Monitoramento e Avaliação dos Parâmetros pH e CE da Água Subterrânea de Poços Tubulares Utilizados para Abastecimento no Município de Carlos Barbosa (RS).

Pedro Antonio Roehe Reginato; Amanda Sanferari; Gustavo Barbosa Athayde [1], Camila de Vasconcelos Müller Athayde [2], Taison Anderson Bortolin [3], Marcos Imério Leão, Tuane de Oliveira Dutra [1]

[1]IPH/UFRGS (pedro.reginato@ufrgs.br; amanda.sanferari@ufrgs.br; gustavo.athayde@ufrgs.br; imerio@iph.ufrgs.br; tuanehidrica@gmail.com)
[2] LPH/UFPR (camilavmuller@ufpr.br)
[3] ISAM/UCS (tabortol@ucs.br)

Resumo

Neste trabalho são apresentados dados de pH e CE obtidos com o monitoramento de dois poços tubulares, que captam água do Sistema Aquífero Serra Geral e que estão localizados no município de Carlos Barbosa. Foram realizadas coletas semanais de água subterrânea nesses dois poços, por um período de 15 meses. Os dados obtidos foram analisados e comparados com os volumes de chuva e os volumes bombeados pelos poços. Os resultados indicaram que há variações dos valores encontrados para os diferentes parâmetros com o tempo, sendo que numa análise semanal não há uma correlação clara entre os volumes de chuva e os valores de pH e CE. No entanto, numa análise envolvendo períodos maiores de tempo, observou-se que há uma tendência para diminuição das médias de pH e CE com a diminuição dos volumes precipitados. No caso dos volumes bombeados pelos poços, foi identificada uma tendência de diminuição das médias de pH e CE com o aumento dos volumes que são bombeados dos poços.

Palavras-chave: ph, CE, monitoramento, sistema aquífero serra geral,

Área Temática: Recursos Hídricos

Abstract

In this work are presented data of pH and CE obtained with the monitoring of two tubular wells, that capture water from the Serra Geral Aquifer System and that are located in the Carlos Barbosa city. Weekly collections of groundwater in these two wells, were made for a period of 15 months. The obtained data were analyzed and compared with the volumes of rain and the volumes pumped by the wells. The results indicated that there are variations of the values found for the different parameters over time, and in a weekly analysis there is no clear correlation between rainfall volumes and pH and EC values. However, in an analysis involving longer periods of time, it was observed that there is a tendency to decrease the pH and EC averages with the decrease in precipitated volumes. In the case of the volumes pumped by the wells, a trend of decreasing of the means of pH and CE was identified with the increase of the volumes that are pumped from the wells.

Key words: pH, EC, monitoring, serra geral aquifer system.

Theme Area: Water Resources

1 Introdução

A composição da água subterrânea é influenciada por diferentes fatores como: tipo de aquífero e litologia associada; fluxo e tempo de residência da água subterrânea; processos físico-quimicos e biogeoquímicos, que ocorrem tanto na zona saturada como não saturada; misturas de águas entre diferentes aquíferos; entre outros. Além disso, a composição pode ser alterada por atividades antrópicas, responsáveis pela contaminação da água subterrânea (MESTRINHO, 2008).

Azevedo et al., (2014), em estudo realizado no aquífero livre intergranular, localizado na região sul do estado de Tocantins, identificaram que as variações do pH (período chuvoso e seco) tem influência no comportamento do carbonato de cálcio (processos de solubilização e precipitação). Também identificaram que os tipos e os graus de evolução dos solos afetam a mineralização das águas subterrâneas, sendo que em solos jovens há ocorrência de águas pouco mineralizadas, enquanto que em solos mais desenvolvidos há um aumento do conteúdo de elementos dissolvidos.

A recarga (forma e intensidade) também pode ter influência na composição da água subterrânea, principalmente, em aquíferos livres, localizados próximos a superfície. Marques et al., (2008), em estudo realizado no aquífero Piranema, localizado no estado do Rio de Janeiro, identificaram que as variações do nível de água subterrânea, provocadas pelas variações da recarga, têm influência nos valores de pH, condutividade elétrica (CE) e resíduo seco.

