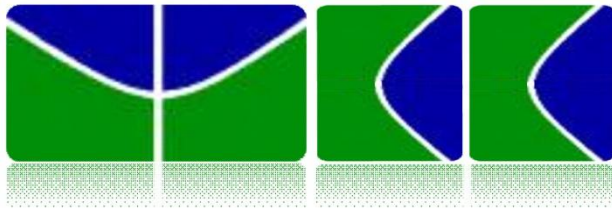


Trabalho de Conclusão de Curso

Licenciatura em Ciências Naturais



**CARACTERIZAÇÃO CATIÔNICA E ANIÔNICA DAS
ÁGUAS DOS MANANCIAIS SUPERFICIAIS DA ZONA
RURAL DE PLANALTINA – DF**

Jéssica Pliciey Nogueira de Souza

Orientadora: Poliana Dutra Maia

Universidade de Brasília

Faculdade UnB Planaltina

Fevereiro de 2013

CARACTERIZAÇÃO CATIÔNICA E ANIÔNICA DAS ÁGUAS DOS MANANCIAIS SUPERFICIAIS DA ZONA RURAL DE PLANALTINA – DF

Jéssica Pliciey Nogueira de Souza¹
Poliana Dutra Maia²

RESUMO

A atividade agrícola pode contribuir para a diminuição da qualidade do solo e água, devido ao uso excessivo de agrotóxicos e adubos químicos solúveis. Nesse sentido, faz-se necessário o monitoramento das águas superficiais utilizadas para a irrigação e consumo humano e de animais para verificar sua qualidade. Assim, esse projeto de pesquisa tem o objetivo de caracterizar a composição aniônica e catiônica nas águas dos mananciais superficiais da zona rural de Planaltina – DF, onde se observa uma intensa atividade agrícola, por meio da determinação dos ânions (F^- , Cl^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} e NO_3^-) e dos cátions (Ca, Mg, Fe, Si, Ti, Mn e Al) solúveis, durante os períodos chuvoso e seco. Para tanto, seis mananciais superficiais da área rural de Planaltina – DF foram selecionados. O maior valor do pH (6,68) foi registrado no Córrego Lobo, o qual apresentou menor concentração de oxigênio dissolvido (0,68 mg/L). Os menores e maiores valores de alcalinidade (de 37,6 a 80,8 mg/L no Córrego Quinze e de 522 a 5140 mg/L no Córrego Rajadinha) foram observados durante o período chuvoso e seco. Especialmente houve variação da condutividade elétrica, com menor e o maior valor verificado nesses mesmos córregos (3,48 e 39,4 $\mu s/cm^3$). Além disso, durante o período chuvoso, verificou-se maiores concentrações de Cl^- e de NO_3^- , respectivamente, no Córrego Umburuçú e Ribeirão Extremo (12,289 e 1,427 mg/L) e maiores valores para Ca, Al, Mg e Si, respectivamente, nos córregos Rajadinha (Ca^- 5,17 e Mg^- 1,88 mg/L mg/L), Lobo (0,88 mg/L) e Ribeirão Extremo (5,11 mg/L). Entretanto, observa-se que os valores obtidos para os cátions e aniões determinados nesse estudo foram inferiores aos valores máximos permitidos para manancial de classe I segundo a Resolução CONAMA 357/2005.

PALAVRAS-CHAVE: Qualidade da água. Atividade agrícola. Cátions. Ânions.

¹ Graduanda em Ciências Naturais. Discente, Faculdade UnB Planaltina, FUP. Planaltina, Brasília. <pliciey@hotmail.com>

² Doutora em Ciências da Terra, especialista em Geoquímica Ambiental. Docente, Faculdade UnB Planaltina, FUP. Planaltina, Brasília. <polianamaia@unb.br>

1. INTRODUÇÃO

Os principais usos da água pelo homem são o abastecimento das áreas urbanas e industriais, a manutenção de ambientes aquáticos e subaquáticos, dessedentação de animais, preservação, recreação e lazer, harmonia paisagística, navegação e diluição de despejos (Resolução CONAMA nº 357/2005) e no processo de irrigação para produtividade agrícola. Além disso, mundialmente o setor agrícola é o maior consumidor de água (cerca de 70% de toda a água doce disponível). No Brasil, 64,7% da água destina-se a irrigação, 13,9% à indústria, 16,4% ao uso doméstico e 4,9% a dessedentação de animais (ANA, 2005).

O crescimento desordenado da agricultura e a sua expansão em áreas próximas aos mananciais têm causado impactos ambientais, como contaminação das águas potáveis por substâncias químicas persistentes, destruição das nascentes por soterramento e impermeabilização, bem como a eutrofização - fenômeno que ocorre quando verifica-se excesso de matéria orgânica e nutrientes, como fósforo e nitrogênio, devido à presença de esgoto doméstico, fertilizantes os quais entram em contato com águas de lagos e rios de pouca turbulência, causando um rápido crescimento do fitoplâncton, especialmente algas, impedindo a penetração da luminosidade, reduzindo assim, a demanda de oxigênio dissolvido no corpo d'água o que pode ocasionar a morte de peixes e alterar a atividade biológica dos ambientes aquáticos (LOURES et. al., 2006). Para analisar o grau desses impactos ambientais é necessário estudos da qualidade das águas para definir a capacidade de fornecimento de água para a irrigação e o tipo de tratamento necessário para que se faça sua adequação à finalidade requerida (FIORAVANTI et al., 2004 *apud* ZAMBERLAN, 2007).

No Brasil há registros de contaminação de águas oriundas da atividade agrícola. No estado de Pernambuco, na cidade de Recife - Brasil, em área de agricultura urbana, localizada no contorno rodoviário da BR-101 sul, observou-se o aumento das concentrações de coliformes fecais nas águas subterrâneas utilizadas na irrigação, provavelmente proveniente das adubações por excrementos de animais, bem como concentração elevada de amônia (NH_4^+), possivelmente, relacionada com contaminação recente nas águas superficiais, devido às recargas de irrigação e precipitação para o aquífero freático (PAULA et. al. 2005).

Outro exemplo de contaminação hídrica ocorreu nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina - Brasil, em regiões produtoras de arroz onde foram analisados 21 mananciais superficiais e observou-se que todas as amostras de água apresentaram pelo menos um agrotóxico em concentração detectável. No Sul do Brasil, o arroz irrigado tem sido apontado como uma cultura com alto potencial contaminante dos mananciais hídricos. Os agrotóxicos podem atingir águas superficiais por drenagem, percolação lateral, escoamento superficial e subsuperficial, erosão, deriva e volatilização (SILVA et. al. 2009).

Em estudo feito para avaliar a qualidade das águas dos pontos de captação de água da Companhia de Água e Esgoto de Brasília (CAESB) durante um período de dez anos – 1994 a 2003 – verificou-se que a qualidade da água dos pontos de captação encontra-se alterada durante o verão que corresponde ao período chuvoso. Ainda assim, o padrão de qualidade foi considerado bom, com poucas alterações ao longo dos anos estudados. Dois dos pontos que apresentaram padrão inferior de qualidade da água localizam-se na cidade de Planaltina – DF: Mestre d'Armas e Pípiripau, sendo que o primeiro apresentou os piores padrões de todos os pontos analisados, sendo classificado como ruim e regular. Observou-se que em algumas Áreas de Proteção de Manancial (APM), como a APM Pípiripau, há ocupação antrópica e o desenvolvimento de atividades agrícolas, o que contribui de forma significativa para a deterioração desses mananciais (BILICH e LACERDA, 2005).

