IV-160 - AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS EM ÁREA URBANA, NO MUNICÍPIO DE GOIANIRA - GO

Emanoelle Pereira da Silva (1)
Graduação em Química Industrial, especialista em Gestão e Química do Meio Ambiente, mestranda em Engenharia do Meio Ambiente pela UFG.
Cláudia de Sousa Guedes (2)
Tecnóloga em Saneamento Ambiental, mestranda em Engenharia do Meio Ambiente pela UFG.
Aline Souza Carvalho Lima (3)
Tecnóloga em Saneamento Ambiental, mestranda em Engenharia do Meio Ambiente pela UFG.
Luane Franco Magalhães (4)
Engenheira civil, mestranda em Engenharia do Meio Ambiente pela UFG.
José Vicente Granato de Araújo (5)
Engenheiro Civil, Professor da Escola de Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás – UFG, Gerente de Hidrogeologia da Saneamento de Goiás S/A- SANEAGO.

Endereço(1): Avenida Engenheiro Fuad Rassi, Vila Jaraguá - Goiânia-GO - CEP:74655-Tel: (62) 3954-0780 - e-mail: manups3@gmail.com

RESUMO

O uso de águas subterrâneas para consumo humano tem aumentado consideravelmente, pelo fato da crescente demanda de água verificada nos centros urbanos aliada à redução na disponibilidade de oferta dos recursos superficiais, ocasionado pela diminuição da qualidade da água e das vazões disponíveis. Embora estejam mais protegidas da poluição e dos efeitos da sazonalidade, a preservação da qualidade das águas subterrâneas não está garantida. A perfuração indiscriminada de poços e a expansão de empreendimentos próximos às áreas de recarga das mesmas podem afetar a qualidade destas águas e diminuir a disponibilidade do recurso. Com o objetivo de verificar o efeito da expansão urbana na qualidade de águas subterrâneas, o município de Goianira, no estado de Goiás, foi adotado como área de estudo, pois o sistema de abastecimento de água de sua sede municipal é 100% baseado em manancial subterrâneo e a cidade cresceu consideravelmente nos últimos 10 anos. Para tal, foi realizada uma análise temporal dos dados de monitoramento fornecidos pela SANEAGO, concessionária de saneamento básico do estado, entre os anos de 2007 e 2011. Também amostras foram coletadas em triplicata nos subsistemas para verificar a qualidade das águas, as quais foram analisadas quanto a parâmetros microbiológicos e físico-químicos. Os resultados obtidos com este estudo mostram que a expansão urbana não interferiu na qualidade da água dos subsistemas de poços tubulares profundos de Goianira e que todos os parâmetros analisados estão em conformidade com os limites da Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde. No entanto, por meio de pesquisas realizadas em campo, observou-se que a vazão de explotação dos poços não será suficiente para atender a população pelos próximos anos, havendo a necessidade de usar os recursos hídricos superficiais para complementar o abastecimento.

PALAVRAS-CHAVE: Crescimento Urbano, Águas Subterrâneas, Qualidade das águas.

INTRODUÇÃO

O crescimento das cidades e a intensificação de atividades e práticas antrópicas têm modificado o ciclo hidrológico e afetado a qualidade e quantidade das águas superficiais e subterrâneas. Dentre essas práticas a impermeabilização do solo diminui a infiltração da água e, consequentemente, do escoamento de base, que reduz a capacidade de recarga dos aquíferos. No entanto, nos centros urbanos a utilização de água subterrânea para consumo humano vem aumentando, uma vez que a demanda por água cresce e que há uma diminuição da disponibilidade de oferta pelos mananciais de superfície, que em sua maioria estão comprometidos pela qualidade e pelas baixas vazões em tempos de estiagem. De acordo com Zoby (2008), esse crescimento descontrolado da perfuração de poços tubulares, tem causado contaminação dos aquíferos e comprometido a qualidade das águas subterrâneas. Essa que é de fundamental importância para o meio ambiente e para o ser humano, principalmente quando é utilizada para fins de abastecimento público, pois influencia diretamente na saúde da população.

Apesar de estar protegida pelo solo são várias as formas possíveis de contaminação da água subterrânea por diversos tipos de poluentes e contaminantes, como por exemplo, fossas negras e as demais condições de esgotos domésticos e industriais, postos de gasolina, ocupações irregulares, disposição inadequada de resíduos sólidos, dentre outras.

Para Rebouças, Braga e Tundisi (1999), as águas apresentam características de qualidade diferentes, sendo que essa variedade se dá pela origem, caminho, armazenamento da água, ou seja, características geológicas e também pela influência de ações antrópicas. Desta forma é necessária a distinção frequente das características naturais e das inseridas pelos homens.

Uma vez encontrados alguns dos problemas supracitados é de fundamental importância à realização de análises das águas oriundas de poços próximos a locais com tais interferências, para assegurar a qualidade da água subterrânea e promover medida para mitigar as interferências das atividades urbanas sobre a qualidade da água.

O uso da água subterrânea para abastecimento público é significativamente grande no Brasil, no estado de São Paulo 71,6% dos municípios são abastecidos total ou parcialmente por água subterrânea, dessa quantidade 47,7% são abastecidos totalmente por água oriunda de poços (SILVA et. al. apud ANA, 2007). Nos estados do Maranhão e Tocantins, 70% das cidades são abastecidas por água subterrânea e no Piauí esse número aumenta para 80% dos municípios (ANA, 2007).

