

Proporções de sais em águas superficiais e subterrâneas do município de Boa Vista, PB

Salts proportions in surface and underground waters of Boa Vista Municipality, PB

Rafaela Felix Basilio GUIMARÃES [1](#); Débora Samara Cruz Rocha FARIAS [2](#); Soahd Arruda Rached FARIAS [3](#); José Dantas NETO [4](#); Rosilene Mayara ARAÚJO [5](#)

Recibido: 28/07/16 • Aprobado: 24/08/2016

Conteúdo

- [1. Introdução](#)
- [2 Metodologia](#)
- [3. Resultados e discussão](#)
- [4. Considerações finais](#)
- [Referências bibliográficas](#)
- [Anexos](#)

RESUMO:

No semiárido é comum ocorrer a escassez de água e/ou quando disponível a qualidade da mesma pode ser de uso restrito devido à presença de sais, logo existe a relevância de conhecer a qualidade das águas e a proporção de sais existentes nas fontes subterrâneas e superficiais. Portanto, objetivou-se com este trabalho, avaliar a correlação de sais existentes em fontes subterrâneas e superficiais do município de Boa Vista-PB. Observou-se que aproximadamente 70% dos íons analisados apresentaram forte correlação positiva com a condutividade elétrica nas fontes superficiais e subterrâneas, por sua vez os demais íons apresentaram correlação negativa nas fontes subterrâneas.

Palavras chave: qualidade de água, correlação de sais, semiárido

ABSTRACT:

In the semiarid region is usual water scarcity and / or when available the quality of it may be restricted due to the presence of salts, so there is the importance of knowing the quality of water and the proportion of existing salts in the groundwater sources and shallow . Therefore, the aim of this study was to evaluate the correlation of existing salts in groundwater and surface sources of the city of Boa Vista-PB. It was observed that approximately 70% of the analyzed ions showed strong positive correlation with the electrical conductivity of the surface and underground sources, turn the other ions were negatively correlated in underground sources.

Keywords: water quality, correlation salts, semiarid

1. Introdução

O conhecimento da qualidade das fontes hídricas tanto nos mananciais de superfície quanto de

subsuperfície, constitui-se numa primordial informação para os diferentes setores da sociedade, haja vista que a água representa um recurso fundamental para a Região Nordeste, face à sua carência e aos graves problemas sociais e econômicos decorrentes da estiagem. Atualmente entre 2012 e meados do ano de 2016 o município encontra-se com regime de chuvas abaixo da média anual local de 416 mm ano-1, sendo incentivado a perfuração de poços tubulares, aumentando o risco do uso de água com qualidade inferior para as diversas atividades locais.

A demanda de água para animais é muito alta na região semiárida, alguns produtores perfuram poços para o aproveitamento de água subterrânea, porém, a qualidade dessas águas nem sempre são apropriadas para determinadas classes de animais, bem como para uso humano e agricultura irrigada, exigindo investigação para melhor orientar esses agricultores.

Toda água superficial ou subterrânea contém certo teor de sais em solução, mas em regiões áridas e semiáridas, essa concentração é maior por causa dos períodos secos, que favorecem a evaporação da água e em consequência, se concentram os sais nas águas remanescentes dos reservatórios, causando grandes problemas de salinização e sodificação do solo quando utilizadas para diversos fins (Daker,1970).

Devido esta situação, a água passou a ser uma preocupação crescente não apenas no que se refere à quantidade disponível, mas, principalmente, em relação à sua qualidade que pode ocasionar prejuízos e restrições nos seus usos múltiplos (Maia, 2012).

Os aquíferos da região de Boa Vista, PB caracterizam-se pela forma descontínua de armazenamento. A água é armazenada em fendas/fraturas na rocha (aquífero fissural) e, em regiões de solos aluviais (aluvião) forma pequenos reservatórios, de qualidade não muito boa (Suassuna, 2002).

Desta forma, o conhecimento da qualidade da água é essencial no processo de desenvolvimento social e econômico da região, que trará benefícios sociais explícitos nas ações de planejamento, envolvendo custos e benefícios.

Logo, o objetivo geral deste trabalho é permitir, a partir de uma base de dados de análise química e composição de sais de águas subterrâneas e superficiais coletadas no município de Boa Vista-PB, uma visão geral da composição iônica dessas águas, analisando se há correlação entre os sais e a condutividade elétrica nas fontes, bem como, estimular a discussão de propostas para a utilização racional dos recursos hídricos em escala regional.

2. Metodologia

O estudo foi realizado no município de Boa Vista, localizado na Microrregião do Agreste Paraibano do Estado da Paraíba, Figura 1. Sua Área é de 477 km² representando 0.8443% do Estado, 0.0307% da Região e 0.0056% de todo o território Brasileiro. A sede do município tem uma altitude aproximada de 493 metros distando 152,6509 Km da capital. O acesso é feito, a partir de João Pessoa, pelas rodovias BR 230/ BR 412 (CPRM,2005). O regime de chuvas médio anual é de 416 mm ano-1(AESA, 2014).



O município tem uma população total é de 6.669 habitantes.. O relevo é geralmente movimentado, com vales profundos e estreitos dissecados. Com respeito à fertilidade dos solos é bastante variada, com certa predominância de média para alta (CPRM, 2005).

