipolímno. O fito plâncton pode assimilar nitrito, em caso de escassez do íon amônio e nitrato. Em altas concentrações, o nitrito é extremamente tóxico à maioria dos organismos aquáticos. Juntamente com o íon amônio, os nitratos assumem grande importância nos ecossistemas aquáticos, uma vez que representam as principais formas de nitrogênio para os produtores primários.

16) **Sólidos dissolvidos** – Todas as impurezas da água, com exceção dos gases dissolvidos contribuem para a carga de sólidos presentes nos corpos d'água. Sólidos podem ser classificados de acordo com seu tamanho e características químicas. Na prática os sólidos podem ser classificados em dois grupos: em suspensão e dissolvidos. Os sólidos dissolvidos incluem os coloides e os efetivamente dissolvidos. São considerados sólidos dissolvidos qualquer partícula que passe através de uma membrana filtrante de 1,2 μm . Em águas

naturais, a concentração de sólidos dissolvidos totais dá a ideia das taxas de desgaste das rochas por intemperismo.

Em regiões de altos índices pluviométricos, mas com rochas insolúveis como o granito, o escoamento superficial apresentará baixos valores de sólidos dissolvidos totais. O excesso de sólidos dissolvidos na água pode causar alterações de sabor e problemas de corrosão. Os íons dissolvidos (dissolvidos) podem ser estimados pelo teor de sólidos totais dissolvidos, o qual também se correlaciona com a condutividade. Para águas de abastecimento, permite-se um valor de 500 mg/l de sólidos dissolvidos totais. Isso vale também para águas de irrigação, uma vez que excesso de sólidos dissolvidos pode levar a graves problemas de salinização do solo.

17) **Fosfato** – Toda forma de fósforo presente em águas naturais, quer na forma iônica, quer na forma complexada, encontram-se sob a forma de fosfato. Assim, em limnologia, utiliza-se esta denominação para se referir às diferentes formas de fósforo no meio aquático. O fosfato presente em águas continentais encontra-se em diferentes formas.

Atualmente, tem se utilizado de uma classificação mais sumária, que agrupa as várias formas em apenas cinco: fosfato particulado, fosfato orgânico dissolvido, fosfato inorgânico dissolvido ou ortofosfato ou fosfato reativo, fosfato total dissolvido e fosfato total. Na água o íon fosfato pode estar sob diferentes espécies iônicas em função do pH do meio. Como em águas continentais a faixa de pH mais frequente, situa-se entre 5 e 8, as espécies iônicas predominantes, são H_2PO_4^- e HPO_4^{2-} . O fosfato presente em ecossistemas aquáticos continentais tem origem de fontes naturais e artificiais. Dentre as fontes naturais, as rochas da bacia de drenagem constituem a fonte básica de fósforo. Outros fatores naturais que permitem o aporte de fosfato podem ser: o material particulado presente na atmosfera e o fosfato resultante da decomposição de organismos de origem alóctone.

As fontes artificiais de fosfato mais importantes são: esgotos domésticos e industriais; fertilizantes agrícolas e material particulado de origem industrial presente no ar atmosférico. Vários fatores físico-químicos interferem na precipitação de fosfato no ambiente aquático; entre estes destacam-se: a concentração dos íons ferro, alumínio, sulfeto, compostos orgânicos, carbonatos, pH e condições de oxirredução. Entre todos os íons que interferem

na precipitação do fosfato, os de ferro têm o papel mais importante. A ação dos íons de ferro sobre a dinâmica do fosfato depende do seu estado de oxidação, que por sua vez, depende da concentração do oxigênio e do pH do meio.

A principal consequência da precipitação do fosfato é sua exclusão definitiva ou temporária de circulação, com múltiplas implicações sobre o metabolismo de todo o ecossistema aquático, especialmente reduzindo a sua produtividade. Este fenômeno constitui-se numa verdadeira tragédia limnológica, visto que um dos elementos mais importantes para a produção do sistema pode ser permanentemente imobilizado nos sedimentos, especialmente quando se trata de ambientes com baixas concentrações de fosfato.

A liberação de fosfato para a coluna d'água ocorre mais facilmente em condições de baixas concentrações de oxigênio e, sobretudo em anaerobiose, condição essa, observada frequentemente em valores de potencial de oxirredução muito negativos. Estas características são frequentemente encontradas na parte inferior da coluna d'água, especialmente quando esta se encontra estratificada termicamente e o íon ferro encontra-se na forma reduzida. Nestas condições não ocorre precipitação de fosfato pelo ferro permanecendo, portanto, solúvel. Em condições aeróbias, o sedimento apresenta uma camada de oxidação, sobre uma camada reduzida (sem oxigênio).

A camada oxidada funciona como uma barreira que impede a liberação do fosfato para a coluna d'água. No entanto, à medida que o hipolímno se torna anaeróbio, esta camada de oxidação torna-se menos espessa, podendo mesmo desaparecer. O sedimento apresenta-se então totalmente reduzido, condição favorável para a liberação de fosfato para a coluna d'água. O aumento da concentração de fosfato dissolvido na água aumenta as chances de eutrofização. Existe uma relação entre a concentração de nitrogênio inorgânico (Nitrito + Nitrato) e fosfato, em águas naturais pode variar entre 15 e 40 mg/l. Abaixo de 15, há excesso de fósforo no meio líquido; acima de 40 pode estar havendo demanda bioquímica de oxigênio nitrogenada.

Existe uma relação entre a estimativa da produtividade primária através da clorofila – A. Para concentrações de fosfato maiores que 5 mg/l, a relação clorofila – A/ fosfato total, maior que 10, indica forte contaminação por nutrientes. Em águas interiores com alta concentração de matéria orgânica, é comum observar-se, durante o período de anoxia, a formação de gás sulfídrico. Nestes

ambientes, o íon Fe^{++} reage com o íon sulfeto (S^{--}), originado da dissociação de gás sulfídrico, formando sulfeto ferroso (FeS), que é um composto altamente insolúvel. Através deste processo, o fosfato permanece livre na coluna d'água. A precipitação de FeS pode ser facilmente reconhecida pela cor preta do sedimento. A distribuição de fosfato na coluna d'água está mais relacionada com a concentração de oxigênio e o regime de estratificação térmica, do que com sua produtividade primária.

No caso de represas, além destes fatores, a quantidade de fito massa inundada, quando da formação, é de fundamental importância na determinação da concentração e da distribuição de fosfato na coluna d'água. Represas tropicais quando formadas sobre florestas, o hipolímnio pode apresentar concentrações de fosfatos totais nos primeiros anos, após o seu represamento, maiores do que nos lagos poluídos ou eutrofizados

18) **Óleos e graxas** são todas as substâncias que o solvente empregado consegue extrair de uma amostra acidificada, que não se volatiliza durante a evaporação do solvente. Óleos e graxas podem ocorrer nas águas naturais como resultado da decomposição da matéria orgânica natural (plâncton e formas superiores de vida aquática) ou podem fazer parte de dejetos poluidores. Neste último caso podem ocorrer parcialmente solubilizados, emulsionados por detergentes ou saponificados por álcalis. Podem também, formar películas nas superfícies de coleções hídricas. O problema causado pelas películas de óleos e graxas na superfície das coleções líquidas está relacionado com a dificuldade de oxigenação dessas águas, também costumam ser resistentes à digestão anaeróbica, causando acúmulos de espuma ou se depositar nas margens dos cursos d'água.

19) O índice de **coliformes totais** visa avaliar o potencial de contaminação da água por patógenos de origem fecal. Baseia-se na determinação empírica da concentração de coliformes fecais em um volume dado de água. As bactérias do grupo coliforme não são, normalmente, patogênicas, mas são microrganismos de presença obrigatória, em grande número, nos intestinos dos animais e, portanto, na matéria fecal. Assim sendo, sua presença permite detectar a presença de fezes na água em concentrações extremamente diluídas, dificilmente verificáveis pelos métodos químicos correntes. Como, por outro lado, as bactérias patogênicas veiculadas por água

estão sempre associadas às fezes, a presença destas constitui presença potencial de patógenos, que será inferida da presença de coliformes.

Este parâmetro permite identificar o efeito nocivo da poluição sem a necessidade do estudo analítico de identificação dos patógenos. Além disso, é mais seguro, uma vez que a simples verificação de ausência dos patógenos em uma pequena amostra não permitirá inferir a sua ausência na água, ao passo que a ausência de coliformes permite, sem dúvida, concluir pela ausência de matéria fecal. Este é um critério muito forte na avaliação da qualidade da água. O grau de poluição de esgotos cloacais pode ser estipulado pelo número mais provável de coliformes na água.

20) **Surfactantes** constituem grupos de compostos químicos utilizados em setores industriais. A grande maioria destas substâncias é formada a partir do petróleo. São compostos químicos utilizados em vários setores industriais. A maior parte destas substâncias estão disponíveis comercialmente em forma de detergente. O termo surfactante refere-se a abreviações de agente ativo de superfície, ou seja, absorção dessas moléculas na superfície e interface (JONSON et al., 1997).

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo Geral

Analisar a variação temporal e espacial das características limnológicas do córrego Vaca Brava.

3.2. Objetivos Específicos

3.2.1. Avaliar as características físicas, químicas e microbiológicas da água ao longo de todo o trecho do córrego Vaca Brava, com diferentes níveis de ocupação do seu entorno;

3.2.2. Apontar possíveis pontos críticos que possam estar envolvidos com o comprometimento ambiental do córrego Vaca Brava;

3.2.3. Subsidiar o poder público quanto a adoção de medidas de controle e recuperação da qualidade ambiental do córrego Vaca Brava.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Área do Estudo

A área de estudo compreende o córrego Vaca Brava e seu entorno, que também inclui o Parque Municipal Vaca Brava (PMVB), em uma área aproximada de 77.760,00 km² AMMA (2015). Para facilitar o desenvolvimento do trabalho, a delimitação do estudo foi feita para a bacia do córrego Vaca Brava segundo Alves-Sobrinho *et al.* (2010) que delimitou a área de estudo com 79.890,63 m² (Figura 1).

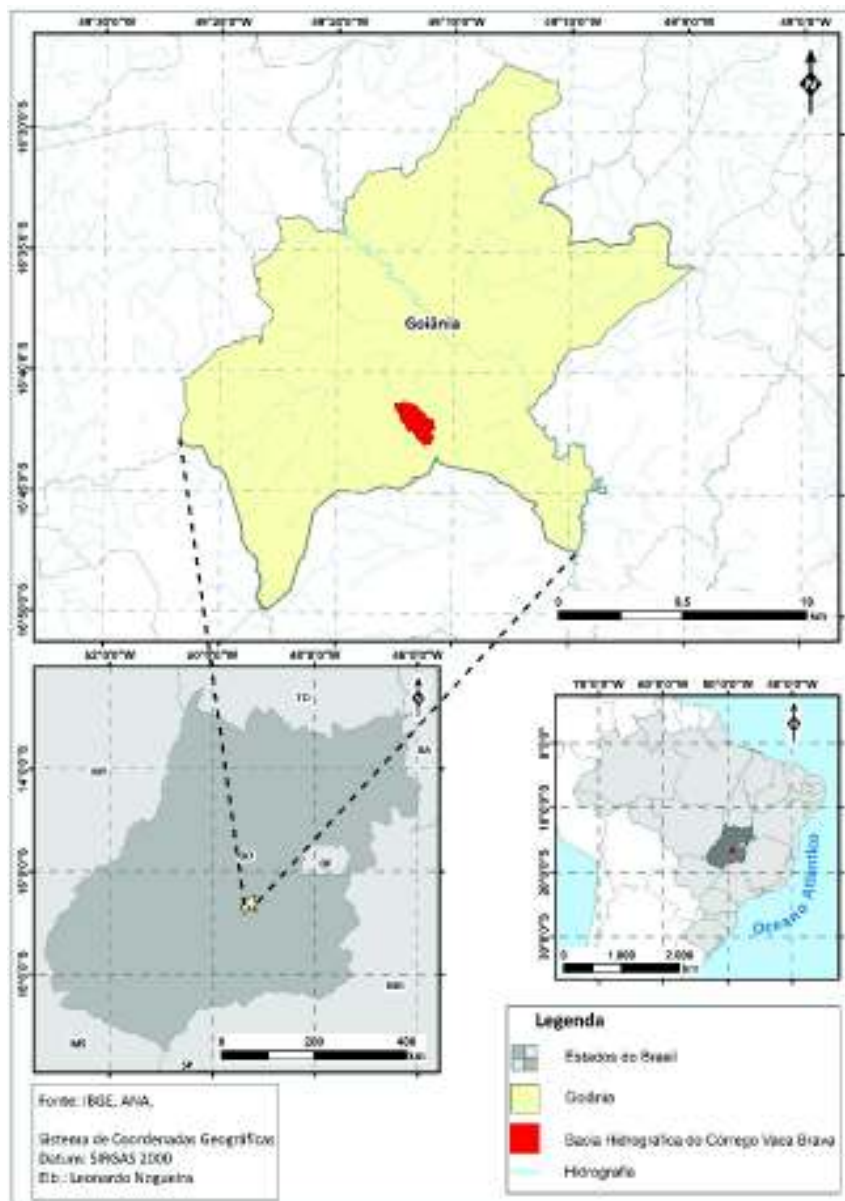


Figura 1. Área de estudo do Parque Municipal Vaca Brava, Goiânia/GO.
 Mapa: Leonardo Nogueira.

4.2. Atividades de Gabinete

4.2.1. Delimitação da Bacia

A delimitação da bacia hidrográfica foi feita através da captura e interpretação de imagens de satélite com o uso de Sistema de Informações Geográficas (SIG). Foram utilizadas imagens do sensor Landsat, obtidas ao longo de 1990 a 2015, adquiridas pelo site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Para análise comparativa foram utilizadas imagens de CBERS, para mapeamento da área em estudo no trabalho.

4.2.2. Atividades de Campo e Laboratório

4.2.2.1. Análise Limnológica

A avaliação da qualidade dos recursos hídricos foi feita através da análise dos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos em cada um dos pontos amostrais definidos no eixo longitudinal do córrego Vaca Brava. A coleta foi realizada entre junho de 2015 e maio de 2016, abrangendo as estações de chuva e seca.

4.2.2.2. Pontos amostrais

Agostinho (1995) sugere que a informação sobre um estado ou um fenômeno deve ser obtida em uma escala temporal que reflita suas variações no sistema, e que a maioria dos fenômenos biológicos e limnológicos são cíclicos e regulados por fatores ambientais que variam de forma periódica e previsível, como o fotoperíodo, as estações do ano, chuvas, níveis fluviométricos etc. Aliado a esses fatores somam-se as ações antrópicas de poluição e aceleração do processo de assoreamento.

A partir das nascentes conhecidas do Córrego Vaca Brava, que faz parte do PMVB, foram definidos oito pontos amostrais que podem ser acrescidos de novos pontos, ou suprimidos, de acordo com os primeiros dois meses de coleta (Tabela 1; Figura 2).

Tabela 1. Pontos amostrais do estudo.

PONTO	LATITUDE	LONGITUDE
1	16°42'39,04''S	49°16'11,86''W
2	16°42'39,04''S	49°16'14,60''W
3	16°42'30,80''S	49°16'16,64''W
4	16°42'32,48''S	49°16'33,99''W
5	16°42'18,18''S	49°16'46,16''W
6	16°41'57,43''S	49°16'57,16''W
7	16°41'33,55''S	49°16'9,39''W
8	16°41'23,08''S	49°16'29,77''W

Referência: Datum WGS84.



Figura 2. Pontos amostrais de limnologia na área de estudo. Mapa: Leonardo Nogueira

4.3. Coleta das Amostras

As coletas de amostras de água foram realizadas com uma garrafa coletora de amostra de água (Van Dorn) com capacidade para 3 litros, a qual foi submergida até a profundidade desejada, presa num cabo graduado.

Amostras de água foram coletadas abaixo da superfície (aproximadamente 20 cm) com frascos de polietileno e acondicionadas em caixas de isopor com gelo. Parte das amostras foi filtrada, no mesmo dia da coleta, em membranas Whatman GF/C. As amostras filtradas e não filtradas foram preservadas para posterior determinação das formas dissolvidas e totais de nitrogênio e fósforo em laboratório (Figuras 3 e 4). As amostras foram acondicionadas e preservadas conforme Tabela 2, acondicionadas e transportadas até o laboratório em Goiânia, para realização das análises.

Tabela 2. Métodos de acondicionamento, preservação e prazo para análise das amostras de água (AWWA, 2005); CETESB, 2011).

Parâmetro	Acondicionamento	Preservação	Prazo
Físico-Químicos			
Alcalinidade	Frasco de PVC	Temperatura 4°C	14 dias
Clorofila	Frasco de PVC	Temperatura 4°C	48 horas
Cloretos	Frasco de PVC	Temperatura 4°C	28 dias
CO ₂ livre	Frasco de PVC	Temperatura 4°C	48 horas
CO ₂ total	Frasco de PVC	Temperatura 4°C	48 horas
Condutividade	Medição <i>in situ</i>	-	Imediato
Cor	Frasco de PVC	Temperatura 4°C	48 horas
DBO	Frasco de vidro	Temperatura 4°C	48 horas
Dureza	Frasco de PVC	Temperatura 4°C	12 horas
Ferro solúvel	Frasco de vidro	Temp. 4°C+2ml Ácido Nítrico/L de amostra	6 meses
Fósforo total	Frasco de PVC	Temperatura 4°C	48 horas
Nitrato	Frasco de PVC	Temperatura 4°C	48 horas
Nitrito	Frasco de PVC	Temperatura 4°C	48 horas
Nitrogênio Amoniacal	Frasco de PVC	Temp. 4°C + 2ml H ₂ SO ₄ /L de amostra	28 dias
Nitrogênio Kjeldahl	Frasco de PVC	Temperatura 4°C	48 horas
Nitrogênio orgânico	Frasco de PVC	Temperatura 4°C	48 horas
Odor	Medição <i>in situ</i>	-	Imediato
Óleos e Graxas	Frasco de vidro	Temp. 4°C + 6ml HCl/L de amostra	28 dias
Ortofosfato	Frasco de PVC	Temperatura 4°C	12 horas
Oxigênio dissolvido	Medição <i>in situ</i>	-	Imediato

Tabela 2. Continuação.

Parâmetro	Acondicionamento	Preservação	Prazo
Físico-Químicos			
pH	Medição <i>in situ</i>	-	Imediato
STD	Medição <i>in situ</i>	-	Imediato
Sulfato	Frasco de PVC	Temperatura 4°C	28 dias
Sulfeto	Frasco de PVC	Temperatura 4°C	28 dias
Temperatura	Medição <i>in situ</i>	-	Imediato
Transparência	Medição <i>in situ</i>	-	Imediato
Turbidez	Frasco de PVC	Temperatura 4°C	48 horas
Bacteriológicos			
Coliformes totais	Frasco de vidro	Temperatura 4°C	48 horas
Coliformes <i>E.coli</i>	Frasco de vidro	Temperatura 4°C	48 horas

**Figura 3.** Coleta de amostra de água no Ponto 4.



Figura 4. Coleta de amostra de água no Ponto 5.

4.4. Parâmetros Físico-Químicos e Biológicos

Foram monitorados 27 parâmetros físico-químicos e biológicos que melhor caracterizam o ambiente de estudo em sua extensão. As técnicas de análise de amostras de água para variáveis físico-químicas compreendem as descritas no AWWA (2005) (Tabela 3).