O município de Goianira em Goiás é abastecido 100% por meio de poços subterrâneos, segundo a Agência Nacional de Água (ANA, 2013), com crescente demanda e a diminuição da vazão do sistema de abastecimento, este atenderá o munícipio até 2015, sendo previsto a inclusão de mananciais de superfície para suprir o abastecimento público do município.

A avaliação da qualidade de água é feita com base em valores limites de parâmetros fundamentados nas características físicas, químicas e biológicas da amostra, estabelecidos por portarias e resoluções que levam em conta o tipo de utilização do recurso. Para a avaliação da qualidade ambiental do recurso hídrico, é preciso obter informações que estejam integradas entre os fatores bióticos e abióticos que regem o funcionamento do ecossistema (SILVA, 2009).

A necessidade crescente de monitoramento de qualidade da água visa impedir o comprometimento do seu aproveitamento múltiplo e integrado. As informações da qualidade de água de um corpo hídrico subterrâneo permitem o conhecimento do recurso com relação aos impactos negativos ocasionados pala ação do homem, estes dados possibilitam o planejamento da ocupação da bacia hidrográfica permitindo consequentemente um maior controle ambiental sobre os impactos (REBOUÇAS; BRAGA; TUNDISI, 1999).

A característica da água é determinada por diversos parâmetros que representam as características físicas, químicas e biológicas deste sistema. De acordo com Cetesb (2009) devido a diferentes fontes de poluição, sendo ela pontual ou difusa, torna a análise de cada poluente impraticável . Sendo assim, considera-se apenas aqueles mais representativos. Segundo Sperling (1996), os parâmetros podem classificar as água de abastecimento, os mananciais e as águas residuárias. Deve-se então ter uma visão integrada da qualidade de água sem uma separação de acordo com seus diversos usos.

Em seu artigo, Migliorini (2004) analisou a qualidade físico-química e bacteriológica da água subterrânea de poços tubulares profundos perfurados em regiões de Cuiabá e Várzea Grande, e encontrou grandes alterações nos parâmetros bacteriológicos que podem ser explicados devidos as situações precárias de saneamento básico nas regiões próximas aos postos. Santos e Matos (2006), realizaram um estudo preliminar sobre a qualidade da água subterrânea de poços tubulares profundos de Brasília através de dados da CAESB, com a finalidade da geração de banco de dados, importante instrumento de gestão da qualidade das águas para abastecimento público.

O acompanhamento das evoluções tanto espaciais quanto temporais requer monitoramento sistemático que é de fundamental importância para o acompanhamento das mudanças ocorridas nos corpos d'água (GROPPO et al, 2006). A avaliação temporal da variabilidade de um determinado parâmetro evidencia a tendência comportamental que permite fundamentar medidas preventivas (PIÃO et al, 2008). Para a realização desta avaliação é necessário uma rede de monitoramento que visa otimizar a gestão deste recurso.

Para Antonopoulos et al. (2001) o estudo de tendência temporal dos parâmetros de qualidade tem recebido considerável atenção. O interesse em métodos de tendência da qualidade da água surge por duas razões, o primeiro é o interesse intrínseco na preocupação de na qualidade da água em relação aos seus usos e a segunda razão é que só recentemente tem havido uma quantidade substancial de dados que é susceptível a este tipo de análise.

Apesar das águas subterrâneas estarem protegidas pela camada de solo que filtra as impurezas, este fato não impede que a mesma seja contaminada por fontes difusas e pontuais de poluição. No meio urbano a contaminação de águas subterrâneas pode advir da falta de saneamento básico, da falta de proteção dos poços e instalações antrópicas em um raio próximo aos mesmos, como instalação de poços de gasolina.

O uso da estatística para a realização de análise temporal possibilita a organização e comparação de dados de certo intervalo de tempo, proporcionando a obtenção de conclusão acerca da qualidade do recurso hídrico e a eficiência do monitoramento.

Mediante o exposto, a análise temporal da qualidade de água é uma importante ferramenta para a gestão dos recursos hídricos. O fornecimento de informações para agência ambiental estadual e empresa de saneamento auxilia na tomada de decisões com relação ao gerenciamento da bacia hidrográfica. Além disso, este trabalho tem como objetivo contribuir para o estudo de qualidade de águas subterrâneas em poços tubulares em meio urbano, através de análises para obtenção de parâmetros indicadores de contaminação e sua relação com o crescimento demográfico e falta de saneamento básico no município de Goianira-GO.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para verificar qualidade das águas subterrâneas no município de Goianira, fez-se uma análise temporal dos relatórios de análises realizados pela concessionária SANEAGO de janeiro de 2007 a dezembro de 2011 para avaliar a qualidade das águas dos poços tubulares. Para tal fez-se o levantamento de dados do crescimento populacional junto ao censo do IBGE no município de Goianira, e nos últimos anos, para correlacionar o crescimento com a evolução da qualidade da água.

As informações coletadas dos parâmetros de qualidade de água foram tratadas em planilha eletrônica, Excel 2007, onde foram gerados gráficos da concentração versus a variabilidade temporal.