No Distrito Federal, 69% das cidades apresentam áreas agrícolas (MAIA, 2010), sendo elas: Paranoá, Sobradinho, São Sebastião, Ceilândia, Gama, Santa Maria, Brazlândia e

Planaltina, que é a cidade com a maior área rural do Distrito Federal. Como citado nos exemplos acima, a atividade agrícola interfere na qualidade das águas, podendo alterar o ciclo natural dos elementos químicos nessas.

Esse estudo de pesquisa tem o objetivo de caracterizar a composição aniônica e catiônica nas águas dos mananciais superficiais da zona rural de Planaltina-DF, onde se observa uma intensa atividade agrícola.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

Planaltina tem uma área de cerca de 1.534,69 Km², situa-se a nordeste do Distrito Federal e na sua zona rural verifica-se atividade agrícola, principalmente, na produção de feijão, milho, trigo, café, hortaliças e frutíferas, com destaque para a laranja. Além disso, observa-se rebanhos bovino, suíno e aves como atividade de agronegócio local (GDF, 2009).

Um mercado crescente na cidade é o da produção de alimentos orgânicos. Estima-se hoje que exista cerca de 230 produtores orgânicos em todo o Distrito Federal (SACRAMENTO, 2011). O sistema de produção de alimentos orgânicos não utiliza o uso de fertilizantes sintéticos de alta solubilidade e agrotóxicos, além de reguladores de crescimento e aditivos sintéticos para a alimentação animal, que são potenciais contaminantes de solos e água (SEBRAE, 2009). No Brasil atualmente, existe cerca de 10 mil produtores orgânicos que se concentram nas regiões Sul e Sudeste. Cerca de 80% dos produtores orgânicos são agricultores familiares e a expectativa de crescimento para setor no ano de 2011 era de 30 a 50% (MARCELO, 2011).

2.1.1 Clima, geologia e pedologia

O clima do Distrito Federal é caracterizado pela forte sazonalidade, com dois períodos bem distintos. Entre maio e setembro temos o período caracterizado como seca, pois apresenta baixas taxas de precipitação, nebulosidade e umidade relativa. Já o período compreendido entre outubro e abril caracteriza o período chuvoso, sendo que de dezembro a março concentram cerca da metade da precipitação anual (FERRANTE et. al., 2001).

Os grupos geológicos encontrados na cidade de Planaltina – DF são: grupo Bambuí neoproterozóico (composto basicamente de metassiltitos e arcóseos), Grupo Canastra meso/neoproterozóico (formado por corpos lenticulares de mármore e quartzitos) e Grupo Paranoá – meso/neoproterozóico (constituído de quartzitos, metassiltitos, ardósias, metarritmitos, Unidade Psamo-pelito-carbonatada), conforme Gonçalves, Roig & Campos (2009).

Os solos que ocorrem na cidade de Planaltina são: Latossolo-Vermelho-Escuro: de textura argilosa, relevo plano e suave ondulado de grande continuidade. Ocorre nos topos das chapadas e divisores com topos planos. A vegetação é geralmente associada a cerrado e cerradão. Cambissolo: normalmente está associado a Latossolo-Vermelho-Escuro – relevo suave ondulado – Latossolo Vermelho-Amarelo – relevo forte ondulado – ambos com textura argilosa. Nesse tipo de solo há minerais primários que sofrem intemperismo facilmente. A vegetação associada, geralmente, é a de campo limpo. Ocorre nos compartimento Escarpas, nos Planos Intermediários e nas vertentes mais movimentadas (EMBRAPA, 1978).

2.1.2. Rede Hidrográfica

Devido à sua localização, o Distrito Federal é divisor natural de águas de três das principais bacias hidrográficas do Brasil: as bacias do Paraná, São Francisco e Tocantins e é caracterizado pela presença de nascentes e cabeceiras, quedas d'água, cachoeiras, corredeiras e pequenos rios (AGUIAR JÚNIOR, 2011). O DF apresenta trinta pontos de coleta de água da Companhia de Água e Esgotos de Brasília – CAESB – para o abastecimento de água para consumo humano. Encontram-se em Planaltina: captação do Quinze, que abastece o Vale do Amanhecer; captações Brejinho, Fumal, Mestre D'Armas e Pipiripau: abastecem Planaltina e complementam o abastecimento do Setor Habitacional Arapoanga, que é parcialmente abastecido por poços (IBRAM, 2009). Mestre d'Armas e Pipiripal são considerados de qualidade regular a ruim segundo BILICH e LACERDA (2005) enquanto os demais são considerados de boa qualidade.

Além desses mananciais existem outros córregos e ribeirões os quais apresentam diferentes atividades agrícolas em suas margens. São eles: Córrego Lobo, Córrego Quinze, Córrego Rajadinha, Córrego Saco dos Pilões, Córrego Umburuçú e Ribeirão Extremo.

O Córrego Umburuçú e o Ribeirão Extremo estão inseridos no Grupo Bambuí neoprotozoico, que se distribui por cerca de 15% da área total do Distrito Federal, sendo encontrado na parte leste do Vale do Rio Preto, constituído por metassiltitos laminados, metassiltitos argilosos e bancos de arcóseos, com cor de alteração rosada/avermelhada e com cor de rocha fresca em vários tons de verde.

Córregos Rajadinha, Lobo e Saco dos Pilões encontram-se no Grupo Canastra Meso/Neoprotozoico que ocupa cerca de 15% da área total do DF. É constituído essencialmente por filitos variados, incluem clorita filitos, quartzo-fengita filitos e clorita-carbonato filitos. Além dos filitos ocorrem mármore finos cinza-claro e quartzitos finos silicificados e cataclados.

Córrego Quinze faz parte da Unidade Metarritimito argiloso: são constituídos por intercalações regulares de quartzitos e metapelitos, de espessuras regulares, entre 1 e 3 cm. Raramente são discriminados pacotes decimétricos de metassiltitos maciços.

Quanto aos tipos de solo, Ribeirão Extremo e os Córregos Umburuçú e Quinze apresentam latossolo vermelho escuro e os Córregos Rajadinha e Lobo apresentam cambissolo, sendo que toda a descrição dos grupos geológicos e solos foi descrita no trabalho de Campos (2004).

2.2. AMOSTRAGEM DOS PONTOS

Foram selecionados seis mananciais superficiais da área rural de Planaltina – DF, localizados em área particular e de fácil acesso para execução desse estudo (Fig. 1), sendo eles:

- Córrego Quinze (CQ): utilizado para irrigação agrícola por alguns produtores orgânicos onde observa-se plantação de eucalipto, hortaliças feijão e mandioca, não orgânicos. Em algumas localidades a mata ciliar encontra-se bastante preservada.
- Córrego Lobo (CL): utilizado para irrigação agrícola por alguns produtores orgânicos, com presença de mata ciliar alterada, bem como presença de estrada.
- Córrego Saco dos Pilões (CP): utilizado para irrigação agrícola por produtores orgânicos e não orgânicos onde observa-se preservação da vegetação nativa e também ocorrência de lixo e erosão do solo.