A área da unidade é recortada por rios perenes, porém de pequena vazão e o potencial de água subterrânea é baixo. O clima é do tipo Tropical Chuvoso, com verão seco.

O Município de Boa Vista tem solo composto a grande maioria, segundo a AESA (2015) por Solonetz Solodizado (Planossolos) e Bruno não Cálcico (Luvisolo). O município de Boa Vista encontra-se inserido nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Paraíba, região do Médio Paraíba.

O regime de chuva da região é considerado muito baixo, o índice pluviométrico do município dos últimos 5 anos (2011, 2012, 2013, 2014 e 2015) apresentou valores considerados muito abaixo da média, segunda a AESA (2015) os valores foram 781,9, 199,6, 267,1, 351,6, e 115,7mm, respectivamente.

A região de Boa Vista, PB apresenta um potencial hidrogeológico muito fraco. Essa deficiência está relacionada diretamente com as condições de ocorrência e circulação das águas subterrâneas, que é agravada em função das características do clima semiárido que provoca taxas elevadas de salinidade nas águas (CPRM, 2004).

Para o estudo foram coletadas amostras de água no período de março de 2013 a março de 2014 dentro do Rio Santa Rosa e afluentes e de novembro a dezembro de 2014 de poços. Coletou-se 21 amostras superficiais em açudes e riachos da região e 20 amostras de águas subterrâneas do município, e as águas superficiais foram recolhidas de afluentes e do próprio Rio Santa Rosa que drena suas águas no sentido de Norte a Sul, um importante afluente do Rio Taperoá e que deságua no maior manancial da região do cariri, o açude Epitácio Pessoa, localizado no município de Boqueirão, em diversos trechos e em diversos tipos de fontes superficiais (açudes) e subsuperficiais (cacimbas). Já as águas de poços tubulares, foram coletados diretamente de tubos vindo de catavento ou de reservatórios fechados para onde os mesmos eram direcionados, evitando águas de reservatórios abertos, sujeitos a evaporação e contaminação externa. As amostras de água foram coletadas em garrafas pet, devidamente lavadas com a mesma água que posteriormente seria coletada, para que assim não houvesse interferência nas substâncias presentes naquela amostra.

Não existia um horário fixo para coleta da água mas, evitou-se realizar coleta em dias chuvosos. Todas as garrafas foram totalmente cheias, vedadas e etiquetadas com nome do município e tipo de fonte a qual pertenciam.

Os pontos de coleta de água foram georreferenciados através do aparelho de GPS, que permitiu a obtenção dos pontos sobre altitude local, latitude sul e longitude oeste.

As amostras de água coletadas foram encaminhadas ao Laboratório de Irrigação e Salinidade da UFCG (LIS), onde foram caracterizadas físico-quimicamente, determinando-se a condutividade elétrica e magnésio, foram utilizadas as metodologias propostas pela EMBRAPA(1997). Para fins de análise utilizou-se como critério para escolhas das fontes, apenas aquelas onde se identificou presença de carbonato. Após o tratamento dos dados, determinou-se o coeficiente de determinação (R^2), que indica quanto o modelo foi capaz de explicar os dados coletados.

Utilizou-se também o coeficiente de correlação de Pearson (r) ou coeficiente de correlação, pois deste modo é possível medir o grau da correlação linear entre duas variáveis quantitativas.

3. Resultados e discussão

Os resultados da pesquisa foram baseados na análise existente entre a correlação dos sais que

compõem as águas superficiais e subterrâneas com os valores de condutividade elétrica. Os parâmetros foram avaliados individualmente obtendo resultados significativos.

3.1 Potencial hidrogeniônico (pH)

O pH das águas superficiais e subterrâneas não apresentaram uma tendência de variação com relação ao aumento da condutividade elétrica. O pH das fontes superficiais se mantiveram entre 6 e 8, os valores das fontes subterrâneas variaram entre 7 e 9, figura 2a e 2b respectivamente. Ambos independem do grau de salinidade, pois observa-se valores crescente de CEa, e no entanto o pH permanece na mesma faixa. Neste caso, as variáveis não estão correlacionadas.