A análise da qualidade das águas subterrâneas dos poços tubulares foi feita por meio da coleta nos três subsistemas de abastecimento de Goianira (nos reservatórios), os quais compõem a reunião dos poços tubulares profundos de cada região. A amostragem foi simples com análise em triplicata para cada parâmetro, onde os parâmetros físico-químicos adotados para avaliar a qualidade da água foram pH, turbidez, cor, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos, ferro, matéria orgânica, alcalinidade, dureza, cloretos, flúor, alumínio e para o microbiológico a análise de coliformes totais e coliformes termotolerantes. As análises foram feitas no Laboratório de Saneamento da Universidade Federal de Goiás – UFG, segundo as metodologias da APHA (2005).

Os resultados foram comparados com os padrões de potabilidade da Portaria n° 2.914/2011 do Ministério da Saúde, considerando que a água dos poços é usada para abastecimento público sem tratamento convencional, passando apenas por um processo de desinfeção no reservatório de distribuição.

ÁREA DE ESTUDO

O município de Goianira (Figura 1) abrange uma área de 209 km² e é um polo agroindustrial do estado de Goiás, onde a maior parte da população é urbana de acordo com o IBGE (2010), sendo que a população do município em 2000 era 18.719 e em 2010 alcançou 33.556 mil habitantes. É abastecido por poços tubulares profundos sob fiscalização e monitoramento da SANEAGO, sendo que os diversos poços da cidade são interligados para reservatórios onde a água é clorada e distribuída para a população. Os poços utilizados para o abastecimento são direcionados para reservatórios, constituindo três subsistemas de distribuição, que são Cora Coralina/Los Angeles, Jardim Imperial/ Setor Sul e Núcleo Urbano, como pode ser observado na Tabela 1.

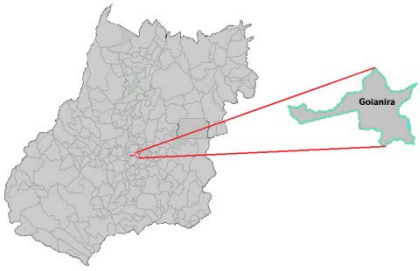

Figura 1: Município de Goianira – GO.

A Figura 2 apresenta a localização do poços subterrâneos de Goianira e sua vulnerabilidade, que avalia o quanto um manancial é susceptível a uma determinada carga poluidora. Os poços que abrangem os sistemas de abastecimento localizam-se em sua maioria na área urbana da cidade. No município de Goianira há a presença do Domínio Fraturado, onde os reservatórios de água subterrânea estão situados entre rochas que possuem falhas ou fissuras de onde são retiradas a água para o abastecimento, o que implica na baixa vulnerabilidade de contaminação.

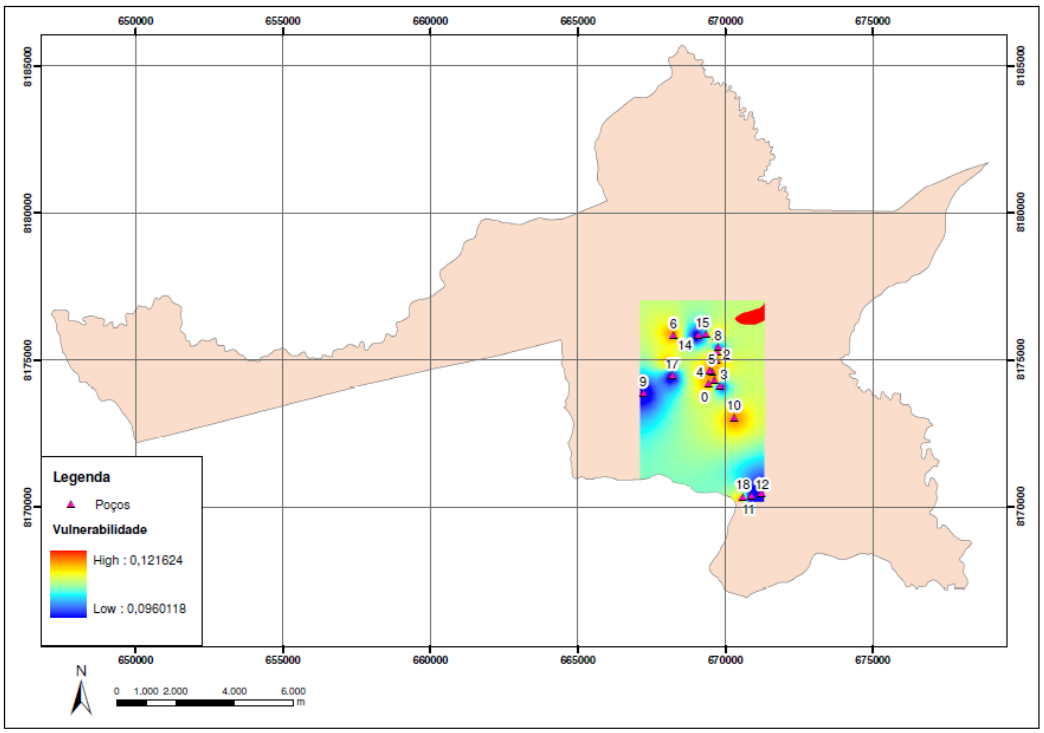

Figura 2: Concentração de poços no município de Goianira e mancha de vulnerabilidade de contaminação (Fonte: GUEDES e CARVALHO, [201-]).