Em campo, foram obtidos os valores de temperatura do ar (termômetro), pH, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos (STD), oxigênio dissolvido (O₂), saturação de oxigênio e temperatura da água (utilizando uma sonda YSI 556). A turbidez foi obtida através de um turbidímetro digital Hach.

As variáveis limnológicas foram determinadas utilizando os seguintes métodos e equipamentos:

Alcalinidade: Titulação com ácido sulfúrico (Método 2320 B, Standard Methods, AWWA, 2005);

Cloreto: determinado através do método de cromato de potássio e espectrofotômetro (Método 4500-Cl⁻ B, Standard Methods, AWWA, 2005);

Clorofila: determina a Feofitina A em espectrometria (Método 10200 H, AWWA, 2005);

Coliformes totais e *E.coli*: método dos tubos múltiplos, realizado imediatamente após a coleta no campo (Método 9225, Standard Methods, AWWA, 2005);

Cor: espectrofotômetro (Método 2120, Standard Methods, AWWA, 2005);

Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5): consumo de oxigênio nas amostras durante uma incubação de 05 (cinco) dias, a uma temperatura constante de 20°C (Método 5210, Standard Methods, AWWA, 2005);

Dióxido de carbono: determinado através dos valores de alcalinidade e pH (Método 4500-CO2-D, Standard Methods, AWWA, 2005);

Dureza: titulometria/EDTA (Método 2340C, Standard Methods, AWWA, 2005);

Ferro: método da ortofenotrolina (Método 3500, Standard Methods, AWWA, 2005);

Fósforo total: determinado diretamente nas amostras não filtradas, sendo quantificado após a adição de reagente misto (molibdato de amônia, tartarato de antimônio e potássio e ácido ascórbico) e leitura em espectrofotômetro (882 nm);

Ortofosfato (fosfato inorgânico reativo): determinado diretamente nas amostras filtradas, sendo quantificado após a adição de reagente misto (molibdato de amônia, tartarato de antimônio e potássio e ácido ascórbico) e leitura em espectrofotômetro (882 nm);

Nitrato: método de redução do cádmio e leitura em espectrofotômetro a 400 nm (Método 4500-NO3-E, Standard Methods, AWWA, 2005);

Nitrito: método colorimétrico onde o nitrito reage com o ácido sulfanílico, formando um composto que é determinado em espectrofotômetro a 507 nm (Método 4500-NO2-B, Standard Methods, AWWA, 2005);

Nitrogênio amoniacal: método fenol, e posterior leitura em espectrofotômetro a 655 nm (Método 4500-NH3 F, Standard Methods, AWWA, 2005);

Nitrogênio Kjeldahl: quantificado com amostras não filtradas que sofreram digestão em meio ácido e com elevada temperatura. Após a digestão, as amostras foram destiladas em aparelho Kjeldahl e, posteriormente, o destilado foi titulado com ácido clorídrico 0,01 N (MACKERETH et al., 1978);

Nitrogênio orgânico: método colorimétrico (Método 4500-NH3 B, Standard Methods, AWWA, 2005);

Óleos e graxas: obtenção através de extração com um solvente (Hexano – 5520B, Standard Methods, AWWA, 2005);

Surfactantes: determinado através do método de separação por sublimação (Método 5540B, Standard Methods, AWWA, 2005);

Sólidos em suspensão totais, fixos e voláteis: estimado por gravimetria, sendo que a separação entre a fração orgânica e inorgânica foi realizada por calcinação a 500°C (WETZEL & LINKENS, 2000);

Íons sulfato e sulfeto: determinados através de espectrofotometria (Método 4500, Standard Methods, AWWA, 2005).

4.5. Microbiológicos Gerais

Os parâmetros microbiológicos gerais se referem a detecção de coliformes totais e *E.coli*, definidos como bactérias que podem indicar pontos poluentes de esgoto (Tabela 3).

4.6. Potencial pontos poluentes diretos

Em quatro momentos do ciclo anual de coletas de amostras de água, representando as estações chuvosa, seca e intermediárias chuva-seca e seca-chuva, a extensão do córrego Vaca Brava foi percorrida para a identificação e caracterização de potenciais pontos de descarga de esgoto.

4.7. Potencial pontos poluentes da bacia

Delimitada a bacia do córrego Vaca Brava, foram identificados e georreferenciados os seguintes potenciais pontos poluentes: a) postos de combustíveis; b) hospitais; c) clínicas médicas; d) clínicas odontológicas; e) shopping centers; f) pet shops; g) lava jatos.

Tabela 3. Métodos de análise e faixa de detecção dos parâmetros físico-químicos e biológicos segundo metodologia da AWWA (2005).

PARÂMETRO	MÉTODO	STANDARD METHODS
Parâmetros Físico-Químicos		
Alcalinidade total	Titulação com Ácido Sulfúrico	SM22 2320 B
Cloretos	Titulação com Nitrato de Mercúrio	SM22 4500 CI
CO ₂	Titulação com Hidróxido de Sódio	SM22 4500 CO ₂ D
Cor	Colorimétrico Platina/Cobalto	SM22 2120 C
Condutividade	Potenciométrico	SM22 2510 A
DBO	Diferença entre OD inicial e final	SM22 5210 B
Dureza	Titulação com EDTA	SM22 2340 C
Ferro Solúvel	Espectrofotometria pelo método Ferro Ver	SM22 3500-Fe B
Fósforo Total		SM22 4500-PE
Nitrato	Espectrofotometria pelo método Redução de Cádmio	SM22 4500-NO ₃ ⁻ E
Nitrito	Espectrofotometria pelo método Diazotação	SM22 4500-NO ₂ ⁻ A
N – amoniacal	Espectrofotometria pelo método de Nessler	SM22 4500-NH ₃ F
Odor	Olfato	
Óleos e Graxas	Extração com hexano	SM22 5520 D
Ortofosfato	Espectrofotometria pelo método do Ácido Ascórbico	SM22 4500-PE
Oxigênio dissolvido	Potenciométrico	SM22 4500-O C
pH	Potenciométrico	SM22 4500-H ⁺ B
STD	Fotométrico	SM22 2540 C
Sulfato	Espectrofotometria pelo método do Sulfa Ver 4 Sulfato	SM22 4500-SO ₄ ²⁻ E
Sulfeto	Espectrofotometria pelo método do Azul de Metileno	SM22 4500- SO ₃ ²⁻
Surfactantes	Separação por Sublimação	SM22 5540B
Temperatura	Termômetro	SM22 2550 B
Transparência	Disco de Secchi	
Turbidez	Nefelométrico	SM22 2130 B
Parâmetro Biológico		
Clorofila	Espectrofotômetro	SM22 10200 H
Coliformes <i>E.coli</i>	Tubos múltiplos	SM22 9221 B
Coliformes totais	Tubos múltiplos	SM22 9221 B

4.8. Monitoramento Limnológico

A legislação brasileira, através da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA n.º 357 de 17 de março de 2005 (BRASIL, 2005) estabelece limites para os teores de diversos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos que devem ser monitorados nas águas de Classe II (águas que podem ser destinadas ao uso humano) (Tabela 4). Os parâmetros físico-

químicos e biológicos foram avaliados frente à Resolução CONAMA 357/2005 de forma direta e por gráficos e tabelas descritivas de seus resultados mensais. Os resultados foram confrontados também com a variação da vazão do córrego Vaca Brava e dos pontos potenciais de descarga de esgoto ou águas pluviais nesse curso d'água e as variações de temperatura e pluviosidade. Os dados de temperatura e pluviosidade de anos anteriores podem servir de um parâmetro comparativo do ano de monitoramento limnológico.

Tabela 4. Limites de tolerância estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005 para Águas de Classe II.

PARÂMETRO	LIMITES
Temperatura	NR
Transparência	NR
Turbidez	100 UNT
pH	6,0 – 9,0
Condutividade	NR
Cloretos	250 mg/L
CO ₂	NR
Cor	75 mg Pt/L
Clorofila	30 µg/L
Odor	Ausente
Sólidos Totais Dissolvidos	500 mg/L
Alcalinidade Total	NR
Dureza Total	NR
Ferro Solúvel	0,3 mg/L
Fósforo Total	0,1 mg/L
Sulfeto	0,002 mg/L
Ortofósforo	<0,025mg/l
Oxigênio Dissolvido	≥5 mg/L
Nitrito	1,0 mg/L
Nitrogênio Amoniacal	3,7mg/l
Nitrato	10 mg/L
Demanda Bioquímica de Oxigênio	5,0 mg/L
Coliformes Totais	1000 NMP/100 mL
Coliformes <i>E.coli</i>	1.000 NMP/100 mL
Surfactantes	NR
Óleos e Graxas	NR

4.9. Análise Estatística

Com o objetivo principal de sintetizar o conjunto de dados abióticos, foi realizada uma análise de componentes principais (PCA) (LEGENDRE & LEGENDRE, 1998), utilizando o programa R. Primeiramente, os valores de todas as variáveis físicas e químicas foram transformados em logaritmo (com exceção dos valores de pH). O teste t para amostras independentes foi aplicado utilizando os escores da análise de componentes principais (PCA) para verificar a existência de diferença entre os períodos de coleta (período de seca e chuva).

5. RESULTADOS

5.1. Caracterização abiótica

De maneira geral, o trecho estudado do córrego Vaca Brava apresentou águas com baixos valores de turbidez, baixas concentrações de nutrientes, DBO₅ e baixas concentrações de Clorofila-a. No entanto, ocorreram exceções, como as elevadas concentrações de fósforo total, ortofosfato, nitrogênio total Kjeldahl e nitrogênio amoniacal registradas em alguns locais no período de seca. Baixas concentrações de oxigênio dissolvido também foram frequentes no trecho estudado (Tabela 5).

Tabela 5. Valores médios, mínimos, máximos e desvio padrão das variáveis limnológicas analisadas no córrego Vaca Brava, entre junho de 2015 e maio de 2016.

Parâmetros	SECA				CHUVA			
	Média	Mínimo	Máximo	DP	Média	Mínimo	Máximo	DP
Temp. do ar (°C)	26,11	17,00	36,00	4,094	26,90	21,00	101,00	12,694
Temp. da água (°C)	24,16	19,80	29,00	2,302	25,36	2,18	28,59	4,033
pH	7,43	5,68	9,14	0,673	7,36	5,36	8,19	0,653
Alcalinidade (mg/L)	60,93	10,00	250,00	33,938	56,23	12,00	135,00	24,133
Condutividade (µS/cm)	185,78	31,00	829,00	116,708	168,40	56,00	281,00	70,645
STD (mg/L)	112,23	31,20	531,00	72,267	85,42	28,00	140,00	35,193
OD (mg/L)	4,38	0,40	9,00	13,048	4,77	1,60	6,50	1,202
Turbidez (NTU)	35,90	0,50	1333,20	178,856	10,68	0,99	142,00	22,936
Cloreto (mg/L)	14,70	0,00	70,00	10,426	9,91	3,00	21,00	4,916
CO ₂ livre (mg/L)	10,46	0,13	167,14	23,261	13,33	0,70	139,69	27,534
CO ₂ total (mg/L)	64,07	17,06	220,36	36,253	60,11	18,73	153,77	24,208
Cor (mg Pt/L)	13,04	0,00	260,00	34,775	15,48	0,00	58,00	13,693
DBO ₅ (mg/L)	1,92	0,00	5,70	1,453	1,06	0,00	3,50	0,917
Dureza (mg/L)	53,04	12,00	100,00	22,618	57,10	10,00	102,00	25,444
Ferro (mg/L)	0,66	0,00	12,50	1,774	0,43	0,01	2,52	0,561
Fósforo total (mg/L)	0,209	0,000	4,22	0,587	0,037	0,0000	1,19	0,190
Ortofosfato (mg/L)	0,131	0,000	3,98	0,538	0,024	0,0000	0,89	0,141
Nitrato (mg/L)	2,78	0,14	6,20	1,810	2,63	0,20	5,70	1,467
Nitrito (mg/L)	0,076	0,003	0,41	0,105	0,046	0,001	0,29	0,065
NTK (mg/L)	1,50	0,04	45,30	6,130	0,32	0,01	3,40	0,565
N-amoniacal (mg/L)	1,36	0,03	43,50	5,848	0,29	0,01	3,40	0,541
N-orgânico (mg/L)	0,12	0,00	1,80	0,257	0,05	0,00	0,40	0,104
Sulfato (mg/L)	5,32	0,00	44,00	8,249	6,63	0,00	53,00	9,153
Sulfeto (mg/L)	0,006	0,000	0,18	0,025	0,007	0,000	0,08	0,015
Surfactantes (mg/L)	0,010	0,000	0,14	0,022	0,008	0,000	0,10	0,017
Clorofila-a (µg/L)	10,12	0,00	65,08	12,320	6,01	0,00	31,40	8,585

Em vermelho: parâmetros que apresentaram alterações fora dos limites da Resolução CONAMA 357/2005.

5.2. Caracterização Biótica

A caracterização biótica se refere a presença; quantificação de bactérias (*E. coli*) nas amostras de água e os resultados se encontram na Tabela 6 que tem como base o número mais provável de *E. coli* em cada 100 ml de amostra (NMP/100 ml).

Tabela 6. Valores médios, mínimos e máximos e desvio padrão das colônias de *E.coli* analisadas no Córrego Vaca Brava, entre junho de 2015 e maio de 2016.

Parâmetro	Seca				Chuva			
	Média	Mínimo	Máximo	DP	Média	Mínimo	Máximo	DP
<i>E.coli</i>	3752,30	18	17000	5769,81	5284,25	78	17000	6919,17

A análise de componentes principais explicou 53% da variabilidade dos dados, sendo que o componente principal 1 explicou 33 %. De acordo com essa análise, o primeiro componente principal foi negativamente correlacionado com condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos, alcalinidade, ortofosfato, fósforo total, nitrogênio total Kjeldahl, nitrogênio amoniacal e surfactantes (Figura 5).

A análise de componentes principais demonstrou uma variação espacial superior a variação temporal. Foi possível verificar que os pontos 1, 2 e 3 apresentaram menores valores de condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos, alcalinidade, ortofosfato, fósforo total, nitrogênio total Kjeldahl, nitrogênio amoniacal e surfactantes, enquanto que os pontos 4, 5, 6, 7 e 8 apresentaram maiores valores desses parâmetros (Figura 5a). Por outro lado, não houve uma diferença significativa entre os períodos de seca e chuva (Figura 5b). O teste *t* demonstrou ausência de diferença significativa entre os valores dos escores (eixo 1), comparando os períodos sazonais ($t = -1,6$; $p = 0,111$) (Figura 5b).

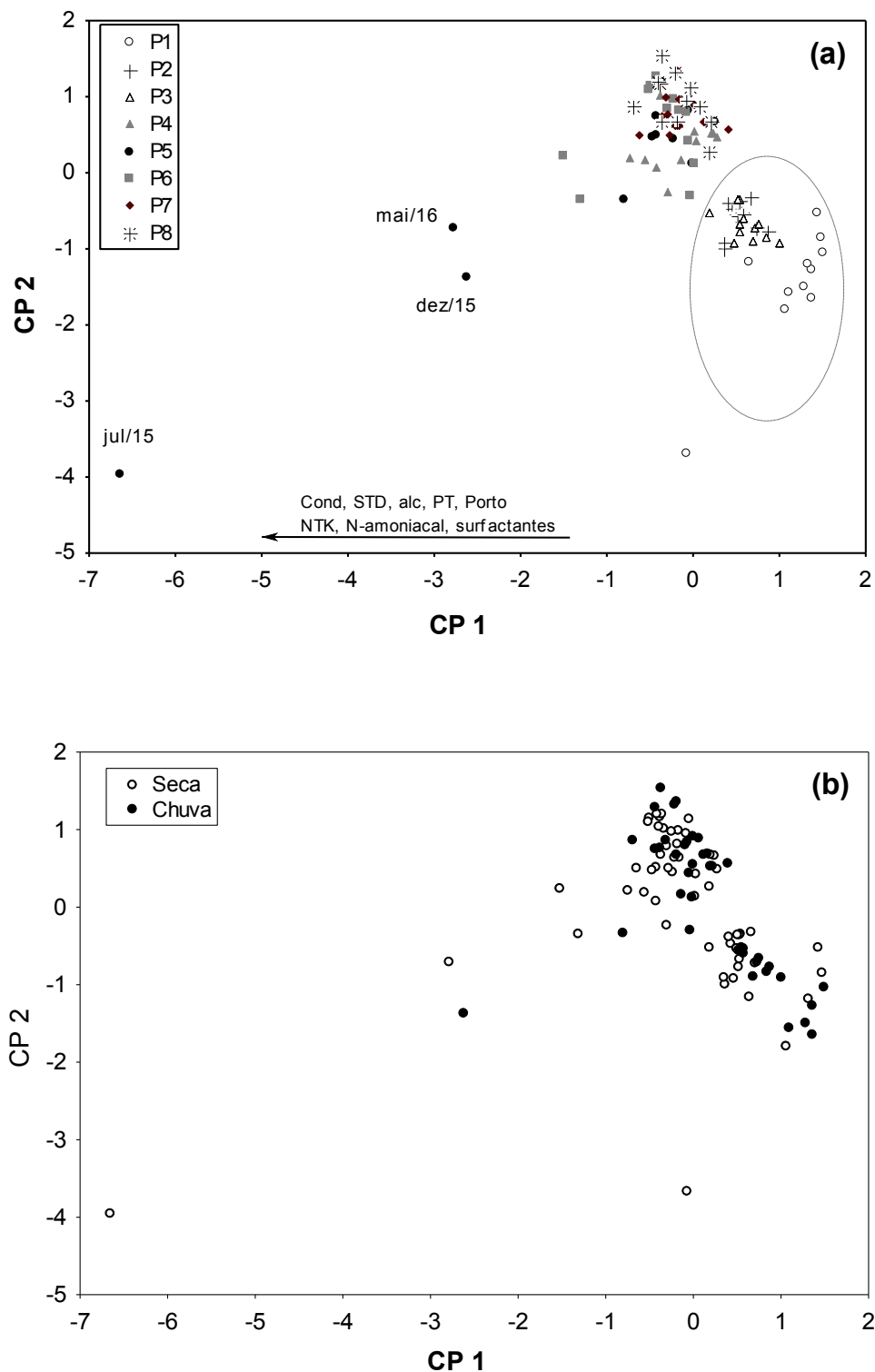


Figura 5. Resultado da análise de componentes principais (PCA), como os escores dos pontos de coleta, nos diferentes meses de estudo. As variáveis apresentadas são aquelas com maiores correlações com o primeiro eixo de ordenação e a direção da seta indica se essas variáveis estão positivamente ou negativamente correlacionadas com esse eixo. (Variáveis: Cond = condutividade elétrica; STD = sólidos totais dissolvidos; Alc = alcalinidade; PT= fósforo total; Orto = ortofosfato; NTK = nitrogênio total Kjeldahl).

A variação temporal e espacial das principais variáveis que se destacaram na análise de componentes principais (PCA) demonstrou que o ponto 5 destaca-se dos demais, principalmente nas coletas realizadas em julho e dezembro de 2015 e em maio de 2016 (Figuras 5 e 6). A análise das Figuras 5b e 6 demonstram que a variação espacial foi maior que a variação temporal. De fato, o Ponto 5 destaca-se dos demais, tendo em vista os elevados valores de condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos, alcalinidade, ortofosfato, fósforo total, nitrogênio total Kjeldahl, nitrogênio amoniacal e surfactantes (variáveis negativamente correlacionadas com o componente principal 1 (Figuras 5 e 6).