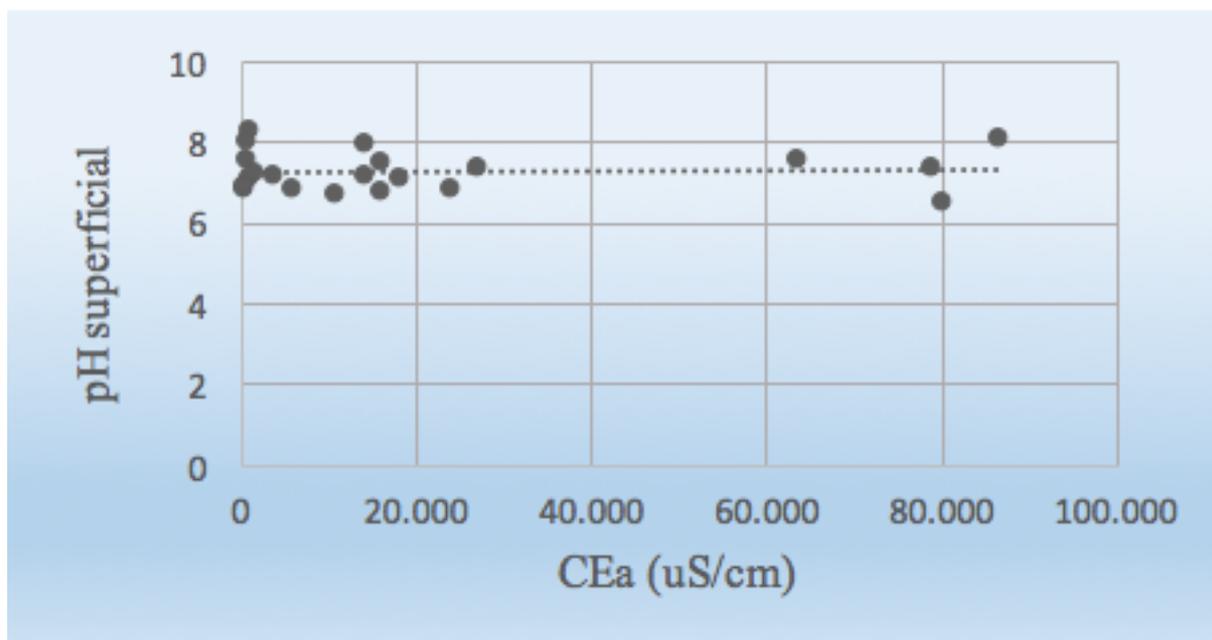


Figura 2a: Gráfico pH superficial x Condutividade elétrica da água
Fonte: Elaborado pelos autores

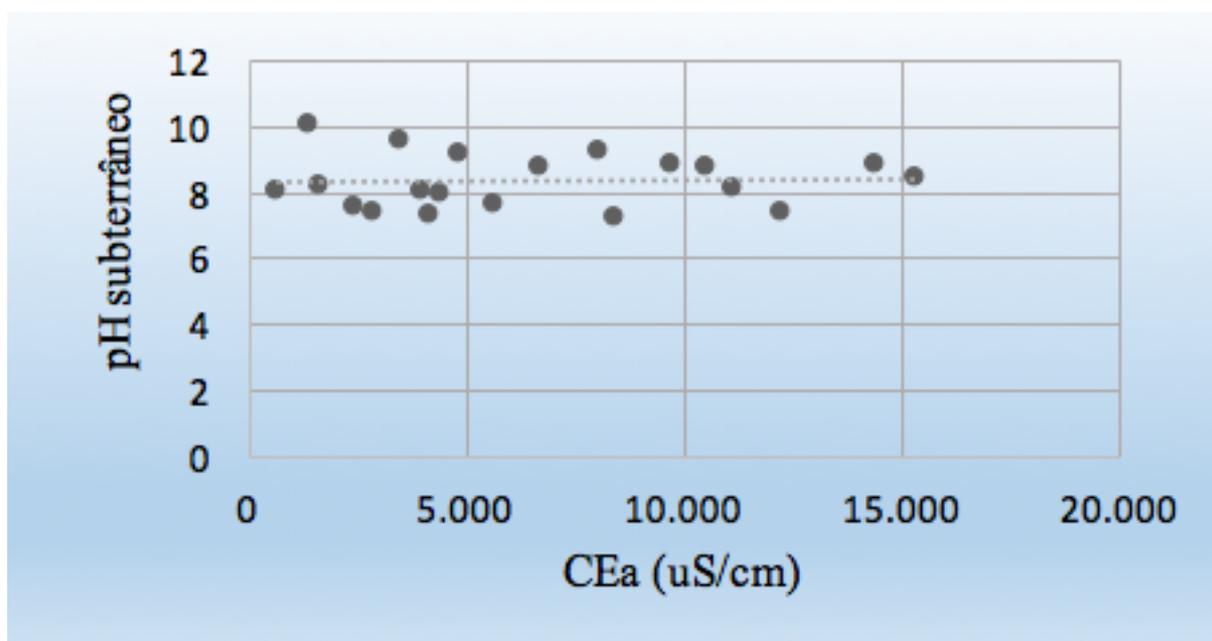


Figura 2b: Gráfico pH subterrâneo x Condutividade elétrica da água
Fonte: Elaborado pelos autores

3.2 Cálcio (Ca⁺⁺)

Foram observadas as concentrações dos íons de cálcio em relação à condutividade elétrica, utilizando 65% das amostras analisadas de poços tubulares da região e 85% das amostras analisadas de fontes superficiais. Para melhor ajuste do coeficiente de determinação (R^2) e conseqüentemente maior precisão na equação do gráfico, eliminou-se sete amostras de poços e três amostras superficiais que diferiam muito da maioria dos dados.

As figuras 3a e 3b apontaram crescimento linear da concentração de Ca em relação a CEa em águas subterrâneas e superficiais, podendo concluir que mais de 90% da variância da concentração de cálcio são explicadas pela variação da CEa em ambos os casos, pois o coeficiente de determinação e correlação ultrapassaram o valor 90%.