TABELA 1: Dados de poços localizados no município de Goianira – GO.

Código	Sub-Sistema Operacional	Coordenadas UTM		Profun-didade (m)	Vazão (m³/h)	N.E. (m)	N.D. (m)	Data do Teste de vazão
		E	N					
PCC-01	Cora Coralina/Los Angeles	670.518,00	8.170.334,00	100	15.50	3.00	31.00	12/03/93
PCC-02	Cora Coralina/Los Angeles	671.221,00	8.170.482,00	120	39.60	5.30	52.60	19/11/08
PCC-03	Cora Coralina/Los Angeles	670.864,00	8.170.377,00	171	42.00	7.50	62.00	01/09/09
PCC-04	Cora Coralina/Los Angeles	671.888,00	8.170.908,00	93	72.00	0.00	11.60	24/11/09
PIS-01	Jardim Imperial/Setor Sul	668.681,00	8.173.941,00	100	28.00	1.00	35.00	25/07/94
PIS-02	Jardim Imperial/Setor Sul	667.873,00	8.173.238,00	102	18.00	2.20	45.36	28/01/09
PIS-03	Jardim Imperial/Setor Sul	670.448,24	8.175.920,40	201	0.00	-	-	18/05/09
PIS-04	Jardim Imperial/Setor Sul	668.626,26	8.172.765,49	200	0.00	-	-	31/08/09
PIS-05	Jardim Imperial/Setor Sul	668.147,92	8.173.405,55	162	3.30	1.00	110.69	30/10/09
PLA-01	Los Angeles/Cora Coralina	670.288,00	8.173.047,00	120	10.00	4.74	83.00	26/04/03
PNU-01	Núcleo Urbano	669.628,00	8.174.301,00	110	16.50	2.50	79.00	26/08/09
PNU-02*	Núcleo Urbano	669.685,00	8.175.016,00	102	4.50	1.97	75.00	31/08/06
PNU-03*	Núcleo Urbano	669.718,00	8.175.286,00	100	31.68	2.00	54.00	-
PNU-05	Núcleo Urbano	669.807,00	8.174.112,00	120	25.20	5.00	61.50	05/02/00
PNU-06	Núcleo Urbano	669.421,00	8.174.195,00	125	5.84	0.00	59.80	18/03/00
PNU-07	Núcleo Urbano	669.696,00	8.175.799,00	111	28.80	3.60	64.70	16/10/08
PNU-08	Núcleo Urbano	667.216,00	8.173.862,00	174	5.00	12.30	84.00	13/02/09
PNU-09	Núcleo Urbano	669.752,00	8.175.439,00	147	2.40	18.20	66.80	20/11/08
PNU-10	Núcleo Urbano	669.061,00	8.175.975,00	130	0.00	-	-	-
PNU-CA	Núcleo Urbano	669.451,00	8.174.615,00	100	24.70	2.00	54.00	29/03/00
PNU-HI	Núcleo Urbano	668.239,00	8.175.850,00	116	9.80	0.00	27.00	15/09/76

Goianira apresenta aquífero do tipo fraturado, o qual segundo Vogel (2008) dificulta a circulação de contaminantes, por se tratar de tipo rochoso de textura maciça, formando assim um aquífero confinado. A escolha deste município foi devido ao seu abastecimento ser exclusivamente de mananciais subterrâneos, o qual apresenta três sistemas de poços (ANA, 2013), com vazões médias de 6,0 L/s.

RESULTADOS

O monitoramento da água para abastecimento de Goianira é realizado pela Companhia de Saneamento de Goiás - SANEAGO com uma frequência de 2 dias (10 parâmetros), 4 meses (17 parâmetros). Para este trabalho pegou-se os dados de monitoramento feitos a cada 4 meses nos anos de 2007 a 2011, foram analisados a sua variabilidade temporal e também a conformidade com a Portaria do MS 1.294 de 2011. Os parâmetros analisados são: Flúor, pH, Dureza total, CT, CF, Nitrato, Turbidez, Fe (total), Cloretos, Condutividade, Cloro residual, Cor aparente, Alumínio, Cont. Bactérias, TDS, Sulfato, Nitrito, Amônia e Manganês, para cada subsistema, onde são realizadas coletas na saída do reservatório após a adição de cloro para a desinfecção. Foram plotados os parâmetros com variações mais significativas para cada subsistema, como pode ser observados nas Figuras abaixo.

- Subsistema Cora Coralina/Los Angeles (CC):