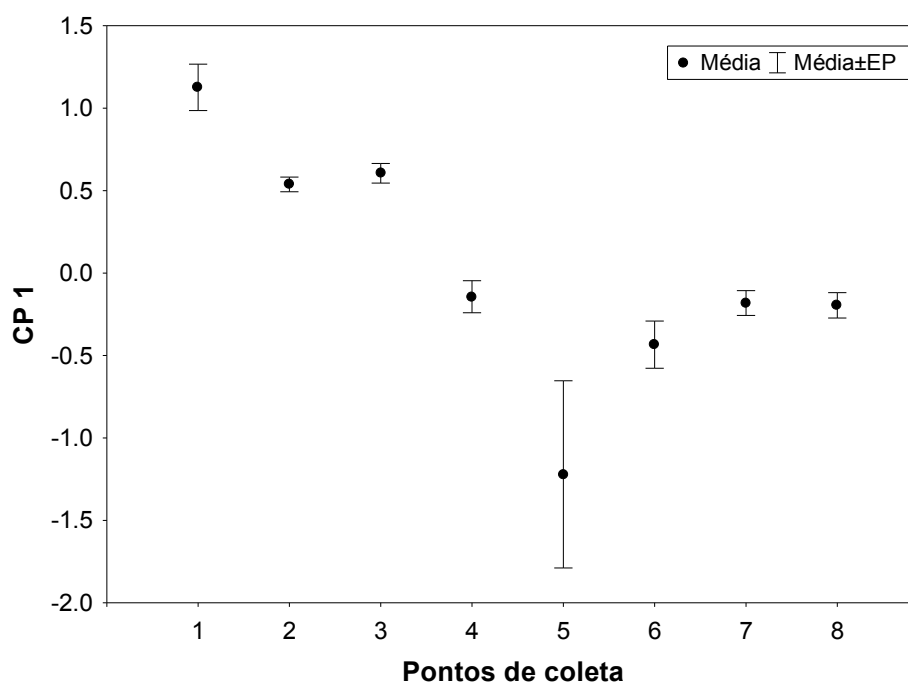


Figura 6. Variação espacial dos parâmetros limnológicos correlacionados com o componente principal 1 (CP 1), da PCA.

Como demonstrado na Figura 5 a e b, o componente principal 1 foi negativamente correlacionado com as variáveis condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos, alcalinidade, ortofosfato, fósforo total, nitrogênio total Kjeldahl, nitrogênio amoniacal e surfactantes.

5.3. Comparação com a Resolução CONAMA

Considerando que o córrego Vaca Brava enquadra-se na Classe II da Resolução nº 357/2005 do CONAMA, foi possível determinar os seguintes parâmetros e os pontos de risco ambiental:

Cloretos - os valores médios, mínimos, máximos e desvios padrões nos oito pontos amostrais estão apresentados na Tabela 5. No período de seca, a média foi de 14,70 mg/l, com o mínimo de 00,00, o máximo de 70,00mg/l e DP (desvio padrão) de 10,426 mg/l. Na chuva a média foi de 9,91, com o mínimo de 3,00 mg/l, máximo de 21,00 e DP = 4,916. Durante a análise de dados as concentrações de cloretos estavam de acordo com os parâmetros estabelecidos pela Resolução nº 357/2005 do CONAMA (Figura 7).

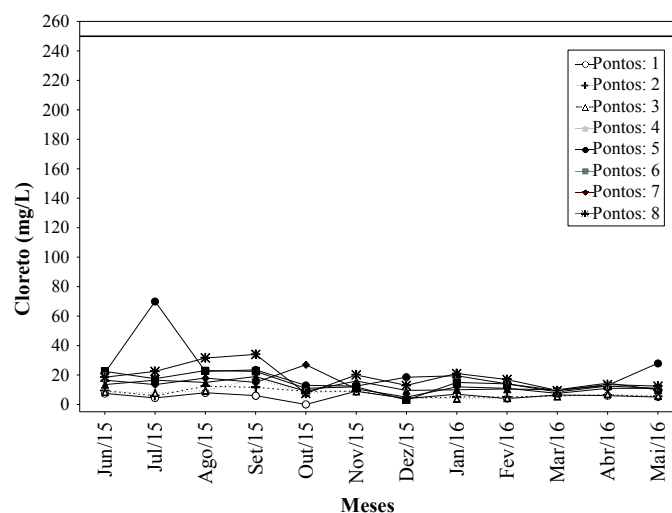


Figura 7. Valores obtidos com cloretos na água no período de estudo. Linha vermelha = limite máximo estabelecido pela Resolução nº 357/2005 do CONAMA.

Nitrato - os valores médios, mínimos, máximos e desvios padrões nos oito pontos amostrais estão apresentados na Tabela 5. No período de seca, a média foi de 2,78 mg/l, mínimo de 0,14mg/l, máximo de 6,20mg/l e DP de 1,810 mg/l. Na chuva a média de 2,63, mínimo de 0,20 mg/l, máximo de 5,70 e DP = 1,467. Durante a análise de dados as concentrações de cloretos estavam de acordo com os parâmetros estabelecidos pela Resolução nº 357/2005 do CONAMA. As concentrações de nitrato medidas nos oito pontos monitorados não tiveram um aumento notório durante o período de estudo (Figura 8).

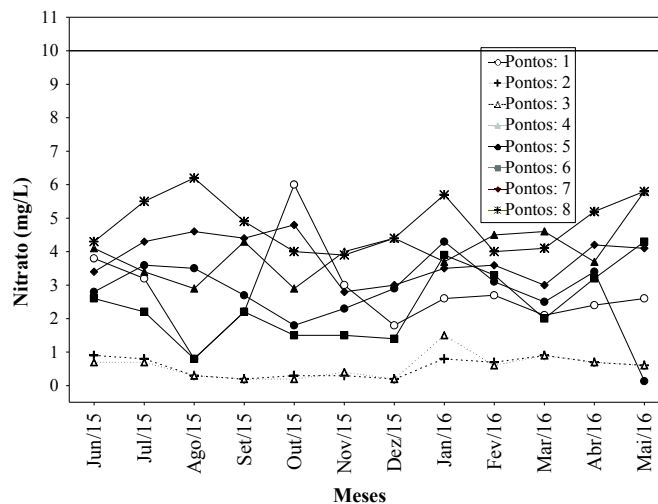


Figura 8. Valores obtidos com nitrato na água no período de estudo. Linha vermelha = limite máximo estabelecido pela Resolução nº 357/2005 do CONAMA.

Nitrito - os valores médios, mínimos, máximos e desvios padrões nos oito pontos amostrais estão apresentados na Tabela 5. No período de seca, a média foi de 0,076 mg/l, mínima 0,003 mg/l máxima de 0,41 mg/l e DP de 0,105 mg/l. Na chuva a média foi de 0,046, mínimo de 0,001 mg/l, máximo de 0,29 e DP = 0,065mg/l. Durante o período de coleta as concentrações de cloretos estavam de acordo com os parâmetros estabelecidos pela Resolução nº 357/2005 do CONAMA. A concentração de nitrito na água dos pontos localizados em todos o percurso estudado, não apresentou diferenças significativa (Figura 9).

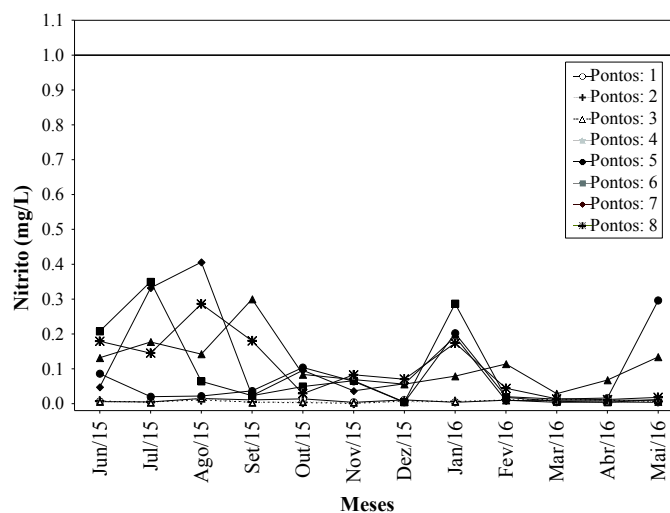


Figura 9. Valores obtidos com o nitrito na água no período de estudo. Linha vermelha = limite máximo estabelecido pela Resolução nº 357/2005 do CONAMA.

pH - os valores médios, mínimos, máximos e desvios padrões nos oito pontos amostrais estão apresentados na Tabela 5. No período de seca, a média foi de 7,43, mínima 5,68, máxima de 9,14 no mês de julho 2015 e DP de 0,673. Na chuva a média foi de 7,36, mínimo de 5,36, máximo 8,19 e DP de 0,653. O pH não apresentou oscilações no Ponto 5 no mês de julho, na época de seca (Figura 10).

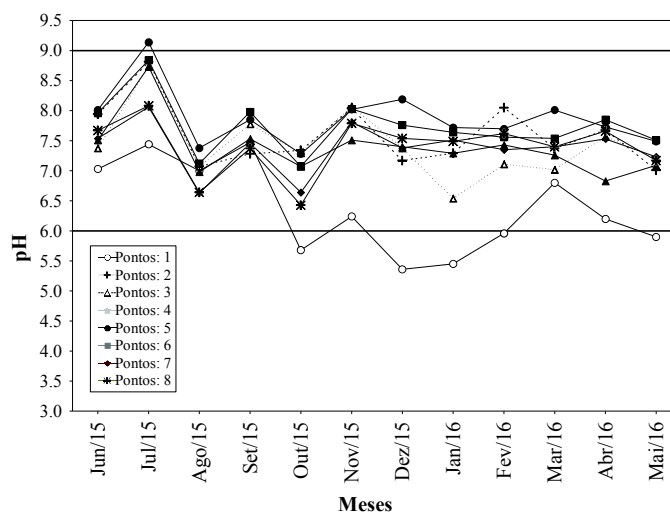


Figura 10. Valores obtidos com o pH da água no período de estudo. Linhas vermelhas = limites estabelecidos pela Resolução nº 357/2005 do CONAMA.

STD - os valores médios, mínimos, máximos e desvios padrões nos oito pontos amostrais estão apresentados na Tabela 5. No período de seca, a média foi de 112,23 mg/l, mínima 31,20 mg/l máxima de 531,00 mg/l e DP de 72,267 mg/l. Na chuva a média foi de 85,42mg/l, mínimo de 28,00 mg/l, máximo de 140,00 e DP de 35,193mg/l. Os teores de sólidos totais dissolvidos medidos na água dos oitos pontos apresentaram variações normais, exceto no mês de julho de 2015 na estação de seca (Figura 11).

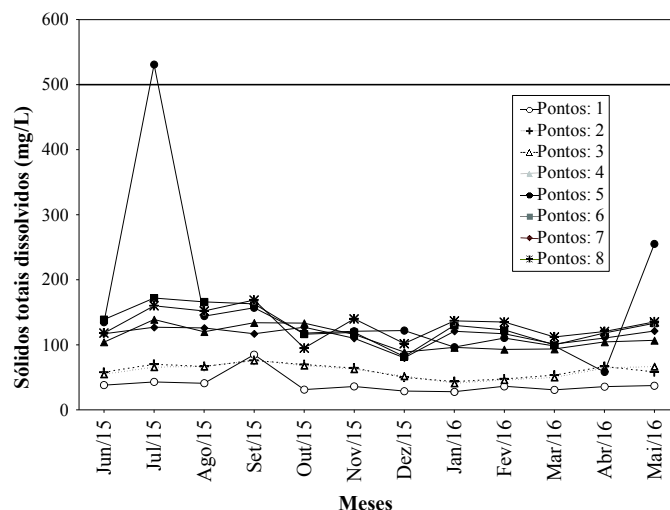


Figura 11. Valores obtidos com os sólidos totais dissolvidos na água no período de estudo. Linha vermelha = limite máximo estabelecido pela Resolução nº 357/2005 do CONAMA.

Sulfatos - os valores médios, mínimos, máximos e desvios padrões nos oito pontos amostrais estão apresentados na Tabela 5. No período de seca, a média foi de 5,32 mg/l, mínima 0,00 mg/l máxima de 44,00 mg/l e DP de 8,249 mg/l. Na chuva a média foi de 6,63 mg/l, mínimo de 0,00 mg/l, máximo de 53,00 e DP de 9,153 mg/l. Os teores de sólidos totais dissolvidos medidos na água dos oito pontos apresentaram variações normais (Figura 12).

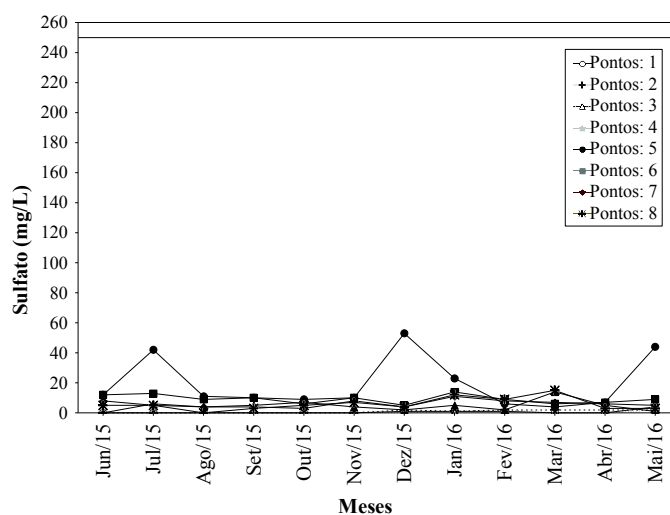


Figura 12. Valores obtidos com o sulfato na água no período de estudo. Linha vermelha = limite máximo estabelecido pela Resolução nº 357/2005 do CONAMA.

Cor - os valores médios, mínimos, máximos e desvios padrões nos oito pontos amostrais estão apresentados na Tabela 5. No período de seca, a média

foi de 13,04 mgPt/l, mínima 0,00mgPt/l, máxima de 260,00 mgPt/l e DP de 34,775 mgPt/l. Na chuva a média foi de 15,48 mgPt/l., mínimo de 0,00 mg/l, máximo de 58mg/dl e DP de 13,693mgPt/l. Os valores medidos só foram maiores do que o padrão (75 mg Pt/l) estabelecido na Resolução nº 357/2005 do CONAMA no Ponto 5 (julho/2015) na estação da seca (Figura 13).

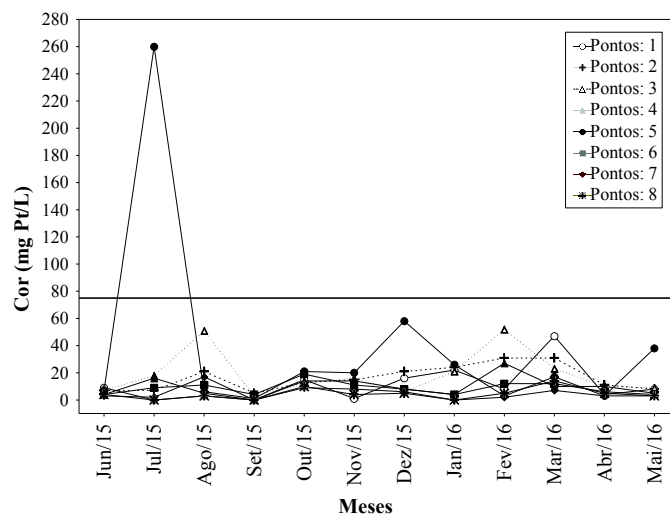


Figura 13. Valores obtidos com a cor da água no período de estudo. Linha vermelha = limite máximo estabelecido pela Resolução nº 357/2005 do CONAMA.

DBO - os valores médios, mínimos, máximos e desvios padrões nos oito pontos amostrais estão apresentados na Tabela 5. No período de seca, a média foi de 13,04 mgPt/l, mínima 0,00mgPt/l, máxima de 260,00 mgPt/l e DP de 34,775 mgPt/l. Na chuva a média foi de 15,48 mgPt/l., mínimo de 0,00 mg/l, máximo de 58mg/dl e DP de 13,693mgPt/l (Figura 14).

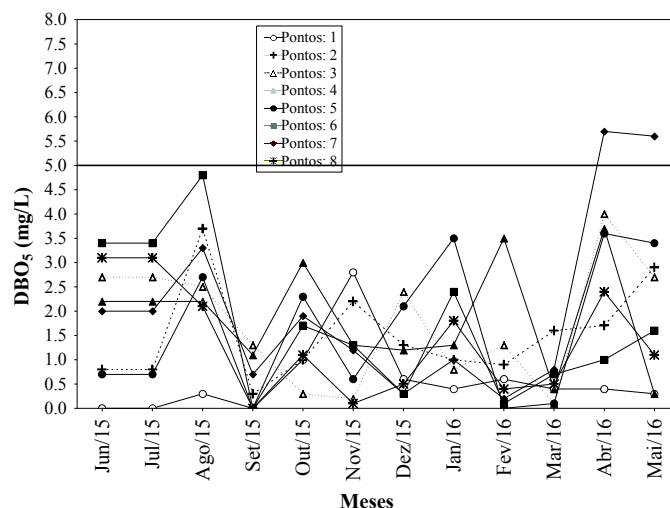


Figura 14. Valores obtidos com a DBO da água no período de estudo. Linha vermelha = limite máximo estabelecido pela Resolução nº 357/2005 do CONAMA.

Óleos e Graxas - Conforme o estabelecido na Resolução nº 357/2005 do CONAMA, para água da Classe II, este parâmetro deveria estar virtualmente ausente (VA) nas amostras. Em todos os pontos esse resultado (VA) se confirmou para todos os pontos amostrais.

Oxigênio Dissolvido - os valores médios, mínimos, máximos e desvios padrões nos oitos pontos amostrais estão apresentados na Tabela 5. No período de seca, a média foi de 4,38 mg/l, mínima 0,40 mg/l, máxima de 9,00 mg/l e DP de 13,048 mg/l. Na chuva a média foi de 4,77 mg/l, mínimo de 1,60 mg/l, máximo de 6,50 e DP de 1,202 mg/l. Os valores de OD se apresentaram maiores no Ponto 6 (abril e maio de 2016). O Ponto 4 apresentou-se alterado em junho/ julho/agosto e dezembro de 2015/janeiro/março/ abril e maio de 2016. O Ponto 2 teve concentrações altas no mês de agosto/dezembro de 2015 e março e maio de 2016. O Ponto 3 teve limite alterado nos meses de: agosto/dezembro 2015 e fevereiro/abril e maio 2016. O Ponto 5 apresentou concentrações alteradas no mês de agosto/outubro de 2015 e janeiro/março/abril 2016. O Ponto 6 apresentou limites alterados no mês setembro/outubro/novembro/dezembro de 2015 e março/abril e maio de 2016. As concentrações de oxigênio dissolvido medidas na água dos pontos localizados no PMVB, durante o monitoramento foram menores nos seguintes pontos e meses: Ponto 1, nos meses de junho/julho/agosto/setembro/outubro/novembro de 2015 e janeiro a abril de 2016. Ponto 2 nos meses de junho/julho/setembro/outubro/novembro de 2015 e

abril de 2016. No Ponto 3 esteve menor no mês de set 2015 e janeiro de 2016. Ponto 4 concentração de acordo com o limite no mês de junho a novembro de 2015 e fevereiro a abril de 2016. Ponto 7 de junho a novembro de 2015 e fevereiro a abril de 2016 limite de acordo com a Resolução nº 357/2005 do CONAMA (Figura 15).