Os poços utilizados para abastecimento público, em geral, estão sob contínua explotação, durante todo o ano. A explotação, associada a sazonalidade da precipitação e recarga, poderiam ter influência na composição química da água subterrânea. Marion et al., (2007), por meio do monitoramento da qualidade da água de um poço que capta água do Sistema Aquífero Guarani (SAG), identificaram a existência de variações sazonais para os parâmetros que foram monitorados (temperatura, sólidos totais dissolvidos, pH, oxigênio dissolvido e alcalinidade).

Com o objetivo de avaliar o comportamento dos parâmetros pH e CE, foi realizado um monitoramento semanal, durante 15 meses, em dois poços tubulares que captam água do Sistema Aquífero Serra Geral, no município de Carlos Barbosa (RS). Os resultados foram comparados com a quantidade de precipitação e o volume de água explotado, visando com isso avaliar a existência ou não, da influência desses processos, nos valores encontrados para esses parâmetros.

2 Localização da Área de Estudo e Caracterização Hidrogeológica

A área estudo consiste na área urbana do Município de Carlos Barbosa, onde estão localizados os poços tubulares monitorados e que são utilizados para abastecimento da cidade. O município está localizado na região nordeste do estado do Rio Grande do Sul (29º18’ de latitude sul e 51º30’ de longitude oeste).

Na área de estudo há ocorrência do Sistema Aquífero Serra Geral (SASG) que é caracterizado pela presença de aquíferos granulares livres, que podem ocorrer no manto de alteração existente sobre as rochas e, principalmente, por aquíferos fraturados que estão associados às estruturas tectônicas (fraturas e falhas), de resfriamento das rochas (como por exemplo as diaclases e zonas vesiculares a amigdaloides) e de contato entre derrames (REGINATO, 2003; REGINATO et al., 2012; REGINATO et al., 2015).

Conforme Dutra et al., (2016a e 2016b), o município de Carlos Barbosa é totalmente abastecido por água subterrânea, sendo que as águas são captadas por 15 poços tubulares, de propriedade da Companhia Riograndense de Saneamento (CORSAN), perfurados na sequência de rochas vulcânicas, que formam o Sistema Aquífero Serra Geral. A explotação

dos poços é realizada para atender a demanda de água, sendo que muitos poços operam em condições acima das definidas nos projetos de bombeamento.

Segundo Bortolin et al., (2016) as águas do SASG no município de Carlos Barbosa são do tipo bicarbonatadas cálcicas a magnesianas e apresentam baixa mineralização e tempo de residência. Os autores identificaram a existência de uma correlação entre padrões hidroquímicos e a profundidade da ocorrência de fraturas (entradas de águas nos poços). Assim, poços com entradas de água mais rasas (abaixo de 30 metros) apresentam águas pouco mineralizadas, enquanto poços com entradas de água mais profundas (acima de 50 metros) apresentam concentração maior de íons (cálcio, bicarbonatos e sódio).

Athayde et al., (2017), em estudo realizado na região de Carlos Barbosa identificaram que as águas subterrâneas dessa região, são bicarbonatadas cálcicas, bicarbonatadas cálcio sódicas e bicarbonatadas magnesianas. Além disso, os autores identificaram uma relação entre a concentração de elementos químicos, com os diferentes tipos de derrames de rochas vulcânicas ácidas.

Hajjar (2016) desenvolveu um estudo sobre a concentração de nitrato nas águas subterrâneas, na zona urbana do município de Carlos Barbosa (RS). O autor identificou que as maiores concentrações de nitrato foram encontradas em poços localizados nas áreas mais antigas da cidade, bem como evidenciou a existência de uma relação entre a precipitação e as concentrações de nitrato (diminuição das medianas nos períodos de maior pluviosidade).