- Córrego Rajadinha (CR): apresenta muitas casas próximas ao córrego, além de um chiqueiro (onde nota-se escoamento de estrume para dentro do córrego), presença de lixo, vegetação bastante alterada, sendo “cortado” pela DF 130.
 - Córrego Umburuçú (CU): utilizado por produtores de soja, feijão e milho e vegetação nativa preservada ao longo do córrego.
 - Ribeirão Extremo (RE): utilizado por produtores de soja e milho, com mata ciliar alterada, presença de alguns bois e vacas próximas ao corpo hídrico.
- Nesses mananciais, foram realizadas 34 amostragens de águas superficiais durante os meses de março (período chuvoso) e junho (período de seca) de 2012.

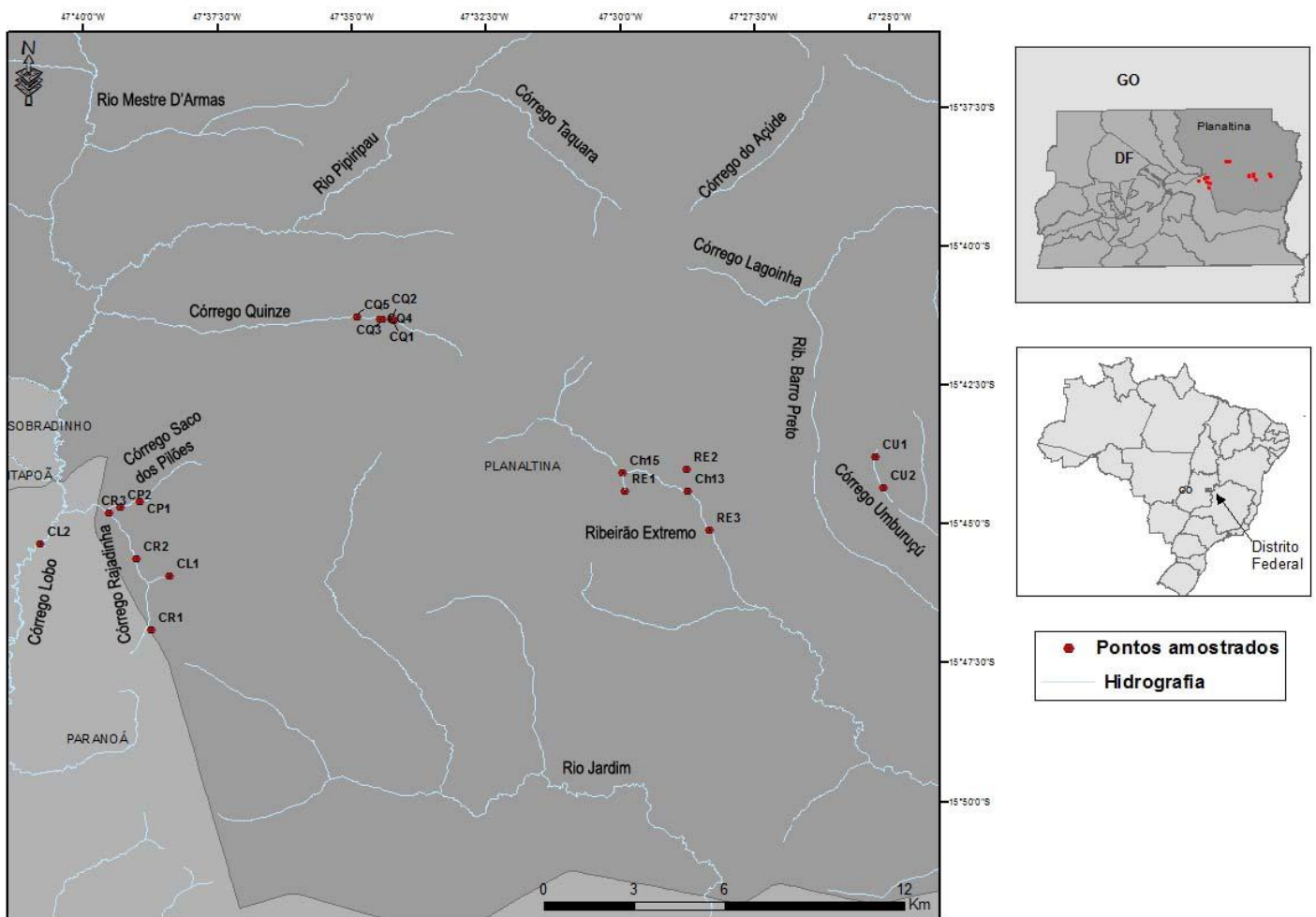


Figura 1: Localização dos pontos amostrados situados na região administrativa de Planaltina, Distrito Federal.

Tabela 1: Localização e descrição dos pontos amostrados.

Pontos	Coordenadas		Descrição dos pontos
	Latitude	Longitude	
CQ1	224387	8264004	Utilizado para irrigação de orgânicos, mata ciliar conservada
CQ2	224302	8264037	Utilizado para irrigação de orgânicos, mata ciliar conservada
CQ3	224008	8264048	Mata ciliar conservada
CQ4	223907	8264052	Mata ciliar conservada, plantação de mandioca não orgânica
CQ5	223151	8264127	Próximo à uma estrada, porém mata ciliar conservada
CL1	216898	8255518	Utilizado para irrigação de orgânicos, muita matéria orgânica de origem vegetal no manancial, vegetação nativa preservada
CL2	212616	8256576	Próximo à estrada de terra, observa-se um local onde a água fica empoçada
CR1	216311	8253476	“Cortado” pela DF 130, grande fluxo de caminhões
CR2	215828	8256101	Próximo à um bar, pouca mata ciliar presente, criação de animais um pouco acima do manancial, erosão do solo
CR3	214903	8257605	Casas bem próximas ao manancial, presença de um chiqueiro acima
CP1	215924	8257992	Utilizado para irrigação de orgânicos, vegetação nativa preservada
CP2	215263	8257817	Muito lixo e erosão do solo
RE1	232084	8258330	Próximo à plantação de soja, milho e feijão, erosão do solo e degradação da mata ciliar
RE2	234144	8259074	Próximo à plantação de soja, milho e feijão, criação de bovinos acima do manancial, erosão do solo e muita degradação da vegetação nativa
RE3	234893	8257059	Próximo à uma estrada, tendo sobre si uma ponte
CU1	240416	8259481	Próximo à plantação de soja, milho e feijão, porém mata ciliar muito bem preservada
CU2	240664	8258451	Próximo à plantação de soja, milho e feijão, porém mata ciliar muito bem preservada, nascente do manancial