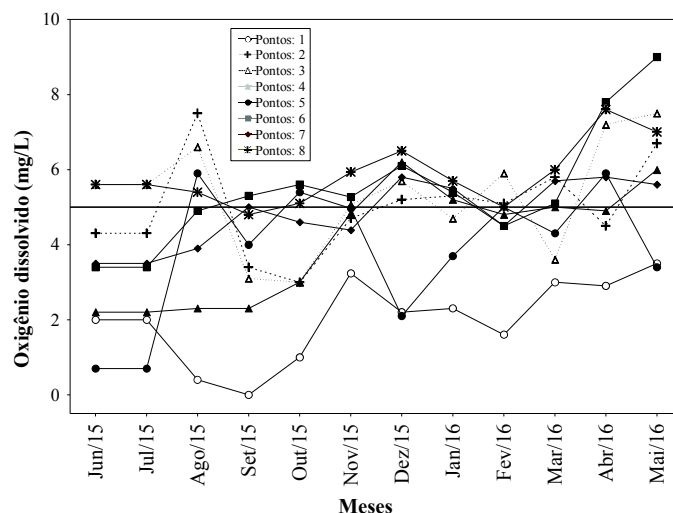


Figura 15. Valores obtidos com o oxigênio dissolvido no período de estudo. Linha vermelha = limite máximo estabelecido pela Resolução nº 357/2005 do CONAMA.

Ortofosfato - os valores médios, mínimos, máximos e desvios padrões nos oitos pontos amostrais estão apresentados na Tabela 5. No período de seca a média foi de 0,131 mg/l, mínima 0,00 mg/l, máxima de 3,98 mg/l e DP de 0,538 mg/l. Na chuva a média foi de 0,024 mg/l, mínima de 0,0000 mg/l, máxima de 0,89 e DP de 0,141 mg/l. A concentração de ortofosfato na água dos pontos localizados no PMVB, apresentou diferenças acentuadas no mês de julho de 2015. Na coleta de junho de 2015 as concentrações foram maiores nos Pontos 1, 4 e 6. Na coleta de julho foram detectadas alterações nos Pontos 4, 5, 6, 7 e 8. Na coleta de agosto e setembro de 2015 só não teve alteração no Ponto 1. Na coleta de outubro/ novembro de 2015 não teve alterações nas concentrações de ortofosfato. No mês de dezembro no Ponto 5 obteve aumento na concentração do componente em questão, mas depois se manteve nos demais meses exceto no mês de maio de 2016 (Ponto 5) (Figura 16).

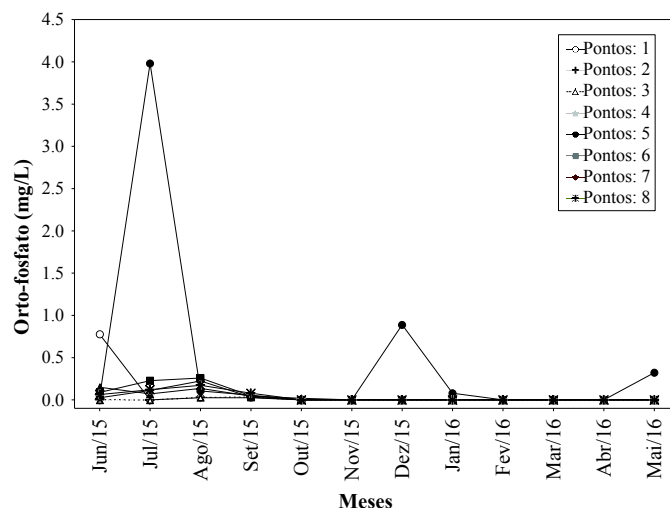


Figura 16. Valores obtidos com o ortofosfato no período de estudo.

Sulfetos - os valores médios, mínimos, máximos e desvios padrões nos oito pontos amostrais estão apresentados na Tabela 5. No período de seca a média foi de 0,006 mg/l, mínima 0,00 mg/l, máxima de 0,18 mg/l e DP de 0,025 mg/l. Na chuva a média foi de 0,007 mg/l, mínimo de 0,000 mg/l, máximo de 0,08 e DP de 0,015 mg/l. As concentrações de sulfetos medidas na água dos pontos localizados no PMVB, durante o estudo tiveram maiores alterações no mês de julho de 2015 (Ponto 5) depois em outubro de 2015 (Ponto 4) e dezembro (Ponto 5 e 6) (Figura 17).

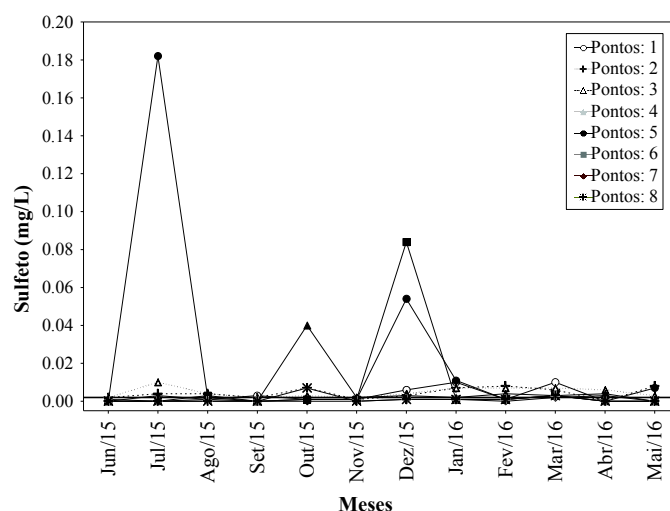


Figura 17. Valores obtidos com sulfetos na água no período de estudo. Linha vermelha = limite máximo estabelecido pela Resolução nº 357/2005 do CONAMA.

Turbidez - os valores médios, mínimos, máximos e desvios padrões nos oito pontos amostrais estão apresentados na Tabela 5. No período de seca a média foi de 35,90 NTU, mínima 0,50 NTU, máxima de 1333,20 NTU e DP de 178,856 NTU. Na chuva a média foi de 10,68 NTU, mínima de 0,99 NTU, máxima de 142,00NTU e DP de 22,936 NTU. (Figura 18)

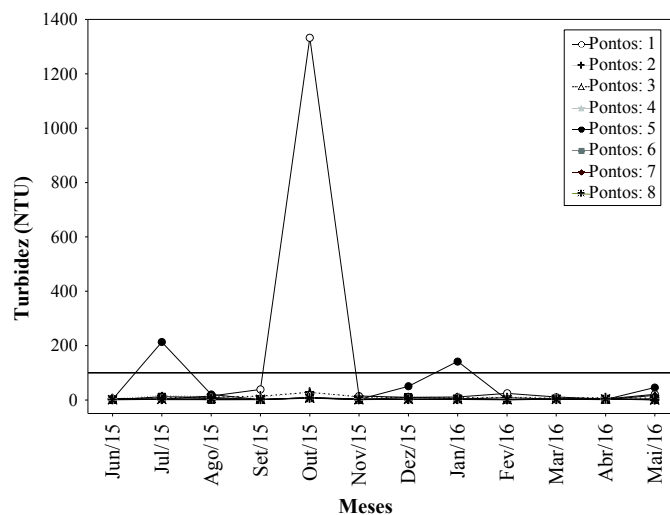


Figura 18. Valores obtidos com a turbidez da água no período de estudo. Linha vermelha = limite máximo estabelecido pela Resolução nº 357/2005 do CONAMA.

Ferro dissolvido - os valores médios, mínimos, máximos e desvios padrões nos oito pontos amostrais estão apresentados na Tabela 5. No período de seca a média foi de 0,66mg/l, mínima 0,000mg/l, máxima de 12,50mg/l e DP de 1,774mg/l. Na chuva a média foi de 0,43mg/l, mínimo de 0,01mg/l e máximo de 2,52mg/l e DP de 0,561mg/l (Figura19).

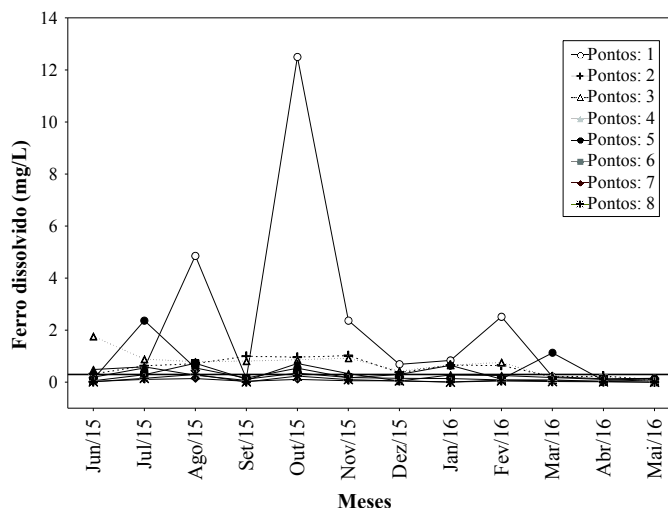


Figura 19. Valores obtidos com o ferro dissolvido na água no período de estudo. Linha vermelha = limite máximo estabelecido pela Resolução nº 357/2005 do CONAMA.

Alcalinidade - os valores médios, mínimos, máximos e desvios padrões nos oitos pontos amostrais estão apresentados na Tabela 5. No período de seca a média foi de 60,93 mg/l, mínima 10,00 mg/l, máxima de 250,00 mg/l e DP de 33,938 mg/l. Na chuva a média foi de 56,23 mg/l, mínimo de 12,00 mg/l, máximo de 135,00 e DP de 24,133 mg/l. A alcalinidade total medida na água dos pontos localizados no PMVB e todo o percurso em estudo variou bastante, tendo o Ponto 5, no mês de julho, a maior alteração, logo em seguida apresentando uma queda, voltando a subir no mês de dezembro, caindo em janeiro, mantendo-se quase que constante e aumentando em maio de 2016 (Figura 20).

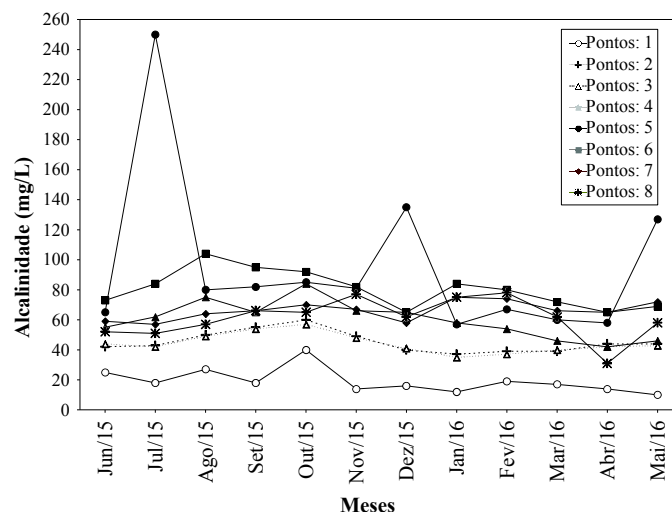


Figura 20. Valores obtidos com a alcalinidade da água no período de estudo.

Condutividade - os valores médios, mínimos, máximos e desvios padrões nos oitos pontos amostrais estão apresentados na Tabela 5. No período de seca a média foi de $185,78 \mu\text{S/cm}$, mínima $31,00\mu\text{S/cm}$, máxima de $829,00\mu\text{S/cm}$ e DP de $116,708\mu\text{S/cm}$. Na chuva a média foi de $168,40\mu\text{S/cm}$, mínimo de $56,00\mu\text{S/cm}$, máximo de $281,00\mu\text{S/cm}$ e DP de $70,645\mu\text{S/cm}$. A condutividade na água dos pontos localizados no PMVC foram variáveis durante o período de monitoramento, enquanto nos tributários a condutividade medida foi maior nos Pontos 5 (mês de julho de 2015 e abril de 2016). Os outros meses mantiveram abaixo de $200 \mu\text{S/cm}$ (Figura 21).

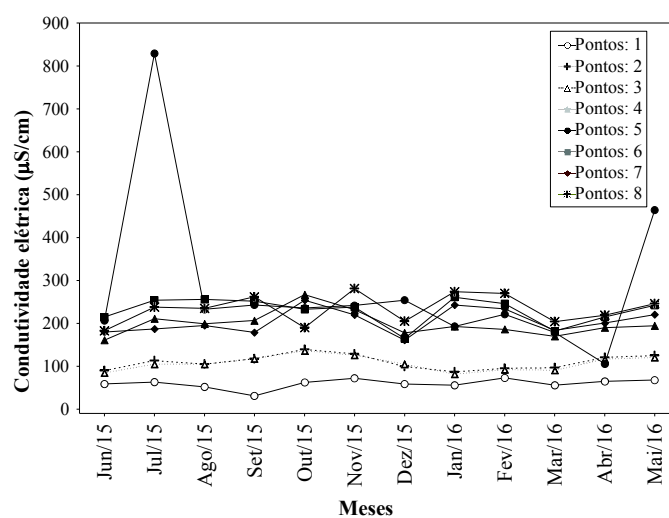


Figura 21. Valores obtidos com a condutividade da água no período de estudo.

Dureza - os valores médios, mínimos, máximos e desvios padrões nos oito pontos amostrais estão apresentados na Tabela 5. No período de seca a média foi de 53,046 mg/l, mínima 12,00 mg/l, máxima de 100,00 mg/l e DP de 22,618 mg/l. Na chuva a média foi de 57,10 mg/l, mínimo de 10,00 mg/l, máximo de 102,00 e DP de 25,444 mg/l. A dureza total na água dos Pontos 1, 2 e 3 estão bem próximos e os Pontos 4, 5, 6, e 7 foi variável (Figura 22).

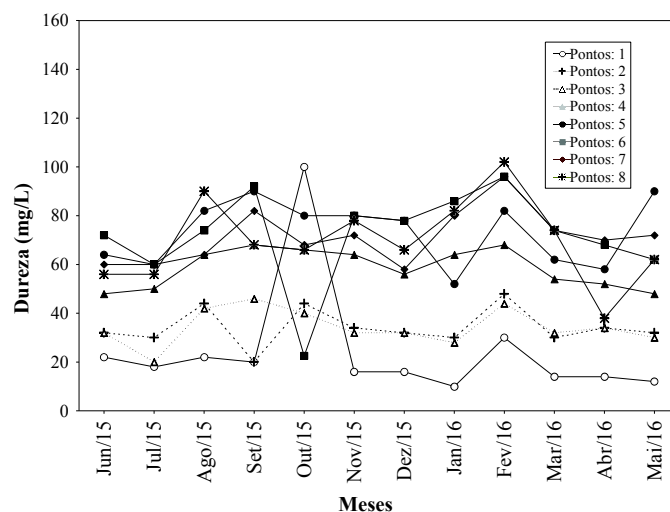


Figura 22. Valores obtidos com a dureza da água no período de estudo.

Nitrogênio Amoniacal - os valores médios, mínimos, máximos e desvios padrões nos oito pontos amostrais estão apresentados na Tabela 5. No período de seca a média foi de 1,36mg/l, mínima 0,03mg/l, máxima de 43,50mg/l e DP de 5,848mg/l. Na chuva a média foi de 0,29mg/l, mínimo de 0,01mg/l, máximo de 3,40 e DP de 20,541mg/l. As concentrações de nitrogênio amoniacal apresenta-se mais alta no Ponto 5 (julho de 2015), no Ponto 1 (outubro 2015) e Ponto 5 (maio 2016) (Figura 23).

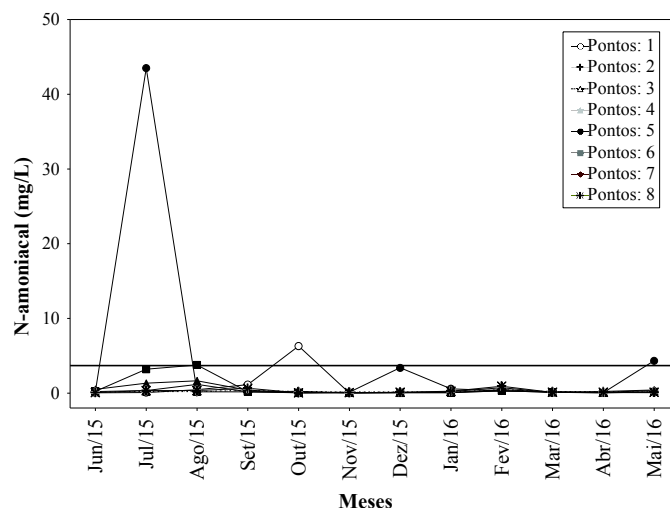


Figura 23. Valores obtidos com o nitrogênio amoniaco na água no período de estudo. Linha vermelha = limite máximo estabelecido pela Resolução nº 357/2005 do CONAMA.

Temperatura - os valores médios, mínimos, máximos e desvios padrões nos oitos pontos amostrais estão apresentados na Tabela 5. No período de seca a média foi de 24,16°C, mínima 19,80°C, máxima de 29°C e DP de 2,302°C. Na chuva a média foi de 25,36°C, mínimo de 2,18°C, máximo de 28,59°C e DP de 4,033°C. O maior valor medido foi 29°C no Ponto 4 e o menor foi em outubro de 2015 no Ponto 6 (Figura 24).

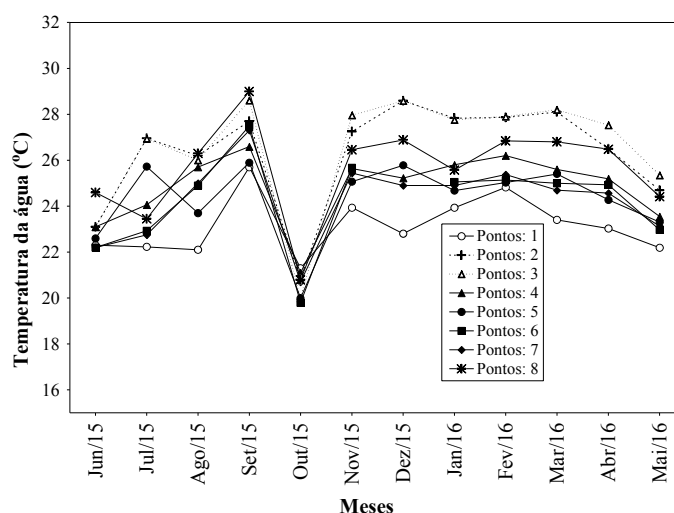


Figura 24. Valores obtidos com a temperatura da água no período de estudo.

Fosforo total - os valores médios, mínimos, máximos e desvios padrões no oitos ponto amostrais estão apresentados na Tabela 5. No período de seca a média foi de 0,209 mg/l, mínima 00,00 mg/l, máxima de 4,22 mg/l e DP de 0,587

mg/l. Na chuva a média foi de 0,037 mg/l, mínimo de 0,0000 mg/l, máximo de 1,19 e DP de 0,190 mg/l. Apresentou-se alto no Ponto 5 (julho de 2015) (Figura 25).