3 Materiais e Métodos

Foi realizado o monitoramento semanal de pH e CE em dois poços tubulares, de propriedade da CORSAN. A seleção dos poços levou em conta, a localização (diferentes áreas do município), volume explotado e a profundidade das entradas de água. Os poços selecionados foram o CBA11 e CBA34.

As informações construtivas e hidrogeológicas dos poços (profundidades das entradas de água, vazão e volume de explotação projetado) foram obtidas através da análise dos perfis geológicos e construtivos dos poços, bem como dos relatórios de ensaios de bombeamento, fornecidos pela CORSAN. Os dados de volume explotado foram obtidos das planilhas de controle mensal de produção de poços, elaboradas pela CORSAN.

Os dados de precipitação foram obtidos da Estação Meteorológica da Embrapa Uva e Vinho, localizada no município de Bento Gonçalves. Foram fornecidos dados diários de chuva, sendo que para esse estudo foram utilizados dados semanais e mensais.

O monitoramento realizado nos poços teve início em abril de 2015, finalizando em julho de 2016. No entanto, houve períodos onde o monitoramento não foi realizado (final de dezembro de 2015 a primeira quinzena de fevereiro de 2016), pois ocorreram problemas com a coleta (não foi possível de ser realizada) ou durante a realização da medição dos parâmetros.

Os parâmetros monitorados foram pH e CE (condutividade elétrica), sendo que os mesmos foram medidos, com uso de uma sonda multiparâmetros, marca EUREKA, modelo MANTA 2.

As amostras de água foram coletadas, com os poços em bombeamento, numa torneira localizada no cavalete do poço (estrutura montada após a saída da tubulação edutora da bomba). As coletas foram realizadas uma vez por semana, durante o período monitorado. As amostras coletadas foram acondicionadas em frascos de plásticos e caixas de isopor, sendo depois levadas para laboratório onde foram realizadas as análises.

A avaliação dos resultados foi feita com base no uso de técnicas de estatísticas descritivas, geração de gráficos e análise de correlações e linhas de tendência, por meio do uso do programa Excel. Os valores de pH e CE, obtidos com o monitoramento, foram comparados com dados de precipitação e de explotação.

4 Resultados e Discussão

Os poços CBA11 e 34 apresentam diferentes características construtivas e projetos de bombeamento, conforme pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1 – Dados Construtivos e Hidrogeológicos dos Poços Monitorados

Dado/Poço	CBA11	CBA34
1 – Profundidade (m)	98	180
2 – Nível Estático (m)	1,3	7
3 – Entradas de Água (m)	14 e 22	48, 60 e 71
4 – Vazão – Projeto - (m^3/h)	20	12
5 – Tempo de Bombeamento (h)	12	12
6 – Volume Explotado – Projeto – (m^3/dia) / (m^3/mês)	240 / 7200	144 / 4320

O poço 11 foi monitorado durante 15 meses, sendo que nesse período foram feitas 54 análises de pH e 58 análises de CE. Os resultados das análises estatísticas dos diferentes parâmetros são apresentados na tabela 2.

