



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

FACULDADE DE PLANALTINA

LUANE SOUZA DE ARAÚJO

**RELAÇÃO ENTRE O USO DO SOLO E A QUALIDADE DA ÁGUA NAS BACIAS
DOS RIOS JARDIM E PONTE ALTA NO DISTRITO FEDERAL**

PLANALTINA – DF

2013

LUANE SOUZA DE ARAÚJO

**RELAÇÃO ENTRE O USO DO SOLO E A QUALIDADE DA ÁGUA NAS BACIAS
DOS RIOS JARDIM E PONTE ALTA NO DISTRITO FEDERAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Gestão Ambiental, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Gestão Ambiental.

Orientador: Dr. Jorge Enoch Furquim Werneck Lima

Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Lucijane Monteiro de Abreu

Planaltina-DF

2013

Araújo, Luane Souza de.

Relação entre o uso do solo e a qualidade da água nas bacias dos rios Jardim e Ponte Alta no Distrito Federal/ Luane Souza de Araújo. Planaltina – DF, 2013.49 f.

Monografia – Faculdade UnB Planaltina, Universidade de Brasília.

Curso de Bacharelado em Gestão Ambiental.

Orientador: Jorge Enoch Furquim Werneck Lima

Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Lucijane Monteiro de Abreu

1. Recursos Hídricos 2. Bacias Hidrográficas 3. Uso e ocupação do solo 4. Qualidade da água 5. Parâmetros. I. Araújo, Luane Souza de II. Título.

LUANE SOUZA DE ARAÚJO

**RELAÇÃO ENTRE O USO DO SOLO E A QUALIDADE DA ÁGUA NAS BACIAS
DOS RIOS JARDIM E PONTE ALTA NO DISTRITO FEDERAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Gestão Ambiental da Faculdade UnB Planaltina, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Gestão Ambiental.

Banca Examinadora:

Planaltina - DF, 24 de julho de 2013.

Dr. Jorge Enoch Furquim Werneck Lima – EMBRAPA Cerrados
(Orientador)

Prof. Dr. Eduardo Cyrino Oliveira-Filho – EMBRAPA Cerrados
(Examinador Externo)

Prof^a. Dr^a. Elaine Nolasco Ribeiro – UnB/ FUP
(Examinadora Interna)

“Seja a mudança que você quer ver no mundo”

Mahatma Gandhi

RESUMO

A adequada gestão dos recursos hídricos no Distrito Federal é imprescindível no que se refere às problemáticas atuais, pois as modificações do uso do solo (urbanização, agricultura, áreas degradadas, entre outros), que estão em progressão podem gerar degradação do ambiente natural, e, diante disso, há a necessidade de avaliar os seus impactos. Assim sendo, o presente trabalho avaliou os impactos gerados pelo uso do solo sobre os recursos hídricos de uma bacia agrícola e de uma em processo de urbanização, para efeito de comparação. O processo resultou na identificação dos parâmetros físico – químicos mais adequados para o monitoramento da qualidade da água e apontamentos para a gestão dos recursos hídricos no DF. O estudo foi realizado a partir de dados secundários quali/quantitativos de duas estações de monitoramento, da Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal – ADASA, e analisados graficamente. Os dados de qualidade da água foram analisados pelos padrões da Resolução CONAMA 357/2005, para rios de Classe II e, também, como os dados pluviométricos influenciaram os parâmetros avaliados. Os resultados encontrados mostram que a bacia do rio Jardim atende aos padrões previstos para um rio Classe II, já no ribeirão Ponte Alta a qualidade da água não retrata os usos da bacia, sendo necessária a instalação de mais estações de monitoramento. E, quando comparado as duas bacias, nota-se a maior influencia do uso do solo na qualidade da água da bacia em processo de urbanização, sendo os parâmetros mais favoráveis para esta comparação a alcalinidade, condutividade, dureza, a série nitrogenada e o fósforo.

Palavras – chave: Recursos Hídricos – Bacias Hidrográficas – Uso e ocupação do solo – Qualidade da água - Parâmetros

ABSTRACT

The appropriate management of water resources in the *Distrito Federal* is essential with regard to the present problem, because changes in land use (urbanization, agriculture, degraded areas, and other), which are in progress may cause degradation of the natural environment, on addition, there is a need to assess their impacts. So, the present study evaluated the impacts caused by land use on water resources of a watershed in agricultural and of a urbanization process, for comparison. The process resulted in the identification of physical-chemical parameters most suitable for monitoring the water quality and notes for the management of water resources in DF. The study was conducted from secondary data quality/quantity of two monitoring stations, of *Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal – ADASA*, and analyzed graphically. The water quality data were analyzed by the standards of Resolution *CONAMA357/2005*, to Class II rivers, and also as the rainfall data influenced the parameters evaluated. The results show that the watershed of the river *Jardim* meets the expected standards for Class II river, already the stream *Ponte Alta*, the water quality does not describe the uses of the watershed, requiring the installation of more monitoring stations. And compared the two watershed, there is a greater influence of land use on water quality in the watershed urbanization process, and the most favorable parameters for this comparison alkalinity, conductivity, hardness, nitrogen series and phosphorus.

Keywords: Water Resources – Watershed - Use and occupation of land - Water Quality - Parameters

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Modelo digital de elevação do Distrito Federal (ASTER GDEM) com a localização das áreas de estudo, as bacias do rio Jardim e do ribeirão Ponte Alta..... | 26 |
| Figura 2 - Mapa de uso e ocupação do solo da bacia do rio Jardim (2010)..... | 28 |
| Figura 3 - Mapa de uso e ocupação do solo da bacia do ribeirão Ponte Alta (2010)..... | 31 |
| Figura 4 - Delimitação das áreas de estudo e suas respectivas estações de monitoramento – Ponte Alta (estação 06) e Jardim (estação 35), Distrito Federal, Brasil..... | 34 |
| Figura 5 - Dados pluviométricos da estação de monitoramento do rio Jardim que compreende o período de junho de 2009 a abril de 2012 | 36 |
| Figura 6 - Dados pluviométricos da estação de monitoramento do ribeirão Ponte Alta que compreende o período de junho de 2009 a abril de 2012..... | 36 |
| Figura 7 - Dados de alcalinidade medidos pela ADASA nas bacias dos rios Jardim (a) e Ponte Alta (b) | 38 |
| Figura 8 - Dados de coliformes termotolerantes medidos pela ADASA nas bacias dos rios Jardim (a) e Ponte Alta (b) | 39 |
| Figura 9 - Dados de condutividade medidos pela ADASA nas bacias dos rios Jardim (a) e Ponte Alta (b) | 40 |
| Figura 10 - Dados de cor medidos pela ADASA nas bacias dos rios Jardim (a) e Ponte Alta (b) | 41 |
| Figura 11 - Dados de DBO ₅ medidos pela ADASA nas bacias dos rios Jardim (a) e Ponte Alta (b)..... | 41 |
| Figura 12 - Dados de DQO medidos pela ADASA nas bacias dos rios Jardim (a) e Ponte Alta (b) | 42 |
| Figura 13 - Dados de dureza total medidos pela ADASA nas bacias dos rios Jardim (a) e Ponte Alta (b) | 43 |
| Figura 14 - Dados de fósforo total medidos pela ADASA nas bacias dos rios Jardim (a) e Ponte Alta (b) | 44 |
| Figura 15 - Dados de oxigênio dissolvido medidos pela ADASA nas bacias dos rios Jardim (a) e Ponte Alta (b) | 44 |

| | |
|---|----|
| Figura 16 - Dados de pH medidos pela ADASA nas bacias dos rios Jardim (a) e Ponte Alta (b) | 45 |
| Figura 17 - Dados da série nitrogenada medidos pela ADASA nas bacias dos rios Jardim (a) e Ponte Alta (b)..... | 46 |
| Figura 18 - Dados dos sólidos medidos pela ADASA nas bacias dos rios Jardim (a) e Ponte Alta (b)..... | 47 |
| Figura 19 - Dados de temperatura medidos pela ADASA nas bacias dos rios Jardim (a) e Ponte Alta (b) | 48 |
| Figura 20 - Dados de turbidez medidos pela ADASA nas bacias dos rios Jardim (a) e Ponte Alta (b)..... | 48 |
| Figura 21 - Dados do IQA calculado pela ADASA nas bacias dos rios Jardim (a) e Ponte Alta (b) | 49 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|-----|
| Tabela 1 - Parâmetros de qualidade de água e respectivos pesos..... | 20 |
| Tabela 2 - Nível de qualidade da água em função dos valores do IQA..... | 21 |
| Tabela 3 - Parâmetros monitorados pela ADASA e seus respectivos métodos de análise..... | 32 |
| Tabela 4 - Valores Máximos Permitidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005..... | 355 |
| Tabela 5 - Relação entre a precipitação e a data da coleta de qualidade de água..... | 37 |

SUMÁRIO

| | |
|---|-----|
| EPIGRAFE | iv |
| RESUMO | v |
| ABSTRACT | vi |
| LISTA DE FIGURAS | vii |
| LISTA DE TABELAS | ix |
| SUMÁRIO | x |
| 1. INTRODUÇÃO | 12 |
| 2. OBJETIVOS | 14 |
| 2.1. Objetivo Geral | 14 |
| 2.2. Objetivos Específicos | 14 |
| 3. REFERENCIAL TEÓRICO | 14 |
| 3.1. Legislação | 14 |
| 3.2. Uso do solo e qualidade da água | 16 |
| 3.3. Uso e ocupação do solo no DF | 18 |
| 3.4. Índice de Qualidade de Água - IQA | 19 |
| 3.4.1. Descrição dos parâmetros do IQA | 21 |
| 3.4.2. Descrição dos demais parâmetros monitorados..... | 24 |

| | |
|---|----|
| 4. MATERIAL E MÉTODOS | 26 |
| 4.1.Área de estudo | 26 |
| 4.1.1.Bacia Hidrográfica do rio Jardim | 26 |
| 4.1.2.Bacia Hidrográfica Ribeirão Ponte Alta..... | 29 |
| 4.2.Levantamento de dados | 31 |
| 4.3.Análise dos dados | 34 |
| 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 37 |
| 6. CONCLUSÕES | 51 |
| 7. REFERÊNCIAS | 52 |

1. INTRODUÇÃO

O Cerrado é uma importante região ligada à manutenção de fontes de águas do País, pois do ponto de vista hidrológico, o bioma destaca-se no cenário nacional, contribuindo para o incremento da produção hídrica de oito das doze grandes regiões hidrográficas brasileiras (Amazônica, Tocantins - Araguaia, Atlântico Nordeste Ocidental, Parnaíba, São Francisco, Atlântico Leste, Paraná e Paraguai) (LIMA; SILVA, 2007).

O Bioma possui uma área de 2.036.448 km², correspondente a 23,92% do território brasileiro. A ecorregião do Planalto Central está inserida na área deste bioma, assim como a totalidade do território do Distrito Federal (DF) (IBGE, 2004).

O DF teve sua expansão bastante acelerada, a partir da década de 60, quando ocorreu a implantação da nova Capital Federal, instalada no centro do Brasil e do bioma Cerrado. Esse fato deslocou o eixo de desenvolvimento para o interior do País, ocasionando diversos impactos sobre o até então preservado bioma. A forma acelerada de ocupação, verificada até os dias atuais, sem um ordenamento adequado do uso do solo e da água, desconsiderando a capacidade de suporte das bacias hidrográficas, vem gerando, cada vez mais, zonas de conflito e de degradação ambiental, sobretudo no que se refere aos recursos hídricos (PGIRH, 2012)

Apenas o fato de o DF ter um território pequeno, com cerca de 5.800 km², e ocupar uma região de nascentes de três grandes bacias hidrográficas, as do Paraná, Tocantins e São Francisco, portanto, zona em que os rios ainda possuem pequenas vazões, já implicaria na necessidade de cuidados em relação aos recursos hídricos. Contudo, associado a isso, o DF é uma das regiões de maior crescimento populacional do país (IBGE, 2010), gerando forte pressão sobre os recursos naturais, principalmente terra e água.

De acordo com Holmes (1996) a poluição das águas se dá pela contaminação por efluentes domésticos, efluentes industriais e da exploração agrícola, integrada ao tipo de uso e ocupação do solo.

Neste sentido, as bacias hidrográficas do DF apresentam características de uso e ocupação que lhes são bastante peculiares, pois, na porção do seu território que verte para a bacia do Paraná o processo de urbanização é intenso e em processo de expansão acelerada, enquanto na

parte que integra a bacia do São Francisco o uso do solo e da água é quase que exclusivamente para fins agrícolas (PGIRH, 2012). Já os afluentes da bacia do rio Tocantins no DF estão em áreas praticamente naturais (PGIRH, 2012); (LIMA *et al.*, 2003). Essas características fazem do DF um laboratório para estudos dos impactos da forma de uso e ocupação do solo sobre a qualidade dos recursos hídricos.

Atividades antropogênicas (uso e manejo do solo) são um dos fatores que influenciam na qualidade da água superficial, além de outros agentes, como o clima, a cobertura vegetal da bacia hidrográfica, a topografia do terreno, a geologia e o tipo de solo (fatores geogênicos) (PEREIRA, 1997).

Essas influências sejam elas, antrópicas ou naturais alteram a quantidade, a distribuição e a qualidade dos recursos hídricos, e como o ser humano é totalmente dependente deste recurso natural, sua alteração ameaça sua sobrevivência e de todas as formas de vida na Terra. Assim, tanto o desenvolvimento econômico, como o social dos países estão interligados à disponibilidade, qualidade, conservação e proteção da água (TUNDISI, 1999).

Diante disso, há a necessidade de planos de prevenção e recuperação dos corpos d'água que sofrem poluição, de diversas fontes, para que haja a garantia de condições de usos atuais e futuros, para seus usos múltiplos. E estes planos precisam ser acompanhados e fiscalizados, além da obtenção de dados que realmente indiquem o que está acontecendo no ambiente aquático. Assim, programas de monitoramento da qualidade da água são de suma importância para aferir as substâncias presentes na água, avaliadas sob os aspectos físicos, químicos e biológicos (SANTOS *et al.*, 2001).

Outro ponto a ser ressaltado é a devida gestão deste monitoramento e da transformação dos dados em informações que darão subsídio para a tomada de decisão dos órgãos gestores, sempre objetivando o controle e a proteção das águas.

Há tempos que a Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (CAESB) monitora os rios do DF inseridos na bacia do Paraná, para fins de abastecimento e diluição de efluentes domésticos. No entanto, poucos dados existem para a caracterização dos recursos hídricos existentes no restante dessa unidade federativa. Apenas a partir de 2009 que o órgão gestor dos recursos hídricos do DF, a Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento

Básico do Distrito Federal (ADASA), implantou uma rede de monitoramento hidrológico nas demais regiões.

Dentro deste contexto, foi avaliado a partir de dados secundários disponibilizados pela ADASA, o impacto do uso e ocupação dos solos sobre os recursos hídricos superficiais de duas bacias no Distrito Federal: a bacia do ribeirão Ponte Alta, inserida na bacia do Paraná, que sofre pressão em razão da acelerada urbanização; e a bacia do rio Jardim, que integra a bacia do São Francisco e está inserida em área agrícola.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Gerar conhecimentos para a melhoria da gestão territorial e dos recursos hídricos no Distrito Federal, de forma integrada.

2.2. Objetivos Específicos

- Avaliar o impacto do uso e ocupação dos solos sobre os recursos hídricos superficiais de uma bacia de uso agrícola, no Distrito Federal;
- Avaliar o impacto do uso e ocupação dos solos sobre os recursos hídricos superficiais de uma bacia em processo de urbanização, no Distrito Federal;
- Comparar o impacto urbano e agrícola sob a qualidade dos recursos hídricos;
- Identificar os parâmetros mais adequados para o monitoramento da qualidade da água em bacias agrícolas e urbanas.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. Legislação

No Brasil, inúmeros foram os documentos voltados à temática dos recursos hídricos, os primeiros remetem ao século XIX, quando o mesmo era governado por Portugal. O Código de Águas de 1934 destaca-se por ser considerado o marco legal do gerenciamento dos recursos hídricos no Brasil (SENRA; VIELLA; ANDRÉ, 2004).