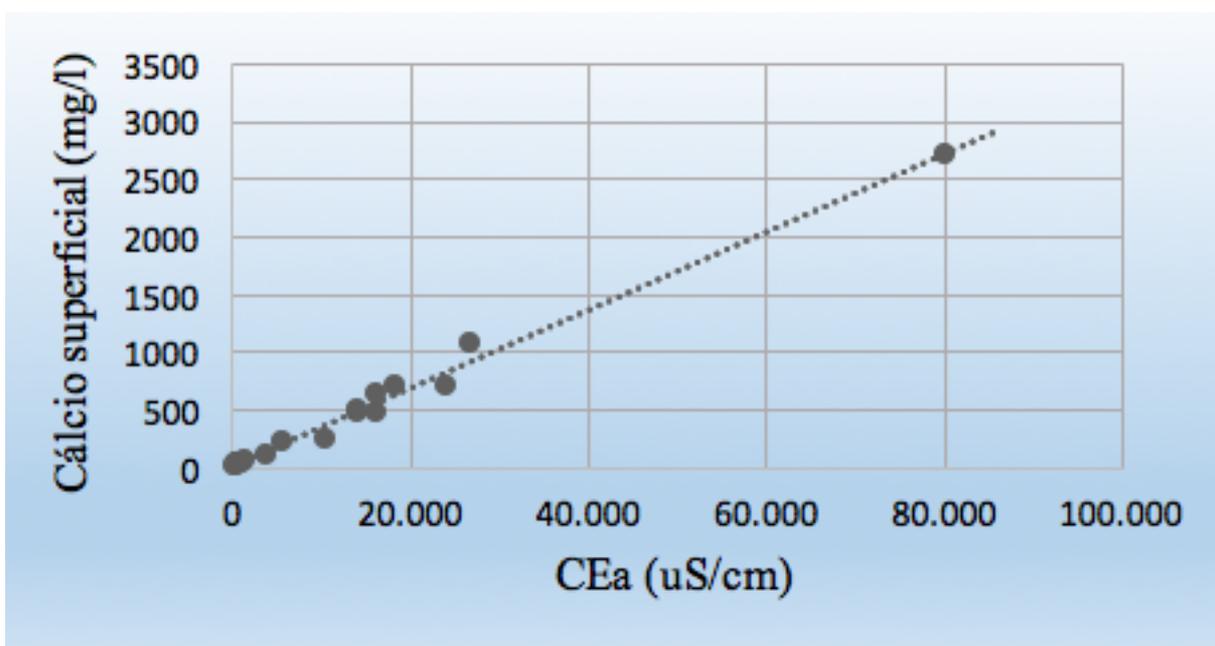


Figura 3a: Correlação de Cálcio superficial da água x Condutividade elétrica da água
Fonte: Elaborado pelos autores

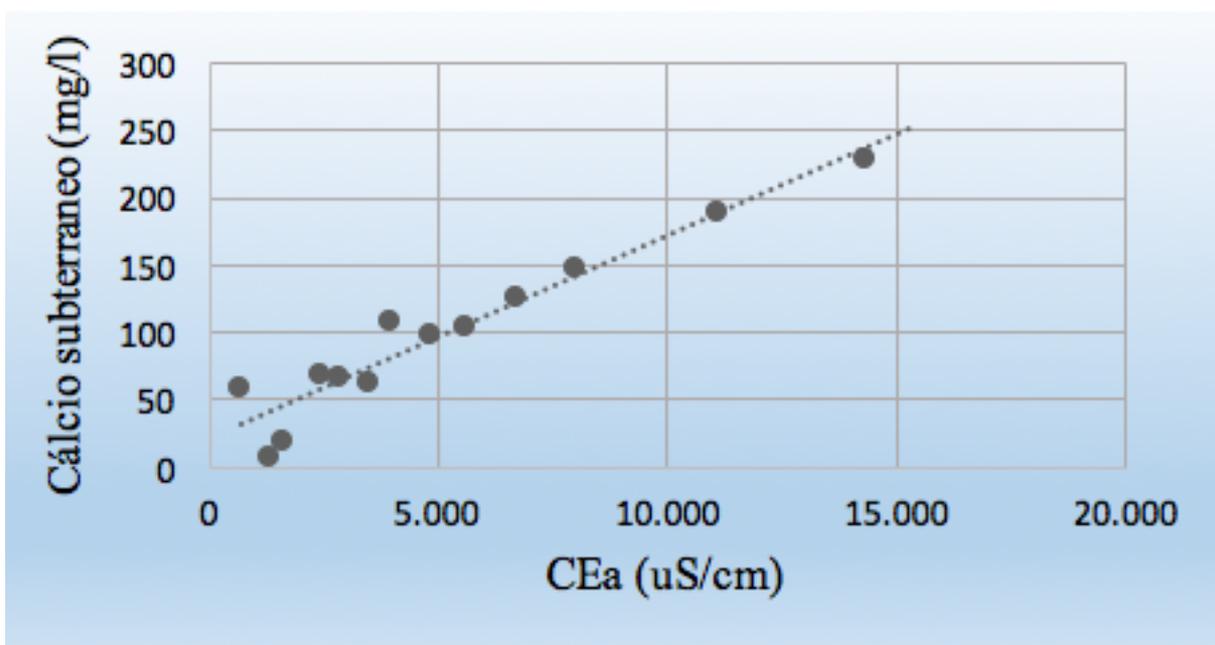


Figura 3b: Correlação cálcio subterrâneo da água x Condutividade elétrica da água
Fonte: Elaborado pelos autores