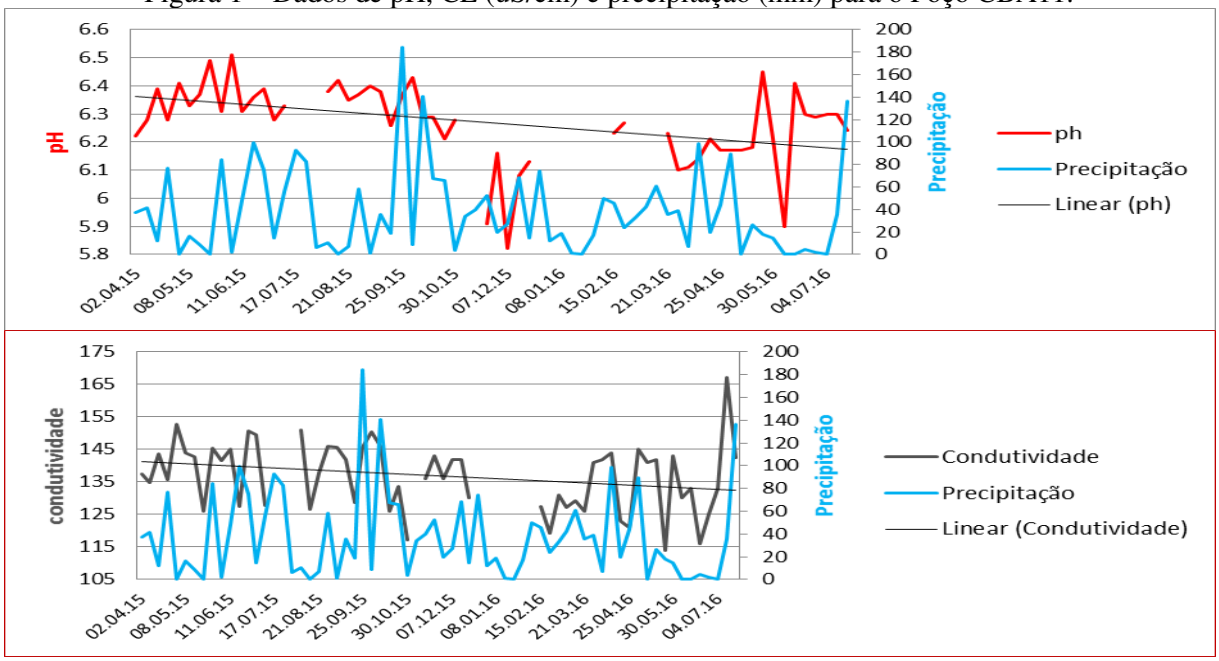
Tabela 2 – Dados de pH, CE, Precipitação e Volume Explotado do Poço Tubular CBA11.

	Máximo	Mínimo	Média	Mediana	Desvio Padrão
pH	6,55	5,82	6,27	6,29	0,1438
CE (uS/cm)	167,1	114	136,83	139,45	10,5248
Precipitação (mm)	184	0	37,64	26,85	38,26
Volume Explotado (m^3/mês)	15066	6657	8918,72	8428	2771,571

Os valores de pH variaram entre 5,82 e 6,55, com um média de 6,27, enquanto os valores de CE variaram entre 114 e 167,1 uS/cm, com média de 136,83 uS/cm. A precipitação máxima foi de 184 mm (ocorrida em setembro de 2015), com uma média de 37,64 mm. O volume mensal explotado variou entre 6657 a 15066 m^3/mês (média de 8918,72 m^3/mês).

Os dados de pH e CE obtidos das coletas semanais, foram comparados com os dados de precipitação (valores acumulados na semana), sendo os mesmos apresentados na Figura 1.

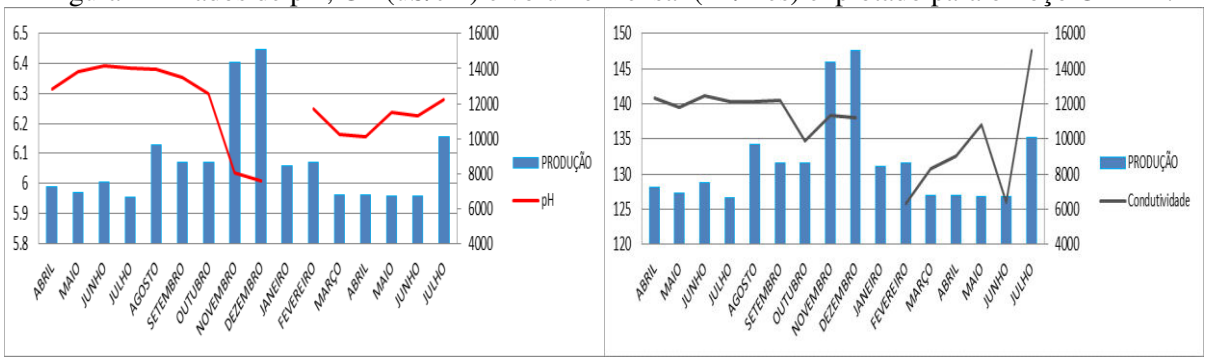
Figura 1 – Dados de pH, CE (uS/cm) e precipitação (mm) para o Poço CBA11.