A Constituição de 1988 modificou pontos do Código de 34 e outras reformulações foram se sucedendo. Novos órgãos para cuidar de assuntos específicos do meio ambiente foram

criados, como em 1995 que o Governo Federal, no âmbito do MMA criou a Secretaria de Recursos Hídricos (SRH-MMA) com o propósito de este novo órgão formular uma Política Nacional dos Recursos Hídricos (BRASIL, 1988).

Assim, em 8 de janeiro de 1997 foi editada a Lei 9.433 que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos – PNRH e também foi criado o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos – SINGREH (BRASIL, 1997).

A PNRH tem como um de seus objetivos assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos. Uma das diretrizes da lei estabelece que os recursos hídricos não devam dissociar os aspectos de quantidade dos de qualidade (Art. 3º, Cap. III, Tit. I), (BRASIL, 1997).

O Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH foi regulamentado em 1998, e atua como um agente de integração das políticas públicas, a fim de discutir sobre a gestão dos recursos hídricos (BRASIL, 1997). Dois anos após é criada a Agência Nacional das Águas – ANA, que tem a função de implementar a PNRH, integrando-a com o SINGREH (BRASIL, 2000).

A Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal – ADASA foi criada pela Lei nº 3.365, de 16 de julho de 2004, e possui como missão institucional a regulação dos usos das águas e dos serviços públicos desse ente federado, com intuito de promover a gestão sustentável dos recursos hídricos e a qualidade dos serviços de energia e saneamento básico em benefício de sua sociedade (Art. 2º, Cap. I); (GDF, 2004).

Estes órgãos têm o objetivo de fazer o gerenciamento dos recursos hídricos, tanto na esfera nacional quanto distrital, como é o caso do DF, baseando-se nos mecanismos da legislação brasileira vigente. A PNRH estabeleceu cinco instrumentos de gestão:

- Os planos de recursos hídricos;
- A outorga de direito de uso dos recursos hídricos;
- A cobrança pelo uso dos recursos hídricos;
- O enquadramento dos corpos d'água em classes de uso;
- O sistema nacional de informações sobre recursos hídricos.

Este último instrumento tem como objetivo reunir, dar consistência e divulgar os dados e informações sobre a situação qualitativa e quantitativa dos recursos hídricos no Brasil; atualizar permanentemente informações sobre disponibilidade e demanda de recursos hídricos; e fornecer subsídios para elaboração de Planos de Recursos Hídricos (Art. 27º, Seção VI, Cap. IV, Tit. I), (BRASIL, 1997).

Ressalta-se que atualmente o estágio de desenvolvimento dos instrumentos da PNRH e do SINGREH preconizados pela lei 9.433 de 1997 ainda não é uniforme em todo o território nacional. Persistem as necessidades de aprimoramento e adequação às diversidades nacionais para que em um futuro próximo se possa, de fato, ter em nosso país o gerenciamento deste recurso fundamental à sobrevivência do homem e do meio em que ele vive.

3.2. Uso do solo e qualidade da água

Uma bacia hidrográfica compreende diversos tributários que convergem para um curso principal, carregando uma boa quantidade de material de origem natural e antrópica, se estiver inserido em um núcleo urbano e/ou agrícola, cujas águas têm suas características modificadas (MOURA *et al.*, 2010).

Estudos são realizados no âmbito de se avaliar e analisar as influências do uso e ocupação do solo sobre a qualidade dos recursos hídricos de diversas bacias hidrográficas.

Vanzela *et al.* (2010) tiveram como objetivo verificar a influência do uso e ocupação dos solos sobre os recursos hídricos do Córrego Três Barras, município de Marinópolis, São Paulo e chegaram a conclusão que áreas antropizadas reduziram a vazão específica e a qualidade da água.

O uso e ocupação do DF é tema de diversas discussões a respeito do seu impacto nos corpos hídricos, deste modo, Muniz *et al.* (2011) levantaram essa problemática em seu estudo, avaliando a qualidade de água em duas bacias hidrográficas na região, uma que sofre pressão da urbanização e outra que está inserida em área totalmente agrícola, tendo como objetivo a comparação dos dados por meio do monitoramento de diversos parâmetros previstos na Resolução CONAMA nº 357/05. Em suas conclusões os autores evidenciaram que ocupação humana tem um potencial de contaminação superior, quando comparada com o uso agrícola, um dos parâmetros que o constata é o oxigênio dissolvido (OD), condutividade elétrica, dureza e nitrogênio.

Moura *et al.* (2010) citam em seu trabalho o exemplo de estudos realizados em duas importantes bacias hidrográficas do Distrito Federal, a Bacia do Rio Descoberto e a Bacia do São Bartolomeu. Parâmetros como a amônia, cálcio e magnésio demonstraram a influência da ocupação urbana na qualidade de água nessas bacias, pois se relacionam aos efluentes domésticos, materiais para construção civil, insumos agrícolas, respectivamente.

Um dos estudos para avaliar o efeito da variabilidade climática, em relação a precipitação pluvial anual e as mudanças no uso do solo sobre o escoamento e posterior aporte de sedimentos no rio também foi realizado por Chaves e Piau (2008). Os autores fizeram este estudo na bacia do Pípiripau/DF e observaram que o volume de escoamento e o aporte de sedimentos aumentam com o aumento da precipitação pluvial anual; e que a variabilidade de precipitação e o manejo do solo afetam o escoamento superficial e aporte de sedimento.

Desta forma, a relação entre uso e ocupação do solo e seus respectivos impactos nos recursos hídricos é evidente. Entretanto, a mensuração de tais impactos, ou seja, o quanto esses impactos influenciam na qualidade e na quantidade do corpo receptor é outro assunto também bastante abordado.

Inúmeros são os trabalhos (CHAVES; PIAU, 2008; MOURA *et al.*, 2010; TORRES *et al.*, 2011) relacionados com os aspectos quali/quantitativos das águas superficiais brasileiras, devido à grande importância e peso que o tema aborda, pois entender o mesmo e também como interagem os mecanismos em sua volta auxiliam na correta e eficiente gestão dos recursos hídricos.

Sistemas lóticos possuem características peculiares, dificultando o estabelecimento de uma variável que possa ser definida como indicador padrão. Deste modo, constantes trabalhos são realizados a fim de obter índices de qualidade de água (IQA) que sejam enxutos, objetivos e reflita os impactos humanos, como uso agrícola e urbano (COUILLARD; LEFEBVRE, 1985 apud TOLEDO; NICOLELLA, 2002).

O uso do IQA objetiva acompanhar, através de informações mais resumidas, a possível deterioração dos recursos hídricos ao longo da bacia hidrográfica ou ao longo do tempo por meio do monitoramento das águas superficiais (TOLEDO; NICOLELLA, 2002).

Fontes difusas de poluição, como é o caso da agricultura, é objeto de estudo de muitos países devido ao nível de dificuldade para se desenvolver procedimentos de avaliação destes impactos ambientais e assim determinar padrões aceitáveis, como ocorre com fontes pontuais (SIMS *et al.*, 1998). Assim, os autores expõem que é necessária uma abordagem mais ampla, devido à complexidade das fontes difusas no mecanismo de transporte de nutrientes.

Várias técnicas para elaboração de índice de qualidade de água têm sido usadas, sendo a mais empregada a desenvolvida pelo *National Sanitation Foundation Institute* e usada em países como Estados Unidos da América, Brasil e Inglaterra (OLIVEIRA, 1993). Outros índices foram desenvolvidos baseados em características físico-químicas da água, como o de Liebmann, Harkins; além de índices baseados em características biológicas, comumente associadas ao estado trófico dos rios (TOLEDO; NICOLELLA, 2002).

Todos estes índices contemplam um grau de subjetividade, pois dependem da escolha das variáveis que constituirão os indicadores principais das alterações da qualidade de água. Índices baseados em técnicas estatísticas favorecem a determinação dos indicadores mais característicos do corpo de água em estudo, embora não permitam generalizações para todos os corpos de água, já que cada sistema hídrico, em princípio, possui sua característica peculiar (HAASE *et al.*, 1989). Por outro lado, como instrumento de avaliação ao longo do tempo ou do espaço, estes índices permitem acompanhar as alterações ocorridas no eixo hidrográfico.

3.3. Uso e ocupação do solo no DF

Nas últimas décadas a pressão humana frente aos recursos naturais vem aumentando e assim, seus efeitos já são vistos e sentidos no meio ambiente. Um dos grandes problemas são a desordenada e crescente ocupação urbana e expansão agrícola. Desde a construção de Brasília, na década de 50, a densidade demográfica da região tem se elevado progressivamente e as consequências deste fato resultou na ocupação sem planejamento do DF, gerando também inúmeros problemas (BARROS, 2005).

O Distrito Federal é considerado o terceiro pior Estado brasileiro em disponibilidade de recursos hídricos *per capita* por ano (REBOUÇAS *et al.*, 1999). Diante disto, configuram-se situações de conflitos ambientais em torno dos recursos hídricos, por conta dos usos múltiplos que estes recursos proporcionam para a população brasiliense.

Outro ponto relevante é a expansão agrícola induzida pelo desenvolvimento econômico, que produziram mudanças nos padrões de uso e ocupação do solo, como por exemplo, a retirada de cobertura vegetal para seu uso, e o impacto dessas modificações pode gerar uma série de consequências no ciclo hidrológico da bacia (TUCCI; CLARKE, 1997).

O uso excessivo de fertilizantes na agricultura pode gerar eutrofização dos corpos hídricos e se aliado às alterações de drenagem, pode-se aumentar os índices de estado trófico. Deste modo, a degradação da qualidade da água superficial é bastante importante na conjuntura dos usos da água na agricultura (TUNDISI, 2008).

Deste modo, a análise dos impactos exercidos pelas ações antrópicas descritas acima é de suma importância para a preservação do meio ambiente, auxiliando na qualificação e quantificação das mesmas, e também propondo estratégias que visem à gestão adequada dos recursos hídricos tendo em vista a minimização dos conflitos e impactos nestas bacias.

3.4.Índice de Qualidade de Água - IQA

A Agência Nacional de Águas – ANA lançou em 2010 o Programa Nacional de Avaliação da Qualidade das Águas (PNQA), cujo objetivo foi aumentar o conhecimento sobre a qualidade das águas superficiais do Brasil, auxiliando na elaboração de políticas públicas para a recuperação da qualidade ambiental em corpos d'água interiores, contribuindo com a gestão sustentável dos recursos hídricos (ANA, 2012).

Atualmente, 17 unidades federativas realizam o monitoramento das águas superficiais, ao todo são 2.167 pontos de monitoramentos ativos. Apesar destes números, há fatores negativos no monitoramento nacional, como a má distribuição dos mesmos e por cada unidade federativa adotar seus critérios/estratégias como frequência da amostragem, parâmetros analisados, locação de pontos, assim, se faz necessário um sistema de monitoramento integrado, que é o objetivo do PNQA (ANA, 2012).

De acordo com o Panorama da qualidade das águas superficiais do Brasil há uma diversidade de indicadores que podem ser utilizados, mas a escolha de qual será é determinada pelo uso que se quer para aquele curso de água (ANA, 2012).

Um dos índices utilizados na metodologia do programa foi o Índice de Qualidade das Águas (IQA) foi desenvolvido pela *National Sanitation Foundation* em 1970 e adaptado pela

Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) em 1975. A criação do mesmo foi realizada com base nas opiniões de estudiosos em qualidade de águas, indicando assim: os parâmetros avaliados, o peso relativo e a condição com que se apresentam cada parâmetro. Sendo o índice de qualidade da água mais utilizado pelas Unidades da Federação, entre elas o Distrito Federal (ANA, 2012).

No IQA são considerados nove parâmetros de qualidade que são: 1) oxigênio dissolvido, 2) demanda bioquímica de oxigênio, 3) pH, 4) temperatura, 5) turbidez, 6) sólidos totais (parâmetros físico-químicos); 7) coliformes termotolerantes (parâmetro microbiológico); 8) nitrogênio total, 9) fósforo total (parâmetros de nutrientes). Este índice é mais indicado para fins de utilização da água para abastecimento público.

Cada um dos parâmetros selecionados para o cálculo do IQA tem um peso referente (Tabela 1), devido a critérios estipulados que são relevantes para a qualidade da água e também possuem curvas de variação específicas para cada parâmetro.

Tabela 1 - Parâmetros de qualidade de água e respectivos pesos

| PARÂMETROS | UNIDADE | PESO (wi) |
|----------------------------|-----------------------|-----------|
| Oxigênio Dissolvido | (% OD) | 0,17 |
| DBO | (mg/L) | 0,10 |
| pH | | 0,12 |
| Temperatura | (°C) | 0,10 |
| Turbidez | (UNT) | 0,08 |
| Resíduos totais | (mg/L) | 0,08 |
| Coliformes Termotolerantes | (NMP/100 ml) | 0,15 |
| Nitrato | (mg/NO ₃) | 0,10 |
| Fósforo | (mg/PO ₄) | 0,10 |

Fonte: Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Índice de qualidade das águas - CETESB (1975)

O IQA “é calculado pelo produtório ponderado das qualidades de água correspondente aos parâmetros: temperatura da amostra, pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio (5 dias, 20°C), coliformes termotolerantes, nitrogênio total, fósforo total, resíduo total e turbidez” (CETESB, 1975). Para o cálculo do IQA é utilizada a Equação 1:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i} \text{ (Eq.1)}$$

Onde:

IQA – índice de qualidade da água, um número de 0 a 100;

q_i – qualidade do i -ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva "curva média de variação de qualidade";

w_i – peso correspondente ao i -ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade.

Deste modo, a realização do cálculo resultará no IQA, definindo assim a qualidade das águas brutas, variando de 0 a 100, conforme exposto na Tabela 2.

Tabela 2- Nível de qualidade da água em função dos valores do IQA

| VALOR DO IQA | NÍVEIS |
|---------------------|---------------|
| $90 < IQA \leq 100$ | EXCELENTE |
| $70 < IQA \leq 90$ | BOM |
| $50 < IQA \leq 70$ | MÉDIO |
| $25 < IQA \leq 50$ | RUIM |
| $0 < IQA \leq 25$ | MUITO RUIM |

Fonte: ADASA (2013)

Na Tabela 2 os níveis de qualidade se referem aos valores da ADASA, esta variação se diferencia da variação utilizada pela CETESB.

3.4.1. Descrição dos parâmetros do IQA

- **Oxigênio dissolvido - OD**

“O oxigênio dissolvido (OD) é de essencial importância para os organismos aeróbios. Durante a estabilização da matéria orgânica, as bactérias fazem uso do oxigênio nos seus processos respiratórios, podendo vir a causar uma redução da sua concentração no meio” (VON SPERLING, 2005).

Assim, quando as águas estão poluídas por esgotos a concentração de oxigênio dissolvido diminui, pois é consumido pela matéria orgânica. Já as águas eutrofizadas apresentam concentrações elevadas por conta da grande quantidade de algas que fazem fotossíntese (VON SPERLING, 2005).

- **Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO**

“A Demanda Bioquímica de Oxigênio representa a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica presente na água através da decomposição microbiana aeróbia” (ANA, 2009). Por exemplo, a DBO_{5,20} é a quantidade de oxigênio consumido durante cinco dias em uma temperatura de 20°C.

Valor elevado deste parâmetro é provocado por cargas orgânicas, como efluentes domésticos e industriais, ocasionando altos valores do mesmo e conseqüentemente diminuição do oxigênio dissolvido, levando a mortandade de espécies aquáticas (ANA, 2009).

- **Potencial Hidrogeniônico – pH**

O pH “representa a concentração de íons hidrogênio H⁺, dando um indicação sobre a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água. A faixa de pH é de 0 a 14”, onde 0 representa um meio ácido e 14 meio básico. (VON SPERLING, 2005).

As origens antrópicas são efluentes domésticos e industriais e as naturais são decorrentes de rochas, gases da atmosfera e fotossíntese. Assim, tantos valores muito baixos ou elevados exercem influencia negativa no meio (VON SPERLING, 2005).

Este parâmetro aumenta o efeito de substâncias químicas, elevando a toxicidade do meio, e assim, compromete o metabolismo das espécies aquáticas. A Resolução CONAMA 357 estabelece que para a proteção da vida aquática o pH deve estar entre 6 e 9 (ANA, 2009).