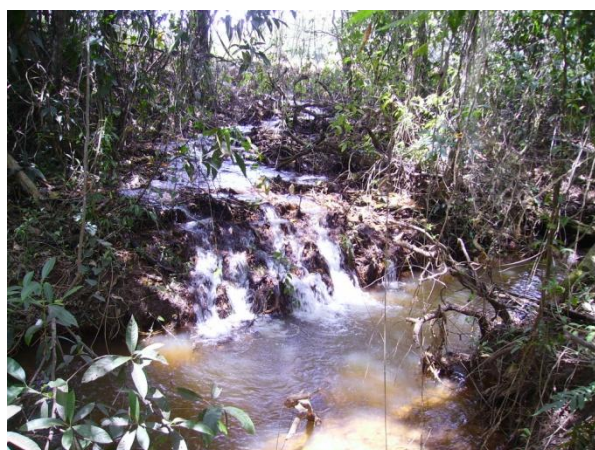


Figura 2: Córrego Saco dos Pilões



Figura 3: Córrego Rajadinha



Figura 4: Córrego Quinze



Figura 5: Córrego Lobo



Figura 6: Córrego Umbaruçú



Figura 7: Ribeirão Extremo

2.3. LIMPEZA DE MATERIAL E ACONDICIONAMENTO DE AMOSTRAS

Para coleta e armazenamento das amostras de água bruta e filtrada utilizou-se frascos de polietileno de alta densidade os quais foram limpos previamente com ácido clorídrico (HCl 10% v/v) ou ácido nítrico (HNO₃ 10% v/v) e enxaguados três vezes, antes e depois do ácido, com água ultrapura (Milli-Q) e posteriormente armazenados em sacos de polietileno com duplo fechamento (“Ziploc”). Durante toda a manipulação utilizou-se luvas de polietileno sem talco.

No campo, as amostras de água foram coletadas manualmente em frascos de 0,5 L, sendo enxaguadas três vezes com a água do manancial amostrado e acondicionadas, em caixas de isopor com gelo, até a chegada ao laboratório.

No laboratório, as amostras de água (150 mL) foram filtradas por um sistema de filtração a vácuo manual por meio de uma membrana de acetato de celulose com porosidade de 0,45 µm, com a finalidade de eliminar as partículas em suspensão.

As amostras filtradas foram separadas em duas subamostras de 50 mL para diferentes análises químicas: i) análise de ânions (amostra não acidificada) e ii) análise cátions (amostra acidificada com 2 gotas de ácido nítrico concentrado). Além disso, uma terceira subamostra, sem filtração e acidificação, foi separada para a determinação da alcalinidade.

2.4 ANÁLISES QUÍMICAS

Os parâmetros físico-químicos tais como, condutividade elétrica, pH, turbidez e temperatura foram medidos no campo através de equipamentos portáteis da marca Digimed DM-3P.

As determinações de ânions (F⁻, Cl⁻, SO₄²⁻, PO₄³⁻ e NO₃⁻) foram realizadas por cromatografia iônica, com um aparelho da marca Metrohn modelo 761, no laboratório de Geocronologia do Instituto de Geologia da UnB (IG/UnB).

Para as determinações de cátions (Ca²⁺, Mg²⁺, Fe²⁺, Si²⁻, Ti³⁻, Mn²⁺, K⁺ e Al³⁻) foi utilizado o método de espectrometria de absorção atômica (AAS) e espectrometria de massa com emissão atômica (ICP/AES) e essas análises foram realizadas no laboratório de Geoquímica do Instituto de Geologia da UnB (IG/UnB). A alcalinidade (HCO₃⁻) foi realizada com um titulador eletrônico neste mesmo laboratório.

O limite de detecção (LD) representa a menor concentração da substância química que pode ser detectada pelo método analítico, mas não necessariamente quantificada. O limite de quantificação (LQ) representa 10 vezes o LD e o mesmo foi utilizado para as análises dos cátions (Tabela 1).

Tabela 2: Limites de detecção e quantificação utilizados para as análises de cátions (ICP/AES) e para análise de aniões (cromatografia iônica)

ICP-AES / AAS	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Fe ²⁺	Si ²⁻	Al ³⁻	Ti ³⁻	Mn ²⁺
LD (mg/L)	0,0125	0,028	0,0042	0,0147	0,043	0,0014	0,001
LQ (mg/L)	0,12	0,28	0,04	0,15	0,43	0,01	0,01
Cromatografia Iônica	F⁻	Cl⁻	SO₄²⁻	NO₃⁻			
LD (mg/L)	0,008	0,368	0,275	0,2			

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Variação dos parâmetros físico-químicos nos mananciais superficiais

Nos mananciais superficiais amostrados neste estudo, observa-se variação espacial tanto da condutividade elétrica, do pH, do oxigênio dissolvido e da temperatura nos períodos de chuva e de seca. Além disso, variações temporais foram verificadas para a alcalinidade e turbidez nos dois períodos.

Oxigênio dissolvido (OD) é fundamental para a manutenção das comunidades aquáticas aeróbicas (tais como os peixes). Provêm naturalmente de processos cinéticos e fotossintéticos. A presença de matéria orgânica é de grande importância na regulação da quantidade de OD. Nesse estudo, observa-se uma grande variação espacial de OD, sendo que o menor (0,68 mg/L) e o maior (7,8 mg/L) valor foram encontrados, respectivamente, nos córregos Lobo e Quinze (Figura 8).

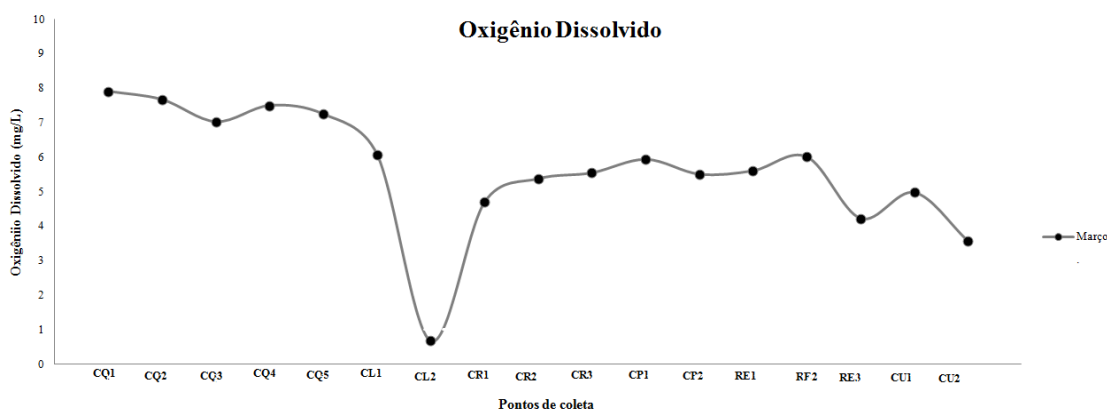


Figura 8: Oxigênio Dissolvido (mg/L) em água superficial da zona rural de Planaltina-DF na época de chuva

Já a turbidez, mede a resistência da água à passagem da luz e ocorre naturalmente da presença de material em suspensão. Verificou-se uma grande variação temporal de turbidez em CR, 4,02 a 7,03 NTU nos período de chuva e seca, e também variação espacial tanto na época de chuva, 0,33 NTU em CU e 7,34 em CP, quanto na seca, 0,29 NTU em CU e 6,72 em CQ, (Figura 9).