Analisando os gráficos, observa-se que não há uma correlação direta entre a precipitação e as variações de pH e CE nas amostras coletadas semanalmente. No entanto se analisarmos a distribuição da precipitação ao longo do período monitorado e a tendência de variações dos valores de pH e CE pode-se identificar uma pequena correlação. No período de abril a outubro de 2015 ocorreram maiores precipitações, sendo que a média foi de 45,04 mm. Para esse período as médias dos valores de pH e CE foram, respectivamente, iguais a 6,35 e 139,48 uS/cm. Já para o período de novembro de 2015 a junho de 2016, ocorreram menores precipitações, sendo a média igual a 28,97 mm. Para esse intervalo de tempo houve uma redução nos valores médios de pH e CE, que alcançaram, respectivamente, 6,19 e 134,19 uS/cm.

Os dados de pH e CE também foram comparados com os dados de produção do poço tubular, sendo os mesmos apresentados na Figura 2. Como os dados de volume explotado são mensais, foram utilizados para comparação, os dados das médias mensais de pH e CE. Analisando os gráficos apresentados na Figura 2, observa-se que os maiores volumes explotados ocorreram em novembro e dezembro de 2015, sendo que esse período corresponde a ocorrência dos menores valores de pH e CE. A partir de janeiro de 2016 as explotações foram menores, sendo que os valores de pH aumentaram, mas foram inferiores ao período anterior.

Figura 2 – Dados de pH, CE (uS/cm) e volume mensal (m^3/mês) explotado para o Poço CBA11.



O poço 34 foi monitorado durante 15 meses, sendo que nesse período foram feitas 53 análises de pH e 56 análises de CE. Os resultados das análises estatísticas dos diferentes parâmetros são apresentados na tabela 3.

Tabela 3 – Dados de pH, CE, Precipitação e Volume Explotado do Poço Tubular CBA34.

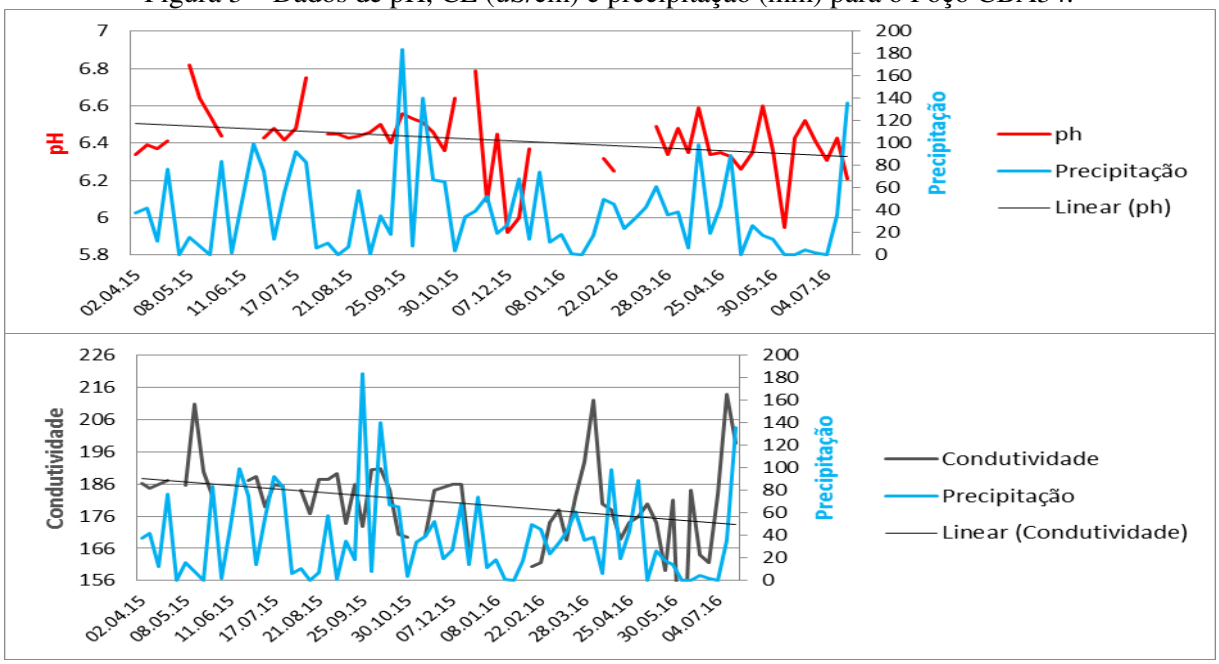
	Máximo	Mínimo	Média	Mediana	Desvio Padrão
pH	6,82	5,92	6,41	6,43	0,1749
CE (uS/cm)	214	115	180,34	183,5	14,6119
Precipitação (mm)	184	0	37,64	26,85	38,26
Volume Explotado (m^3/mês)	7651	1820	5536,38	5505,5	1636,897