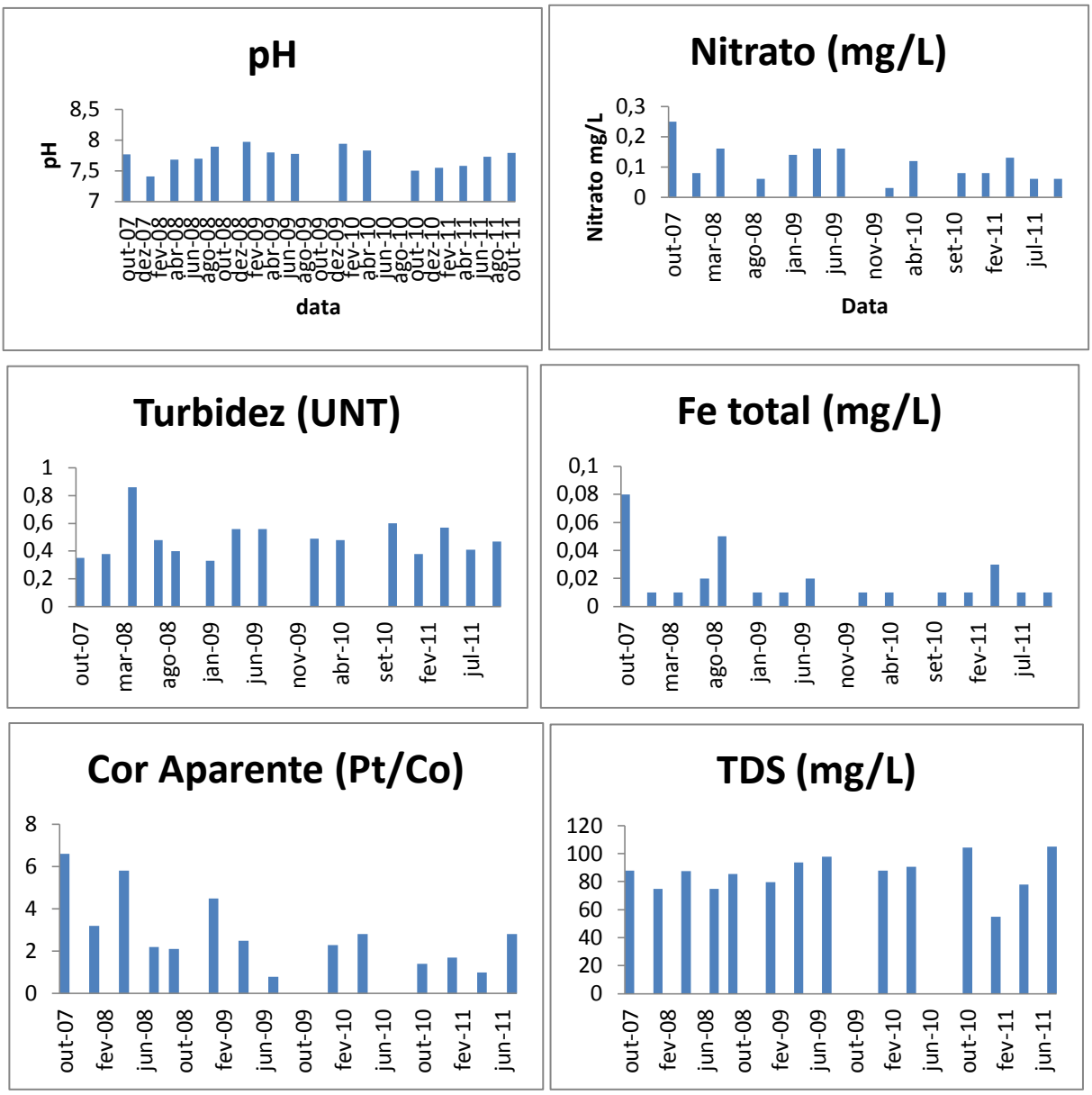

Figura 2: Variação temporal de pH, nitrato, turbidez, ferro, cor aparente e sólidos totais dissolvidos entre 2007 e 2011 no subsistema Cora Coralina

Os valores de pH variaram de 7,4 a 8,0, as concentrações de nitrato de 0,04 a 0,25 mg/L, turbidez de 0,32 a 0,88 UNT. Teores de ferro foram na maioria igual a 0,01 e com valores máximos de 0,05 a 0,08 mg/L. A cor aparente variou de 0,9 a 7,5 Pt/Co e o sólidos dissolvidos de 58 a 103 mg/L.

- Subsistema Jardim Imperial/ Setor Sul (JI):

As faixas de pH foram similares ao subsistema Cora Coralina, a concentração de nitrato inferior a 0,05 na maior parte dos meses, com um máximo de 0,2 mg/L. A turbidez apresentou valores de 0,2 a 1,0 UNT, o ferro apresentou faixa similar ao encontrado no subsistema Cora Coralina, com máximo de 0,06 mg/L, a cor foi menor que 5 Pt/Co em todos os meses da análise amostral e os sólidos dissolvidos apresentaram variação de 50 a 70 mg/L.