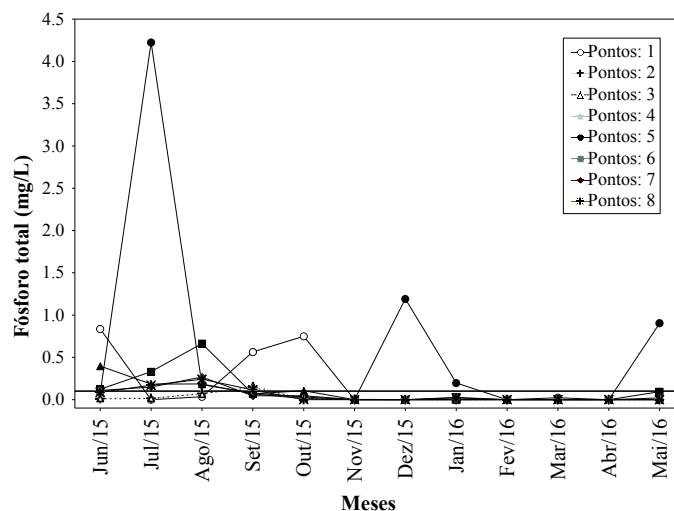


Figura 25. Valores obtidos com o fósforo total na água no período de estudo. Linha vermelha = limite máximo estabelecido pela Resolução nº 357/2005 do CONAMA.

Surfactantes - os valores médios, mínimos, máximos e desvios padrões nos oito pontos amostrais estão apresentados na Tabela 5. No período de seca a média foi de 0,010 mg/L, mínima 0,000 mg/L, máxima de 0,14 mg/L e DP de 0,022 mg/L. Na chuva a média foi de 0,008 mg/L, mínima de 0,000 mg/L, máxima de 0,10 mg/L e DP de 0,017 mg/L. Apresentou-se alto no Ponto 5 (julho de 2015; dezembro de 2015 e maio de 2016) (Figura 26).

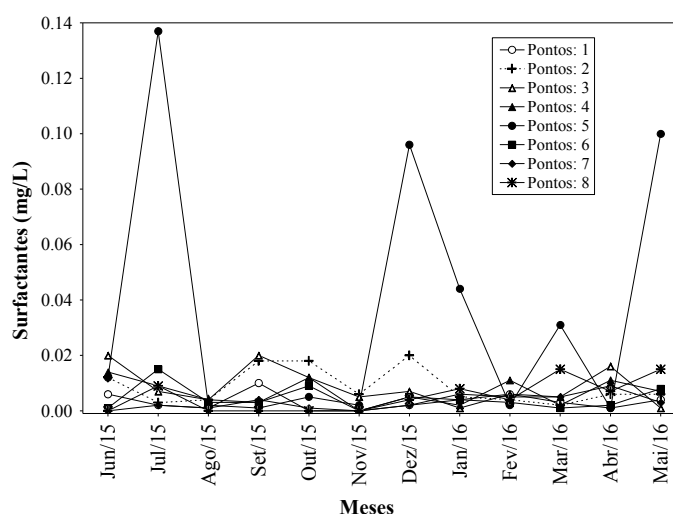


Figura 26. Valores obtidos com os surfactantes na água no período de estudo.

Clorofila - os valores médios, mínimos, máximos e desvios padrões nos oitos pontos amostrais estão apresentados na Tabela 5. No período de seca a média foi de 10,12 $\mu\text{g/l}$ mínima 0,00 $\mu\text{g/l}$, máxima de 65,08 $\mu\text{g/l}$ e DP de 12,320 $\mu\text{g/l}$. Na chuva a média foi de 6,01 $\mu\text{g/l}$, mínimo de 0,00 $\mu\text{g/l}$, máximo de 31,40 $\mu\text{g/l}$ e DP de 8,585 $\mu\text{g/l}$. (Figura 27).

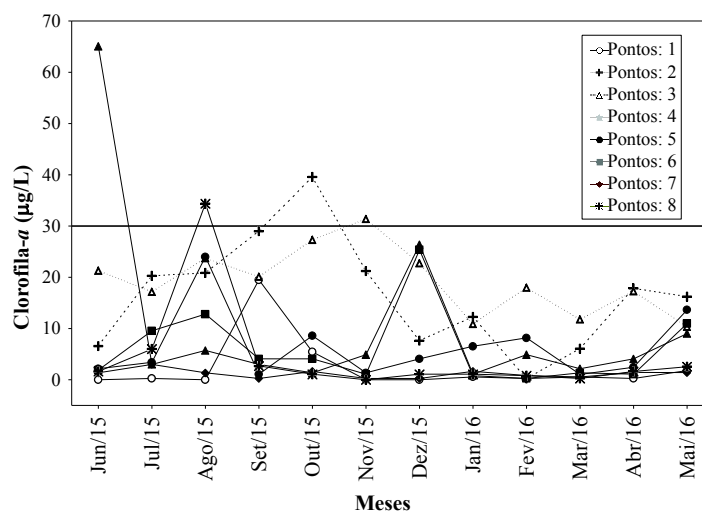


Figura 27. Valores obtidos com a Clorofila-a na água no período de estudo. Linha vermelha = limite máximo estabelecido pela Resolução nº 357/2005 do CONAMA.

Densidade de *E. coli* - Conforme preconizado na Resolução nº 357/2005 do CONAMA, para águas da Classe II, o limite máximo é de 1000 coliformes totais /100 ml de amostra (NMP/100 ml). Este parâmetro surpreende devido a faixa de valores alcançados nas medições. À primeira vista pode-se estranhar os valores, extremamente altos. Contudo, o estudo mostra que, de fato, é possível encontrar valores altos no Ponto 1 no mês de julho e março de 16. Essa alteração é pontual e se deve a obras realizadas próximo do local no período de coleta das amostras (Figura 28).

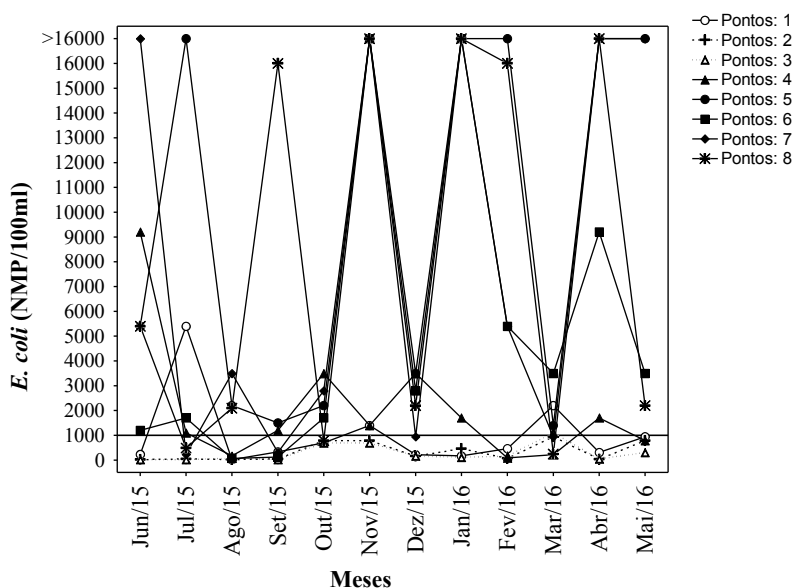


Figura 28. Valores obtidos com a densidade de *E. coli* na água no período de estudo. Linha vermelha = limite máximo estabelecido pela Resolução nº 357/2005 do CONAMA.

Nas amostras foram encontrados valores superiores que o limite estabelecido pela Resolução nº 357/2005 do CONAMA: Ponto 1 (julho de 2015 e março de 2016), Ponto 3 (março de 2016), Ponto 4 (julho a outubro de 2015), Ponto 5 (junho a dezembro de 2015 e janeiro a maio de 2016), Ponto 6 (junho a dezembro de 2015 e janeiro a maio de 2016). As estações dos anos não foram significativas de acordo com os meses de estudo, ou seja, não houve diferença na seca e chuva. O que indica o aumento das concentrações dos parâmetros analisados e a contaminação por esgoto (lugares onde não houve algum planejamento urbano, áreas onde encontram-se bueiros, ruas movimentadas, pontos comerciais, residenciais e clínicas em geral). Os efluentes que chegam no córrego Vaca Brava aumentam o nível de matéria orgânica e aumenta a de *E. coli*, que por sua vez está vinculada com doenças hídricas.

5.4. Áreas de risco ambiental

A área de risco ambiental se estende do Ponto 4 (início e está em vermelho) ao Ponto 8 (cor laranja), decorrente de fontes poluidoras de origem doméstica e industrial (Figura 29). As cargas poluidoras de origem domésticas referem-se aos pontos de esgotos coletados em áreas urbanas. São consideradas como fontes pontuais de esgoto direta dos cursos d'água onde são lançadas e também

afeta o solo de forma indireta. O esgoto doméstico é caracterizado pela quantidade de matéria orgânica biodegradável, responsável pela perda do oxigênio na água, tendo como resultado a presença de bactérias. As cargas poluidoras de origem industrial correspondem aos lançamentos de efluentes diretamente nos rios e córregos sem qualquer tratamento prévio. Durante o período de coleta ficou evidente o lançamento de efluentes no córrego vaca brava, e a falta de planejamento urbano é um agravante. Verifica-se que os pontos de maior contaminação são os mais problemáticos e que necessitam de maior atenção do poder público. Baseado nesses resultados pode-se sugerir um mapa que indica os pontos críticos de potenciais fontes poluidoras (Figura 30).

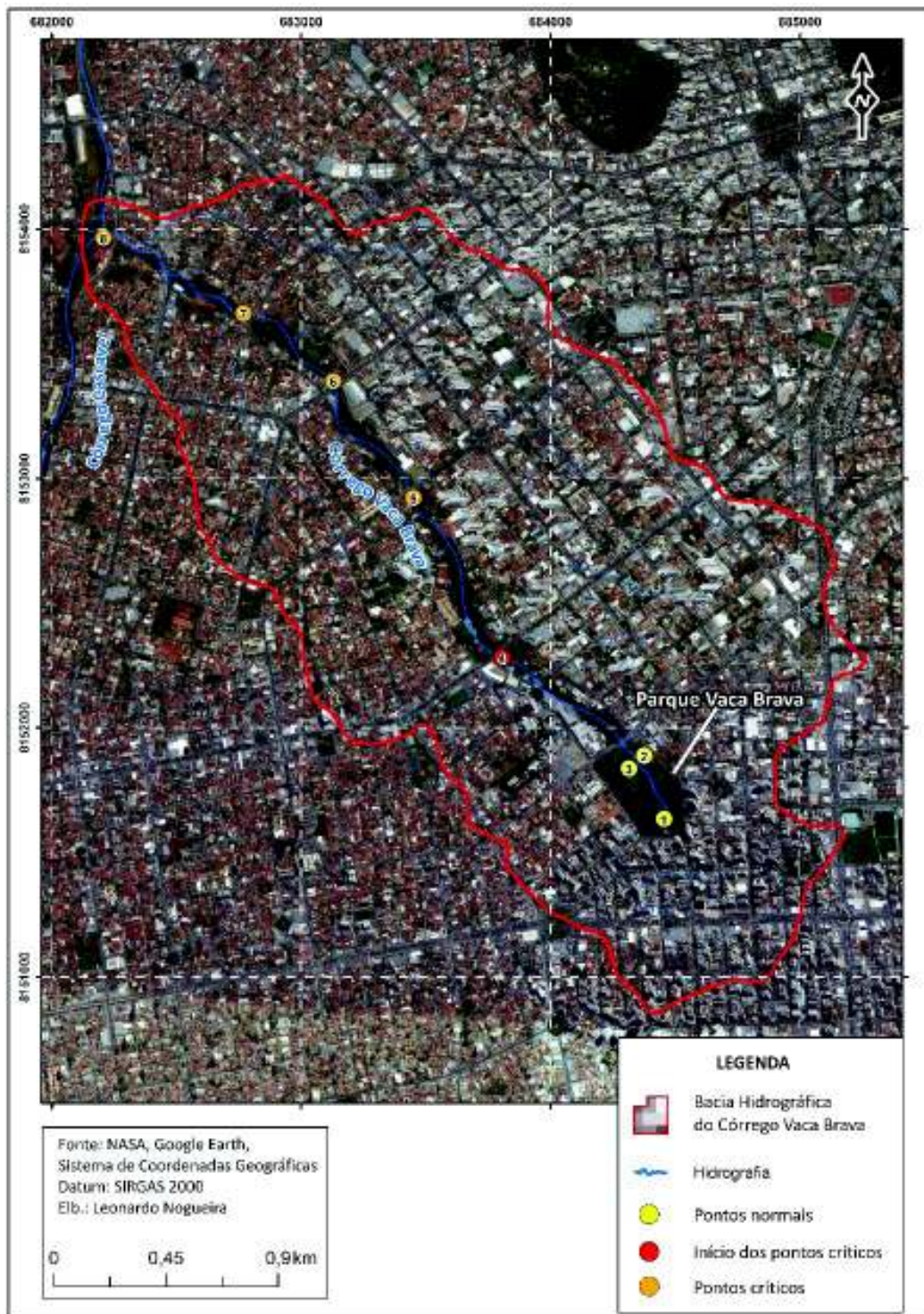


Figura 29. Área de risco ambiental. Mapa: Leonardo Nogueira.

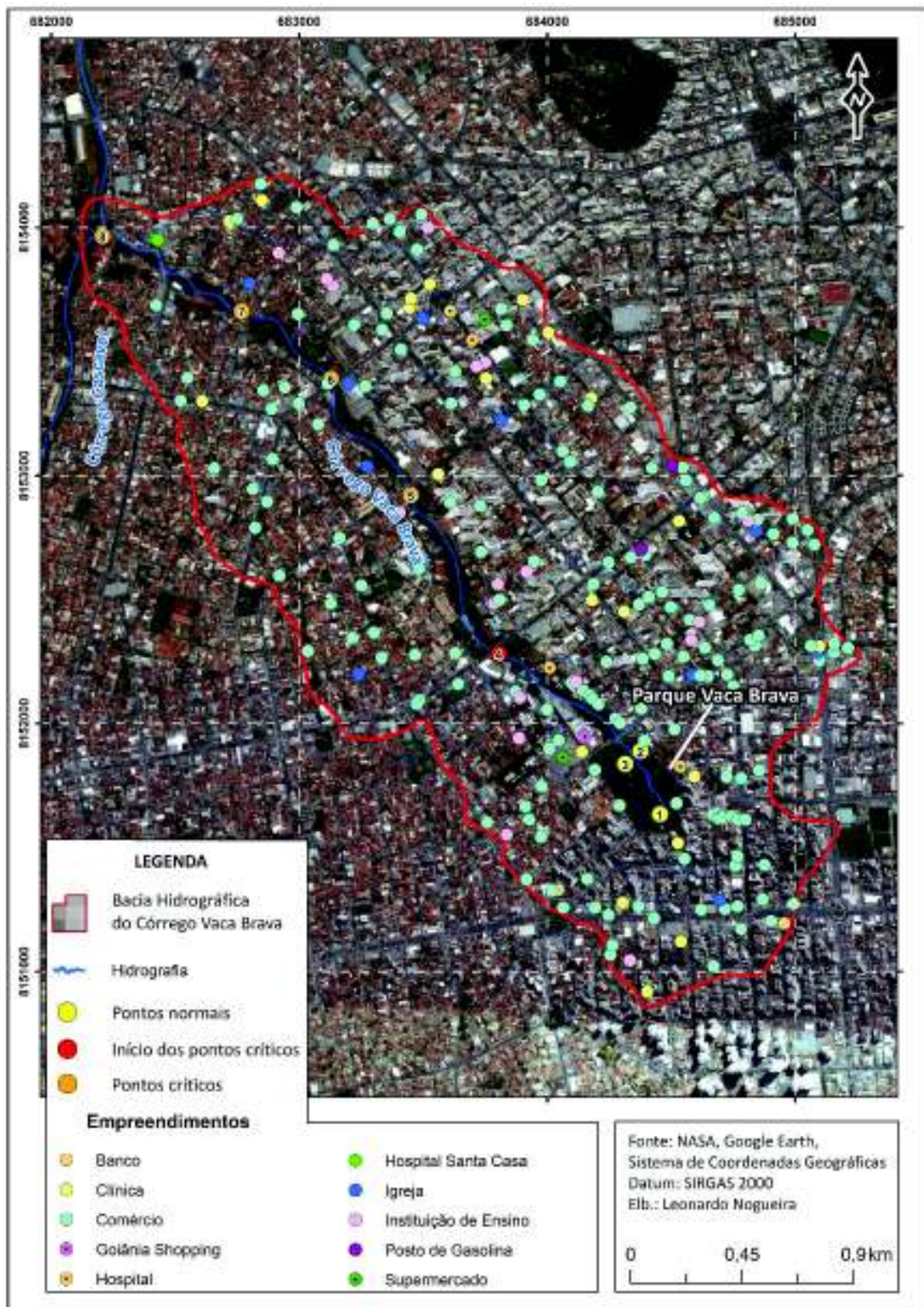


FIGURA 30. Pontos de potenciais fontes poluidoras. Mapa: Leonardo Nogueira.

6. DISCUSSÃO

O uso e a ocupação da bacia do córrego Vaca Brava em Goiânia, sofreu intervenções antrópicas em toda a sua extensão, resultado de um jogo de interesses de instituições privadas junto com a especulação imobiliária, interesses econômicos, políticos e sociais (PENA, 2016).

No início, a ocupação não se deu próximo aos cursos d'água e matas ciliares, ocorrendo principalmente nas encostas ou vertentes que delimitam a bacia. Com a pressão resultante da ocupação urbana as áreas antes preservadas tornaram-se objeto do mercado, com a preservação dos fundos dos vales, protegido pela legislação, ficando em segundo plano. Destaca-se na área o adensamento urbano com casas, prédios residenciais e comércio em torno do Parque Municipal Vaca Brava, além de vias públicas, impermeabilizando o solo e ocasionando problemas como enchente, alagamento, desmoronamento e assoreamento (MORENO, 2006).

A estrutura do PMVB foi planejada para preservar as nascentes e diminuir o impacto ambiental ocorrido devido ao acelerado crescimento populacional e ao mesmo tempo proporcionar o lazer dentro da perspectiva de requalificação da área. Para isso o parque foi dividido em três zonas (AMMA, 2006):

Zona de Proteção Integral (ZPI) - onde a ação do homem foi mínima em aspecto de intervenção antrópica negativa. Esta área está localizada entre o lago e a rua T-5, abrangendo as matas ciliares e as áreas onde estão localizadas as nascentes do Córrego Vaca Brava (Ponto Amostral 1).

Zona de Uso Intensivo (ZUI) - abrange uma área de paisagem natural e uma outra área que teve ação do homem, onde é possível a realização de atividades recreativas. Faz parte ainda dessa zona, a estrutura física que dá suporte para o atendimento ao público como pista de caminhada e trilhas internas e locais com equipamento de ginástica (AMMA, 2006). A ZUI corresponde aos Pontos Amostrais 2 e 3. Os valores alterados podem ser resultado da intensa presença do público, de seus animais de estimação e das águas de escoamento superficial.

Zona de Uso Restrito (ZUR) - abrange áreas destinadas as atividades de manutenção e administração do parque e está localizada entre o lago e o

cruzamento das vias T-15 e T-1, podendo estar relacionadas os valores alterados dos resultados das amostras do Ponto 4.

Zona de Recuperação (ZRE) - essa última zona é composta pelas áreas que sofreram intenso processo de degradação ambiental provocada pela interferência do homem chamada de zona de recuperação, localizada na Avenida T-15 com a T-5.

O lago do PMVB apresenta as características: "lêntico ornamental, sem turbilhamento, com coloração verde oliva". Foi criado da necessidade de aproveitar as áreas alagadas em pontos próximos à nascente e ao longo do leito (AMMA 2006).