Os valores de pH variaram entre 5,92 e 6,82, com um média de 6,41, enquanto os valores de CE variaram entre 214 e 115 uS/cm, com média de 180,34 uS/cm. O volume mensal explotado do poço variou entre 1820 a 7651 m^3/mês, com uma média de 5536,38 m^3/mês.

Os dados de pH e CE obtidos das coletas semanais, foram comparados com os dados de precipitação (valores acumulados na semana), sendo os mesmos apresentados na Figura 3. Analisando os gráficos apresentados, observa-se que há um comportamento semelhante ao que foi observado no poço CBA11, evidenciando a falta de uma correlação direta entre a

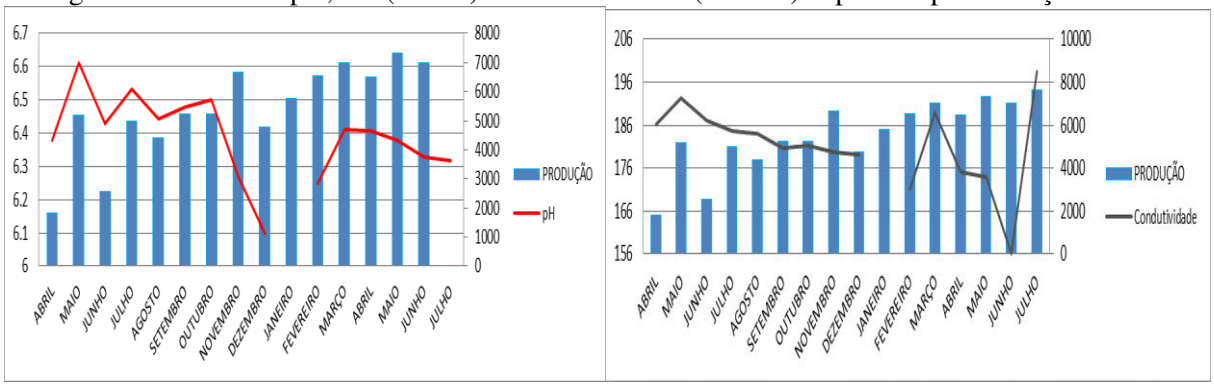
precipitação e as variações de pH e CE nas amostras coletadas semanalmente. No entanto, se analisarmos os períodos onde ocorreram as maiores e menores médias de precipitação, pode-se avaliar uma pequena correlação. Como foi observado no outro poço, para o período de abril a outubro de 2015, onde ocorreram maiores precipitações (média de 45,04 mm), os valores de pH e CE foram, respectivamente, iguais a 6,48 e 185,32 uS/cm. Já para o período, onde ocorreram menores precipitações (novembro de 2015 a junho de 2016) houve uma redução nos valores médios de pH e CE, que alcançaram, respectivamente, 6,35 e 176,33 uS/cm.

Figura 3 – Dados de pH, CE (uS/cm) e precipitação (mm) para o Poço CBA34.