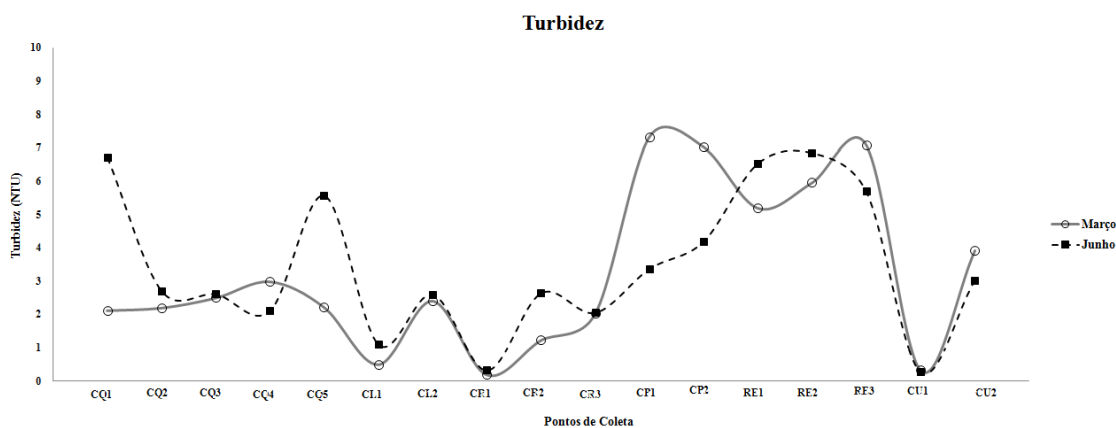


Figura 9: Turbidez (NTU) em água superficial da zona rural de Planaltina-DF na época de chuva e seca

O pH (potencial Hidrogeniônico) é a relação numérica que expressa o equilíbrio entre íons H^+ e OH^- e essas alterações naturais podem ocorrer na presença de ácidos carbônicos e

húmicos dissolvidos provenientes da degradação da matéria orgânica. Nos mananciais superficiais estudados, os menores valores de pH foram encontrados em CU (4,68 na época de chuva e 4,33 na seca), porém a maior variação temporal ocorreu em CL (6,68 na época de chuva e 5,27 na seca) (Figura 10). Esses valores foram menores do que os obtidos por Azevedo et. al. (2002) em águas utilizadas para irrigação no Distrito Federal (4,9 a 8,4). Valor baixo de pH é indicativo de baixa salinidade da água. Além disso, o pH ácido favorece a dissolução de elementos químicos nas águas, o que pode afetar a qualidade do manancial e da biota local.

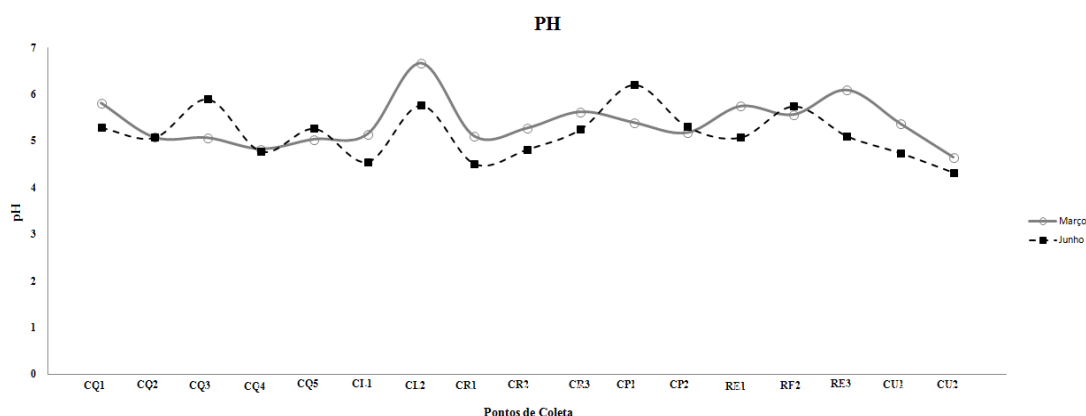


Figura 10: pH em água superficial da zona rural de Planaltina-DF na época de chuva e seca

Condutividade elétrica é a capacidade que a água tem de transmitir corrente elétrica, e é definida pela presença de substâncias dissolvidas que se dissociam em ânions e cátions. Nos mananciais não houve variação temporal da condutividade, pois tanto em período seco quanto no período chuvoso estiveram, aproximadamente, numa mesma variação. Entretanto observa-se variação espacial, com maiores valores observados em CR e CQ (19,1 e 39,4 $\mu\text{S}/\text{cm}^3$ respectivamente) e menores valores obtidos em CQ e CR (3,21 e 3,33 $\mu\text{S}/\text{cm}^3$), sugerindo que CR apresenta maior quantidade de íons dissolvidos provavelmente oriundos da dissolução dos minerais do solo exposto (Figura 11).

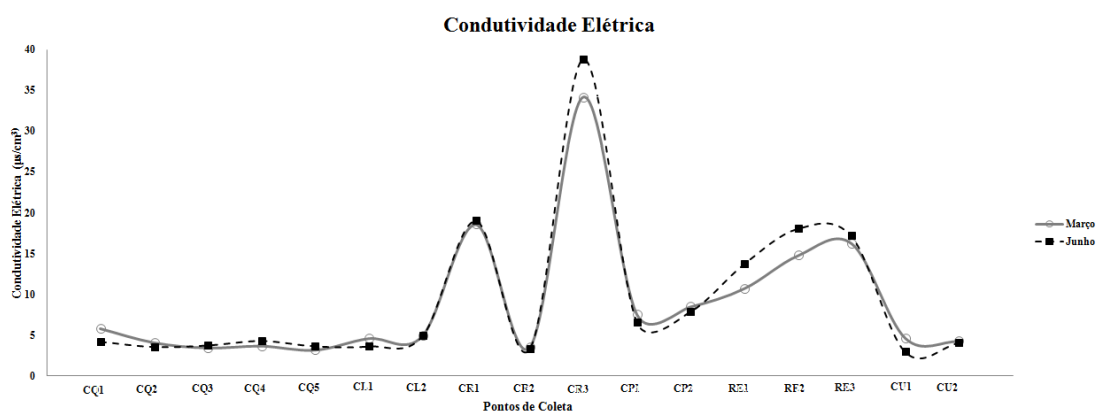


Figura 11: Condutividade $\mu\text{S}/\text{cm}^3$ em água superficial da zona rural de Planaltina-DF na época de chuva e seca

Alcalinidade é capacidade que a água tem de neutralizar ácidos e é derivada principalmente de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos, quase sempre de alcalinos ou alcalinos terrosos. A alcalinidade em CR variou entre março e junho de 5140,2 a 522 mg/L respectivamente, representando os maiores valores nos dois períodos. Os menores valores foram encontrados em CL (59,2 mg/L no período chuvoso) e em CQ (37,6 mg/L no período seco). Os menores valores de alcalinidade obtido em CQ e CR (Figura 12) são comparáveis

com os valores obtidos por Parron et. al. (2008) na bacia do Rio Preto em estudo feito para verificar a qualidade da água de mananciais da bacia do Rio Preto realizado em Unaí – MG.