- **Temperatura**

De acordo com Von Sperling (2005) a temperatura é a “medição da intensidade de calor”. Assim, se houver oscilações muito grandes de temperatura os organismos aquáticos podem ser afetados.

Geralmente, as fontes antrópicas são despejos industriais e domésticos e águas de torres de resfriamento. As de origem natural é a própria transferência de calor, ou seja, as que ocorrem durante um dia (VON SPERLING, 2005).

Von Sperling (2005) salienta a importância e o controle deste parâmetro devido a ele acelerar as reações físicas, químicas e biológicas, diminuir a solubilidade e aumentar a taxa de transferências dos gases.

- **Turbidez**

“A turbidez representa o grau de interferência com a passagem da luz através da água, conferindo uma aparência turva à mesma” (VON SPERLING, 2005). Essa interferência acontece devido à absorção e espalhamento da luz causada pelos sólidos suspensos.

A erosão do solo, despejo doméstico e os microrganismos são apontados como fontes de origem antropogênica. Já as partículas de rocha, argila e silte são de origem natural. Um fator significativo é que na época das chuvas as águas carregam uma grande quantidade de material sólido para os corpos de água (ANA, 2009).

O aumento da turbidez da água pode afetar tanto na vida aquática, pois diminui a entrada de luz no corpo hídrico, quanto no custo para a remoção dos sólidos em estações de tratamento, além de outras atividades.

- **Sólidos totais**

“O sólido total é a matéria que permanece após a evaporação, secagem ou calcinação da amostra de água durante um determinado tempo e temperatura” (ANA, 2009). Estes sólidos vão se depositando ao longo do tempo no leito dos corpos d’água, ocasionando o seu assoreamento, levando assim, a diversos problemas como: risco de enchentes, danos à vida aquática, entre outros.

- **Coliformes termotolerantes**

“As bactérias coliformes termotolerantes ocorrem no trato intestinal de animais de sangue quente e são indicadoras de poluição por esgotos domésticos” (ANA, 2009). Estas bactérias não são patogênicas, porém, em grande quantidade pode ocorrer microorganismos patogênicos. Gerando doenças como disenteria bacilar, febre tifóide e cólera.

- **Nitrogênio total**

“Dentro do ciclo do nitrogênio na biosfera, este se alterna entre várias formas e estados de oxidação” (VON SPERLING, 2005). Alguns exemplos são: nitrato (doenças); conversão de amônia a nitrito e após em nitrato (consumo de oxigênio dissolvido no meio); nitrogênio e em forma de amônia (crescimento dos microorganismos responsáveis pelo tratamento de esgoto; e toxicidade aos peixes).

Os compostos de nitrogênio são nutrientes nos processos biológicos, deste modo, lançados em grandes quantidades, estimula o crescimento em excesso de algas, gerando eutrofização dos corpos de água.

As fontes de nitrogênio são diversas, entre elas está o lançamento de esgotos e efluentes industriais nas áreas urbanas e em áreas agrícolas, o escoamento das águas pluviais em solos que possuem fertilizantes carrega os mesmos para os corpos d'água (ANA, 2009).

- **Fósforo total**

Von Sperling (2005) apresenta as formas deste parâmetro como ortofosfato, polifosfato e fósforo orgânico. O fósforo é um importante nutriente para os processos biológicos que ocorrem nos corpos d'água e seu excesso neste meio pode causar a eutrofização dessas águas.

Entre as origens de fósforo nas águas estão os esgotos domésticos (detergentes superfosfatados e da matéria fecal), fertilizantes, efluentes industriais, entre outras. O escoamento pluvial tanto de áreas agrícolas quanto de áreas urbanas é fonte significativa de fósforo para os corpos d'água.

3.4.2. Descrição dos demais parâmetros monitorados

- **Alcalinidade**

A alcalinidade indica a quantidade de íons na água que reagem para neutralizar os íons hidrogênio. Constitui-se, portanto, em uma medição da capacidade da água de neutralizar os ácidos, servindo assim para expressar a capacidade de tamponamento da água, sua condição de resistir a mudança do pH. Sua origem natural provém de rochas, matéria orgânica, fotossíntese; e sua origem antropogênica é referente aos despejos domésticos e industriais (MORAES, 2008)

- **Condutividade elétrica**

A condutividade elétrica da água mede a capacidade deste parâmetro conduzir corrente elétrica, sendo proporcional à concentração de íons dissociados em um sistema aquoso. Porém, não discrimina quais são os íons presentes em água, mais é um indicador importante de possíveis fontes poluidoras (ZUIN *et al*, 2009).

“A condutividade também fornece uma boa indicação das modificações na composição de uma água, especialmente na sua concentração mineral, mas não fornece nenhuma indicação das quantidades relativas dos componentes” (MORAES, 2008).

- **Cor**

A cor é um parâmetro físico da água e relaciona-se com a presença de substâncias dissolvidas ou coloidais, geralmente orgânicas. Alguns dos fatores que podem modificar a coloração das águas são minerais, substâncias metálicas (ferro e manganês), matéria orgânica. Origina-se naturalmente a partir da decomposição da matéria orgânica e sua origem antrópica é por proveniente dos resíduos industriais e esgotos domésticos (VON SPERLING, 2005).

- **Demanda Química de Oxigênio (DQO)**

A DQO é utilizada para indicar a presença de matéria orgânica dissolvida na água. Sabe-se que a matéria orgânica é responsável pelo principal problema de poluição das águas, que é a redução na concentração de oxigênio dissolvido. Isto ocorre como consequência da atividade respiratória das matérias para estabilização da matéria orgânica ou reações químicas de oxidação (MORAES, 2008).

- **Dureza**

“Concentração de cátions multimetálicos em solução. Os cátions mais frequentemente associados à dureza são os cátions bivalente Ca^{2+} e Mg^{2+} . Em condições de supersaturação, esses cátions reagem com ânions na água, formando precipitados” (VON SPERLING, 2005). Este parâmetro está associado originalmente por dissoluções de minerais contendo cálcio e magnésio e sua origem antrópica se refere a despejos industriais. A água é mole quando a dureza é inferior a 50 m/L e considerada muito dura quando a dureza é maior que 300 mg/L.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Área de estudo

A seguir apresentam-se na Figura 1 as duas áreas de estudo da pesquisa e sua respectiva caracterização, uma inserida em área rural, rio Jardim e a outra inserida em uma área em processo de urbanização, ribeirão Ponte Alta. A definição das respectivas áreas de drenagem das duas bacias estudadas foi efetuada com base no modelo digital de elevação do terreno gerado a partir de imagem do sensor ASTER GDEM (*Global Digital Elevation Model*), que possui resolução espacial de 30 metros (Figura 1); e as imagens de uso e ocupação do solo (Figuras 2 e 3) foram realizadas a partir do satélite LANDSAT (*Land remote sensing satellite*), que foram mapeadas no ano de 2010.

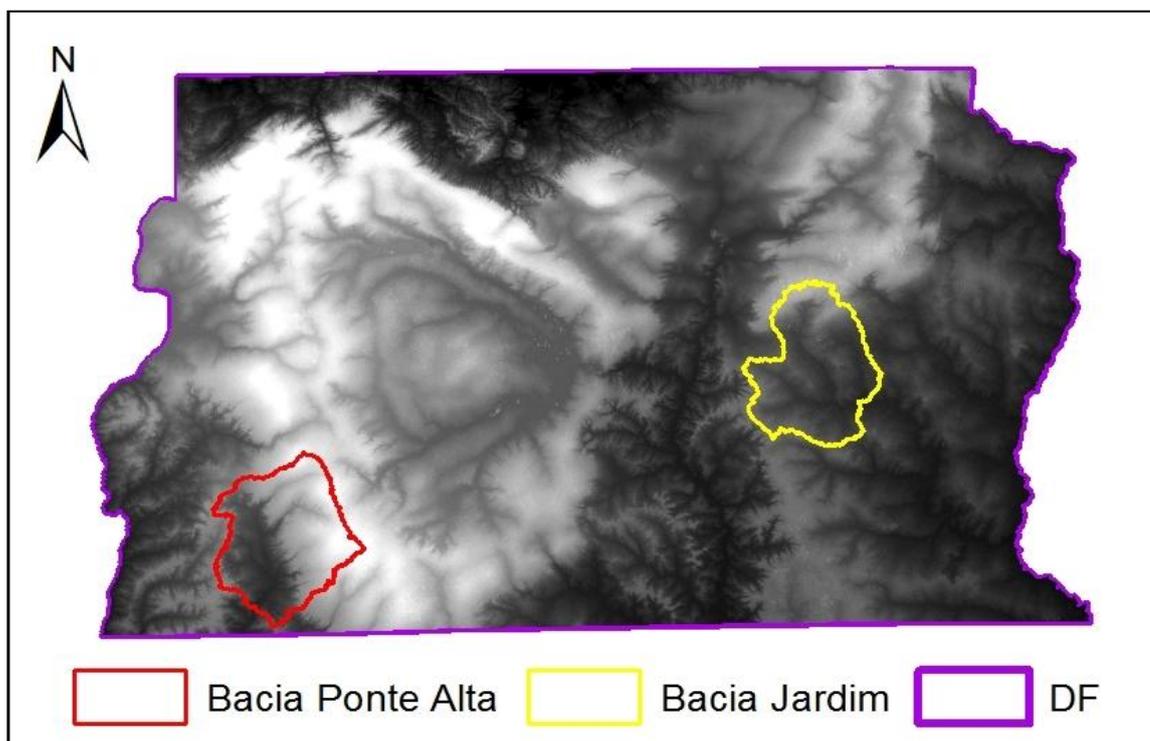


Figura 1 – Modelo digital de elevação do Distrito Federal (ASTER GDEM) com a localização das áreas de estudo, as bacias do rio Jardim e do ribeirão Ponte Alta

4.1.1. Bacia Hidrográfica do rio Jardim

A Bacia Hidrográfica rio Jardim está situada na parte leste do Distrito Federal, entre as latitudes 15°40' e 16°02'S e longitudes 47° 20' e 47°40'W, com área de drenagem de 52.755,15 hectares (527,55 km²), o que representa cerca da metade da área de contribuição da Bacia do rio Preto nos limites do Distrito Federal (SPERA *et al.* 2002).

A área de estudo desta pesquisa está inserida na parte mais alta da bacia do rio Jardim e possui uma área de 172, 2 km². Este espaço foi delimitado a partir da área de drenagem da estação de monitoramento Jardim Jusante São Gonçalo (42450730), possuindo as coordenadas 15°49'48''S e 47°31'52''W, que é de responsabilidade da Agência Reguladora de Águas do Distrito Federal – ADASA.

- **Clima**

Segundo a classificação de Köppen - Geiger, o clima na área de estudo é do tipo Aw, essa nomenclatura se refere ao clima tropical. Ou seja, apresenta duas estações bem definidas; inverno seco, com baixos índices pluviométricos, baixa umidade do ar e alta taxa de evaporação, este período compreende de maio a setembro; e verão chuvoso, com altos índices pluviométricos, aumento da umidade do ar, abarcando os demais meses do ano.

- **Solos**

De acordo com o levantamento de solos do Distrito Federal realizado pela EMBRAPA (1978), na região do Alto Jardim ocorrem de forma dominante Latossolo Vermelho, Latossolo Vermelho-Amarelo e Cambissolo. Reatto *et al.* (2000) realizaram o levantamento semi-detalhado dos solos do Rio Jardim, e a partir deste trabalho Lima *et al.* (2007) analisaram a ocorrência dos tipos de solo na bacia do Alto Rio Jardim. Observaram que a região é predominantemente composta por Latossolos (76,38%), seguido de Cambissolos (16,68%), Plintossolo (2,54%), Gleissolo (2,41%), Neossolo Quartzarênico (2,09%) e, uma parcela de Afloramentos de Rocha (0,24%).

- **Hidrologia**

Os rios inseridos na área que influenciam a estação de monitoramento são: rio Jardim, Estanislau e São Gonçalo, estes dois últimos deságuam no rio Jardim, que é afluente do rio Preto, que deságua no rio Paracatu, importante contribuinte as bacia do rio São Francisco.

- **Uso e ocupação do solo**

A bacia do Rio Jardim (Figura 2), principal afluente do Rio Preto, está inserida em uma área agrícola responsável pela produção da maior parte dos grãos (milho, soja, trigo e feijão) do Distrito Federal, e por parte das hortaliças e das frutas. Também produz grande quantidade

de carne bovina e de frango, bem como um volume bastante significativo de leite (DOLABELLA, 1996).

As formas de relevo predominantes nesse tipo de solo são as chapadas, que representam um tipo de topografia plana a suave ondulada. Nesses solos é feito o cultivo de culturas anuais que utilizam alto nível tecnológico e que também são utilizados diferentes sistemas de manejo agrícola (SPERA, 2002).

Assim, o manejo inadequado do solo pode causar graves danos ao meio ambiente, um exemplo bastante claro é o desmatamento, que leva a formação de erosão, deste modo, a chuva faz o problema se intensificar mais, pois, ao tocar o solo desprotegido, arrasta partículas para os pontos mais baixos da bacia, gerando a erosão da camada fértil do solo e o assoreamento dos cursos d'água, afetando sua qualidade (SPERA, 2002).

Na Figura 2 representa-se o mapa de uso do solo da bacia do rio Jardim. As manchas vermelhas representam as áreas fotossinteticamente ativas, concentrando assim, estas áreas ao longo dos cursos d'água. Há uma pequena área, ao Norte da bacia demonstrando uma área degradada e outra área na margem esquerda do rio Jardim de campo, além de estradas cortando a paisagem. Entretanto, o expressivo uso do solo se dá pelas áreas agrícolas, abrangendo quase toda a bacia.

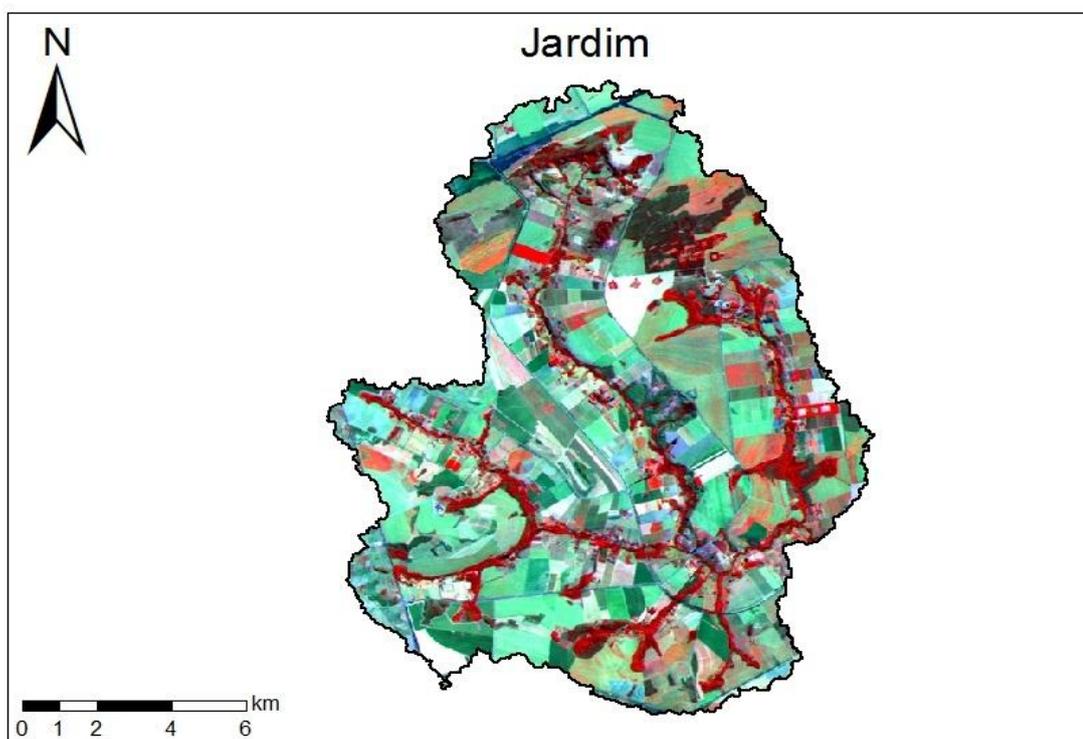


Figura 2 – Mapa de uso e ocupação do solo da bacia do rio Jardim (2010)

4.1.2. Bacia Hidrográfica Ribeirão Ponte Alta

A bacia do ribeirão Ponte Alta está inserida na bacia do rio Corumbá (representando aproximadamente 75% desta bacia) situada na porção sudoeste do Distrito Federal, possuindo uma área total de 228,9 km² e área no DF de 208,0 km², sua formação se dá pela confluência dos córregos Vargem da Benção e Monjolo (ADASA, 2012).