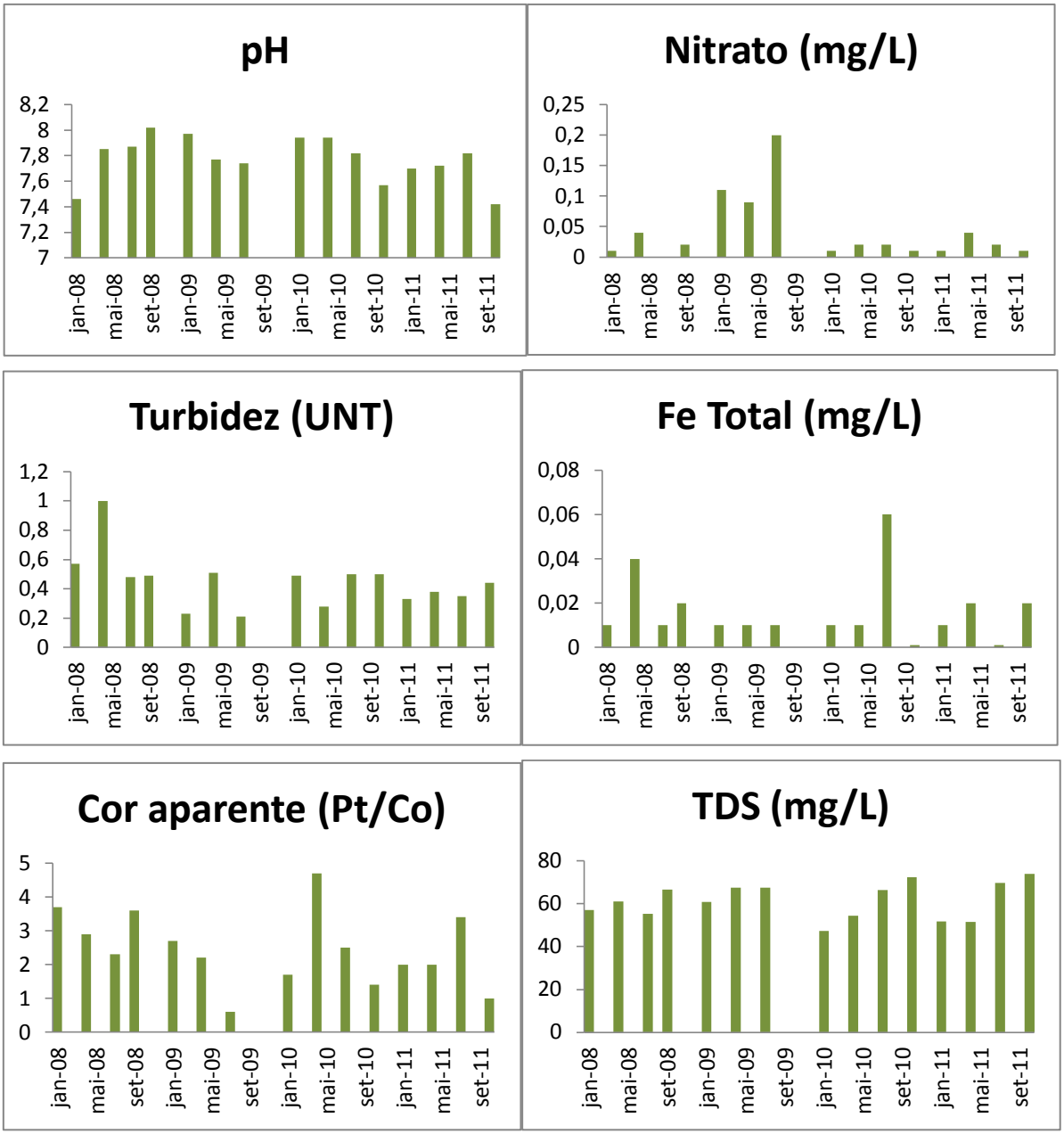

Figura 3: Variação temporal de pH, nitrato, turbidez, ferro, cor aparente e sólidos totais dissolvidos entre 2007 e 2011 no subsistema Jardim Imperial

- Subsistema Núcleo Urbano (NU):

O pH variou de 7,4 a 7,9, o nitrato teve uma concentração média de 0,15 mg/L com máximo de 0,25 mg/L e mínimo de 0,04. A turbidez variou de 0,3 a 0,9 UNT; o ferro apresentou valores máximos entre 0,08 e 0,1 mg/L, sendo que as concentrações foram em sua maioria menores que 0,02 mg/L; a cor apresentou um máximo de 7,5 Pt/Co e os sólidos dissolvidos variaram de 50 a 100 mg/L.