Esses resultados tornam possível determinar de maneira segura uma equação para determinação do cálcio a partir do valor da condutividade elétrica na fonte. Equações 1a e 1b determinada pela linha de tendência linear do gráfico:

$$CEa_S = 0,034 CEa_S + 9,6828 \text{ (Equação 1a)}$$

$$CEa_B = 0,0152 CEa_B + 21,063 \text{ (Equação 1b)}$$

3.3 Sódio (Na⁺)

Para correlação de sódio e condutividade elétrica, utilizou-se 100% das amostras coletadas das fontes superficiais e subterrâneas. Os coeficientes de determinação e correlação ficaram acima 0,9 nos dois tipos de fontes, o que implica no perfeito ajustamento das amostras à reta de regressão linear, figura 8a e 8b. Conclui-se deste modo, que mais de 90% da variância da

concentração de sódio são explicadas pela variação da CEa, havendo uma correlação fortemente positiva.

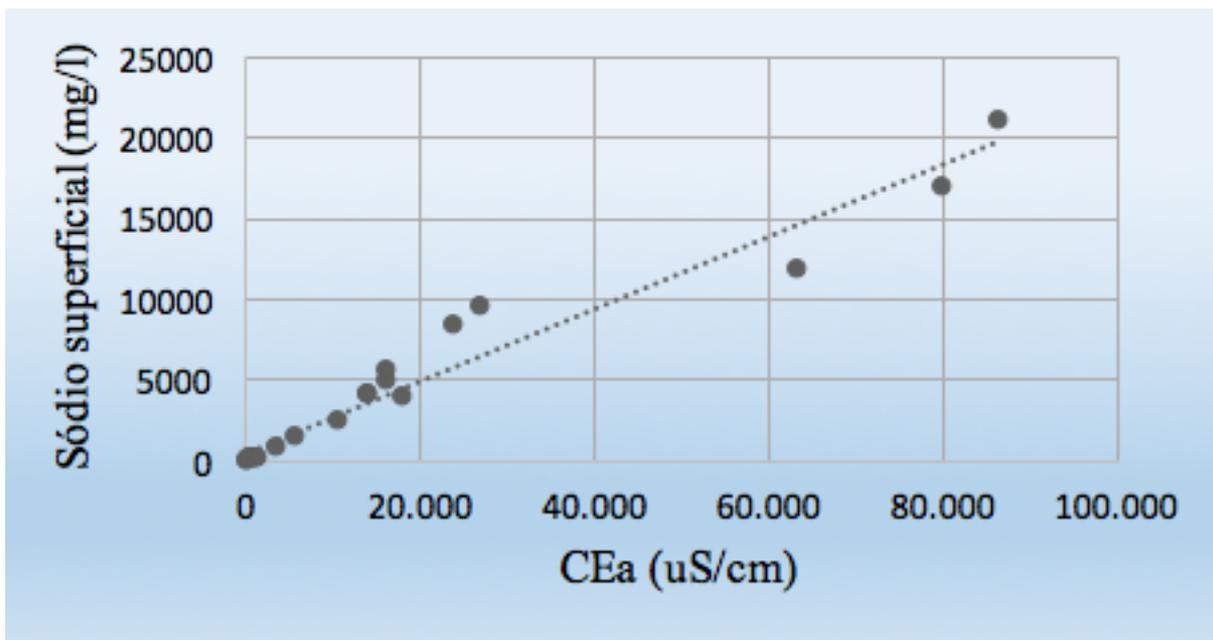


Figura 4a: Correlação sódio superficial da água x Condutividade elétrica da água
Fonte: Elaborado pelos autores