A área de influência da pesquisa possui uma área de 181,6 km², este espaço foi delimitado a partir da área de drenagem da estação de monitoramento Ponte Alta (60443830), possuindo as coordenadas 16°02'08''S e 48°07'59''W, que é de responsabilidade da Agência Reguladora de Águas do Distrito Federal – ADASA.

- **Clima**

A bacia está inserida em uma área que segundo a classificação de Köppen - Geiger é o tipo de clima tropical (Aw). Apresentando períodos distintos, inverno seco (maio a setembro) e verão chuvoso (outubro a abril). As peculiaridades do período seco são intensa insolação, forte evaporação, baixa umidade do ar, amplitude térmica e baixa pluviosidade. Já no período chuvoso a insolação é reduzida, diminui a evaporação, a umidade do ar aumenta, a amplitude térmica se reduz e a pluviosidade se intensifica (BARROS, 2003).

- **Solos**

Na bacia os tipos de solo são classificados como latossolo vermelho, latossolo vermelho-amarelo e cambissolo háplico (ADASA, 2012). Os latossolos predominam na área de estudo e são solos em avançado estágio de intemperização, ou seja, muito evoluídos, possuindo uma variação de fortemente a bem drenados. Normalmente são profundos e possuem a sequência de horizontes A, B, C, com pouca diferenciação de subhorizontes, e transições usualmente difusas ou graduais (EMBRAPA, 2009).

- **Hidrologia**

O ribeirão Ponte Alta está inserido na bacia hidrográfica do rio Corumbá que é composto por três unidades hidrográficas: ribeirão Ponte Alta, rio Alagado e rio Santa Maria. O ribeirão possui diversos afluentes e todos estes exercem influência sobre a qualidade da água do mesmo, entre eles estão o córrego Estiva, córrego Tamanduá, córrego Vermelho, córrego

Capoeira Grande, córrego Morro Vermelho, córrego Barreirinho, córrego Barreiro, córrego Capão Comprido, córrego Retiro, córrego Aroeira, córrego Capivara, córrego Monjolo, córrego Pintos, córrego Terra Quebrada, córrego Palmital, córrego Taquara, córrego Olho d'água, córrego Ponte de Serra, córrego Serra, córrego da Mina, córrego da Chácara, córrego Roca, córrego Lamarão e córrego Palmital (CODEPLAN, 1994).

- **Uso e ocupação do solo**

A problemática dessa bacia é devido à urbanização, por conta das cidades que veem se expandindo progressivamente, entre elas estão à região administrativa do Gama (RA II), Recanto das Emas (RA XV), Samambaia (RA XII) e os núcleos rurais Casa Grande e Ponte Alta. Devido a esse processo de crescimento, conflitos já são percebidos na bacia, como por exemplo, o avanço e pressão urbana. (ADASA, 2012).

De acordo com o mapeamento do uso e cobertura do solo realizado pelo Plano de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos/ Distrito Federal a maior parte da bacia já sofreu alterações antrópicas, seja pela agricultura, áreas degradadas, condomínios/chacreamentos e o processo de urbanização (Figura 3).

Ainda de acordo com o Plano estas áreas urbanas apresentam risco aos recursos hídricos, qualitativamente e quantitativamente, pois estão localizadas nos trechos mais altos da bacia, que é onde nascem diversos cursos de água. Um dado ainda mais agravador é que essas áreas estão se expandindo progressivamente, comparando o mapeamento realizado em anos anteriores (ADASA, 2012).

Outra questão a ser ressaltada é que a bacia serve como ponto de captação de água para o abastecimento público e também como corpo receptor de efluentes do DF. A bacia possui duas estações de tratamento esgoto (ETE's), ETE do Recanto das Emas e ETE do Gama, que lançam esgotos sanitários no córrego Vargem da Benção e no ribeirão Ponte Alta, respectivamente e o ponto para a captação de água é o córrego Ponte de Terra 2 (ADASA, 2012).

Apresenta-se na Figura 3 a representação do mapa de uso do solo da bacia do ribeirão Ponte Alta. As áreas vermelhas representam as áreas mais fotossinteticamente ativas (mata), contornando o ribeirão e seus afluentes. A porção Noroeste e Sudoeste da bacia correspondem

às maiores áreas alteradas por atividades agrícolas. Já a região Norte, Nordeste e Sudoeste representam as áreas antropizadas utilizadas para habitação, ou seja, urbanização e condomínios/chacreamentos. A classe campo também representa uma porção da bacia, ao Sul da bacia há formações campestres, que podem ser naturais ou antrópicas.

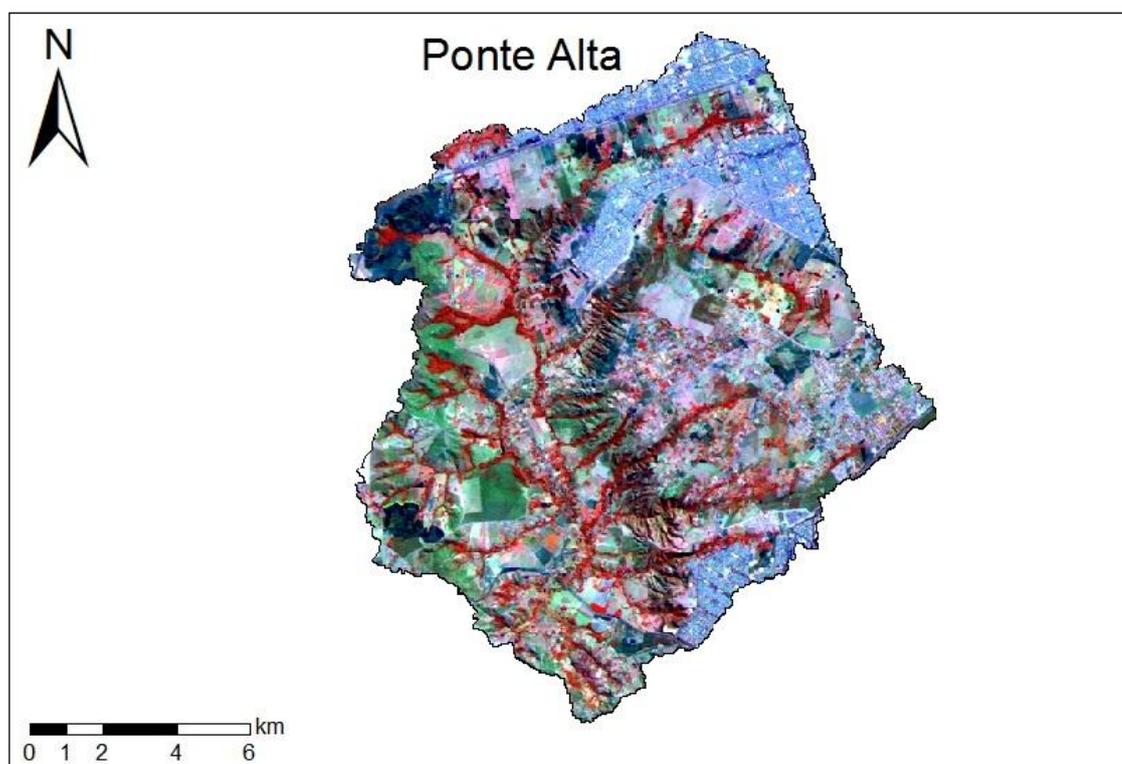


Figura 3 - Mapa de uso e ocupação do solo da bacia do ribeirão Ponte Alta (2010)

4.2. Levantamento de dados

O levantamento de dados foi realizado a partir de dados secundários disponibilizados pela Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal - ADASA, que atua na regulação e fiscalização das águas e dos serviços de saneamento básico do Distrito Federal.

Desde junho de 2009 a ADASA monitora a qualidade das águas superficiais do DF, a partir de análises realizadas trimestralmente nas suas 47 estações de monitoramento. A agência informa que são monitorados 25 parâmetros físico-químicos e biológicos, assim como foi requisitado pela Rede Nacional de Monitoramento da Qualidade das Águas - RNMQA, onde metas foram estabelecidas, uma delas é a que trata dos parâmetros mínimos analisados por ponto de monitoramento (12 parâmetros) (ANA, 2012). Na Tabela 3 é apresentada a descrição de todos os parâmetros monitorados com seu respectivo método de análise:

Tabela 3 - Parâmetros monitorados pela ADASA e seus respectivos métodos de análise

| PARÂMETRO | UNIDADE | MÉTODO | LQ |
|----------------------------|------------------------------|-------------|-------|
| Alcalinidade | mg CaCO ₃ .L-1 | SM 2320 | 1,0 |
| Condutividade | µS.cm-1 | SM 2510 | 0,1 |
| Cor Verdadeira | mg Pt.L-1 | SM 2120 B | 4,0 |
| DBO 5 a 20°C | mg O ₂ .L-1 | SM 5210 | 0,3 |
| DQO | mg O ₂ .L-1 | SM 5220 D | 0,03 |
| Dureza Total | mg CaCO ₃ .L-1 | SM 2340 C | 2,0 |
| Fosfato | mg PO ₄ 3-.L-1 | SM 4500 PO4 | 0,004 |
| Fósforo Total | mg P.L-1 | SM 4500 P | 0,004 |
| Nitrato | mg NO ₃ -.L-1 | SM 5400 E | 0,01 |
| Nitrito | mg NO ₂ -.L-1 | SM 4500 NO2 | 0,001 |
| Nitrogênio Amoniacal Total | mg NH ₃ .L-1 | SM 4500 | 0,02 |
| Nitrogênio Kjeldahl | mg N.L-1 | SM 4500 N | 0,56 |
| Nitrogênio Total | mg N.L-1 | SM 4500 N | 0,56 |
| Óleos e Graxas | mg .L-1 | SM 5520 | VA |
| Oxigênio Dissolvido | mg O ₂ .L-1 | SM 5210 | 0,3 |
| pH | - | SM 4500 H+ | 0,02 |
| Sólidos Suspensos | mg .L-1 | SM 2540 | 1,0 |
| Sólidos Totais | mg .L-1 | SM 2540 | 1,0 |
| Sólidos Totais Dissolvidos | mg .L-1 | SM 2510 | 0,05 |
| Sólidos Totais Voláteis | mg .L-1 | SM 2540 | 1,0 |
| Temperatura Ambiente | °C | - | - |
| Temperatura da Amostra | °C | - | - |
| Turbidez | UNT | SM 2130 B | 0,21 |
| Coliformes Totais | NMP.100mL-1 | SM 9221 B | - |
| Coliformes Fecais | NMP.100mL-1 | SM 9221 E | - |

Legenda: VA - virtualmente Ausente; LQ - limite de quantificação; DQO - Demanda Química de Oxigênio; DBO 5 a 20°C - Demanda Bioquímica de Oxigênio a 20°C em 5 dias; NMP - número mais provável; UNT - Unidade Nefelométrica de Turbidez; SM - STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER, 21ª ed. Washington: APHA, 2005 e "ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY".

Fonte: Plano de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos do Distrito Federal (2012)

Os métodos utilizados para a análise dos parâmetros se baseiam no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (Métodos Padronizados para o Exame de Água e Esgoto), (APHA, 1999). Os procedimentos descritos nesta norma destinam-se ao exame das águas de uma ampla gama de qualidade, incluindo a água adequada para o abastecimento doméstico ou industrial, água de superfície, água subterrânea, entre outras.

A ADASA monitora outros dados hidrológicos, como as disponibilidades hídricas superficiais, a partir da medição das vazões dos rios, e, possuem estações pluviométricas, este último dado quantitativo também foi utilizado na realização do trabalho.

Na bacia do Alto Jardim, a ADASA possui três estações de monitoramento (33, 34 e 35), e na bacia do Ponte Alta, apenas uma (06). Assim, foram selecionadas duas estações de monitoramentos para os dados qualitativos, para a bacia do rio Jardim foi selecionada a estação 35, Rio Jardim – montante DF 355, pois esta abarca as demais estações por estar a jusante das mesmas e para a bacia do ribeirão Ponte Alta, a estação 06, Ponte Alta (Figura 4). Estes dados foram coletados ao longo de setembro de 2009 a outubro de 2012 para bacia do rio Jardim e de junho de 2009 a agosto de 2012 para a bacia do ribeirão Ponte Alta. Além dos parâmetros que o IQA aborda, outros cinco serão considerados para a análise, como a dureza, a condutividade, a cor, a alcalinidade e a demanda química de oxigênio (DQO).

Os dados quantitativos (pluviosidade) foram referentes às estações da ADASA e da EMBRAPA. A estação Jardim Jusante São Gonçalo (01547067), possui as coordenadas 15°49'48''S e 47°31'52''W, o período compreendido pelos dados é de junho de 2009 a dezembro de 2012 e é de responsabilidade da ADASA, já a estação Ponte Alta possui as coordenadas 15°56'00"S e 48°08'00"W, a série temporal é de janeiro de 2009 a abril de 2012 e é referente à EMBRAPA.

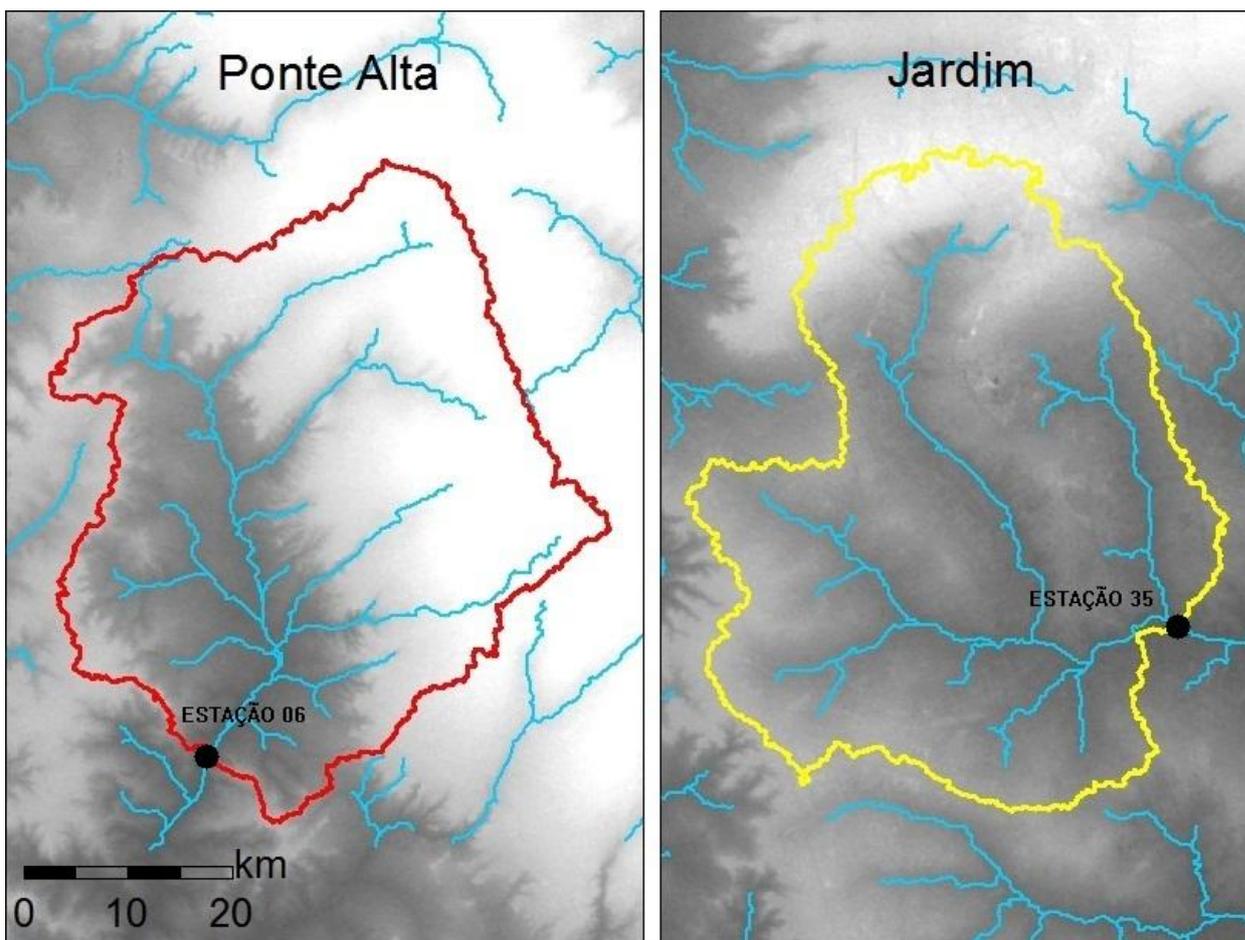


Figura 4 – Delimitação das áreas de estudo e suas respectivas estações de monitoramento – Ponte Alta (estação 06) e Jardim (estação 35), Distrito Federal, Brasil

4.3. Análise dos dados

As estações de monitoramento qualitativo da ADASA possuem uma série de quatro anos de dados (2009-2012), com dados coletados trimestralmente, assim as estações possuem treze campanhas amostrais. A análise de cada estação foi realizada baseando-se na resolução CONAMA nº 357/2005 para rios de classe II, que dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, mostrando-se como um instrumento de planejamento, ou seja, é projetado o rio que se que ter (Tabela 4). A comparação dos valores obtidos em relação às duas estações também foi realizada, a fim de se comparar a influência do uso do solo na água de cada bacia, uma rural e outra em processo de urbanização. Abaixo (Tabela 4) estão apresentados os valores máximos permitidos, de acordo com a Resolução citada acima, para cada um dos parâmetros de qualidade de água que serão discutidos a seguir.