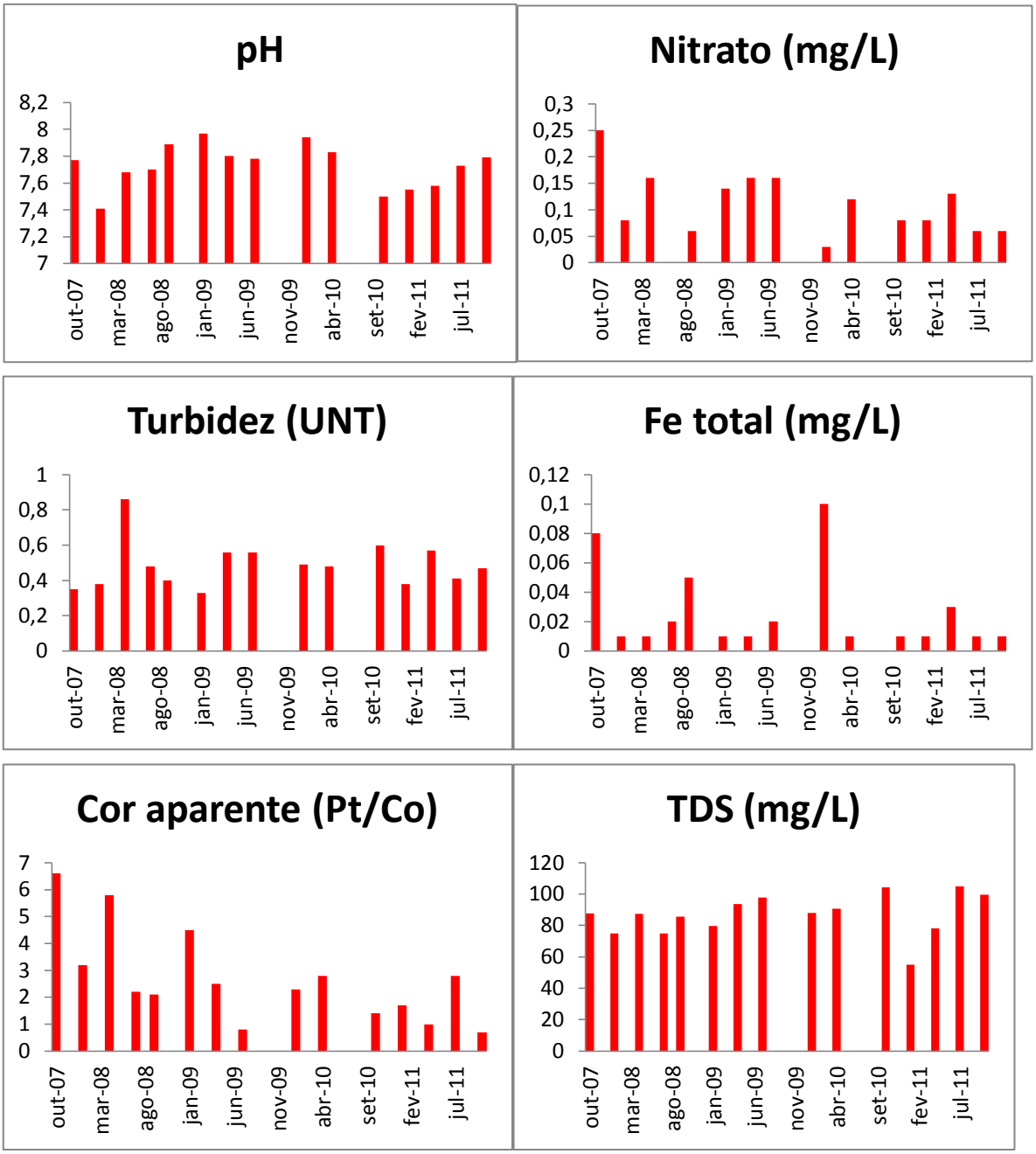

Figura 4: Variação temporal de pH, nitrato, turbidez, ferro, cor aparente e sólidos totais dissolvidos entre 2007 e 2011 no subsistema Núcleo Urbano

Em todos os três subsistemas, os parâmetros avaliados estiveram em conformidade com a Portaria do Ministério da Saúde nº 2.914/2011. As concentrações de ferro e nitrato estão muito abaixo das concentrações comumente encontradas em águas subterrâneas. Quanto à variabilidade temporal observa-se que nos meses chuvosos (outubro a janeiro) a concentração dos parâmetros como turbidez e nitrato são menores se comparados ao período de seca, os resultados demonstram que, apesar do manancial subterrâneo ser protegido, a sazonalidade teve um efeito na variação da concentração de parâmetros influenciada provavelmente pela influência da taxa de evaporação no período seco.

Na avaliação geral percebeu-se que a qualidade da água dos poços está em nível satisfatório para os parâmetros analisados, e que o crescimento da cidade e instalação de empreendimentos próximos aos poços não afetou a qualidade da água. No entanto, foi levando em campo que a capacidade de explotação do manancial subterrâneo não será suficiente para atender a demanda da população pelos próximos anos, por isso

obras de ampliação de sistemas superficiais estão sendo construídas para suprir a demanda crescente da cidade e evitar a falta de água, visto que a vazão produtiva dos poços tem diminuído ao longo dos anos.

ANÁLISE DE CONFORMIDADE DOS PARÂMETOS

Na Tabela 2 é apresentado os parâmetros físico-químicos e microbiológicos analisados para avaliar a qualidade da água dos subsistemas de abastecimento de Goianira. Nesta observa-se que todos os parâmetros estão em conformidade com a Legislação vigente, Portaria 2.914 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011), que dispõe sobre a qualidade das águas e abastecimento público e sobre o padrão de potabilidade.

Tabela 2: Análises dos Subsistemas de Abastecimento de Goianira - GO

Parâmetros	Unidades	NU	CC	JI	VMP(3)
Turbidez	NTU	0,65	1,17	0,26	5,0
pH	--	7,94	7,63	7,09	6,0 - 9,0
Cor aparente	Pt/Co	5,0	2,0	2,0	15,0
Condutividade	mS/cm	150,5	115,3	119,8	NR(2)
TDS	mg/L	74,45	57,2	59,8	1000
Ferro	mg/L	ND(1)	0,09	ND(1)	0,3
Alumínio	mg/L	0,035	ND(1)	0,078	0,2
Fluoreto	mg/L	0,5	0,24	0,65	1,5
Alcalinidade	mg/L	53	67	57	NR(2)
Dureza	mg/L	52	42	50	500
Cloretos	mg/L	7,5	5,5	7,9	250
Coliformes Totais	NMP	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Escherichia coli	NMP	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente

(1) Não detectado
(2) Não recomendado
(3) Valor máximo permitido

A ausência de contaminantes microbiológicos mostra que os subsistemas estão protegidos da contaminação antrópica, fato este esperado sabendo que os poços de Goianira são profundos e do tipo fraturado (VOGEL, 2008) o que impede ou dificulta a passagem dos contaminantes.