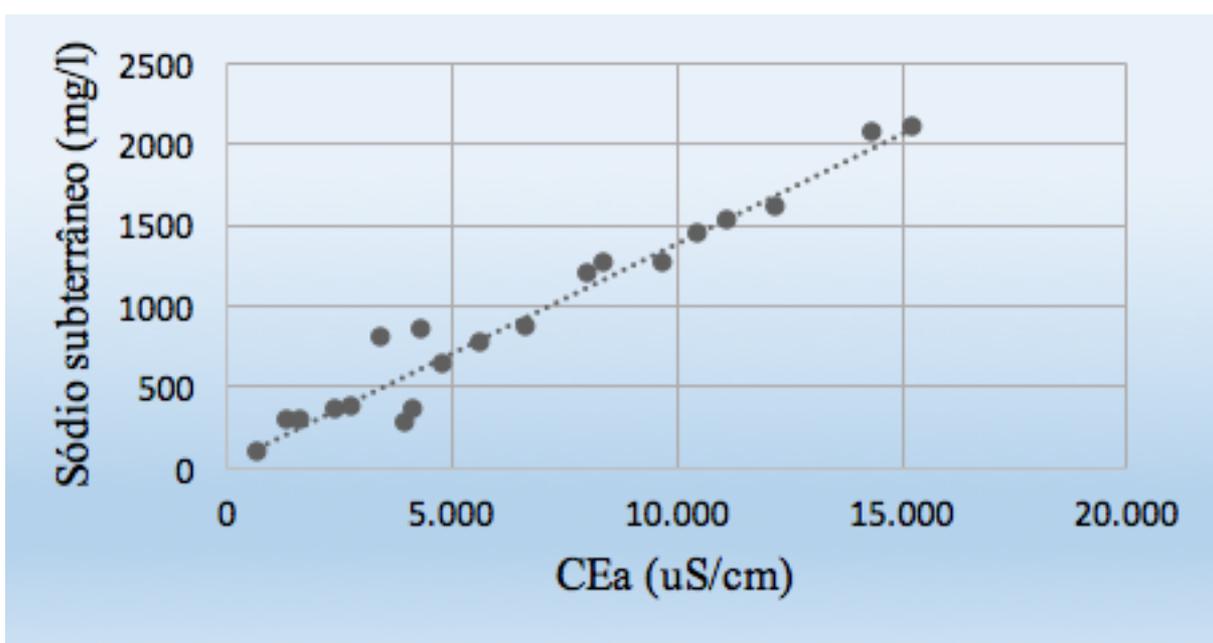


Figura 4b: Correlação sódio subterrâneo da água x Condutividade elétrica da água
Fonte: Elaborado pelos autores

O aumento proporcional do Sódio em relação a condutividade elétrica torna possível a determinação de uma equação para determinação do sódio a partir do valor da condutividade elétrica da fonte. Equações 2a e 2b determinadas pela linha de tendência linear do gráfico:

$$Na_S = 0,2224 CEa_S + 523,53 \text{ (Equação 2a)}$$

$$Na_B = 0,1358 CEa_B + 31,857 \text{ (Equação 2b)}$$

3.4 Magnésio (Mg^{++})

Os valores de magnésio teve seu aumento diretamente proporcional ao aumento da condutividade elétrica nas fontes superficiais e subterrâneas, figuras 5a e 5b. Utilizou-se todas as amostras coletadas em ambos os casos, e ainda assim obteve-se coeficientes maiores que 0,9, logo pode-se concluir que há um perfeito ajustamento das amostras à reta de regressão linear. Conclui-se deste modo, que mais de 90% da variância da concentração de magnésio são explicadas pela variação da CEa, havendo uma correlação fortemente positiva.

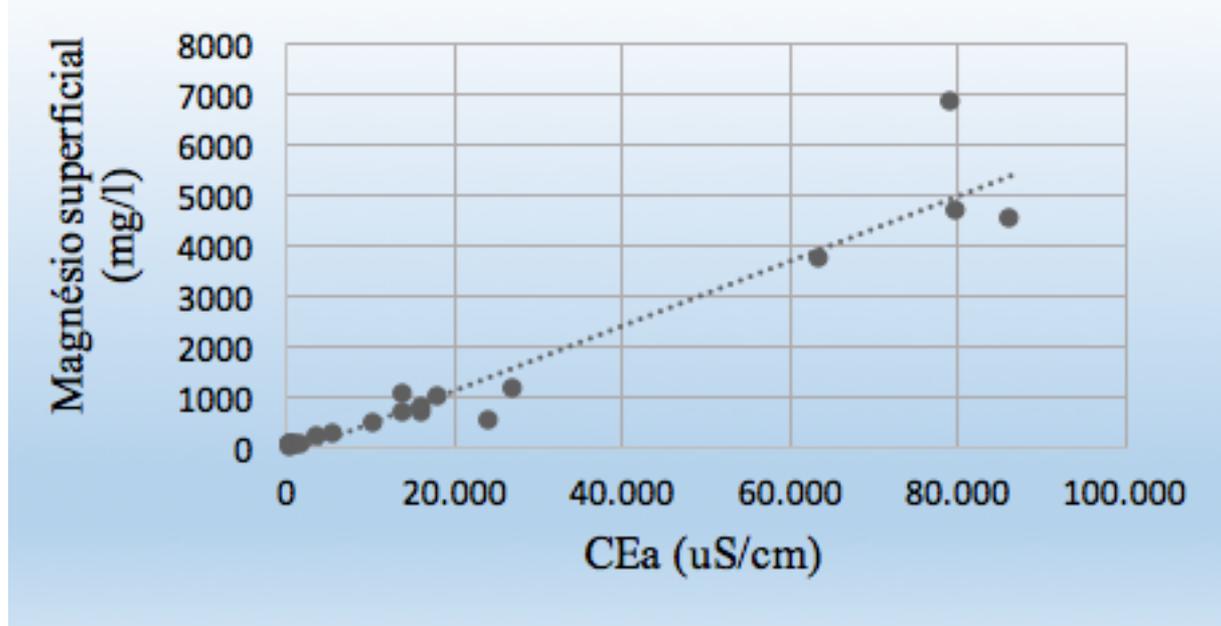


Figura 5a: Correlação magnésio da água superficial x Condutividade elétrica da água
Fonte: Autores