Tabela 4 - Valores Máximos Permitidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005

| PARAMETROS | Resolução CONAMA nº 357/05 CLASSE II (V.M.P.) |
|----------------------------|--|
| Alcalinidade | NR |
| Coliformes Termotolerantes | 1000 NMP/100 mL |
| Condutividade | 75 a 100µS/cm |
| Cor | 75 mgpt/L |
| DBO 5 | 5,0 mg/L |
| DQO | NR |
| Dureza Total | NR |
| Fósforo Total | 0,1 mg/L |
| Oxigênio Dissolvido | > 5,0 mg/L |
| pH | 6,0 a 9,0 |
| Nitrato | 10 mg/L |
| Nitrito | 1 mg/L |
| Nitrogênio Amoniacal Total | 0,5 a 3,7 mg/L |
| Nitrogênio Total | NR |
| Sólidos Totais | NR |
| Sólidos Totais Dissolvidos | 500 mg/L |
| Temperatura | < 40° C |
| Turbidez | 100 NTU |

Fonte: Resolução CONAMA 357/05

V.M.P.: Valor Máximo Permitido

N.R.: Não há referência na legislação

As coletas de cada estação foram realizadas em datas distintas, com aproximadamente um mês de diferença, deste modo, a aferição dos dados foi realizada comparando-se os dados dos meses mais próximos medidos nas duas estações.

Foram utilizados dados de chuva medidos entre junho de 2009 e abril de 2012. Como a série de dados pluviométricos da ADASA referentes à bacia do ribeirão Ponte Alta estava incompleta, neste trabalho foram utilizados dados da estação de monitoramento da EMBRAPA Hortaliças, obtidos no interior da referida bacia.

Nas Figuras 5 e 6 é apresentado os dados de pluviosidade dos ribeirões Jardim e Ponte alta respectivamente.

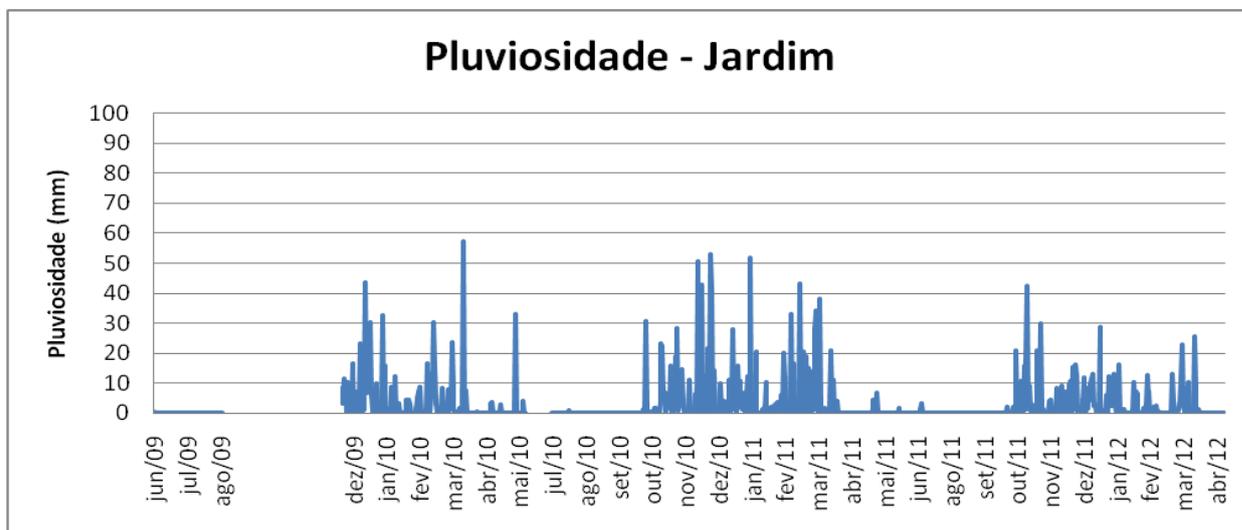


Figura 5 – Dados pluviométricos da estação de monitoramento do rio Jardim que compreende o período de junho de 2009 a abril de 2012

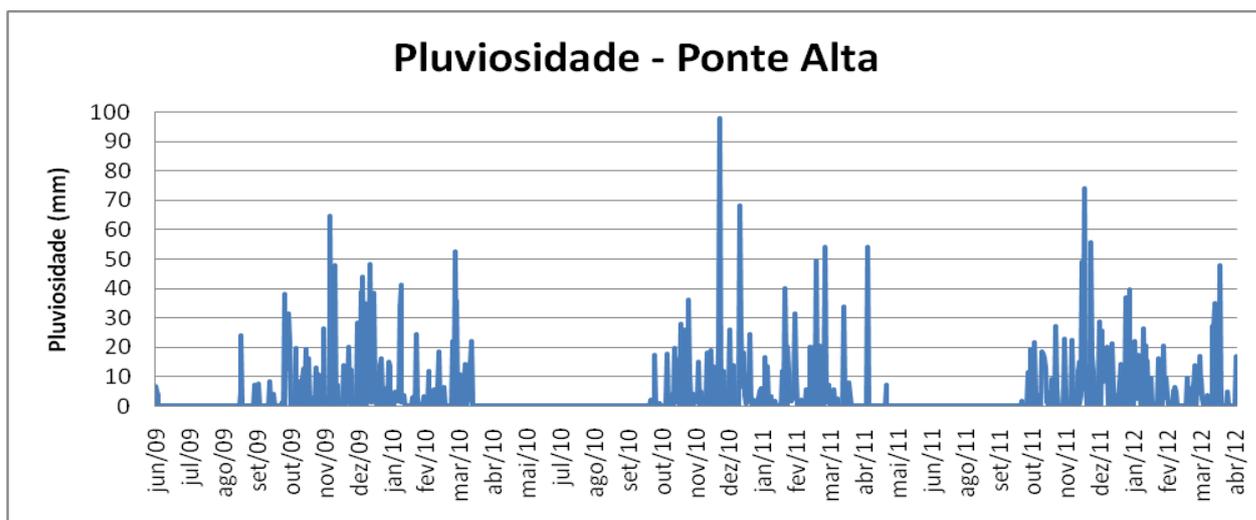


Figura 6 - Dados pluviométricos da estação de monitoramento do ribeirão Ponte Alta que compreende o período de junho de 2009 a abril de 2012

Os dados expostos nas Figuras 5 e 6 foram analisados juntamente com os dados de qualidade de água, com o intuito de verificar como a pluviosidade influencia os parâmetros avaliados. Deste modo, a partir dos dados de chuva diários, e da data em que foi realizada a coleta de água, pode-se verificar a existência de relação entre essas informações. Assim, somaram-se os valores de precipitação do dia anterior e do dia da coleta da água, analisando-

se assim, a relação entre os dois dados (chuva e qualidade da água) conforme exposto na Tabela 5. Este procedimento foi realizado para cada parâmetro de qualidade de água analisado.

Tabela 5 – Relação entre a precipitação e a data da coleta de qualidade de água

| RIO JARDIM | | PONTE ALTA | |
|----------------|--------------|-----------------|--------------|
| DATA DA COLETA | PRECIPITAÇÃO | DATA DA COLETA | PRECIPITAÇÃO |
| | | 10/junho/09 | 0,00 |
| | | 13/novembro/09 | 26,20 |
| 20/janeiro/10 | 0,00 | 19/fevereiro/10 | 6,40 |
| 15/abril/10 | 0,00 | 14/maio/10 | 0,00 |
| 16/julho/10 | 0,00 | 20/agosto/10 | 0,00 |
| 22/outubro/10 | 6,60 | 22/novembro/10 | 5,00 |
| 20/janeiro/11 | 20,60 | 09/fevereiro/11 | 16,00 |
| 28/abril/11 | 0,20 | 25/maio/11 | 0,00 |
| 21/julho/11 | 0,00 | 25/agosto/11 | 0,00 |
| 24/outubro/11 | 0,00 | 22/novembro/11 | 27,00 |
| 24/janeiro/12 | 0,00 | 23/fevereiro/12 | 8,80 |
| 18/abril/12 | 0,00 | | |
| 17/julho/12 | 0,20 | | |
| 22/outubro/12 | 0,00 | | |

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Realizada a devida organização dos dados, realizou-se a interpretação dos mesmos gerando informações sistematizadas das duas bacias em questão. Essas informações deram subsídio para a avaliação dos impactos gerados pelo uso e ocupação do solo sobre os recursos hídricos e assim, os parâmetros mais significativos para o monitoramento da qualidade da água foram identificados para cada tipo de bacia proposta, a urbana e a rural. Nas Figuras 7 a 20 representam os valores dos parâmetros monitorados nas duas bacias em estudo e suas respectivas análises mediante os temas tratados.

Na Figura 7 são apresentados os resultados do monitoramento da alcalinidade nos rios Jardim e Ponte Alta.

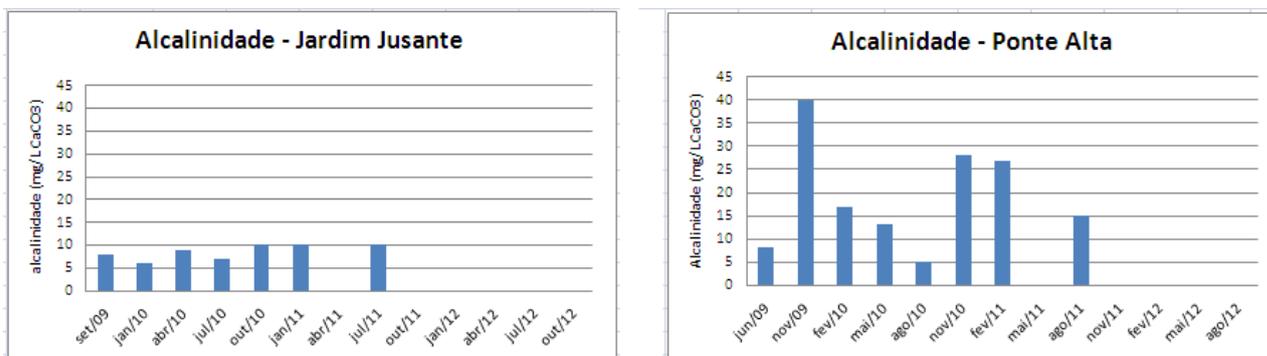


Figura 7 - Dados de alcalinidade medidos pela ADASA nas bacias dos rios Jardim (a) e Ponte Alta (b)

Pode-se observar que a alcalinidade do rio Jardim pouco varia, estando entre 6 e 10 mg/L CaCO₃, enquanto no rio Ponte Alta os valores são mais elevados, de 8 a 40 mg/L CaCO₃, entretanto, a variação ainda não se mostra preocupante. Os valores apresentaram maior correspondência com os índices pluviométricos do ribeirão Ponte Alta, onde se constatou que com o aumento das chuvas a alcalinidade também aumentou.

Estes resultados demonstram uma maior alcalinidade no ribeirão Ponte Alta, ou seja, há uma maior quantidade de íons, e estes tem a capacidade de neutralizar ácidos (íons de hidrogênio), resistindo assim a mudanças no pH. Assim, como a água em questão possui pH menor que 8,3, ocorre a chamada alcalinidade de bicarbonato (maior presença), e estes dissolvem-se no corpo d'água por conta da sua passagem anterior pelo solo, que são geralmente calcários (origem natural) e/ou por esgotos domésticos (origem antrópica) (VON SPERLING, 2005). Sabe-se que os solos do Cerrado são, em geral, naturalmente pobres em calcário, como ocorre nos casos das regiões das bacias dos rios Jardim e Ponte Alta, assim, qualquer alteração mais relevante nesse parâmetro, pode ser decorrente de esgoto doméstico.

Na Figura 8 são apresentados os resultados do monitoramento de coliformes termotolerantes nas estações dos rios Jardim e Ponte Alta.

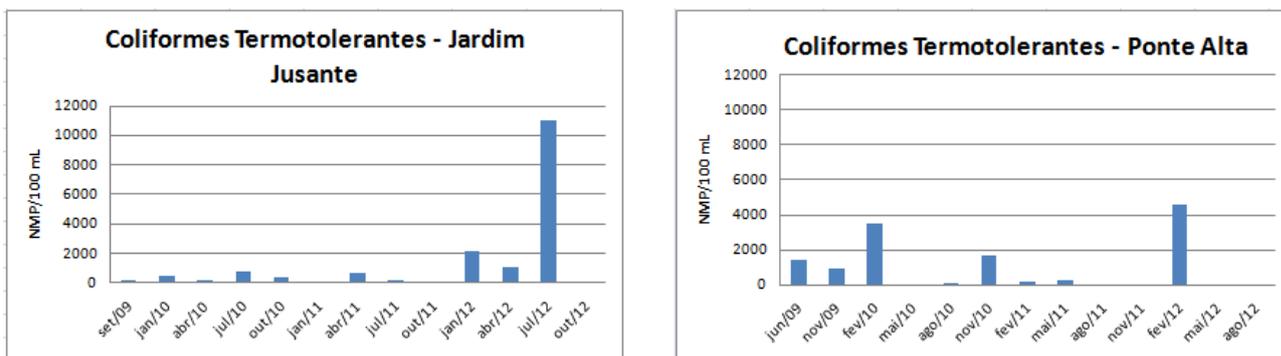


Figura 8 – Dados de coliformes termotolerantes medidos pela ADASA nas bacias dos rios Jardim (a) e Ponte Alta (b)

Os coliformes termotolerantes são um dos parâmetros presente no IQA e de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/05, para um rio classe II, o valor máximo aceitável é de 1000 NMP/ 100 mL em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A partir da análise dos gráficos apresentados na Figura 8, pode-se observar valores acima dos permitidos nos meses de janeiro, abril e julho de 2012, no rio Jardim, entretanto, o restante dos valores não se elevou a ponto de extrapolar os limites permitidos.

Comparando os valores alterados com os mesmos meses de anos anteriores (2010 e 2011), observa-se que foi um evento anômalo, pois os valores se mantiveram dentro dos limites, mesmo levando em conta as chuvas ou sua ausência no período. Nesta bacia não existem áreas urbanizadas, assim, a principal fonte de risco em relação a esse parâmetro é a presença de animais, já que nesta bacia existem granjas de aves e de porcos, além da criação de gado.

Destaca-se que em julho, quando ocorreu um pico na quantidade de coliformes termotolerantes é um período de baixas vazões, ou seja, quando o rio tem baixa capacidade de diluir efluentes. Assim, o maior dado observado no rio Jardim pode ser decorrente do acesso de animais ao rio ou algum procedimento de limpeza das granjas existentes.