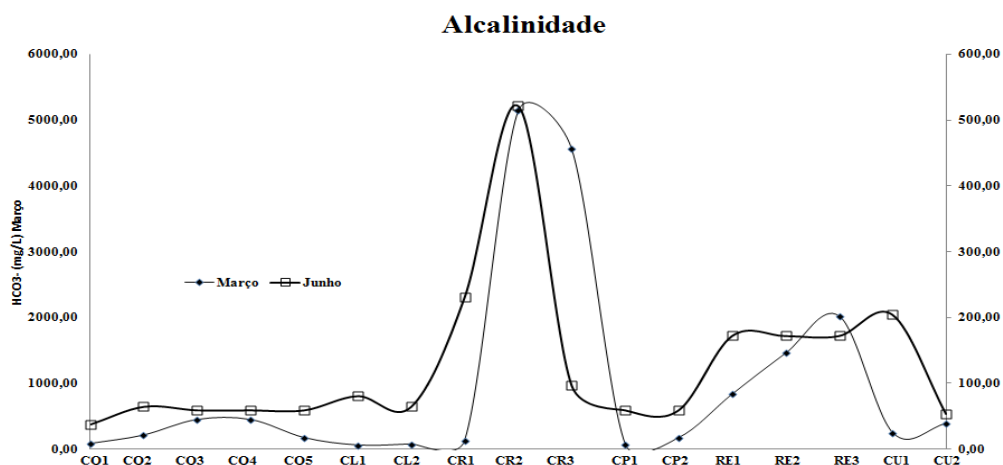


Figura 12: Alcalinidade em água superficial da zona rural de Planaltina-DF na época de chuva e seca

A temperatura influencia em processos biológicos, reações químicas e bioquímicas e varia naturalmente nas águas de acordo com a temperatura do ar. Não houve grandes variações de temperatura, sendo que a maior diferença foi de 25°C na época de chuva e 19,1°C na seca no Córrego Rajadinha (Figura 13).

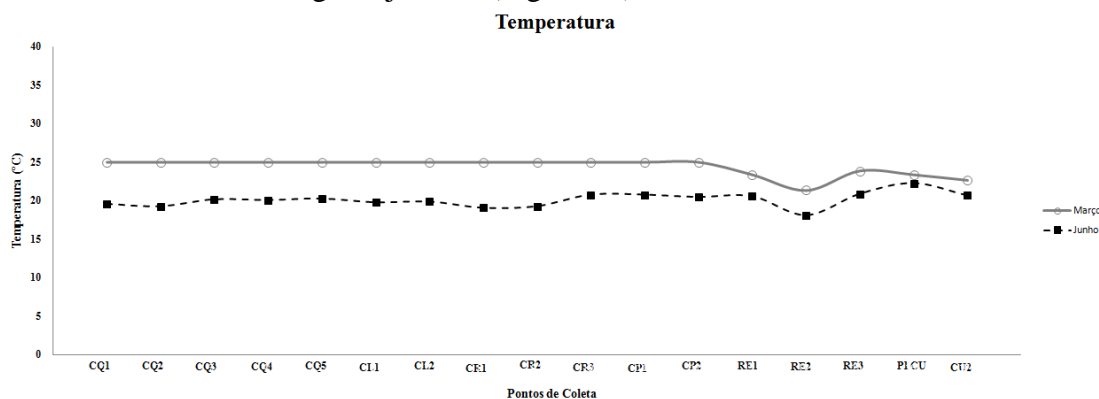


Figura 13: Temperatura (° C) em água superficial da zona rural de Planaltina-DF na época de chuva e seca

3.2. Variação dos ânions e cátions dissolvidos

A distribuição, mobilidade e disponibilidade dos elementos químicos nas águas dependem de suas concentrações, das suas associações químicas e físicas nos sistemas naturais, e das condições físico-química do meio. Esses processos podem ser modificados por algumas ações antrópicas como a prática agrícola, desmatamento, lançamento de efluentes, etc. Segundo Groot *et. al.* (1982), Loring & Rantala (1992) e Kralik (1999) a mobilidade química de um íon pode ocorrer na forma de íons livres, em solução, íons complexo, adsorvidos em sólidos finos (óxi-hidróxidos, argilominerais, matéria orgânica) ou em colóides.

Nos mananciais estudados, de acordo com as Tabelas 2 e 3, observa-se que para distribuição dos ânions, os maiores valores de Cl^- foram obtidos em CU (3,97 mg/L no período chuvoso e 12,289 na seca) onde também foi observado o pH ácido, em ambos os períodos, enquanto que os menores valores foram observados em CQ (0,17 mg/L e 0,473 mg/L no período chuvoso e seco, respectivamente). A concentração de NO_3^- foi menor (0,43 mg/L) no Córrego Saco dos Pilões (CP) no mês de março e maior (6,824 mg/L) no mês de

junho, o que representa uma grande variação temporal. O maior valor de NO_3^- na seca (1,252 mg/L) foi obtido no Córrego Lobo (CL) – onde também verificou-se o pH mais básico nos dois períodos. Os demais ânions (F^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-}) não foram determinados/identificados, pois estiveram abaixo do limite de detecção da técnica analítica utilizada. Os valores de Cl^- e NO_3^- obtidos nesse estudo (Cl^- 0,38 mg/L a 66,42 mg/L e NO_3^- 0,04 a 3,61 mg/L) são compatíveis com os valores encontrados por Azevedo et. al. (2002) em estudo de águas utilizadas para irrigação no Distrito Federal e Parron et. al. (2008) na bacia do Rio Preto em estudo feito para verificar a qualidade da água de mananciais da bacia do Rio Preto realizado em Unaí – MG (NO_3^- de 0,8 a 3,5 mg/L).

Tabela 3: Variação das concentrações dos ânions Cl^- e NO_3^- , em mg/L, na amostra de água para mananciais superficiais durante o período chuvoso – março de 2012, na região de Planaltina – DF.

Pontos amostrados	CL (n = 2)	CQ (n = 5)	CR (n = 3)	CP (n = 2)	CU (n = 2)	RE (n = 3)
Concentrações (mg/L)						
Cl^-	0,264 a 0,46	0,17 a 0,42	0,142 a 0,374	0,46 a 0,651	0,397 a 3,791	0,57 a 0,831
NO_3^-	n.d.	0,471 a 1,252	0,504 a 0,83	0,43	n.d.	0,683 a 0,806

*n.d. significa elemento químico não detectável segundo o limite de detecção da técnica analítica utilizada (Cromatografia Iônica); **n = número de amostras de água amostrada no manancial.

Tabela 4: Variação das concentrações dos ânions Cl^- e NO_3^- , em mg/L, em amostra de água para mananciais superficiais durante o período seco – junho de 2012 na região de Planaltina – DF.

Pontos amostrados	CL (n = 2)	CQ (n = 5)	CR (n = 3)	CP (n = 2)	CU (n = 2)	RE (n = 3)
Concentrações (mg/L)						
Cl^-	n.d.	0,473 a 0,148	0,728 a 1,285	1,137 a 6,824	12,289	0,672
NO_3^-	n.d.	0,592	1,421	1,206	1,085	1,427

*n.d. significa elemento químico não detectável segundo o limite de detecção da técnica analítica utilizada (Cromatografia Iônica); **n = número de amostras de água amostrada no manancial.