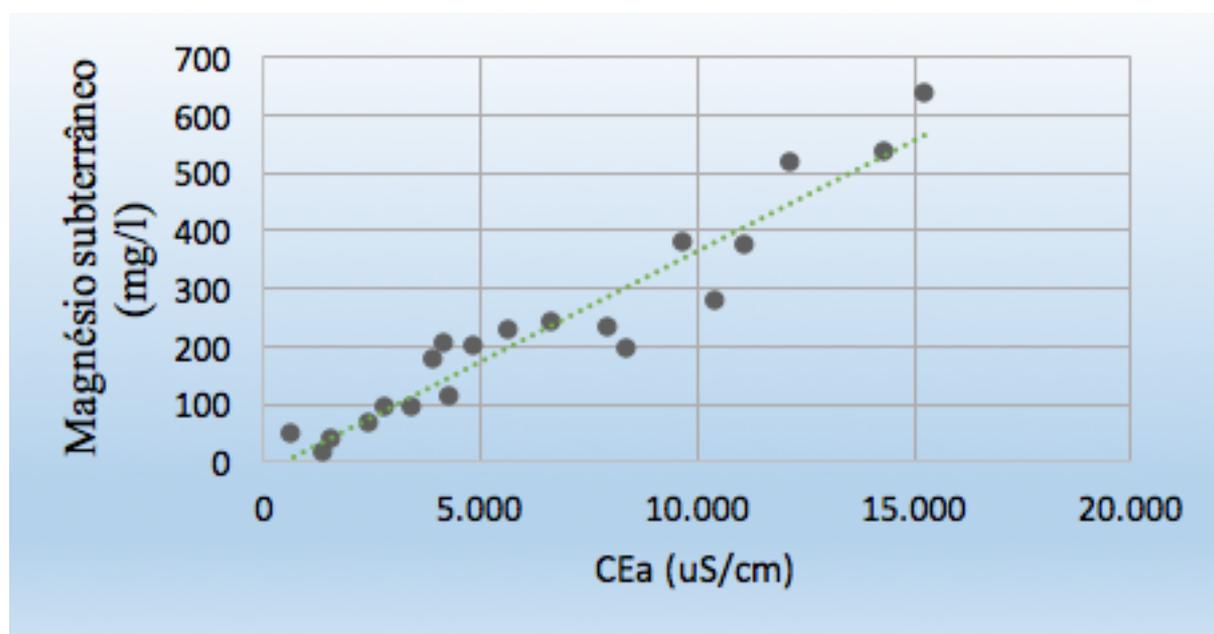


Figura 5b: Correlação magnésio da água subterrânea x Condutividade elétrica da água
Fonte: Autores

Rocha (2008) encontrou resultados semelhantes em poços tubulares da bacia do Rio do Peixe na Bahia, onde a condutividade elétrica apresenta maior coeficiente de correlação positiva com Sódio seguido por Magnésio, com valores r igual a 0,960 para o sódio seguido de 0,948 para magnésio.

Esses dados resultaram em uma equação para determinação do magnésio a partir do valor da condutividade elétrica na fonte. Equações determinadas pela linha de tendência linear do gráfico:

$$Mg_S = 0,0639 CEa_S - 134,37 \text{ (Equação 3a)}$$

$$Mg_B = 0,0381 CEa_B - 18,742 \text{ (Equação 3b)}$$

Observa-se menores concentrações de magnésio nas fontes subterrâneas, devido ser mais solúvel o magnésio é mais difícil de precipitar pois são mais estáveis diante do intemperismo químico, ocorrendo em menor concentração nas fontes subterrâneas (Shuqair,2002).

3.5 Potássio (K⁺)

Foram observadas as concentrações dos íons de Potássio (K⁺) em relação a condutividade elétrica (CEa). Utilizou-se para obtenção de um coeficiente de determinação e correlação mais preciso, 85,71% das amostras das fontes superficiais analisadas, e 70% das amostras de poços

tubulares coletados. Desprezando 3 e 6 amostras das superficiais e subterrâneas, respectivamente. As figuras 6a e 6b apontaram em ambos os casos um crescimento linear da concentração de K^+ em relação a CEa. Os coeficientes tiveram valores acima de 0,9 o que vem a confirmar a correlação positiva entre esses dois parâmetros.