Já no ribeirão Ponte Alta esses valores se elevaram em junho/2009, fevereiro e novembro/2010 e em fevereiro/ 2012 novamente, ou seja, é um evento recorrente. Nas cabeceiras do ribeirão há ocupação humana, ocorrendo lançamento de esgoto em suas águas, contudo, como demonstram os dados do ponto de medição da ADASA, muitas vezes, ele não se apresenta como um grande problema em decorrência da diluição.

Zucco *et al* (2012) evidenciaram elevados valores do parâmetro de coliformes termotolerantes em uma bacia agrícola, indicando contaminação pontual, por águas residuárias domésticas e também de criação de animais.

Na Figura 9 são apresentados os resultados do monitoramento da condutividade nos rios Jardim e Ponte Alta.

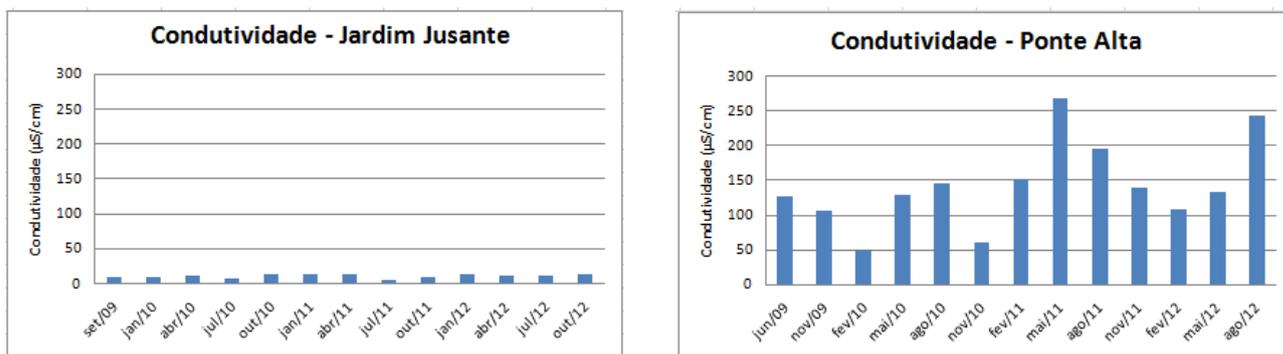


Figura 9 – Dados de condutividade medidos pela ADASA nas bacias dos rios Jardim (a) e Ponte Alta (b)

Os solos do Cerrado são pobres em nutrientes, assim suas águas sofrem essas consequências, ou seja, são pobres também, apresentando baixos valores de condutividade (MUNIZ *et al*, 2011). Assim, como é exposto na Figura 9, em um ambiente mais natural, como é o caso do rio Jardim, os valores pouco variam e são baixos, entre 6 e 12,7 µS/cm, já no ribeirão Ponte Alta, o caso é inverso, indicando altos valores de condutividade elétrica, um exemplo é o mês de maio/ 2011, chegando a 268,4 µS/cm. Este índice foi bem representativo no que diz respeito à comparação entre as duas áreas estudadas.

A condutividade retrata a capacidade da água conduzir corrente elétrica, devido à presença de íons dissolvidos (sais) na mesma, desta forma, este parâmetro auxilia na indicação de poluentes, no caso do rio Jardim a causa são os nutrientes carreados para a água e no ribeirão Ponte Alta a causa pode ser tanto o carreamento de nutrientes, quanto dos esgotos lançados. No que diz respeito à relação com os índices pluviométricos os dados do ribeirão Ponte Alta foram mais expressivos. A precipitação se mostra como fator de diluição do corpo hídrico, pois, ao chover o nível do ribeirão se eleva e a carga dos íons presentes é diluída pela mesma, resultando na diminuição dos valores de condutividade elétrica.

Na Figura 10 são apresentados os resultados do monitoramento da cor nos rios Jardim e Ponte Alta.

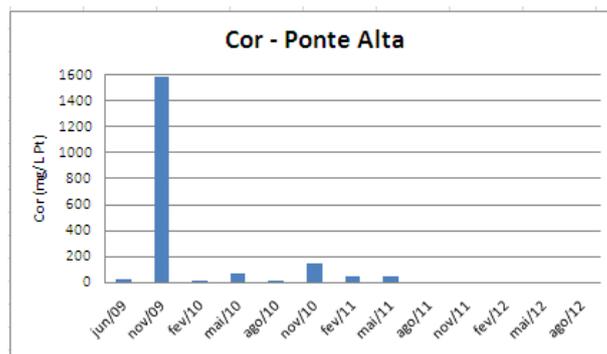
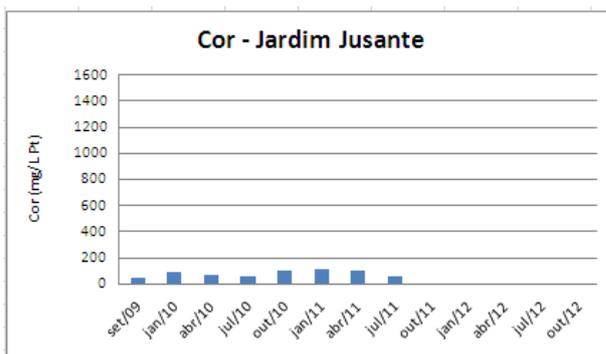


Figura 10 - Dados de cor medidos pela ADASA nas bacias dos rios Jardim (a) e Ponte Alta (b)

O valor máximo permitido para Classe II, na Resolução CONAMA nº 357/05 é de 75 mg Pt/L. Estes se mostram mais elevados no rio Jardim, das 8 amostras, metade delas se mostram superior ao valor máximo permitido, em contrapartida de apenas 2 valores acima do ribeirão Ponte Alta. Ambos os rios apresentaram essas elevações no período chuvoso, assim, infere-se que houve o carregamento de nutrientes e substâncias pelo escoamento superficial.

Na Figura 11 são apresentados os resultados do monitoramento da DBO₅ nos rios Jardim e Ponte Alta.

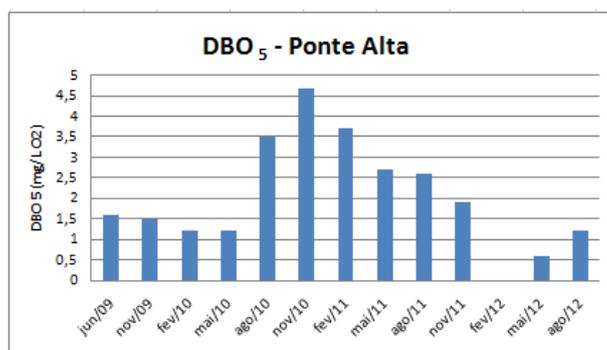
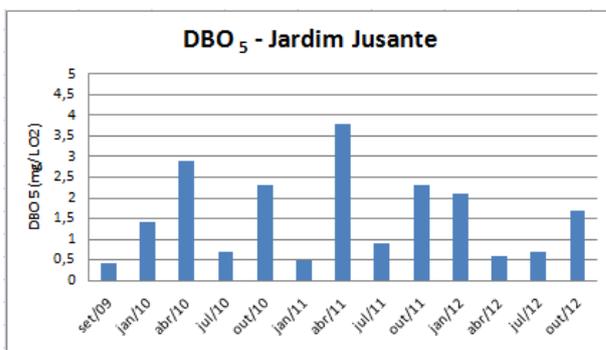


Figura 11 - Dados de DBO₅ medidos pela ADASA nas bacias dos rios Jardim (a) e Ponte Alta (b)

Os valores da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO₅) estão dentro dos valores permitidos na Resolução CONAMA 357/2005 nas duas áreas, que é 5 mg/ L O₂. Porém, no ribeirão Ponte Alta estes valores se elevam, em alguns meses, quando comparados. A elevação deste parâmetro se deve ao processo de oxidação da matéria orgânica, como efluentes domésticos, o problema é que consequentemente o oxigênio dissolvido diminui, comprometendo a vida aquática. O parâmetro não apresentou relação com a pluviosidade.

Na Figura 12 são apresentados os resultados do monitoramento da DQO nos rios Jardim e Ponte Alta.

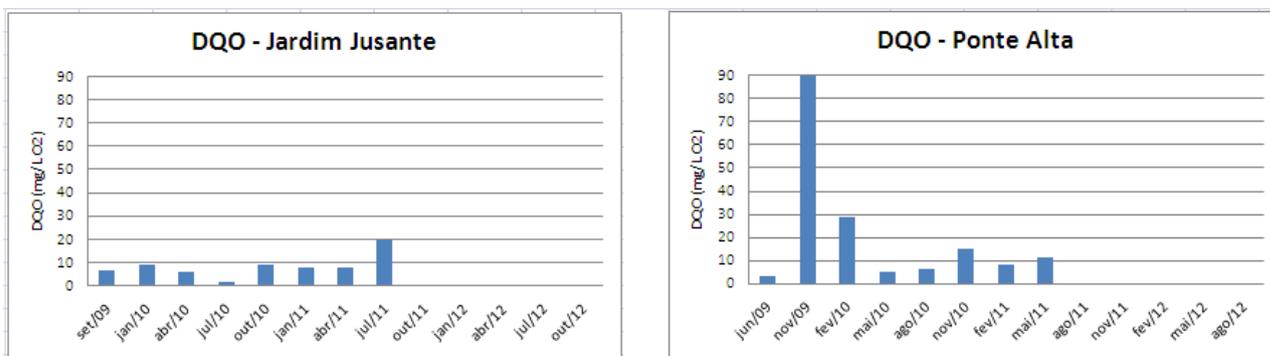


Figura 12 – Dados de DQO medidos pela ADASA nas bacias dos rios Jardim (a) e Ponte Alta (b)

A Demanda Química de Oxigênio (DQO) se refere à quantidade de oxigênio utilizada para oxidar a matéria orgânica, presente na água, por meio de um agente químico. Este parâmetro também faz alusão à degradação do corpo hídrico por despejos industriais e esgotos sanitários.

Os valores de DQO, analisando toda a série temporal, são maiores no ribeirão Ponte Alta. Essa diferença fica bastante perceptível nos meses de novembro/2009 e fevereiro/2010, porém a disparidade foi diminuindo até que nas últimas medições da série (final de 2011 e 2012) tanto os valores do rio Jardim, quanto do ribeirão Ponte Alta se apresentaram inferiores a 5 mg/ L O₂. Este parâmetro também não apresentou correspondência com os índices pluviométricos.

Bilich (2007) compara os usos do solo e sua influência na qualidade de água, assim, constatou que a amplitude dos valores de DQO são superiores nas captações dos córregos e ribeirões localizados em áreas antropizadas, em relação aos valores das captações das áreas com vegetação nativa mais preservada.

Na Figura 13 são apresentados os resultados do monitoramento da dureza total nos rios Jardim e Ponte Alta.

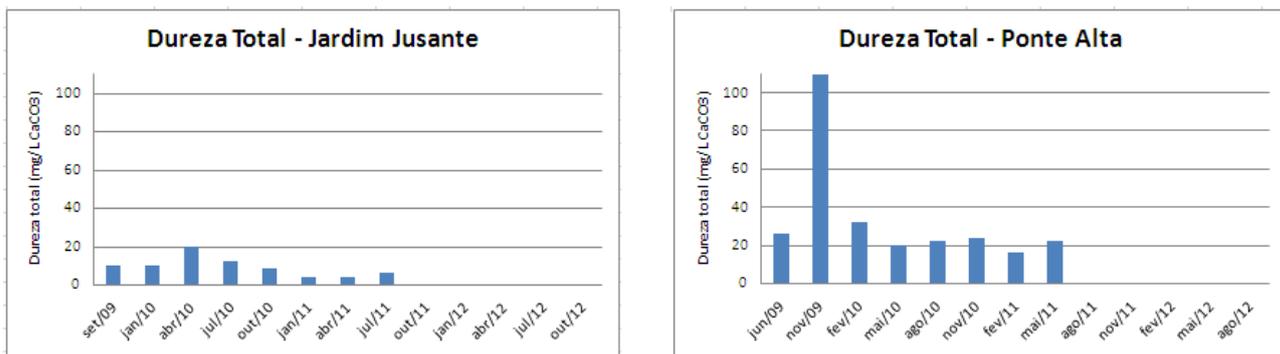


Figura 13 – Dados de dureza total medidos pela ADASA nas bacias dos rios Jardim (a) e Ponte Alta (b)

A dureza é causada pela concentração de cátions na água, principalmente o cálcio e magnésio, além do ferro, manganês, alumínio, entre outros. Na maioria dos casos o que confere dureza às águas é sua passagem pelo solo calcário.

No caso dos rios estudados, os valores de dureza apresentaram-se baixos, entretanto, quando comparados, os valores do ribeirão Ponte Alta se mostram um pouco mais elevados. A pluviosidade se mostra como fator controverso nos dois rios, da seguinte forma: no rio Jardim, quando chove, o valor da dureza aumenta. Ao contrário do que acontece no ribeirão Ponte Alta, que ao chover a dureza diminui. Uma das formas de explicar esse contraste é da seguinte forma: no rio Jardim quando chove é carregado nutrientes para a água, devido à agricultura existente e no ribeirão Ponte Alta estes cátions já estão presentes na água, e ao chover, ocorre o processo de diluição, diminuindo os valores.

Na comparação entre uma bacia urbana e uma rural no DF, Muniz *et al* (2011) concluíram que os valores de dureza encontrados nas águas da bacia rural é baixa, enquanto na bacia urbana, em função dos efluentes urbanos, há um aumento na dureza da água. Entretanto, as águas são classificadas como “mole”, pois, a concentração de CaCO₃ das amostras foram menores que 50 mg/L.

Na Figura 14 são apresentados os resultados do monitoramento do fósforo nos rios Jardim e Ponte Alta.

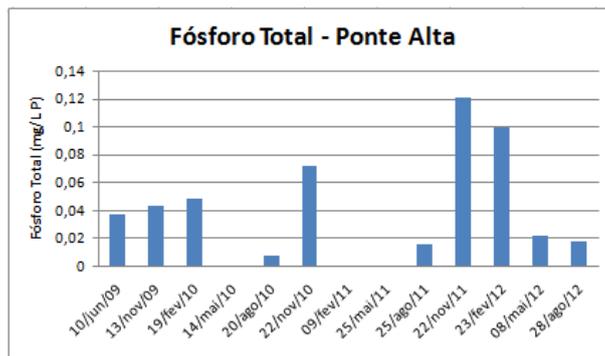
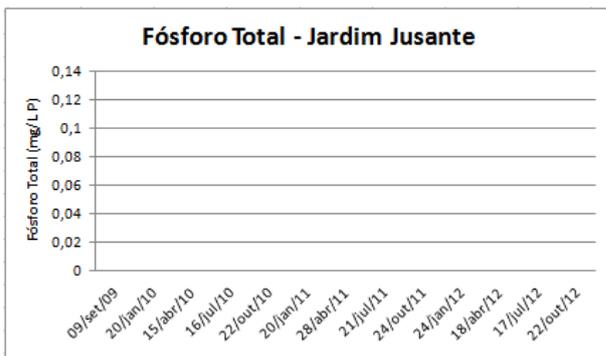


Figura 14 – Dados de fósforo total medidos pela ADASA nas bacias dos rios Jardim (a) e Ponte Alta (b)

O valor máximo permitido do fósforo total em rios de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/05 é de 0,1 mg/L. Observa-se que o rio Jardim não apresentou valores deste parâmetro, já no ribeirão Ponte Alta foi possível quantificar e apenas no mês de novembro/ 2011, ultrapassou o limite, chegando a 0,12 mg/L. Os valores mais elevados destes parâmetros corresponderam com a pluviosidade, ocorrendo nos meses de novembro e fevereiro da série temporal, infere-se que é causado pelo carreamento de fertilizantes das áreas agrícolas, desta bacia.

A contribuição de fósforo aos recursos hídricos tem como principal agente o uso urbano, seguido pelo uso agrícola do solo (SHARPLEY & REKOLAINEN, 1997 apud TOLEDO; NICOLELLA, 2002).