Nesse sentido, a urbanização e a falta de planejamento urbano pode ter resultado nas alterações limnológicas observadas nos pontos amostrais. A discussão aqui desenvolvida aborda os resultados relacionados com *Escherichia coli* (*E. coli*), conforme capítulo anterior, uma vez que é a variável mais significativa em relação função dos índices obtidos, mais significativamente nos Pontos 4 e 5, mas também alterados nos Pontos 6, 7 e 8.

Nesse sentido, é a variável mais adequada para a abordagem relacionada com ambiente e saúde. A discussão é centrada nos resultados e no contexto que envolve os pontos amostrados, a partir da qual é possível estabelecer correlações entre segmentos do córrego vaca Brava.

Pontos 1, 2 e 3 - localizados dentro da área de preservação ambiental em estudo podem ter suas condições naturais alteradas devido ao escoamento de águas superficiais das vertentes que os delimitam, e de montante da nascente, que abrange as ruas T-3, T-4, T-5; T-38; T-56; T-58; T-66 e T-67. Neste ponto concentra-se grande quantidade de comércio, clínicas médicas, postos de gasolina, hospital e residências e, apesar de poderem contar com sistema de esgotos e escoamento pluvial, as inundações são frequentes e causadas por entupimento das entradas das caixas de captação de águas superficiais por lixo. Nesse segmento os resultados obtidos para *E. coli* variaram, na seca, entre 18 e 5.400 NMP/100 ml, com uma média de 1.132,9 NMP/100 ml, e no período chuvoso, entre 78 e 2.200 NMP/100 ml, com uma média de 8.813 NMP/100 ml.

Ponto 4 - localizado na avenida T-9, sofre influência das águas superficiais advindas da Av. C-233 e principalmente das ruas paralelas, C-234; C 235 e C - 244, localizadas na margem esquerda da bacia. Na margem direita as ruas T-2;

T-30; T-54 e T-55 são as principais contribuintes pelo escoamento superficial (jusantes aos pontos 1, 2 e 3). Além das mesmas condições potenciais de comprometimento da qualidade da água descritos para os Pontos 1, 2 e 3, soma-se o início de saídas clandestinas de esgotos *in natura*, diretamente no córrego Vaca Brava. Nesse segmento os resultados obtidos para *E. coli* variaram, na seca, entre 170 e 9.200 NMP/100 ml, com uma média de 2.522,9 NMP/100 ml, e no período chuvoso, entre 92 e 3.500 NMP/100 ml, com uma média de 1.382,4 NMP/100 ml.

Ponto 5 - localizado na Rua C-206. Na margem esquerda da bacia predomina atividades comerciais e na margem direita clínicas médicas e comércio. São visíveis as saídas de esgotos *in natura* sendo lançado no córrego em estudo. Este ponto fica a jusante dos pontos anteriores e sofre influência das águas superficiais vindas da sua área de contribuição e de montante, agravando as condições ambientais do córrego. O resultado para *E. coli* nesse ponto variaram, na seca, entre 1.500 e 17.000 NMP/100 ml, com uma média de 8.900 NMP/100 ml, e no período chuvoso, entre 1.400 e 17.000 NMP/100 ml, com uma média de 11.180 NMP/100 ml.

Ponto Amostral 6 - localizado na avenida T-7. A área de contribuição das duas margens apresenta comércio, clínicas médicas e residências, ou seja, uma diversidade de ocupação, que somado a influência da ocupação e das águas de montante do córrego pode explicar os valores de encontrados. O resultado para *E. coli* nesse ponto variaram, na seca, entre 68 e 9.200 NMP/100 ml, com uma média de 2.498 NMP/100 ml, e no período chuvoso, entre 2.800 e 17.000 NMP/100 ml, com uma média de 9.140 NMP/100 ml.

Ponto Amostral 7 - possivelmente afetado por despejos advindos do comércio, clínicas médicas e posto de combustíveis. Encontro das ruas C-2 com a C-32. O resultado para *E. coli* nesse ponto variaram, na seca, entre 230 e 17.000 NMP/100 ml, com uma média de 8.262,8 NMP/100 ml, e no período chuvoso, entre 940 e 17.000 NMP/100 ml, com uma média de 10.085 NMP/100 ml.

Ponto Amostral 8 - Esse ponto marca o final do córrego Vaca Brava, confluência com o córrego Cascavel, limite jusante da área de pesquisa. Na área de contribuição do ponto destacam-se, em ambas as margens, atividades de comércio, hospitais, clínicas médicas e postos de combustíveis, assim como nos

demais pontos, potenciais poluentes do córrego. Este ponto, por concentrar as águas de montante, pode apresentar resultados que não estejam relacionados diretamente a sua área de contribuição junto as margens, mas de toda a bacia. O resultado para *E. coli* nesse ponto variaram, na seca, entre 490 e 1.700 NMP/100 ml, com uma média de 6.282,8 NMP/100 ml, e no período chuvoso, entre 240 e 17.000 NMP/100 ml, com uma média de 10.488 NMP/100 ml.

A análise acima permite estabelecer uma correção entre os pontos amostrados e segmentos do córrego Vaca Brava, mencionando as variações para *E. coli*.

Segmento 1 - Pontos 1, 2, 3 e Ponto 4:

Neste segmento os valores variaram entre 18 e 9.200 NMP/100 ml, com uma média de 1.018,6 NMP/100 ml (seca) e entre 78 e 3.500 NMP/100 ml, com uma média de 802,5 NMP/100 ml (chuva).

Segmento 2 - Ponto 4 e Ponto 5:

Neste segmento os valores variaram entre 170 e 17.000 NMP/100 ml, com uma média de 5.711,4 NMP/100 ml (seca) e entre 92 e 17.000 NMP/100 ml, com uma média de 6.281,2 NMP/100 ml (chuva).

Segmento 3 – Ponto 5 e Ponto 6:

Neste segmento os valores variaram entre 68 e 17.000 NMP/100 ml, com uma média de 5.699,1 NMP/100 ml (seca) e entre 1.400 e 17.000 NMP/100 ml, com uma média de 1.400 NMP/100 ml (chuva).

Segmento 4 – Ponto 6 e Ponto 7:

Neste segmento os valores variaram entre 68 e 17.000 NMP/100 ml, com uma média de 5.380,6 NMP/100 ml (seca) e entre 940 e 17.000 NMP/100 ml, com uma média de 8.698 NMP/100 ml (chuva).

Segmento 5 – Ponto 7 e Ponto 8:

Neste segmento os valores variaram entre 230 e 17.000 NMP/100 ml, com uma média de 7.272,9 NMP/100 ml (seca) e entre 240 e 17.000 NMP/100 ml, com uma média de 9.372 NMP/100 ml (chuva).

A análise dos segmentos acima permite demonstrar claramente a relação direta do corpo d'água (córrego Vaca Brava) com a contaminação por *E. coli*, principalmente aumentada nos trechos de maior densidade populacional. Esse fato fica evidenciado nos valores mais baixos encontrados nos pontos mais a

montante (1 a 4), um aumento gradual a partir do Ponto 4, mantendo valores expressivos até o Ponto 8.

Provavelmente esse fator se relaciona com a precária situação do tratamento de água no município de Goiânia.

Com o acelerado crescimento populacional, Goiânia, assim como, qualquer outra grande metrópole adquiriu ao longo da história várias contradições socioambientais. A imigração intensificada dividiu as cidades em setores destinados as classes de maior poder aquisitivo e setores de menor poder aquisitivo com problemas de infraestrutura urbana (ARANTES, 2011). Podemos citar os Setores Sul, Bueno (onde está incluída a área de pesquisa), Nova Suíça, Marista, Bela Vista e Jardim América como exemplos de setores com elevado valor imobiliário muitas vezes vendendo a ideia de são bem estruturados para atender as necessidades da população das classes média e alta.

Na concepção desta dissertação a infraestrutura urbana, ou a estrutura adequada para atender a população, não inclui apenas instalação de parques, praças, rotatórias floridas, ciclovia e áreas para caminhadas, por exemplo, mas também a qualidade da preservação dos fundos de vales e da água dos córregos e ribeirões. No caso da qualidade da água ficou demonstrado o perigo potencial para a população em relação a exposição ao *E. coli*.

A *Escherichia coli* é uma bactéria na forma de bastonete e anaeróbia facultativa. Seu habitat primário é o trato gastrintestinal de humanos e outros animais endotérmicos. É considerada um indicador de qualidade de água e alimentos através da análise de coliformes totais e fecais, indicando a contaminação da água por fezes de animais endotérmicos. A maioria das cepas são inofensivas, mas alguns sorotipos podem causar graves intoxicações alimentares nos seres humanos (AWWA, 2005; WETZEL & LIKENS, 2005).

Os resultados obtidos mostram com clareza que os valores alterados são mais espaciais e não temporais, mas confirmam a contaminação de, pelo menos, cinco dos oito pontos amostrais por *E. coli*, justificando ser o parâmetro mais importante nessa avaliação limnológica.

7. CONCLUSÃO

- Os resultados apontam para uma sazonalidade esperada, concomitante com as estações de seca e chuva e maior representatividade em alguns pontos amostrais, que devem estar correlacionados a uma maior contribuição de fontes poluentes.

- A proteção das cabeceiras (nascente) do córrego Vaca Brava contribui para valores amenos (mais próximos da normalidade estabelecida pela Resolução nº 357/2005 do CONAMA) nos pontos amostrais mais à jusante, muito provavelmente devido ao fato da criação do Parque Municipal Vaca Brava.

- A ocupação humana desordenada se reflete na maior concentração de residências (especialmente verticais) nas partes intermediárias do córrego Vaca Brava, sendo coerente com os resultados mais negativamente expressivos nesse trecho.

- De uma forma quase que padronizada, os valores que refletem cargas poluidoras começam a aparecer no Ponto 4 e são detectadas nos Pontos 5, 6, 7, e 8, com variações temporais.

- Dentre todos os pontos amostrais, o de maior relevância para a maioria das alterações é o Ponto Amostral 5, que pode estar refletindo cargas de efluentes advindas de esgotos, comércio, pequenas indústrias, seja de forma canalizada ou por enxurradas na estação chuvosa.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINHO, A. A. Considerações sobre a atuação do setor elétrico na preservação da fauna aquática e dos recursos pesqueiros. In: COMASE/ELETROBRÁS. *Seminário sobre fauna aquática e o setor elétrico brasileiro*. Rio de Janeiro: COMASE/ELETROBRÁS, p. 8-19 (Caderno 4: estudos e levantamentos). 1995.

AMMA. Agência Municipal do Meio Ambiente de Goiânia. 2006. Parque Vaca Brava. Dispon: <http://www.goiania.go.gov.br/shtm/amma/parquesebosques>. Acesso em 26.03.2015.

AWWA. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Port City Press. Baltimore, Maryland. 2005.

ARANHA, C. F. & FERREIRA, N. C. Mapeamento Geomorfométrico da bacia hidrográfica do ribeirão João Leite - GO, utilizando software livre. XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. 2013.

BARBOSA, F. A. R. Qualidade da água nos reservatórios da CESP: propostas para um programa de monitoramento. In: I Workshop: Gestão Ambiental de Reservatórios Hidrelétricos. São Paulo: CESP, p. 25-30. 1999.

BENINI, R. M. & MENDIONDO, E. M. Urbanização e impactos no ciclo hidrológico da bacia do Mineirinho. Belo Horizonte. *Floresta e Ambiente* 22(2): 211-222. 2015.

BRITO, G. S. Alterações ambientais decorrentes da presença de depósitos tecnogênicos na bacia hidrográfica do ribeirão Anicuns, em Goiânia - GO. 2011. 140f. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas,

BICUDO, C. E. M.; RAMÍREZ, R. J.; TUCCI, A.; BICUDO, D. C. Dinâmica de populações fitoplanctônicas em ambiente eutrofizado: O Lago das Garças, São Paulo. In: HENRY, R. (Ed.). *Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais*. Botucatu: FUNDIBIO/FAPESP. p.4514507. 1999.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 357/2005. Ministério do Meio Ambiente, Governo do Brasil. Diário Oficial da União 17 de julho de 2005. 2005.

BRASIL. 2006. Diretriz Nacional do Plano de Amostragem da Vigilância em Saúde Ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano. Ministério da Saúde, Governo do Brasil. Brasília.

CAU/GO. Relatório 7, Parque Vaca Brava, 2013. Disponível em:
<<http://www.caugo.org.br/wp-content/uploads/2013/06/7-Vaca-Brava.pdf>>.

Acesso em: 15 abril de 2015.

CAVALCANTI, L. S. Geografia da cidade: a produção do espaço urbano de Goiânia. Goiânia: Alternativa. 2001.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. 2011. Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras. ANA. Brasília, DF. 327 p.

DAHER, T. O projeto original de Goiânia. Goiânia: Revista da UFG. 2009.

DIAS, L. E. & GRIFFITH, J. J. Conceituação e caracterização de áreas degradadas. In: DIAS, L. E.; MELLO, J. W. U. (Ed) Recuperação de áreas degradadas. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1998. p. 1-7.

ESTEVES, F. A. Fundamentos de Limnologia. Editora Interciência. Rio de Janeiro. 1998.

LEGENDRE, P. e LEGENDRE, L. Numerical Ecology, 2 ed, Amsterdam: Elsevier Science B.V., 1998

FERREIRA JÚNIOR, L. C. B. reflexos do processo de ocupação, apropriação e uso do espaço intra-urbano em Goiânia: um caso do Setor Bueno. Dissertação de Mestrado. Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília. Brasília, 2007.

FONTOURA, L. N. J. Planejamento urbano-ambiental: o uso e ocupação do solo no Distrito Federal. Revista Especialize On-Line IPOG. 5ª Edição nº 005 v.01/2013. Goiânia-GO, 2013.

GUERRA, A. J. T. & CUNHA, S. B. Impactos ambientais urbanos no Brasil. 8°. Ed. - Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. 418 p.

HAUGHTON, G. & HUNTER, C. Sustainable Cities. Londres, Jessica Kingsley, 1994.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Perfil dos municípios brasileiros. Brasília, 2014. 282 p.

JØRGENSEN, S., TUNDISI, J. G. & TUNDISI, T. M. Handbook of Inland Aquatic Ecosystem Management. CRC Press, Boca Raton. 2012.

JONSSON, B.; LINDUAN, B.; HOLRUBERG, K.; KRONBERG, B. Surfactantes and polymers in aqueous solution. 1997

JUNK, W. J., BAYLEY, P. B.; SPARKS, R. The flood pulse concept in river - floodplain system. P.110-127. *In*: D. P. Dodge (ed.) Proceedings of the International Large River Symposium. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci., 106 pp. 1989.

MACKERETH, F. J. H., HERON, J., TALLING, J. F. Water Analysis: Some Revised Methods for Limnologists. Freshwater Biological Association Scientific Publication nº 36. Titus Wilson & Sons. Far Sawrey, Ambleside, 1978.

MARINHO, C. B. Região sul de Goiânia: um lugar valorizado na metrópole Espaço e Tempo, São Paulo, 2006.

MORAES, L. B., ROMACHELI, R. A. Ocupação urbana e drenagem pluvial: o caso do entorno do Parque Vaca Brava. Goiânia, 2012.

MORAES, S. O empreendedor imobiliário e o Estado: o processo de expansão de Goiânia em direção Sul (1975-1985). Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília. Brasília, 1991.

MORAIS, L. B., RIBEIRO, A. R., HORA, K. E. R. Avaliação dos riscos ambientais da ocupação urbana da sub bacia do córrego Vaca Brava, Goiânia – Goiás. Anais do III Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Goiânia/GO – 19 a 22 de novembro de 2012. Pp. 1-7. 2012.

MOYSÉS, A; SILVA, E. R.; BORGES, E. M., RIBEIRO, M. G. Da formação urbana ao empreendedorismo imobiliário: a nova face da metrópole goianiense. Mercator: Revista de Geografia da UFC, v. 6, n. 12. 2007.

NEIFF, J. J. Aspectos conceptuales para la evaluacion ambiental de tierras humedas continentales de America del Sur. Anais do VIII Seminário Regional de Ecologia. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais UFSCar, São Carlos. Pp. 1-18. 1997.

NITSCHKE, M.; PASTORE, G. M. Biossurfactantes: Propriedades e aplicações. Química Nova. V. 25, p. 772-776, 2002

NASCIMENTO, D. T. F.; LUIZ, G. C. Levantamento do comportamento da mínima e máxima temperatura do ar em Goiânia-GO – 2000/2006. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA. 12., Natal, jul. 2007. Anais do XII SBGFA. Natal, UFRN. 1 CD-ROM.

PAYNE, A. I. The ecology of tropical lakes and rivers. New York: Wiley, 301 pg. 1986.

RODOVALHO, M. O. Análise do planejamento urbano e efetividade dos Planos Diretores de Goiânia. Dissertação de Mestrado em Desenvolvimento e Planejamento Territorial. Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2008.

SILVA NETO, J. B. SILVA JÚNIOR, M. G., UCKER, F. E. ALONSO, R. R. P. & LIMA, M. L. Diagnósticos dos recursos hídricos: disponibilidade e demanda para a região metropolitana de Goiânia. Revista Eletrônica de Educação da Faculdade Araguaia, 8: 149-167, 2015.

THOMAZ, S. M. *et al.* Caracterização limnológica dos ambientes aquáticos e influência dos níveis fluviométricos. In: VAZZOLER, A. E. A M. *et al.* A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos e biológicos e socioeconômicos. Maringá: Eduem, p. 73-102, 1997.

TUNDISI, J. G.; STRAŠKRABA, M. (eds.) Theoretical reservoir ecology and its applications. São Carlos: Instituto Internacional de Ecologia, 1999. 858 p.

TUNDISI, J. G. & TUNDISI, T. M. Limnologia. Oficina de Textos. São Paulo. 2008.

UNESCO. Agenda 21. In: Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (ECO-92). Rio de Janeiro: 1992.

WETZEL, R. G. Limnology: Lake and River Ecosystems. Academic Press. San Diego. 2001.

WETZEL, R. G.; LIKENS, G. E. Limnological Analyses. Springer. New York. 357 p. 2005.

APÊNDICE

Apêndice I

Tabela 1. Valores brutos das análises limnológicas dos pontos amostrais.