Os dados de pH e CE também foram comparados com os dados de produção do poço tubular, sendo os mesmos apresentados na Figura 4. Analisando os gráficos, observa-se que os maiores volumes explotados passam a ocorrem a partir de novembro de 2015 (exceção para o mês de dezembro de 2015 onde está registrada uma redução). A análise das variações dos valores de pH e CE, indicam uma tendência de redução de valores com o aumento da explotação, embora tenham ocorrido oscilações significativas para a CE, durante o período de maior explotação.

Figura 4 – Dados de pH, CE (uS/cm) e volume mensal (m^3/mês) explotado para o Poço CBA34.



Analisando os valores médios de pH e CE para os poços CBA11 e CBA34 (Tabelas 2 e 3) e a profundidade das entradas de água (Tabela 1), observa-se que o poço CBA11 possui

as entradas de água mais rasas e, consequentemente, valores médios de pH e CE mais baixos, quando comparados com os resultados encontrados para o poço CBA34. Isso está de acordo com o que foi determinado por Bortolin et al., (2016), que evidenciou uma correlação entre diferentes parâmetros físico-químicos com a profundidade das entradas de água.

Os resultados apresentados indicam que há variações dos valores de pH e CE com o tempo, sendo que essas variações podem estar associadas a diferentes causas. Quando se analisa a relação entre os valores de pH e CE não se observa uma correlação direta com o volume semanal da precipitação. No entanto, se analisarmos intervalos de tempo maiores, que representam maiores e menores precipitações, observa-se uma tendência, marcada pela ocorrência de maiores valores médios de pH e CE em períodos onde as médias de precipitação são maiores. Com a diminuição da precipitação (médias menores) há uma diminuição dos valores médios de pH e CE. Comparando os valores de pH e CE, com os volumes explotados dos poços, observa-se que cada poço é explotado de forma diferenciada e que isso, pode ter alguma influência nos valores encontrados para os dois parâmetros. No caso do poço CBA11, a explotação é mais uniforme, com exceção para os meses de novembro a dezembro de 2015 onde houve um aumento significativo (quase duplicou o volume mensal explotado). Nesse caso, os menores valores de pH e CE estão associados a esses dois meses onde ocorreram as maiores explotações. Já o poço CBA34, os volumes explotados são menores, mas evidenciaram um comportamento diferente, sendo que houve um aumento da explotação a partir de novembro de 2015. Nesse período houve uma redução dos valores de pH, com oscilações nos valores de CE.

5 Conclusões

Os resultados encontrados com o monitoramento dos parâmetros pH e CE nos poços CAB11 e CBA34 indicaram a ocorrência de variações nos valores desses parâmetros ao longo do tempo, sendo as mesmas influenciadas pela resposta da recarga e fluxo de água no sistema aquífero. No poço CBA11 foram observados valores médios mais baixos de pH e CE (respectivamente, 6,27 e 136,83 uS/cm), quando comparados com os resultados encontrados para o poço CB34 que foram, respectivamente, de 6,41 e 180,34 uS/cm. Essas diferenças estão relacionadas com a profundidade de ocorrência das entradas de água, sendo que no poço CBA11 as mesmas são mais rasas (14 e 22 m), enquanto no poço CBA34 são mais profundas (48, 60 e 71 m).

Na comparação dos valores de pH e CE com a precipitação, observa-se que não há uma correlação direta entre as variações dos valores desses parâmetros, com os volumes semanais de precipitação. No entanto, numa análise envolvendo intervalos de tempo onde há ocorrência de volumes médios maiores e menores de precipitação, observa-se uma tendência de diminuição das médias de pH e CE com a diminuição dos volumes precipitados.

No caso dos volumes explotados, os mesmos indicam uma tendência de diminuição de valores de pH e CE com o aumento dos volumes explotados. No entanto, deve-se destacar que também ocorreram variações significativas em períodos de maior explotação, como evidenciado pelos dados de CE do poço CBA34.