Na Figura 15 são apresentados os resultados do monitoramento do oxigênio dissolvido nos rios Jardim e Ponte Alta.

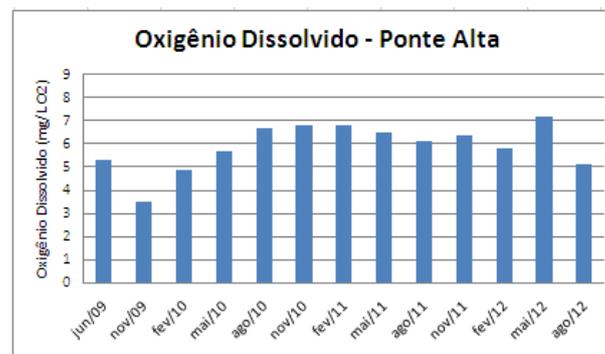
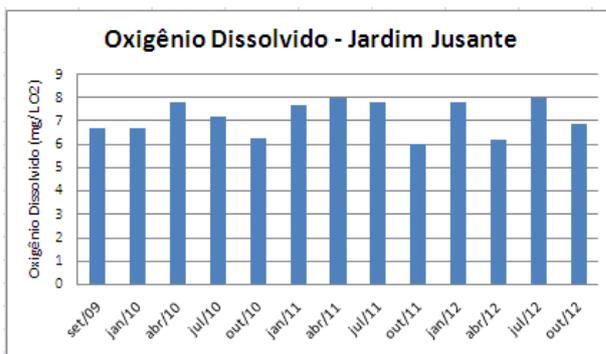


Figura 15 – Dados de oxigênio dissolvido medidos pela ADASA nas bacias dos rios Jardim (a) e Ponte Alta (b)

O oxigênio dissolvido mostrou-se dentro dos valores aceitáveis nas duas áreas de estudo, durante o tempo amostral da pesquisa. Entretanto, os valores do ribeirão Ponte Alta são menores na maioria dos meses, quando comparado e, também, dois meses tiveram seus valores fora da normalidade. Em novembro de 2009, no ribeirão Ponte Alta este parâmetro chegou a 3,5 mg/ L O₂, sendo que a diminuição deste parâmetro é bastante prejudicial para a vida aquática do corpo d'água. A variação do parâmetro não correspondeu com a pluviosidade em nenhum dos dois rios.

Toledo e Nicolella (2002) que o carreamento de substâncias vindas de áreas agrícolas e de fontes urbanas fornece carga de fósforo e amônia, causando a diminuição do oxigênio dissolvido no corpo hídrico, interferindo nos processos respiratórios da comunidade hídrica.

Na Figura 16 são apresentados os resultados do monitoramento do pH nos rios Jardim e Ponte Alta.

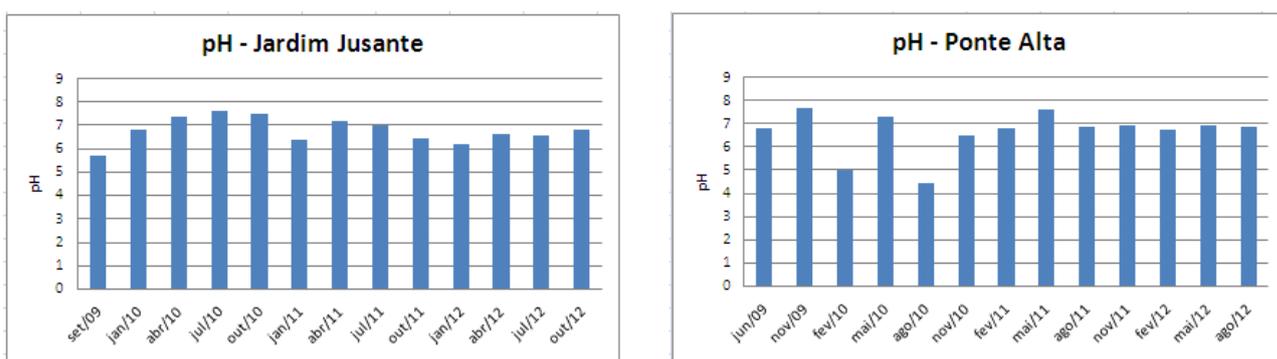


Figura 16 – Dados de pH medidos pela ADASA nas bacias dos rios Jardim (a) e Ponte Alta (b)

De acordo com a Resolução 357/2005 do CONAMA o pH das águas Classe II devem ser entre 6,0 e 9,0. Como se pode observar não houve uma grande variação dos valores apresentados, que oscilaram entre 6,5 e 7,5, que geralmente refletem a acidez dos solos do Cerrado. Este parâmetro também não apresentou correspondência com a pluviosidade.

Na Figura 17 são apresentados os resultados do monitoramento da série nitrogenada nos rios Jardim e Ponte Alta.

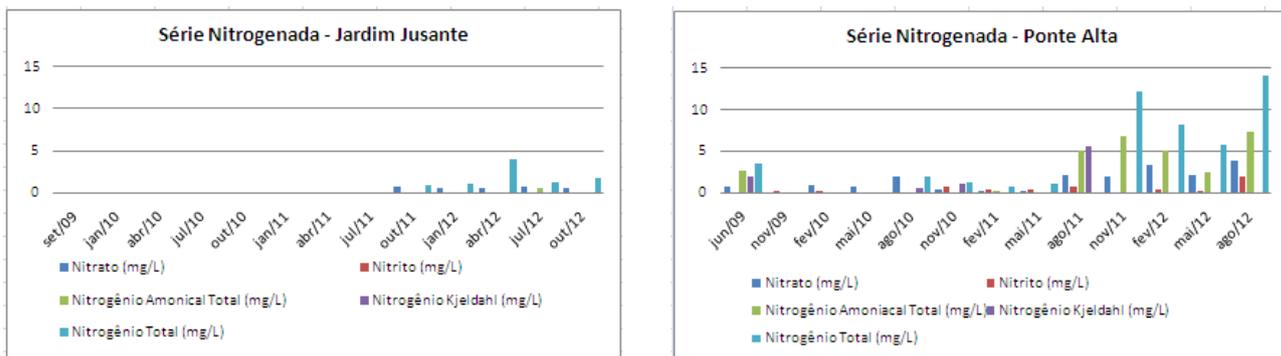


Figura 17 – Dados da série nitrogenada medidos pela ADASA nas bacias dos rios Jardim (a) e Ponte Alta (b)

Na série nitrogenada são comparados 5 parâmetros, nitrato, nitrogênio amoniacal, nitrogênio total, nitrito e nitrogênio kjeldahl.

O valor máximo de nitrato permitido para as águas Classe II (CONAMA 357) é de 10 mg/L, mesmo os valores do ribeirão Ponte Alta terem dado maiores que o do rio Jardim, estes se encontram bem abaixo do valor máximo permitido, chegando a 3,8 mg/L. O nitrito tem seu valor máximo reduzido, 1 mg/L, por ser bastante tóxico quando encontrado em quantidades elevadas, o mesmo aconteceu com este, seus valores foram bem menores no rio Jardim e no ribeirão Ponte Alta, houve extrapolação do resultado somente no mês de agosto de 2012, última medição da série. O nitrogênio amoniacal para águas com pH menor que 7,5, possui valor máximo de 3,7 mg/L, e corresponde a decomposição de matéria orgânica. No rio Jardim seus valores ficaram dentro do limite, e o mesmo aconteceu com o ribeirão Ponte Alta, entretanto, após agosto/2011 seus valores ultrapassaram o limite, chegando a 7,4 no mesmo mês do ano seguinte. A amônia é uma substância que se presente em grandes quantidades, como aqui apresentado, causa a asfixia de peixes.

Outro parâmetro da série nitrogenada é o nitrogênio kjeldahl total (NKT), que se refere à combinação da amônia e do nitrogênio, para a determinação deste último elemento. Nos dois corpos hídricos os valores se apresentaram abaixo do limite e quantificação na maioria dos meses, e quando foi possível detectá-lo, o ribeirão Ponte Alta apresentou os maiores valores, novamente. E por fim, o nitrogênio total, que é um dos parâmetros do IQA, os valores se mostraram maiores no ribeirão Ponte Alta, chegando a valores bastante elevados nas quatro últimas medições.

Na Figura 18 são apresentados os resultados do monitoramento dos sólidos nos rios Jardim e Ponte Alta.

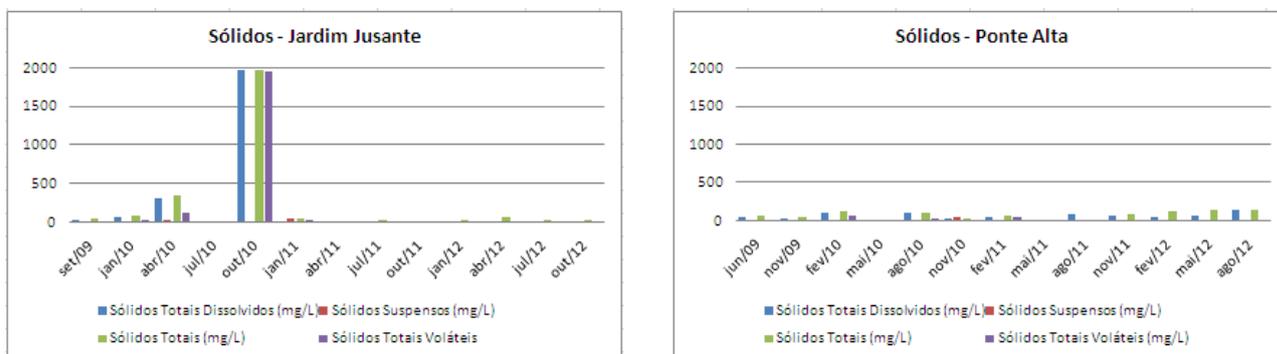


Figura 18 – Dados dos sólidos medidos pela ADASA nas bacias dos rios Jardim (a) e Ponte Alta (b)

A série de sólidos se apresenta em sólidos totais dissolvidos, sólidos totais, sólidos suspensos e sólidos totais voláteis. Destes quatro parâmetros, somente os sólidos totais é levado em consideração no cálculo do IQA.

O limite dos sólidos totais dissolvidos aparecem na Resolução CONAMA 357, é de 500 mg/L. Os valores do ribeirão Ponte Alta se mantiveram abaixo do limite estipulado, e o rio Jardim apresentou valores menores ainda, com exceção dois meses (abril e outubro/2010) como se pode observar na Figura 18. O mesmo aconteceu com os sólidos totais e sólidos totais voláteis, porém, estes não possuem valor de referência na resolução. Já os sólidos suspensos, os valores do rio Jardim foram maiores somente nos meses de abril/2010 e janeiro/2011.

Não houve uma correspondência muito forte entre os valores e a pluviosidade, no caso do rio Jardim e ribeirão Ponte Alta, os maiores valores ocorreram em épocas secas e chuvosas, como foi descrito acima.

Na Figura 19 são apresentados os resultados do monitoramento da temperatura nos rios Jardim e Ponte Alta.

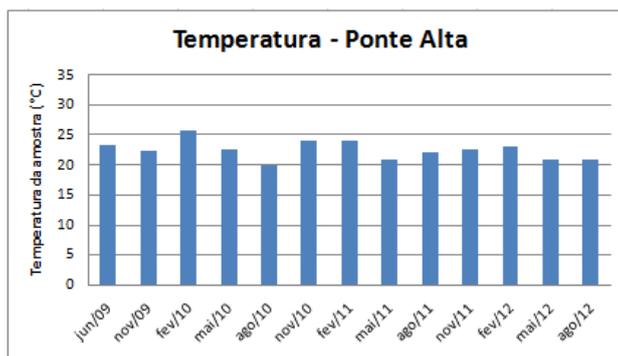
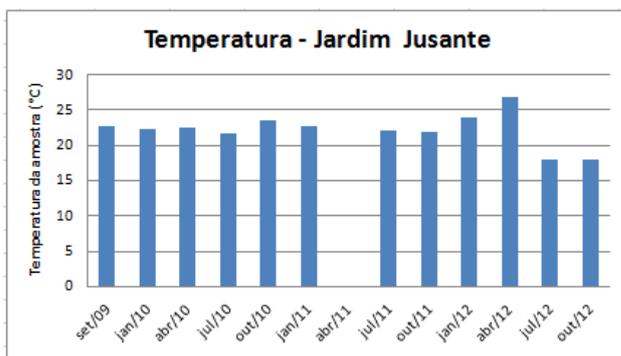


Figura 19 – Dados de temperatura medidos pela ADASA nas bacias dos rios Jardim (a) e Ponte Alta (b)

A temperatura está dentro dos padrões exigido pela Resolução CONAMA nº 357/2005, ou seja, inferior a 40 graus, entretanto, não se mostrou um bom parâmetro para comparação, pois além de não haver grandes variações, também não há discrepâncias entre as temperaturas dos rios Jardim e Ponte Alta. Deste modo, este parâmetro também não teve relação com a pluviosidade no período estudado.

Matheus *et al* (1995) citam que a maior parte das espécies animais e vegetais têm exigências quanto às temperaturas máximas e mínimas suportadas, sendo as variações de temperatura da água parte do regime climático natural, influenciando assim, o metabolismo de comunidades aquáticas, como produtividade primária, respiração dos organismos e decomposição da matéria orgânica.

Na Figura 20 são apresentados os resultados do monitoramento da turbidez nos rios Jardim e Ponte Alta.

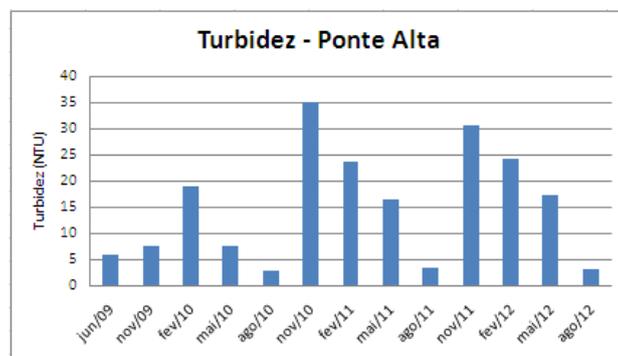
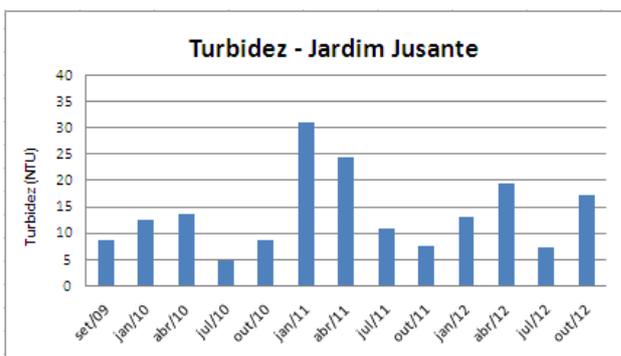


Figura 20 – Dados de turbidez medidos pela ADASA nas bacias dos rios Jardim (a) e Ponte Alta (b)

A turbidez da água apresentou ótimos valores, para os dois rios, chegando ao máximo de 35 UNT no ribeirão Ponte Alta, quando o aceitável é até 100 UNT de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/05. Os valores variaram bastante, ou seja, não há uma constância para que se possa afirmar qual dos rios possui mais sedimentos em suspensão, matérias orgânicas e inorgânicas (fatores que influenciam o aumento do parâmetro).

Este parâmetro apresenta correspondência com a pluviosidade, pois, a água da chuva carrega sedimentos, matéria orgânica e inorgânica, como areia, silte, argila, nutrientes, pesticidas, entre outros. Ocasionalmente ocasionando a diminuição da entrada de luz, comprometendo a biota aquática e o assoreamento do corpo d'água. Nas duas áreas, quando houve o maior pico de chuva, também houve o maior valor na turbidez da série, assim, no rio Jardim, os valores mais elevados foram nos meses de janeiro e abril e no ribeirão Ponte Alta foram nos meses de novembro e fevereiro.

Na Figura 21 são apresentados os resultados dos cálculos do IQA nos rios Jardim e Ponte Alta.