Já em relação aos cátions, os maiores valores para Ca^{2+} e Mg^{2+} foram obtidos em CR (5,17 mg/L e 1,88 mg/L, período chuvoso, e 4,12 mg/L e 1,33 mg/L, seca – Tabelas 4 e 5) onde também foram encontrados os maiores valores de alcalinidade para ambos os períodos e valores elevados de turbidez e condutividade elétrica. As concentrações de Si^{2-} teve os maiores valores em RE (5,11 mg/L na época chuvosa e 3,76 mg/L na seca), enquanto as concentrações para o Al^{3-} foi quantificado apenas no período chuvoso (0,89 mg/L no Córrego Saco dos Pilões). Os cátions Ti^{3-} , Mn^{2+} e Al^{3-} não foram quantificados no período seco (Tabela 5), pois estiveram próximos ou abaixo do limite de detecção e/ou de quantificação da técnica analítica utilizada. Os valores de Ca^{2+} e Mg^{2+} obtidos nesse estudo são compatíveis com os valores encontrados por Parron et. al. (2008) (Ca^{2+} 10 a 25 mg/L e Mg^{2+} de 8,5 a 22 mg/L) e Azevedo et. al. (2002) (Ca^{2+} 0,20 a 34,86 mg/L, Mg^{2+} 0,12 a 10,45 mg/L).

Tabela 5: Variação das concentrações dos cátions Ca, Mg, Fe, Si, Al, Ti e Mn, em mg/L, em amostra de água para mananciais superficiais durante o período chuvoso – março de 2012, na região de Planaltina – DF.

Pontos amostrados	CL (n = 2)	CQ (n = 5)	CR (n = 3)	CP (n = 2)	CU (n = 2)	RE (n = 3)
Concentrações (mg/L)						
Ca^{2+}	0,39 a 0,54	0,25 a 0,39	1,41 a 5,17	0,39 a 0,69	0,16 a 0,24	1,23 a 2,39
Mg^{2+}	0,57 a 0,35	0,32 a 0,50	0,63 a 1,88	0,62 a 0,66	0,28 a 0,38	1,23 a 2,39
Fe^{2+}	0,08 a 0,19	0,05 a 0,09	0,07 a 0,21	0,07 a 0,13	0,07	0,15 a 0,19
Si^{2-}	4,19 a 4,42	2,43 a 2,90	3,18 a 4,40	4,18 a 4,25	2,42 a 2,70	4,69 a 5,11
Al^{3-}	0,49 a 0,77	0,53	0,47 a 0,64	0,82 a 0,89	0,64	0,79 a 0,88
Ti^{3-}	0,03 a 0,04	n.d.	0,02	0,04	0,03	0,03 a 0,06
Mn^{2+}	n.d.	n.d.	n.d.	0,03	n.d.	0,01 a 0,08

n.d. significa elemento químico não detectável segundo o limite de detecção da técnica analítica utilizada (ICP/AES); n = número de amostras de água amostrada no manancial.

Tabela 6: Variação das concentrações dos cátions Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} e Si^{2-} , em mg/L, em amostra de água para mananciais superficiais durante o período seco – junho de 2012 na região de Planaltina – DF.

Pontos amostrados	CL (n = 2)	CQ (n = 5)	CR (n = 3)	CP (n = 2)	CU (n = 2)	RE (n = 3)
Ca^{2+}	0,20 a 1,65	0,12 a 0,40	1,81 a 4,12	0,28 a 0,34	n.d	0,59 a 0,76
Mg^{2+}	n.d	0,03	0,50 a 1,33	n.d	n.d	0,36 a 0,39
Fe^{2+}	0,10	n.d	0,08 a 0,19	n.d	n.d	0,06 a 0,09
Si^{2-}	2,84 a 2,94	2,22 a 2,53	3,03 a 3,67	2,66 a 2,69	2,07 a 2,18	3,76 a 2,89

n.d. significa elemento químico não detectável segundo o limite de detecção da técnica analítica utilizada (ICP/AES); n =

número de amostras de água amostrada no manancial.

Os resultados obtidos nesse estudo para os elementos químicos Al, Fe e Mn e o íon NO_3^- apresentaram concentrações inferiores aos valores permitidos para mananciais de classe 1 (Tabela 6) que são destinados também à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas. Para os demais elementos químicos determinados nesse estudo, cátions e ânions, essa resolução não estabelece valores máximos permitidos em mananciais superficiais.

Tabela 7: Valores máximos permitidos de Fe, Al, Mn e NO_3^- dissolvidos nos mananciais superficiais de classe I segundo o preconizado na Resolução CONAMA 357/2005, Ministério do Meio Ambiente – Brasil.

Elemento químico	Concentração (mg/L)
Al	0,1
Fe	0,3
Mn	0,1
NO_3^-	10

Portanto, de acordo com os valores obtidos dos cátions e ânions nos mananciais da zona rural de Planaltina – DF, observa-se que os mesmos apresentaram concentrações baixas provavelmente associado às fontes naturais. As principais fontes naturais de Ca, Mg, Si, Ti, Al, Fe, Mn são os minerais constituinte das rochas e solos os quais são disponibilizados nos ambientes aquáticos, principalmente, por meio do intemperismo químico. Além disso, o Fe, Ti, Mg, Si ocorrem em muitos silicatos e sulfuretos (Fe-Mg-Mn-V-Ti-Sc-S), em nódulos polimetálicos do fundo marinho (Fe-Mn), entre outros. Alguns metais co-precipitam com os óxidos de ferro nos solos sobrepostos a mineralizações de sulfuretos e nos sedimentos. Os teores elevados de Fe são essencialmente apresentados por alguns tipos de rochas, como os argilitos e os xistos; e sua mobilidade é baixa em condições de oxidação com pH neutro a alcalino onde pode obter a precipitação sob a forma de óxidos, hidróxidos ou oxi-hidróxidos de ferro, co-precipitando vários metais. Entretanto em condições ácidas e redutoras o Fe encontra-se mais solúvel e, portanto com maior mobilidade na fase dissolvida. Já a mobilidade do Si é baixa sob condições de oxidação e redução, em meio ácido e neutro a alcalino.

O Al é também um dos principais constituintes da crosta terrestre, principalmente como Al^{3+} e é coordenado por ligações com oxigênio. Durante o intemperismo os minerais variam de $\text{Al}(\text{OH})^{2+}$ para $\text{Al}(\text{OH})_6^{3-}$ formando estrutura de argilominerais. A solubilidade dos

hidróxidos é baixa, especialmente, em pH 5 a 8. Hidróxidos e espécies coloidais possuem elevada capacidade de adsorção e de floculação de suas cargas negativas.

O Mn é abundante em rochas (200 a 3000 ppm), onde os valores mais elevados estão associados a rochas ultramáficas e pode ocorrer como íons Mn^{2+} , Mn^{3+} , Mn^{4+} , sendo Mn^{2+} mais comum em minerais silicatados e óxidos, principalmente pela sua capacidade de substituir os íons Fe^{2+} e Mg^{2+} nesses minerais. Tanto o Mn quanto o Fe possuem características químicas semelhantes. Em solução com baixo potencial *redox* ($< 10^{-5}$) e pH (< 7) tendem a ser instáveis sob forma de íons bivalentes; formam carbonatos, sulfetos e silicatos os quais podem formar óxidos insolúveis. Os óxidos e hidróxidos desses elementos apresentam alta capacidade de adsorção de metais, principalmente em pH alto. Esses metais são muito utilizados na indústria de aço.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Verificou-se que durante o período chuvoso obteve-se maiores valores de ânions e cátions nas águas dos mananciais superficiais de Planaltina – DF, provavelmente associado à lixiviação desses elementos do solo, uma vez que observou-se em campo presença de erosão local. Entretanto, pode-se acrescentar que durante as coletas do mês de março de 2012, o Instituto Nacional de Meteorologia (2012) registrou baixos volumes de chuva (total de 198,1 mm) na região e a média das temperaturas máximas foi de 27,6 °C. Já no mês de junho ocorreram chuvas isoladas (total de precipitação: 2,4 mm), e as temperaturas máximas médias de 26,2°C.