Referências

ATHAYDE, C.V.M.; ATHAYDE, G.B.; REGINATO, P.A.R.; LEÃO, M.I. Assinaturas Hidroquímicas dos Derrames Ácidos Localizados em Carlos Barbosa – RS. **In**: X SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA. 08 de junho de 2017. Curitiba – PR.

AZEVEDO, J.H. DE; CAMPOS, J.E.G.; BOAVENTURA, G.R. Influência dos fatores geológicos e hidrogeológicos na estabilidade química das águas freáticas no sul do estado de Tocantins. **Geociências.** v.33, n.1, 2014, pg.73-88

BORTOLIN, T.A.; REGINATO, P.A.R.; LEÃO, M.I.; SCHNEIDER, V.E. Relação entre Padrões Hidroquímicos e as Profundidades de Fraturas com Entradas de Águas em Rochas Vulcânicas Ácidas da Formação Serra Geral. **Revista Águas Subterrâneas**. Vol. 30, nº1, 2016, pg.99-118.

DUTRA, T.O.; REGINATO, P.A.R.; LEÃO, M.I.; ATHAYDE, G.B.; PAIM, R.A. 2016. Uso de um Sistema de Monitoramento para Avaliação da Produção de Poços Tubulares no Aquífero Serra Geral: Estudo de caso no município de Carlos Barbosa (RS). **Scientia Cum Industria (SCI. CUM. IND.)**. v. 4, nº2, 2016, pg. 108-113.

DUTRA, T.O.; REGINATO, P.A.R.; LEÃO, M.I., ATHAYDE, G.B.; PAIM, R.A. Implantação e Uso de um Sistema de Monitoramento Automatizado para Avaliação da Produção de Poços em Região de Ocorrência do Sistema Aquífero Serra Geral. **Revista Águas Subterrâneas**. Vol. 30, nº3, 2016, pg. 455-474.

HAJJAR, K.L.E. Estudo sobre a Ocorrência de Nitrato nas Águas Subterrâneas do Sistema Aquífero Serra Geral, Área Urbana do Município de Carlos Barbosa – RS. 2016. 59p. Trabalho de Conclusão de Curso de Geologia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

MARION, F.A.; CAPOANE, V.; SILVÉRIO DA SILVA, J.L. C. Avaliação da qualidade da água subterrânea em poço no campus da UFSM, Santa Maria – RS. **Ciência e Natura**, v.19, n.1, 2007, pg.97-109.

MARQUES, E.D.; TUBBS, D./ SILVA-FILHO, E.V. Influência das Variações do Nìvel Freático na Química da Água Subterrânea, Aquífero Piranema – Bacia de Sepetiba, RJ. **Geochimica Brasiliensis**. v.22, n.3, 2008, pg.213-228

MESTRINHO, S.S.P. Geoquímica das Águas Subterrâneas. In: Feitosa, F.A.C. et al. Hidrogeologia: conceitos e aplicações. Rio de Janeiro: CPRM, LABHID, 2008, 3 ed. 812p.

REGINATO, P.A.R. Integração de Dados para Prospecção de Aquíferos Fraturados em Trecho da Bacia Hidrográfica Taquari-Antas (RS). 2003. 254p. Tese de Doutorado em Engenharia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

REGINATO, P.A.R.; AHLERT, S.; GILIOLI, K.C.; CEMIN, G. Caracterização Hidrogeológica e hidroquímica do aquífero livre localizado no manto de alteração da Formação Serra Geral, na bacia hidrográfica Taquari-Antas, região nordeste do estado do Rio Grande do Sul. **Revista Ambiente & Água**. V.7, n.2, 2012.

REGINATO, P.A.R; LEÃO, M.I.; BORTOLIN, T.A.; DUTRA, T. O de; ATHAYDE, G.B.; ATHAYDE, C.V.de M. Circulação da água subterrânea nas rochas vulcânicas da Formação Serra Geral na região nordeste do estado do Rio Grande do Sul. **In**: 15º CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA E AMBIENTAL. 18 a 21 de outubro de 2015, Bento Gonçalves, RS.