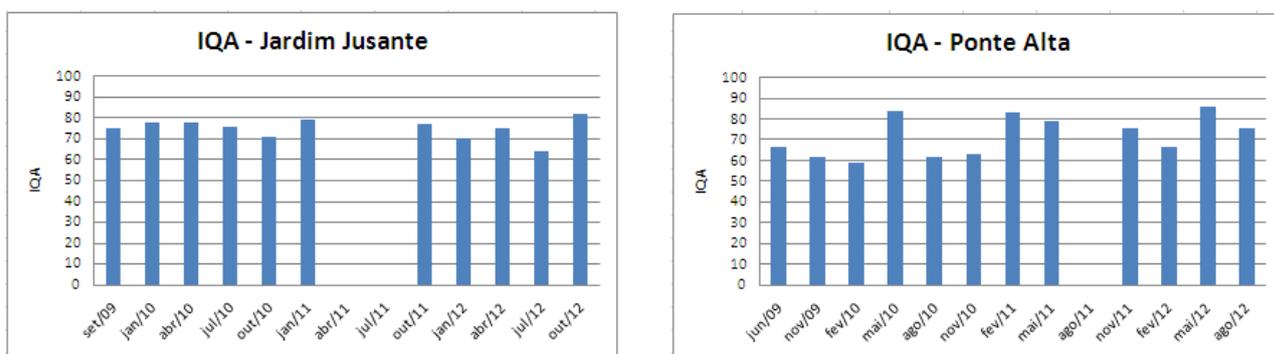


Figura 21 – Dados do IQA calculado pela ADASA nas bacias dos rios Jardim (a) e Ponte Alta (b)

Após os cálculos realizados (Eq. 1) a partir do resultado dos 9 parâmetros selecionados, obteve-se o valor do IQA, que varia de 0 a 100. Não houve uma constância nos valores, sendo que o IQA do rio Jardim variou de 82 a 64 e no ribeirão Ponte Alta a variação foi maior, de 86 a 59. Levando em consideração os níveis de qualidade da água, considerado pela ADASA, os rios variaram de bom, em seus maiores valores a médio, nos resultados mais baixos. Assim, de acordo com os resultados do IQA, os dois rios comparados neste estudo estão no mesmo nível de qualidade.

Simplício *et al* (2012) concluíram a partir de estudos de qualidade de água em três rios do DF, que o trecho monitorado do rio Jardim se enquadra como Classe II, já o ribeirão Ponte Alta se enquadra como Classe IV de acordo com a resolução CONAMA 357.

Deste modo, analisando a qualidade da água com o uso solo, observa-se que na área de drenagem do Ponte Alta ocorrem mais alterações, ou seja, há urbanização, chacreamentos, agricultura, além das ETE's presentes na bacia. Por mais que os valores deste ribeirão tenham dado mais elevados comparando com o rio Jardim, alguns parâmetros não extrapolaram a ponto de se identificar as reais conseqüências do uso do solo na qualidade da água.

As águas precipitadas escoam naturalmente, devido ao relevo, geologia, solos, entre outros fatores locais, assim, são “captadas” pelas áreas de drenagem, até chegarem ao curso d'água principal, deste modo, a precipitação interfere na qualidade da água.

Os parâmetros tendem a serem maiores na estação seca do que na chuvosa, pois, nesse período do ano em que em que as precipitações são em torno de zero, e são altas as taxas de evaporação, o volume de água dos reservatórios diminui, o que explicaria a maior concentração de nutrientes nesse período (PARRON, 2007).

Entretanto, a partir das análises realizadas relacionando os índices pluviométricos com os dados de qualidade de água de ambas as estações de monitoramento, evidenciado na Tabela 5, observa-se que a maioria das coletas não foi realizada nos maiores eventos de chuva mensais.

Este fato é levado em consideração, pois é de suma importância que a coleta ocorra nestes eventos, pois o rio muda seu comportamento devido ao carreamento de nutrientes do solo e também regime de nível e vazão, que conseqüentemente, altera os resultados de qualidade da água. E nos rios do DF essas alterações são bastante rápidas, ou seja, um evento de cheia pode durar somente 1, 2 horas e a capacidade de se coletar água neste período se reduz.

Um dos exemplos mais claros é o parâmetro da turbidez, sabe-se que o rio Jardim fica “barrento” quando ocorrem precipitações e nenhuma das amostras relatou isso, pois o maior valor foi de 31 UNT, que são águas com pouco sedimento.

6. CONCLUSÕES

Os resultados gerados a partir das análises realizadas, juntamente com o conhecimento do uso do solo na bacia do rio Jardim, onde o uso do solo é essencialmente agrícola, evidenciam que a qualidade da água se manteve quase sempre inserida na faixa de valores preconizados para um rio de Classe II (Resolução CONAMA nº 357), indicando que os impactos gerados até o momento não foram expressivos.

No ribeirão Ponte Alta a partir dos resultados do IQA e das análises realizadas, a água se enquadra em um rio Classe II, porém é perceptível que a qualidade da água não retrata fielmente os usos da bacia, pois há lançamento de esgoto proveniente de áreas urbanas e apesar do resultado de parâmetros alterados, como por exemplo, os coliformes termotolerantes, a condutividade, OD e fósforo, esses valores foram muito abaixo do esperado para uma bacia em processo de urbanização e com lançamento de esgoto bruto em sua parte mais alta, indicando que, no ponto de medição, as concentrações das substâncias na água já foram diluídas. Diante desse fato, essa é uma bacia que requer a instalação de mais estações de monitoramento da qualidade da água.

Quando comparado os impactos gerados pelo uso do solo nas águas das duas bacias, nota-se uma maior influência na bacia em processo de urbanização do que na bacia agrícola, mas essa diferença, pelos motivos já citados, foi menor do que a esperada.

A alcalinidade, a condutividade, a dureza, a série nitrogenada e o fósforo se mostraram como parâmetros favoráveis para a comparação da qualidade das águas em bacias agrícolas e urbanas.

E por fim, há grande necessidade de coletas de água, para análise de sua qualidade, em eventos de cheia, em ambas as estações de monitoramento, uma vez que quase todos os dados foram medidos com vazões baixas, fora da influência de escoamento superficial, que pode alterar de forma significativa a qualidade da água.

7. REFERÊNCIAS

ADASA - Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal. **Plano de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos do Distrito Federal – PGIRH/DF**. Relatório Final – Volume I – Diagnóstico – Jul/ 2012.

ANA - Agência Nacional de Águas. **Indicadores de Qualidade - Índice de Qualidade das Águas**. Disponível em: pnqa.ana.gov.br/IndicadoresQA/IndexeQA.aspx. 2009. Acesso em: 20 de junho de 2013. 20/06/13.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Panorama da qualidade das águas superficiais do Brasil: 2012/ Agência Nacional de Águas**. Brasília: ANA, 2012.

APHA - American Public Health Association. 1995. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. APHA. Washington DC: Edição 19, 1995.

BARROS, J. R. **A chuva no Distrito Federal: o regime e as excepcionalidades do ritmo**. 2003. Dissertação (mestrado) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Departamento de Geografia, Universidade Estadual Paulista, Rio Branco, 2003.

BARROS, J. R. **As águas subterrâneas**. BRAGA, N. P, MECENAS, VV., CARDOSO, E. S., orgs. APA de Cafuringa: a última fronteira natural do DF. Brasília: SEMARH, p. 53-58, 2005.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Senado, 1988.

BRASIL. Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos**, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília, DF, 1997.

BRASIL. Lei Federal nº 9.984, de 17 de julho de 2000. **Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas – ANA**, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências. Brasília, DF, 2000.

CHAVES, H. M. L.; PIAU, L. P. **Efeito da variabilidade da precipitação pluvial e do uso e manejo do solo sobre o escoamento superficial e o aporte de sedimento de uma bacia hidrográfica do Distrito Federal**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.32, 2008, 333-343p.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Índice de qualidade das águas. 1975. Disponível em: <www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/42-indice-de-qualidade-das-aguas>. Acesso em: 25.jun.2013.

CODEPLAN - Companhia de Planejamento do Distrito Federal. **Mapa de bacias hidrográficas do Distrito Federal**. Brasília, DF, 2004.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. **Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências**. Brasília: CONAMA, 2005.

COUILLARD, D.; LEFEBVRE, Y. **Analysis of water quality indices**. In: TOLEDO, L. G.; NICOLELLA, G. Índice de qualidade de água em microbacia sob uso agrícola e urbano. *Scientia Agricola*, v.59, n.1, jan./mar. 2002, 181-186p.

DOLABELLA, R. H. C. **Caracterização agroambiental e avaliação da demanda e da disponibilidade dos recursos hídricos para a agricultura irrigada na bacia hidrográfica do rio Jardim - DF**. Brasília: UnB, Dissertação Mestrado, 1996. 106p.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Distrito Federal. Escala 1:100.000**. Serviço nacional de levantamento e conservação dos solos. Rio de Janeiro: EMBRAPA - SNLCS. Boletim Técnico. 1978, 455p.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI. XXVI. 2009, 412p.

GDF - Governo do Distrito Federal. Lei nº 3.365 de 16 de junho de 2004. **Cria a Agência Reguladora de Águas e Saneamento do Distrito Federal – ADASA/DF** e dá outras providências. Brasília, DF: 2004.

HAASE, J.; KRIEGER, J. A.; POSSOLI, S. **Estudo da viabilidade do uso da técnica fatorial como um instrumento na interpretação de qualidade das águas da bacia hidrográfica do Guaíba, RS, Brasil**. Ciência e Cultura, v.41, 1989, 576-582p.

HOLMES, P. R. **Measuring success in water pollution control**. Water Research, v.34, n.12, 155-164p. In: Índice e Indicadores de Qualidade da Água – Revisão Da Literatura. 1996.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa de biomas do Brasil**. 2004. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomashtml.shtm>>. Acesso em: 02.mai.2013.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010**. 2010. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br>>. Acesso em: 16.ago.2013.

LIMA, J. E. F. W.; SILVA, E. M. da; EID, N. J.; MARTINS, E. de S.; KOIDE, S.; REATTO, A. **Desenvolvimento e verificação de métodos indiretos para a estimativa da erodibilidade dos solos da bacia experimental do Alto Rio Jardim – DF**. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 8, n. 2, 2007, 21-34p.

LIMA, J. E. F. W. ; SILVA, E. M. da. **Estimativa da contribuição hídrica superficial do Cerrado para as grandes regiões hidrográficas brasileiras**. In: XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2007, São Paulo. Anais do XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Porto Alegre: ABRH, 2007.

LIMA, J. E. F. W. ; OLIVEIRA-FILHO, E. C.; SILVA, E. M. da; FARIAS, M. F. R. **Caracterização preliminar dos Recursos Hídricos Superficiais da APA de Cafuringa, DF**. Documentos/ Embrapa Cerrados, 87. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2003, 33p.

PARRON, L. M.; RODRIGUES, L. N.; JESUS, W. B.; COSER, T. R. **Variação sazonal de parâmetros físico-químicos da água de reservatórios na bacia hidrográfica do rio Preto, médio rio São Francisco**. Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, Caxambu/ Minas Gerais, setembro de 2007.

MATHEUS, C. E.; MORAES, A.; TUNDISI, T.M; TUNDISI, J. G. **Manual de análises limnológicas**. São Carlos: Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada, 1995. 62 p.

MORAES, P. B. **Tratamento biológico de efluentes líquidos. Tratamento físico-químico de efluentes líquidos.** Universidade Estadual de Campinas. Curso Superior de Tecnologia em Saneamento Ambiental. 2008.

MOURA, L. H. A.; BOAVENTURA, G. R.; PINELLI, M. P. **A qualidade de água como indicador de uso e ocupação do solo: bacia do Gama – Distrito Federal.** Química Nova, v. 33, n. 1, 2010, 97-103p.

MUNIZ, D. H. F.; MORAES, A. S.; FREIRE, I. S.; CRUZ, C. J. D.; LIMA, J. E. F. W.; OLIVEIRA-FILHO, E. C. **Avaliação dos impactos urbano e agrícola sobre a qualidade da água de rios do Distrito Federal.** XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. 2011.

OLIVEIRA, S. (Coord.) **Relatório de qualidade ambiental no Estado de São Paulo – 1993.** São Paulo: CETESB, 1994,50p.

PEREIRA, V.P. **Solo: manejo e controle de erosão hídrica.** Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - FCAV, 1997. 56p.

REATTO, A.; CORREIA, J. R.; SPERA, S. T.; CHAGAS, C. S.; MARTINS, E. S.; ANDAHUR, J. P.; GODOY, M. J.; ASSAD, M. L. C. L. **Levantamento semidetalhado dos solos da Bacia do rio Jardim – DF, escala 1:50.000.** Planaltina: Embrapa Cerrados. Boletim de pesquisa/ Embrapa Cerrados, ISSN 1518-0417; n. 18, 2000. 1-63p.

REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação.** São Paulo: Escrituras Editora, 1999, 717p.

SANTOS, I. dos; FILL, H. D.; SUGAI, M. R. V. B; BUBA, H.; KISHI, R. T.; LAUTERT, L. F. **Hidrometria Aplicada.** LACTEC- Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento. Curitiba, PR. 2001.372p.

SENRA, J. B.; VILELLA, W. M. C.; ANDRÉ, M. A. S. **Legislação e Política Nacional de Recursos Hídricos.** Simpósio Nacional sobre o Uso da Água na Agricultura. 2004.

SHARPLEY, A. N.; REKOLAINEN, S. **Phosphorus in agriculture and its environmental implications.** In: TOLEDO, L. G.; NICOLELLA, G. Índice de qualidade de água em microbacia sob uso agrícola e urbano. *Scientia Agricola*, v.59, n.1, jan./mar. 2002, 181-186p.

SIMPLÍCIO, N. C. S.; OLIVEIRA-FILHO, E. C.; MUNIZ, D. H. F. **Avaliação da influência da vegetação ripária na qualidade da água superficial em ambientes hídricos do Cerrado.** Congresso de Ensino, Pesquisa e Extensão e Encontro de Iniciação Científica. UniCEUB - Centro Universitário de Brasília. Brasília, DF. 2012.

SIMS, J. T.; SIMARD, R. R.; JOERN, B. C. **Phosphorus loss in agricultural drainage: historical perspective and current research.** Journal of Environmental Quality, v.27, 1998, 277 - 293p.

SPERA, S. T. REATTO, A.; MARTINS, E. S.; CORREIA, J. R. **Aptidão Agrícola das terras da bacia do rio Jardim, DF.** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados. Boletim de pesquisa e desenvolvimento/ Embrapa Cerrados, n. 27, 2002. 38p.

TOLEDO, L. G.; NICOLELLA, G. **Índice de qualidade de água em microbacia sob uso agrícola e urbano.** *Scientia Agricola*, v.59, n.1, jan./mar. 2002, 181-186p.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; OLIVEIRA, F. A.; PAIVA, J.; CORNÉLIO, E. P; FERNANDES, F. S. **Análise das características quantitativas e qualitativas da microbacia do Córrego Barreiro, afluente do Rio Uberaba.** Revista Árvore, Viçosa-MG, v.35, n.4, 2011, 931-939p.

TUCCI, C. E. M.; CLARKE R. T.; **Impacto das mudanças da cobertura vegetal no escoamento: revisão.** RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 2, n.1 Jan/Jun 1997, 135-152p.

TUNDISI, J. G. **Limnologia no Século XXI: Perspectivas e Desafios.** São Carlos, I. I. E. 7º Congresso Brasileiro de Limnologia – SBL, Florianópolis, SC. 1999, 24p.

TUNDISI, J. G. **Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções.** São Paulo/ SP: Estudos avançados. v.22, n.63, 2008, 1-16p.

VANZELA, L. S.; HERNANDEZ, F. B. T.; FRANCO, R. A. M. **Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos do Córrego Três Barras, Marinópolis.** Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental, v.14, n.1, 2010, 55–64p.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 3º Ed – Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.

ZUCCO, E.; PINHEIRO, A.; SOARES, P. A.; DESCHAMPS, F. C. **Qualidade das águas em uma bacia agrícola: subsídios ao programa de monitoramento.** REA – Revista de estudos ambientais (Online) v.14, n.3, jan./jun. 2012, 88-97p.

ZUIN, V. G.; IORIATTI, M. C. S.; MATHEUS, C. E. **O emprego de parâmetros físicos e químicos para a avaliação da qualidade de águas naturais.** Química Nova na escola, 31 (1), 2009, 3-8p.