Os padrões organolépticos de cor, turbidez, cloretos, dureza, ferro e sólidos dissolvidos garantem a qualidade da água dos subsistemas, e desta forma, a aceitação para consumo humano. Os valores de pH na faixa de 7 e baixos valores de alcalinidade garantem a passagem da água pela rede sem provocar danos a tubulação. Os parâmetros de ferro, cloretos e dureza dentro dos limites citados garantem a água um aspecto agradável, ou seja, isenta de gosto, odor e cor.

Os padrões inorgânicos como o alumínio e o fluoreto que apresentam valores satisfatórios são essenciais para o monitoramento da qualidade da água, pois são íons que em concentrações elevadas podem causar danos à saúde, sendo estes utilizados muitas vezes no tratamento das águas de abastecimento público.

CONCLUSÃO

Os parâmetros analisados nos três subsistemas de distribuição de água para o abastecimento público no munícipio de Goianira mostraram-se em conformidade com a portaria do Ministério da Saúde nº 2.914 de 2011 apresentando resultados muito abaixo do limite máximo permitido pela norma. Nas análises das amostras coletadas o valor médio de turbidez foi de 0,65, 1,17 e 0,26 respectivamente para NU, CC e JI, estando muito abaixo do valor máximo permitido de 5,0 UNT. O ferro só foi detectado no CC com 0,09 mg/L. A concentração de sólidos dissolvidos foi maior para o NU com 74,5 mg/L, seguido do CC e JI com 57,2 e 59,8.

O crescimento da cidade apesar de expressivo parece não ter provocado impacto na qualidade das águas subterrânea em Goianira. No entanto, apesar das águas subterrâneas estarem protegidas, pois todos os poços tubulares são profundos, observou-se que na variabilidade temporal da série de dados, que a sazonalidade apresenta um efeito na concentração dos parâmetros onde nos meses de precipitação as concentrações reduziram em comparação com o período de estiagem.

Assim, a análise de dados temporais de parâmetros de qualidade de água tem provado ser uma ferramenta eficaz para a análise de uma enorme e complexa matriz de dados ambientais. Este estudo serve também para a identificação de fontes de poluição e serve para orientar estudos de concepção e promover uma estratégia eficaz de gestão e monitoramento das águas subterrâneas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANA. Agência Nacional das Águas. **PANORAMA DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO BRASIL.** 2007.
2. ANA. Agência Nacional das Águas. Atlas - abastecimento urbano de água. Disponível em: < http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/analise/Geral.aspx?est=12>. Acesso em: 04 Abr. de 2013.
3. ANTONOPOULOS, V. Z., PAPAMICHAIL, D. M. E MITSIOU, K. A. **Statistical and trend analysis of water quality and quantity data for the Strymon River in Greece.** Hydrology and Earth System Sciences, vol. 5, 2001.
4. APHA. American Public Health Association. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21st Ed.** Washington. 2005.
5. BRASIL. **Portaria nº 2914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. 2011.
6. CETESB. **Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo 2008**. São Paulo: Série de Relatórios. 2009.
7. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 2010** publicado no Diário Oficial da União. 2010. Disponível em: < http://www.censo2010.ibge.gov.br/dados_divulgados/index.php?uf=52>. Acesso em: ago/2012.2010.
8. GROPPO, J. D. et al. Estudo de Tendência de Parâmetros de Qualidade de Água na Bacia do Rio Piracicaba. **RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos,** V. 11, n.3, p. 79-87, Jul/Set 2006.
9. GUEDES, C. S.; CARVALHO, A. S. Mapeamento da Vulnerabilidade e Análise de Risco à Contaminação da Água Subterrânea do Município de Goianira-GO. Artigo de conclusão de curso de Especialização Lato Sensu em Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos-UFG, Goiânia. [201].
10. MIGLIORINI, B. Renato. Qualidade físico-química e bacteriológica de Águas Subterrâneas em meio urbano. Região de Cuiabá e Várzea Grande – MT. **XIII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas.** 2004.
11. PIÃO, A.C.S. et al. Modelos estatísticos para avaliar tendências mediante análise de parâmetros físicos e químicos em bacia hidrográfica. In: BRASILIAN CONFERENCE ON DYNAMICS, CONTROL AND APPLICATIONS, 7. Presidente Prudente: Unesp, 2008.
12. REBOUÇAS, A.C; BRAGA, B.; TUNDISI, J.G. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 3. Ed. São Paulo: Escrituras Editora, 1999.
13. SANTOS, M. M. Roberto; MATOS, M. Priscilla. Monitoramento das águas subterrâneas do Distrito Federal – dados preliminares. **XIV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas.** 2006.
14. SILVA, D.F. et al. Análise espaço-temporal de parâmetros de qualidade de água**. Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 6, n. 2, p. 492-518, mai /ago 2009.
15. SPERLING. M. V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3. Ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 1996. (Série: Princípios do tratamento biológico de águas residuárias).

16. VOGEL, M. M. **Avaliação da vulnerabilidade natural à contaminação dos recursos hídricos subterrâneos na região cultural da Quarta Colônia de Imigração Italiana, RS**. 2008. Dissertação (Mestrado em Geografia e Geociências) - Centro de Ciências Naturais e Exatas, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.
17. ZOBY, G. L. José. Panorama da qualidade das águas subterrâneas no Brasil. **XV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas.** 2008.