Pontos	Mês	Mês	Período	Alcalinidade	Cond. Elét.	Temp. água	Temp. ar	Turbidez
1	jun/15	1	Seca	25,0	59,0	22,3	20	4,82
2	jun/15	1	Seca	42,0	90,0	23,1	20	4,67
3	jun/15	1	Seca	44,0	85,0	23,1	20	5,22
4	jun/15	1	Seca	55,0	161,0	23,1	22	3,30
5	jun/15	1	Seca	65,0	207,0	22,6	24	2,48
6	jun/15	1	Seca	73,0	215,0	22,2	25	0,80
7	jun/15	1	Seca	59,0	180,0	22,2	25	5,19
8	jun/15	1	Seca	52,0	183,0	24,6	28	0,70
1	jul/15	2	Seca	18,0	63,0	22,23	22	2,92
2	jul/15	2	Seca	43,0	113,0	26,96	23	8,63
3	jul/15	2	Seca	42,0	105,0	26,94	33	16,63
4	jul/15	2	Seca	62,0	211,0	24,06	21,48	3,97
5	jul/15	2	Seca	250,0	829,0	25,72	33	213,0
6	jul/15	2	Seca	84,0	254,0	22,93	25,4	11,92
7	jul/15	2	Seca	57,0	187,0	22,75	22	1,23
8	jul/15	2	Seca	51,0	238,0	23,45	33,46	2,06
1	ago/15	3	Seca	27,0	52,0	22,1	22	14,35
2	ago/15	3	Seca	50,0	105,0	26,2	26	10,76
3	ago/15	3	Seca	49,0	105,0	26,0	26	12,96
4	ago/15	3	Seca	75,0	199,0	25,7	24	1,07
5	ago/15	3	Seca	80,0	233,0	23,7	29	0,002
6	ago/15	3	Seca	104,0	256,0	24,9	31	9,41
7	ago/15	3	Seca	64,0	195,0	25,0	28,0	1,28
8	ago/15	3	Seca	57,0	235,0	26,3	31,0	5,89
1	set/15	4	Seca	18,0	31,0	25,7	28	38,5
2	set/15	4	Seca	55,0	118,0	27,7	28	14,0
3	set/15	4	Seca	54,0	118,0	28,6	26	10,2
4	set/15	4	Seca	65,0	207,0	26,6	29	1,84
5	set/15	4	Seca	82,0	243,0	25,9	32	1,15
6	set/15	4	Seca	95,0	252,0	27,5	31	1,33
7	set/15	4	Seca	66,0	179,0	27,3	31,0	1,40
8	set/15	4	Seca	66,0	262,0	29,0	36,0	2,23
1	out/15	5	Seca	40,0	62,5	21,3	17	1333,2
2	out/15	5	Seca	60,0	139,5	20,8	28	28,8
3	out/15	5	Seca	57,0	136,6	20,0	26	28,4
4	out/15	5	Seca	84,0	267,0	21,10	25	8,20
5	out/15	5	Seca	85,0	236,0	20,0	24	8,40
6	out/15	5	Seca	92,0	233,0	19,8	20	6,70
7	out/15	5	Seca	70,0	254,0	20,7	25	8,30
8	out/15	5	Seca	65,0	190,0	20,8	26	7,50

Pontos	Mês	Mês	Período	Alcalinidade	Cond. Elét.	Temp. água	Temp. ar	Turbidez
1	nov/15	6	Chuva	14,0	72,0	23,94	23	14,7
2	nov/15	6	Chuva	49,0	129,0	27,24	24	11,4
3	nov/15	6	Chuva	48,00	126,00	27,96	26	11,1
4	nov/15	6	Chuva	66,00	232,00	25,64	31	4,38
5	nov/15	6	Chuva	81,0	242,0	25,07	22	1,85
6	nov/15	6	Chuva	82,0	238,0	25,67	21	<0,069
7	nov/15	6	Chuva	67,0	220,0	25,44	21	1,59
8	nov/15	6	Chuva	77,00	281,00	26,46	31	1,38
1	dez/15	7	Chuva	16,0	58,80	22,8	23	9,71
2	dez/15	7	Chuva	40,0	100,0	28,59	24	8,44
3	dez/15	7	Chuva	41,0	105,0	28,59	26	10,3
4	dez/15	7	Chuva	65,00	178,0	25,22	31	3,23
5	dez/15	7	Chuva	135,0	254,0	25,78	22	50,4
6	dez/15	7	Chuva	65,0	165,0	2,18	21	9,18
7	dez/15	7	Chuva	58,0	161,0	24,90	21	1,94
8	dez/15	7	Chuva	62,00	205,0	26,88	31	2,95
1	jan/16	7	Chuva	12,0	56,0	23,93	24	11,3
2	jan/16	7	Chuva	37,00	87,0	27,84	24	8,50
3	jan/16	7	Chuva	35,0	82,00	27,76	26	9,10
4	jan/16	7	Chuva	58,0	193,00	25,8	31	3,23
5	jan/16	7	Chuva	57,0	193,0	24,68	22	142,0
6	jan/16	7	Chuva	84,0	261,0	25,06	21	4,95
7	jan/16	7	Chuva	75,0	243,0	24,9	21	1,66
8	jan/16	7	Chuva	75,0	274,0	25,57	31	2,02
1	fev/16	8	Chuva	19,0	73,0	24,82	-	24,40
2	fev/16	8	Chuva	39,0	95,0	27,86	24,00	8,29
3	fev/16	8	Chuva	37,0	92,00	27,9	26,00	9,93
4	fev/16	8	Chuva	54,0	186,00	26	31,00	7,90
5	fev/16	8	Chuva	67,0	221,0	25	22,00	1,49
6	fev/16	8	Chuva	80,0	246,0	25,14	21,00	1,2
7	fev/16	8	Chuva	74,0	234,0	25,38	21	0,99
8	fev/16	8	Chuva	78,0	270,00	26,84	31	1,60
1	mar/16	9	Chuva	17,0	56,0	23,4	-	11,2
2	mar/16	9	Chuva	39,0	97,000	28,1	24	7,46
3	mar/16	9	Chuva	40,0	91,00	28,2	22	10,4
4	mar/16	9	Chuva	46,0	170,0	25,6	24	3,04
5	mar/16	9	Chuva	60,0	179,0	25,4	25	2,25
6	mar/16	9	Chuva	72,0	182,0	25,0	25	4,05
7	mar/16	9	Chuva	66,0	184,00	24,7	27	2,83
8	mar/16	9	Chuva	62,0	204,00	26,8	27	2,81

Pontos	Mês	Mês	Período	Alcalinidade	Cond. Elét.	Temp. água	Temp. ar	Turbidez
1	abr/16	10	Seca	14,0	65,0	23,0	25	3,21
2	abr/16	10	Seca	44,0	121,0	26,50	22	8,44
3	abr/16	10	Seca	42,0	117,0	27,53	23	7,85
4	abr/16	10	Seca	42,0	190,0	25 1/5	25	1,97
5	abr/16	10	Seca	58,0	106,0	24	26	1,66
6	abr/16	10	Seca	65,0	215,0	24,93	28	5,21

Continua...

Pontos	Mês	Período	Cloreto	CO2livre	CO2 total	Nitrato	Nitrito	Nitrogênio T.Kjeda	Nitrogênio amoniacoal	Nitrogênio Orgânico	Ortofosfato	Oxigênio Dissolvido	Óleos e Graxas
1	jun/15	Seca	7,5	4,67	26,67	3,8	0,006	0,04	0,04	<0,1	0,775	2,0	V.A
2	jun/15	Seca	9,5	0,96	37,92	0,9	0,007	0,16	0,16	<0,1	0,005	4,3	V.A
3	jun/15	Seca	8,5	3,67	42,39	0,7	0,006	0,15	0,15	<0,1	<0,001	5,6	V.A
4	jun/15	Seca	13,5	3,40	51,80	4,1	0,132	0,71	0,51	0,2	0,150	2,2	V.A
5	jun/15	Seca	21,5	1,27	58,47	2,8	0,086	0,22	0,22	<0,1	0,042	0,7	V.A
6	jun/15	Seca	22,5	1,60	65,84	2,6	0,208	0,24	0,24	<0,1	0,089	3,4	V.A
7	jun/15	Seca	16,5	3,40	55,32	3,4	0,048	0,30	0,20	0,1	0,026	3,5	V.A
8	jun/15	Seca	18,5	2,22	47,98	4,3	0,179	0,06	0,06	<0,1	0,064	5,6	V.A
1	jul/15	Seca	4,5	1,31	17,15	3,2	0,005	0,08	0,08	<0,1	<0,001	2,0	V.A
2	jul/15	Seca	6,0	0,13	37,97	0,8	0,005	0,42	0,22	0,2	<0,001	4,3	V.A
3	jul/15	Seca	8,0	0,15	37,11	0,7	0,003	0,20	0,20	<0,1	<0,001	5,6	V.A
4	jul/15	Seca	16,5	0,23	54,79	3,4	0,177	1,33	1,33	<0,1	0,072	2,2	V.A
5	jul/15	Seca	70,0	0,36	220,36	3,6	0,020	45,3	43,50	1,8	3,982	0,7	V.A
6	jul/15	Seca	17,5	0,24	74,16	2,2	0,350	3,30	3,20	0,1	0,228	3,4	V.A
7	jul/15	Seca	13,5	0,99	51,15	4,3	0,332	0,35	0,35	<0,1	0,112	3,5	V.A
8	jul/15	Seca	22,5	0,85	45,73	5,5	0,145	0,35	0,35	<0,1	0,120	5,6	V.A
1	ago/15	Seca	8,0	5,40	29,16	0,8	0,015	0,45	0,45	<0,1	0,025	0,4	V.A
2	ago/15	Seca	12,5	8,51	52,51	0,3	0,011	0,22	0,22	<0,1	0,028	7,5	V.A
3	ago/15	Seca	9,5	8,34	51,46	0,3	0,015	0,23	0,23	<0,1	0,028	6,6	V.A
4	ago/15	Seca	15,0	15,71	81,71	2,9	0,142	1,66	1,66	<0,1	0,136	2,3	V.A
5	ago/15	Seca	22,5	6,67	77,07	3,5	0,022	0,18	0,18	<0,1	0,106	5,9	V.A

Continua...

Pontos	Mês	Período	Cloreto	CO2livre	CO2 total	Nitrato	Nitrito	Nitrogênio T. Kjeda	Nitrogênio amoniacoal	Nitrogênio Orgânico	Ortofosfato	Oxigênio Dissolvido	Óleos e Graxas
6	ago/15	Seca	23,0	15,78	107,30	0,8	0,064	3,76	3,76	<0,1	0,259	4,9	V.A
7	ago/15	Seca	18,0	30,01	86,33	4,6	0,406	1,17	1,17	<0,1	0,225	3,9	V.A
8	ago/15	Seca	31,5	26,12	76,28	6,2	0,286	0,35	0,35	<0,1	0,172	5,4	V.A
1	set/15	Seca	6,0	1,22	17,06	2,2	0,011	1,34	1,14	0,2	0,025	<0,1	V.A
2	set/15	Seca	11,5	5,77	54,17	0,2	0,004	0,49	0,39	0,1	0,033	3,4	V.A
3	set/15	Seca	17,5	1,79	49,31	0,2	0,003	0,38	0,38	<0,1	0,033	3,1	V.A
4	set/15	Seca	19,0	3,84	61,04	4,3	0,300	0,50	0,40	0,1	0,045	2,3	V.A
5	set/15	Seca	23,5	2,32	74,48	2,7	0,037	0,17	0,17	<0,1	0,055	4,0	V.A
6	set/15	Seca	22,5	1,99	85,59	2,2	0,023	0,29	0,19	0,1	0,047	5,3	V.A
7	set/15	Seca	15,0	4,58	62,66	4,4	0,023	0,47	0,17	0,3	0,034	5	V.A
8	set/15	Seca	34,0	5,63	63,71	4,9	0,18	0,65	0,65	<0,1	0,079	4,8	V.A
1	out/15	Seca	<0,5	167,14	202,34	6,0	0,014	6,30	6,30	<0,1	<0,001	1,0	V.A
2	out/15	Seca	9,0	5,49	58,29	0,3	0,003	0,19	0,19	<0,1	<0,001	3,0	V.A
3	out/15	Seca	8,0	5,71	55,87	0,2	0,005	0,21	0,21	<0,1	<0,001	3,0	V.A
4	out/15	Seca	9,00	14,30	88,22	2,9	0,084	0,05	0,05	<0,1	0,0	3,0	V.A
5	out/15	Seca	13,0	8,92	83,72	1,8	0,104	0,05	0,05	<0,1	<0,001	5,4	V.A
6	out/15	Seca	11,0	15,66	96,62	1,5	0,049	0,07	0,07	<0,1	<0,001	5,6	V.A
7	out/15	Seca	27,0	32,07	93,67	4,8	0,096	0,24	0,24	<0,1	<0,001	4,6	V.A
8	out/15	Seca	7,5	48,3	105,30	4,0	0,029	0,04	0,04	<0,1	<0,001	5,1	V.A
1	nov/15	Chuva	9,0	6,41	18,7	3,0	0,004	0,01	0,01	<0,1	<0,001	3,24	V.A
2	nov/15	Chuva	9,0	0,89	44,0	0,3	0,001	0,15	0,2	<0,1	<0,001	4,71	V.A
3	nov/15	Chuva	9,00	0,82	43,06	0,4	0,003	0,18	0,18	<0,1	<0,001	5,06	V.A

Continua...

Pontos	Mês	Período	Cloreto	CO2livre	CO2 total	Nitrato	Nitrito	Nitrogênio T.Kjeda	Nitrogênio amoniacoal	Nitrogênio Orgânico	Ortofosfato	Oxigênio Dissolvido	Óleos e Graxas
4	nov/15	Chuva	16,00	43,06	62,16	4,0	0,069	0,08	0,08	<0,1	<0,001	4,84	V.A
5	nov/15	Chuva	12,5	1,6	72,83	2,3	0,064	0,43	0,13	0,3	<0,001	4,97	V.A
6	nov/15	Chuva	12,0	72,83	73,7	1,5	0,066	0,05	0,05	<0,1	<0,001	5,27	V.A
7	nov/15	Chuva	10,5	2,08	61,04	2,8	0,037	0,03	0,03	<0,1	<0,001	4,39	V.A
8	nov/15	Chuva	20,00	2,50	70,26	3,9	0,083	0,06	0,06	<0,1	<0,001	5,93	V.A
1	dez/15	Chuva	4,0	139,69	153,77	1,8	0,011	0,10	0,10	<0,1	<0,001	2,2	V.A
2	dez/15	Chuva	4,5	5,4	40,61	0,2	0,008	0,17	0,2	<0,1	<0,001	5,2	V.A
3	dez/15	Chuva	4,50	3,42	39,50	0,2	0,005	0,15	0,15	0,2	<0,001	5,7	V.A
4	dez/15	Chuva	9,50	5,18	62,38	4,4	0,056	0,05	0,05	<0,1	<0,001	6,20	V.A
5	dez/15	Chuva	18,5	1,7	120,5	2,9	0,004	3,40	3,40	<0,1	0,890	2,1	V.A
6	dez/15	Chuva	3,0	2,3	59,46	1,4	0,0046	0,08	0,08	<0,1	<0,001	6,1	V.A
7	dez/15	Chuva	5,0	4,8	55,88	3,0	0,057	0,06	0,06	<0,1	<0,001	5,80	V.A
8	dez/15	Chuva	13,00	3,58	58,14	4,4	0,070	0,12	0,12	<0,1	<0,001	6,50	V.A
1	jan/16	Chuva	7,0	85,16	95,72	2,6	0,004	0,12	0,12	<0,1	<0,001	2,3	V.A
2	jan/16	Chuva	5,0	3,80	36,4	0,8	0,006	0,14	0,14	<0,1	<0,001	5,3	V.A
3	jan/16	Chuva	4,0	20,19	50,99	1,5	0,006	0,10	0,10	<0,1	<0,01	4,7	V.A
4	jan/16	Chuva	10,0	5,95	56,99	3,7	0,079	0,07	0,07	<0,1	<0,001	5,20	V.A
5	jan/16	Chuva	19,50	2,17	54,33	4,3	0,202	0,58	0,58	<0,1	0,079	3,7	V.A
6	jan/16	Chuva	15,0	3,85	77,77	3,9	0,287	0,07	0,07	<0,1	<0,001	5,4	V.A
7	jan/16	Chuva	12,0	4,6	70,6	3,5	0,192	0,10	0,20	<0,1	<0,001	5,5	V.A
8	jan/16	Chuva	21,0	4,85	70,85	5,70	0,174	0,06	0,26	<0,2	<0,001	5,7	V.A

Continua...

Pontos	Mês	Período	Cloreto	CO2livre	CO2 total	Nitrato	Nitrito	Nitrogênio T.Kjeda	Nitrogênio amoniacal	Nitrogênio Orgânico	Ortofosfato	Oxigênio Dissolvido	Óleos e Graxas
1	fev/16	Chuva	4,0	41,67	58,4	2,7	0,010	0,27	0,27	<0,1	<0,001	1,6	V.A
2	fev/16	Chuva	5,0	0,70	35,0	0,7	0,011	0,47	0,47	<0,1	<0,001	5,1	V.A
3	fev/16	Chuva	4,50	5,74	38,30	0,6	0,010	0,44	0,44	<0,1	<0,001	5,9	V.A
4	fev/16	Chuva	10,50	4,01	51,53	4,5	0,114	0,57	0,47	0,1	<0,001	4,8	V.A
5	fev/16	Chuva	14,0	2,67	61,6	3,1	0,020	0,32	0,32	<0,1	<0,001	5,0	V.A
6	fev/16	Chuva	14,0	4,41	74,81	3,3	0,018	0,42	0,32	0,1	<0,001	4,500	V.A
7	fev/16	Chuva	11,0	6,61	71,7	3,6	0,009	1,02	0,72	0,3	<0,001	4,5	V.A
8	fev/16	Chuva	17,00	3,74	72,38	4,0	0,044	1,32	0,92	0,40	<0,001	5	V.A
1	mar/16	Chuva	6,5	5,39	20,35	2,1	0,004	0,21	0,21	<0,1	<0,001	3,0	V.A
2	mar/16	Chuva	6,0	3,33	37,65	0,90	0,012	0,41	0,21	0,2	<0,001	5,8	V.A
3	mar/16	Chuva	5,5	7,64	42,84	0,90	0,006	0,23	0,23	<0,1	<0,001	3,6	V.A
4	mar/16	Chuva	10,0	5,06	45,54	4,60	0,029	0,12	0,12	<0,1	<0,001	5,0	V.A
5	mar/16	Chuva	9,5	1,17	53,97	2,5	0,013	0,11	0,11	<0,1	<0,001	4,3	V.A
6	mar/16	Chuva	8,5	4,15	67,51	2,0	0,007	0,32	0,11	0,2	<0,001	5,1	V.A
7	mar/16	Chuva	7,5	5,26	63,34	3,00	0,010	0,09	0,09	<0,1	<0,001	5,7	V.A
8	mar/16	Chuva	9,5	4,94	59,50	4,1	0,014	0,30	0,10	0,2	<0,001	6,0	V.A
1	abr/16	Seca	6,0	17,67	29,99	2,4	0,005	0,18	0,08	0,1	<0,001	2,9	V.A
2	abr/16	Seca	6,5	1,84	40,56	0,7	0,011	0,42	0,22	0,2	<0,001	4,5	V.A
3	abr/16	Seca	7,0	2,26	39,22	0,7	0,005	0,27	0,17	0,1	<0,001	7,2	V.A
4	abr/16	Seca	14,5	12,42	49,38	3,7	0,068	0,32	0,12	0,2	<0,001	4,9	V.A
5	abr/16	Seca	13,0	2,16	53,20	3,4	0,016	0,17	0,07	0,1	<0,001	5,9	V.A
6	abr/16	Seca	12,5	1,84	59,04	3,2	0,004	0,33	0,03	0,30	<0,001	7,80	V.A

Continua...

Pontos	Mês	Período	Cloreto	CO2livre	CO2 total	Nitrato	Nitrito	Nitrogênio T.Kjeda	Nitrogênio amoniacaal	Nitrogênio Orgânico	Ortofosfato	Oxigênio Dissolvido	Óleos e Graxas
7	abr/16	Seca	11,0	3,84	61,04	4,2	0,010	0,62	0,22	0,4	<0,001	5,8	V.A
8	abr/16	Seca	13,5	1,36	28,64	5,2	0,012	0,30	0,10	0,200	<0,001	7,6	V.A
1	mai/16	Seca	5,0	25,18	33,98	2,6	0,004	0,27	0,07	0,2	<0,001	3,5	V.A
2	mai/16	Seca	5,5	8,60	47,32	0,60	0,006	0,36	0,16	0,20	<0,001	6,7	V.A
3	mai/16	Seca	6,0	5,43	43,27	0,60	0,006	0,44	0,24	0,2	<0,001	7,50	V.A
4	mai/16	Seca	10,0	7,48	47,96	5,8	0,134		0,35	<0,1	<0,001	6,0	V.A
5	mai/16	Seca	28,0	8,22	119,98	0,14	0,296	4,85	4,35	0,5	0,322	3,4	V.A
6	mai/16	Seca	11,0	4,26	64,98	4,3	0,012	0,37	0,17	0,2	<0,001	9,00	V.A
7	mai/16	Seca	11,0	8,48	71,84	4,1	0,010	0,63	0,43	0,2	<0,001	5,6	V.A
8	mai/16	Seca	12,5	7,84	58,88	5,8	0,018	0,34	0,14	0,2	<0,001	7,0	V.A

Continua...