O Córrego Rajadinha e Ribeirão Extremo apresentaram maiores valores de ânions e cátions, o que pode estar associado à degradação da mata ciliar e erosão do solo desses mananciais superficiais, pois aumenta a dissolução de minerais presentes nas rochas. A remoção da cobertura vegetal de uma local aquece e torna pobre o solo, e pode contribuir para o assoreamento dos mananciais superficiais.

Entretanto, observa-se que os valores obtidos para os cátions e aniôns determinados nesse estudo foram inferiores aos valores máximos permitidos para manancial de classe I segundo a Resolução CONAMA 357/2005. A partir dessa comparação pode-se inferir que os mananciais estudados encontram-se preservados quimicamente, pois a principal contribuição dos elementos químicos é de origem natural, proveniente do intemperismo químico e lixiviação do solo local.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agência Nacional Das Águas – ANA. **Publicações da Agência Nacional das Águas - ANA.** Brasília, 2005.

AGUIAR JÚNIOR, Silvestre Rabello de. **Análise de Gestão: política de água e sustentabilidade.** Brasília: UNB, 2011, 232 p.

AZEVEDO, Juscelino A. de; SHIBANO, Kazuo; GOMES, Antônio C. **Comunicado Técnico 82: Análise da Qualidade da Água Utilizada para Irrigação em Algumas Localidades do Distrito Federal.** Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, ISSN 1517-1469, Planaltina-DF, 2002, 4 p.

BILICH, Marina R.; LACERDA, Marilusa P. C. **Avaliação da qualidade da água do Distrito Federal (DF), por meio de geoprocessamento.** XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, INEP, p. 2059-2069, 2005.

Conselho Nacional de Meio Ambiente, CONAMA. **Resolução CONAMA nº 357, de 18 de março de 2005.** – In: **Resoluções.** 2005. Disponível em: <http://www.mma.gov.br>. Acesso em: 10 nov. 2011.

CAMPOS, José E. G. **Hidrogeologia do Distrito Federal: Bases para a Gestão dos Recursos Hídricos Subterrâneos.** Revista Brasileira de Geociências, 34 (1); p. 41-48, março de 2004.

EMBRAPA. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Distrito Federal, Boletim Técnico,** nº 53, SNLCS, p. 455, Rio de Janeiro, 1978.

FERRANTE, José E. T.; RECAN, Luiz; BRAGA NETTO, Pedro. Clima. In: FONSECA Fernando O. (Org.). **Olhares sobre o Paranoá.** Brasília: SEMARH, 2001.

GDF, Governo do Distrito Federal. **Portal do Cidadão: regiões administrativas. Brasília: GDF.** 2009. Disponível em: <http://www.planaltina.df.gov.br>. Acesso em: 20 jun. 2012.

GONÇALVES, T. D.; ROIG, H. L.; CAMPOS, J. E. G. **Sistema de informação geográfica como ferramenta de apoio à outorga dos recursos hídricos subterrâneos no Distrito Federal.** Revista Brasileira de Geociências, 39(1): 169-180, 2009.

GROOT, A. J.; ZSCHUPPE, K. H.; SALOMONS, W. **Standardization of methods of analysis for heavy metals in sediments.** Hydrobiologia, vol. 92, p. 689-695, 1982.

Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Distrito Federal – Brasília Ambiental (IBRAM). Superintendência de Licenciamento e Fiscalização. **Relatório de Impacto Ambiental Complementar – RIAC.** 2009.

Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. **Boletins Agroclimatológico Mensal de Março – 2012.** 2012. Disponível em: http://www.inmet.gov.br/portal/arq/upload/BOLETIM-AGRO_MENSAL_201203.pdf. Acesso em: 20 jun. 12.

Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. **Boletins Agroclimatológico Mensal de Junho – 2012.** Disponível em: http://www.inmet.gov.br/portal/arq/upload/BOLETIM-AGRO_MENSAL_201206.pdf Acesso em: 15 jul. 2012.

KRALIK, M. **A rapid procedure for environmental sampling and evaluation of polluted sediments.** Applied Geochemistry, vol. 14, p. 807-816, 1999.

LORING, D. H.; RANTALA, R. T. T. **Manual for the geochemical analyses of marine sediments and suspended particular matter.** Earth Science, vol. 32, p. 235-283, 1992.

LOURES, Ana P. S.; SOARES, Antônio A.; MATOS, Antônio T.; PEREIRA, Odilon G. **Gestão e Controle Ambiental – Remoção do fósforo em sistemas de tratamento de esgoto doméstico, por escoamento artificial.** Rev. Brás. Eng. Agric. Ambient. vol. 10 no.3, Campina Grande, 2006.

MAIA, Marcos de Lara. **Gestão Ambiental no espaço rural do DF.** Brasília, 2010.

MARCELO, Danilo. **Agência Brasil**. 2011. Disponível em <http://www.agenciabrasil.ebc.com.br>. Acesso em: 10 abr. 2012.

PAULA, V., KATO, M. T.; FLORÊNCIO, L. **Qualidade da água usada na agricultura urbana na cidade do Recife**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.9, (Suplemento), p.123-127. Campina Grande, 2005.

PARRON, L. M. Cruz, C. J. D.; ROCHA, A. L. A.; RODRIGUES, L. N. **Qualidade da Água de Mananciais da Bacia do Ribeirão Preto**. IX Simpósio Nacional Cerrado. Brasília-DF, 2008.

SACRAMENTO, Mariana. **Alimentos Orgânicos**. 2011. Disponível em: <http://www.df.agenciasebrae.com.br>. Acesso em: 10 abr. 2012.

SEBRAE. **Agricultura orgânica: negócio sustentável**. 2009, p. 3. Disponível em: <[http://201.2.114.147/bds/bds.nsf/3FAB5EE06EC5A3E6032572210062FF10/\\$File/NT000B5C1A.pdf](http://201.2.114.147/bds/bds.nsf/3FAB5EE06EC5A3E6032572210062FF10/$File/NT000B5C1A.pdf)> Acesso em: 10 abr. 2012

SILVA, D. R. O.; AVILA, L. A.; MAGRO, T. D.; OLIVEIRA, E.; ZANELLA, R.; NOLDIN, J. A. **Monitoramento de agrotóxicos em águas superficiais de regiões orizícolas no sul do Brasil**. Ciência Rural, Santa Maria, Online, 2009.

ZAMBERLAN, João Fernando. **Caracterização de Águas de Reservatório Superficiais para o Uso em Microirrigação**. Santa Maria-RS, 2007.