Pontos	Mês	Período	Cor verd.	DBO5	Dureza	Ferro dissolvido	Fosforo total	pH	Sulfato	Sulfeto	Sólidos totais dissolvidos	Surfactantes	Clorofila
1	jun/15	Seca	9,0	<0,1	22,0	0,19	0,837	7,03	<1,0	<0,004	38,0	0,006	<0,001
2	jun/15	Seca	7,0	0,8	32,0	0,32	0,012	7,94	<1,0	0,002	58,0	0,012	6,590
3	jun/15	Seca	7,0	2,7	32,0	1,76	0,018	7,38	<1,0	0,002	55,0	0,020	21,309
4	jun/15	Seca	4,0	2,2	48,0	0,49	0,397	7,51	<1,0	<0,001	104,0	0,014	65,079
5	jun/15	Seca	7,0	0,7	64,0	0,12	0,081	8,01	12,0	<0,001	135,0	0,012	2,184
6	jun/15	Seca	4,0	3,4	72,0	0,06	0,123	7,96	12,0	<0,001	139,0	0,001	1,911
7	jun/15	Seca	3,0	2,0	60,0	0,03	0,108	7,54	8,0	0,001	117,0	<0,001	1,365
8	jun/15	Seca	4,0	3,1	56,0	0,02	0,087	7,67	5,0	<0,001	118,0	<0,001	1,638
1	jul/15	Seca	<1,0	<0,1	18,0	0,55	<0,001	7,44	<1,0	<0,001	43,0	0,002	0,273
2	jul/15	Seca	7,0	0,8	30,0	0,63	0,014	8,81	<1,0	0,004	70,0	0,003	20,282
3	jul/15	Seca	18,0	2,7	20,0	0,89	0,019	8,74	<1,0	0,010	66,0	0,007	17,162
4	jul/15	Seca	16,0	2,2	50,0	0,59	0,184	8,73	6,0	0,003	139,0	0,009	3,003
5	jul/15	Seca	260,0	0,7	60,0	2,37	4,224	9,14	42,0	0,182	531,0	0,137	3,412
6	jul/15	Seca	9,0	3,4	60,0	0,29	0,331	8,84	13,0	<0,001	172,0	0,015	9,556
7	jul/15	Seca	2,0	2,0	60,0	0,11	0,150	8,06	5,0	<0,001	127,0	0,002	3,003
8	jul/15	Seca	<1,0	3,1	56,0	0,15	0,172	8,08	5,0	<0,001	160,0	0,009	6,006
1	ago/15	Seca	3,0	0,3	22,0	4,86	0,034	7,00	<1,0	0,001	41,0	0,001	<0,001
2	ago/15	Seca	21,0	3,7	44,0	0,72	0,072	7,07	<1,0	0,004	67,0	0,004	20,879
3	ago/15	Seca	51,0	2,5	42,0	0,79	0,069	7,07	<1,0	0,004	67,0	0,004	23,742
4	ago/15	Seca	5,0	2,2	64,0	0,27	0,186	6,98	4,0	0,001	120,0	0,004	5,733
5	ago/15	Seca	6,0	2,7	82,0	0,55	0,177	7,38	11,0	0,002	144,0	0,002	24,026

Continua...

Pontos	Mês	Período	Cor verd.	DBO5	Dureza	Ferro dissolvido	Fosforo total	pH	Sulfato	Sulfeto	Sólidos totais dissolvidos	Surfactantes	Clorofila
6	ago/15	Seca	11,0	4,8	74,0	0,73	0,663	7,12	9,0	0,003	166,0	0,003	12,832
7	ago/15	Seca	17,0	3,3	64,0	0,14	0,268	6,63	4,0	<0,001	126,0	0,001	1,365
8	ago/15	Seca	3,0	2,1	90,0	0,30	0,241	6,64	<1,0	<0,001	152,0	<0,001	34,402
1	set/15	Seca	<0,1	<0,1	20,0	0,14	0,564	7,47	<1,0	0,003	85,0	0,010	19,502
2	set/15	Seca	5,0	0,3	20,0	1,00	0,144	7,28	<1,0	0,002	76,0	0,018	29,009
3	set/15	Seca	3,0	1,3	46,0	0,81	0,165	7,78	<1,0	0,002	76,0	0,020	20,118
4	set/15	Seca	<1,0	1,1	68,0	0,07	0,070	7,53	5,0	<0,001	134,0	0,003	3,003
5	set/15	Seca	1,0	<0,1	90,0	0,16	0,079	7,85	10,0	<0,001	157,0	0,001	1,092
6	set/15	Seca	4,0	<0,1	92,0	0,12	0,069	7,98	10,0	<0,001	163,0	0,003	4,095
7	set/15	Seca	<1,0	0,7	82,0	0,04	0,045	7,46	4,0	<0,001	117,0	0,004	0,273
8	set/15	Seca	<1,0	<1,0	68,0	0,01	0,117	7,37	3	<0,001	169,0	<0,006	2,730
1	out/15	Seca	15,0	1,0	100,0	12,5	0,750	5,68	<1,0	0,001	31,2	<0,001	5,460
2	out/15	Seca	13,0	1,0	44,0	0,96	0,011	7,34	<1,0	0,007	69,7	0,018	39,589
3	out/15	Seca	12,0	0,3	40,0	0,87	0,013	7,30	<1,0	0,003	68,3	0,012	27,303
4	out/15	Seca	14,0	3,0	66,0	0,72	0,105	7,07	7,0	0,04	133,5	0,012	1,365
5	out/15	Seca	21,0	2,3	80,0	0,54	0,032	7,28	9,0	0,001	118,0	0,005	8,606
6	out/15	Seca	19,0	1,7	22,5	0,35	0,013	7,07	6,0	0,001	116,5	0,009	4,095
7	out/15	Seca	9,0	1,9	68,0	0,11	0,045	6,64	3,0	<0,001	127,0	0,001	1,638
8	out/15	Seca	10,0	1,1	66,0	0,24	<0,001	6,43	5,0	0,007	95,0	<0,001	1,092
1	nov/15	Chuva	1,0	2,8	16,0	2,37	<0,001	6,24	<1,0	0,001	36,0	<0,001	<0,001
2	nov/15	Chuva	15,0	2,2	34,0	1,02	0,003	8,04	<0,1	0,001	64,5	0,006	21,235

Continua...

Pontos	Mês	Período	Cor verd.	DBO5	Dureza	Ferro dissolvido	Fosforo total	pH	Sulfato	Sulfeto	Sólidos totais dissolvidos	Surfactantes	Clorofila
3	nov/15	Chuva	16,00	0,2	32,0	0,93	0,004	8,07	<0,1	0,002	63,0	0,005	31,398
4	nov/15	Chuva	14,0	1,3	64,0	0,3	<0,001	7,51	4,0	0,00	116,0	<0,001	4,914
5	nov/15	Chuva	20,0	0,6	80,0	0,17	<0,001	8,02	10,0	0,001	121,0	0,002	1,365
6	nov/15	Chuva	11,0	1,3	80,0	0,18	<0,001	8,03	10,0	0,001	119,0	<0,001	1,092
7	nov/15	Chuva	8,0	1,2	72,00	0,06	<0,001	7,81	8,0	<0,001	110,0	<0,001	0,273
8	nov/15	Chuva	4,00	0,10	78,00	0,10	<0,001	7,79	7,0	<0,001	140,0	<0,001	<0,01
1	dez/15	Chuva	16,00	0,6	16,0	0,69	<0,001	5,36	1,0	0,006	29,0	0,002	<0,001
2	dez/15	Chuva	21,0	1,3	32,0	0,37	<0,001	7,17	2,0	0,003	50,0	0,020	7,644
3	dez/15	Chuva	6,00	2,40	32,0	0,44	<0,001	7,38	<1,0	0,00400	52,0	0,007	22,752
4	dez/15	Chuva	8,00	1,2	56,0	0,05	<0,001	7,40	2,0	0,003	89,0	0,005	26,393
5	dez/15	Chuva	58,0	2,1	78,0	0,30	1,192	8,19	53,0	0,054	122,0	0,096	4,095
6	dez/15	Chuva	8,0	0,3	78,0	0,15	<0,001	7,76	5,0	0,084	82,0	0,005	25,36
7	dez/15	Chuva	6,0	0,3	58,0	0,06	<0,001	7,38	4,0	0,001	80,0	0,002	0,273
8	dez/15	Chuva	5,00	0,50	66,0	0,05	<0,001	7,54	4,0	0,001	102,0	0,004	1,092
1	jan/16	Chuva	22,0	0,4	10,0	0,84	<0,001	5,45	1,0	0,010	28,0	0,004	0,546
2	jan/16	Chuva	24,0	1,0	30,0	0,66	<0,001	7,29	1,0	0,007	43,5	0,0005	12,275
3	jan/16	Chuva	21,00	0,8	28,0	0,66	<0,001	6,54	1,0	0,007	41,0	0,001	10,921
4	jan/16	Chuva	4,00	1,3	64,0	0,28	<0,001	7,29	5,00	0,002	96,0	0,002	1,092
5	jan/16	Chuva	26,00	3,5	52,0	0,65	0,197	7,72	23,00	0,011	96,5	0,0400	6,55
6	jan/16	Chuva	4,00	2,4	86,0	0,14	0,027	7,64	14,00	0,001	130,0	0,004	0,819
7	jan/16	Chuva	<1,0	1,0	80,0	0,007	<0,001	7,51	11,00	0,001	121,0	0,006	1,66

Continua...

Pontos	Mês	Período	Cor verd.	DBO5	Dureza	Ferro dissolvido	Fosforo total	pH	Sulfato	Sulfeto	Sólidos totais dissolvidos	Surfactantes	Clorofila
8	jan/16	Chuva	<1,0	1,8	82,0	0,007	0,02	7,49	12,0	0,001	137,0	0,008	1,092
1	fev/16	Chuva	8,0	0,6	30,0	2,5	<0,001	5,96	1,000	0,001	36,50	0,006	0,273
2	fev/16	Chuva	31,0	0,9	48,0	0,6	<0,001	8,05	2,0	0,01	47,5	0,004	0,273
3	fev/16	Chuva	52,0	1,3	44,0	0,8	<0,001	7,11	2	0,007	46	0,006	17,980
4	fev/16	Chuva	27,0	3,5	68,0	0,26	0,002	7,43	2,00	0,004	93,00	0,011	4,914
5	fev/16	Chuva	3,0	<0,1	82,0	0,12	<0,001	7,70	6,0	0,001	110,5	0,002	8,191
6	fev/16	Chuva	12,0	0,1	96,0	0,09	<0,001	7,56	9,000	0,001	123,0	0,003	0,273
7	fev/16	Chuva	2,0	0,2	96,0	0,08	<0,001	7,35	8,0	<0,001	117,0	0,005	0,844
8	fev/16	Chuva	5,0	0,4	102,0	0,05	<0,001	7,62	9,00	0,001	135,0	0,004	0,819
1	mar/16	Chuva	47,0	0,4	14,0	0,21	<0,001	6,80	<1,0	0,010	30,8	0,003	0,546
2	mar/16	Chuva	31,000	1,6	30,0	0,21	<0,001	7,37	2,0	0,006	53,4	0,002	6,112
3	mar/16	Chuva	23,00	0,1	32,0	0,18	<0,001	7,02	<0,1	0,007	50,1	0,005	11,78
4	mar/16	Chuva	10,0	0,4	54,0	0,18	<0,001	7,26	14,0	0,003	93,6	0,002	2,184
5	mar/16	Chuva	17,0	0,1	62,00	1,13	0,022	8,01	4,0	0,003	98,400	0,031	1,05
6	mar/16	Chuva	12,0	0,7	74,0	0,09	<0,001	7,54	6,0	0,003	100,1	0,001	1,365
7	mar/16	Chuva	7,00	0,8	74,00	0,06	<0,001	7,40	7,0	0,002	101,200	0,005	0,546
8	mar/16	Chuva	14,00	0,5	74,00	0,03	<0,001	7,40	15,0	0,003	112,20	0,015	0,273
1	abr/16	Seca	4,0	0,4	14,00	0,13	<0,001	6,20	<1,0	<0,001	35,75	0,001	0,273
2	abr/16	Seca	11,0	1,7	34,00	0,24	<0,001	7,68	2,00	<0,001	66,650	0,006	17,871
3	abr/16	Seca	10,0	4,0	34,00	0,21	<0,001	7,57	<1,0	0,006	64,350	0,016	17,314
4	abr/16	Seca	10,0	3,7	52,00	0,11	<0,001	6,83	5,0	0,004	104,5	0,011	4,095

Continua...

Pontos	Mês	Período	Cor verd.	DBO5	Dureza	Ferro dissolvido	Fosforo total	pH	Sulfato	Sulfeto	Sólidos totais dissolvidos	Surfactantes	Clorofila
5	abr/16	Seca	3,0	3,6	58,00	0,07	<0,001	7,73	7	<0,001	58,3	0,001	2,457
6	abr/16	Seca	6,0	1,0	68,00	0,03	<0,001	7,85	7,0	<0,001	118,25	0,00	1,092
7	abr/16	Seca	3,0	5,7	70,00	0,04	,0,1	7,53	6,0	0,00	110,55	0,009	1,437
8	abr/16	Seca	5,0	2,4	38,00	0,02	<0,001	7,66	3,0	<0,001	120,45	0,007	1,638
1	mai/16	Seca	8,0	0,3	12,0	0,15	<0,001	5,90	4,0	<0,001	37,51	0,004	1,82
2	mai/16	Seca	8,0	2,9	32,0	0,10	<0,001	7,01	2,0	0,008	58,64	0,006	16,265
3	mai/16	Seca	9,0	2,7	30,0	0,03	<0,001	7,20	2,0	0,003	66,50	0,001	10,314
4	mai/16	Seca	5,00	0,3	48,0	0,14	0,021	7,09	1,0	<0,001	106,92	0,007	9,010
5	mai/16	Seca	38,0	3,40	90,0	0,14	0,904	7,49	44,0	0,007	255,31	0,100	13,651
6	mai/16	Seca	4,0	1,6	62,0	0,004	0,095	7,51	9,0	<0,001	133,27	0,008	10,98
7	mai/16	Seca	3,0	5,6	72,0	0,09	<0,001	7,23	5,0	<0,001	121,28	0,003	1,412
8	mai/16	Seca	3,0	1,1	62,0	0,003	<0,001	7,17	3,00	<0,001	135,3	0,015	2,569

Continua...

Pontos	Mês	Período	Coliformes Totais	Escherichia coli
1	jun/15	Seca	1400,000	230
2	jun/15	Seca	490	20
3	jun/15	Seca	330	18
4	jun/15	Seca	>16000	9200
5	jun/15	Seca	16000	5400
6	jun/15	Seca	>16000	1200
7	jun/15	Seca	>16000	>16000
8	jun/15	Seca	>16003	5400
1	jul/15	Seca	9200,000	5400
2	jul/15	Seca	210	45
3	jul/15	Seca	310	20
4	jul/15	Seca	16000	1100
5	jul/15	Seca	>16000	>16000
6	jul/15	Seca	9200	1700
7	jul/15	Seca	3500	230
8	jul/15	Seca	2100	490
1	ago/15	Seca	330	20
2	ago/15	Seca	68	20
3	ago/15	Seca	78	68
4	ago/15	Seca	3500	170
5	ago/15	Seca	>16000	2200
6	ago/15	Seca	1400	68
7	ago/15	Seca	3500	3500
8	ago/15	Seca	2100	2100
1	set/15	Seca	2200	330
2	set/15	Seca	5400	45
3	set/15	Seca	45	20
4	set/15	Seca	2100	1200
5	set/15	Seca	>16000	1500
6	set/15	Seca	16000	120,0
7	set/15	Seca	3500	310
8	set/15	Seca	>16000	16000
1	out/15	Seca	3500	700
2	out/15	Seca	5400	790
3	out/15	Seca	2200	700
4	out/15	Seca	9200	3500
5	out/15	Seca	>16000	2200
6	out/15	Seca	3500	1700,00
7	out/15	Seca	>16000	2800
8	out/15	Seca	1700	790

Continua...

Pontos	Mês	Período	Coliformes Totais	Escherichia coli
1	nov/15	Chuva	1400	1400
2	nov/15	Chuva	1300	790
3	nov/15	Chuva	700	700
4	nov/15	Chuva	>16000	1400
5	nov/15	Chuva	>16000	>16000
6	nov/15	Chuva	>16000	>16000
7	nov/15	Chuva	>16000	>16000
8	nov/15	Chuva	>16000	>16000
1	dez/15	Chuva	490	220
2	dez/15	Chuva	330	170
3	dez/15	Chuva	490	170
4	dez/15	Chuva	>16000	3500
5	dez/15	Chuva	3500	3500
6	dez/15	Chuva	3500	2800
7	dez/15	Chuva	16000	940
8	dez/15	Chuva	9200	2200
1	jan/16	Chuva	490	170
2	jan/16	Chuva	700,000	460,00
3	jan/16	Chuva	460,00	110,00
4	jan/16	Chuva	>1600	1700
5	jan/16	Chuva	>1600	>1600
6	jan/16	Chuva	>1600	>1600
7	jan/16	Chuva	>1600	>1600
8	jan/16	Chuva	>1600	>1600
1	fev/16	Chuva	940,00	460,0
2	fev/16	Chuva	490,000	78,0
3	fev/16	Chuva	330,00	170,0
4	fev/16	Chuva	>1600	92,00
5	fev/16	Chuva	>1600	>1600
6	fev/16	Chuva	>1600	5400
7	fev/16	Chuva	>1600	5400
8	fev/16	Chuva	>1600	16000,0
1	mar/16	Chuva	16000	2200
2	mar/16	Chuva	>16000	940,000
3	mar/16	Chuva	2800,00	1100,00
4	mar/16	Chuva	3500	220
5	mar/16	Chuva	>16000	1400,00
6	mar/16	Chuva	>16000	3500,00
7	mar/16	Chuva	>16000	940
8	mar/16	Chuva	>16000	240,00

Continua...

Pontos	Mês	Período	Coliformes Totais	Escherichia coli
1	abr/16	Seca	940	310
2	abr/16	Seca	460	40
3	abr/16	Seca	310	45
4	abr/16	Seca	>16000	1700
5	abr/16	Seca	>16000	>16000
6	abr/16	Seca	>16000	9200
7	abr/16	Seca	>16000	>16000
8	abr/16	Seca	>16000	>16000
1	mai/16	Seca	2200	940
2	mai/16	Seca	1300	790
3	mai/16	Seca	700	310,00
4	mai/16	Seca	16000	790
5	mai/16	Seca	<16000	<16000
6	mai/16	Seca	<16000	3500
7	mai/16	Seca	<16000	>16000
8	mai/16	Seca	<16000	2200