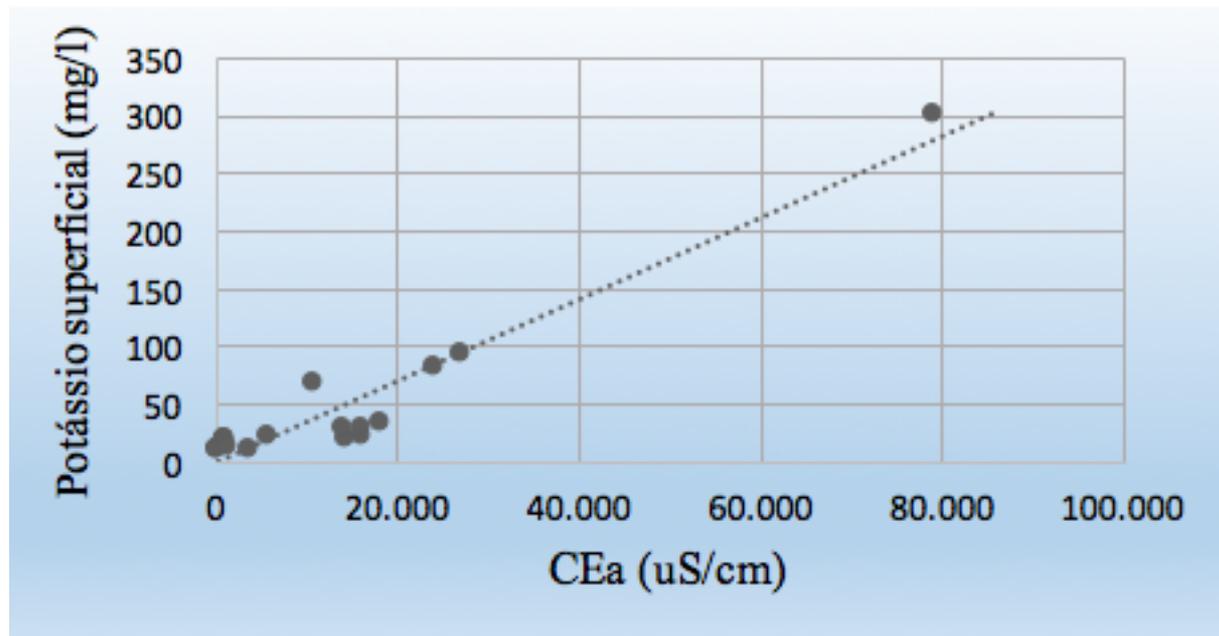


Figura 6a: Correlação potássio superficial da água x Condutividade elétrica da água
Fonte: Autores

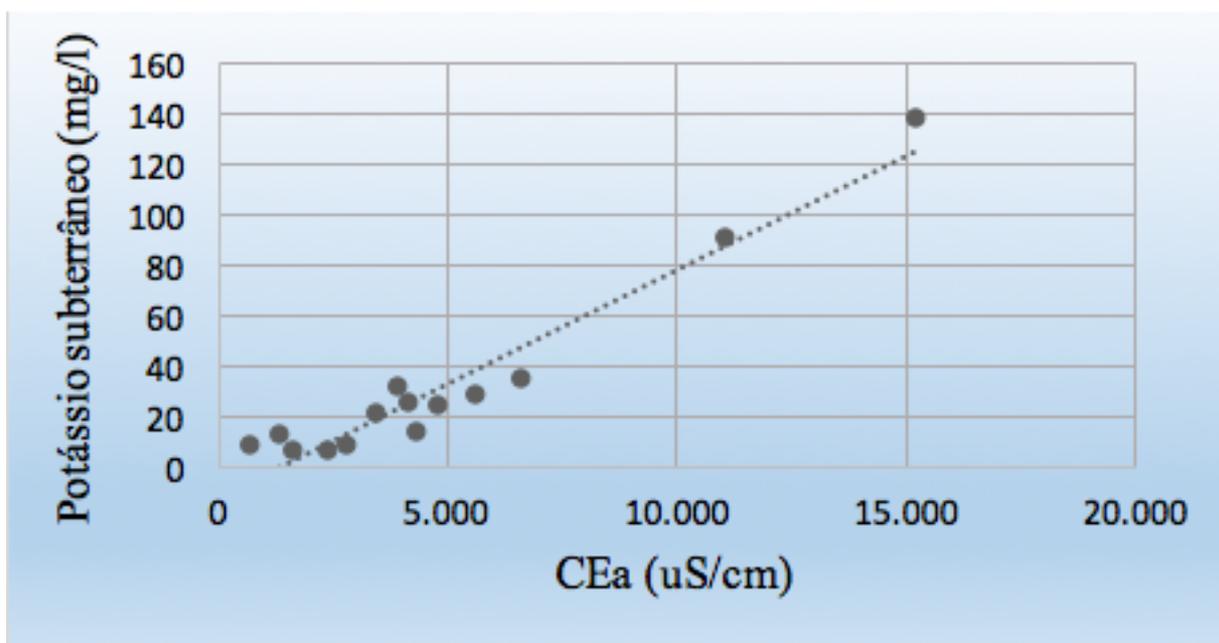


Figura 6b: Correlação potássio subterrânea da água x Condutividade elétrica da água
Fonte: Autores

Através desses resultados é possível a determinação de uma equação para determinação do potássio a partir do valor da condutividade elétrica da fonte. Equação determinada pela linha de tendência linear do gráfico.

$$K_S = 0,0035 \text{ CEa}_S + 0,3309 \text{ (Equação 4a)}$$

$$K_B = 0,009 \text{ CEa}_B - 12,332 \text{ (Equação 4b)}$$

Observa-se que a menor concentração de potássio ocorre nas águas subterrâneas, pois é facilmente fixado pelas argilas e intensivamente consumido pelos vegetais (Shuqair,2002).

3.6 Carbonato (CO_3^-)

Para correlação de carbonato e condutividade elétrica, utilizou-se 100% das amostras coletadas das fontes superficiais, sendo 12 amostras com valores zero, logo para fins de cálculo

considerou-se apenas 9 onde verificou-se presença de carbonato. Para as fontes subterrâneas utilizou-se 60% das amostras, 40% foram descartados para melhor ajuste do coeficiente de determinação (R^2) e conseqüentemente maior precisão na equação do gráfico.

Os resultados das fontes superficiais do carbonato em relação e CEa_S não apresentaram correlação significativa, figura 7a. No entanto, as fontes subterrâneas apresentaram um decréscimo, figura 7b, os maiores valores de carbonato foram detectados nos menores níveis de salinidade da fonte, ou seja, carbonato e condutividade elétrica são inversamente proporcionais nas águas subterrâneas. Os coeficiente de determinação e correlação encontrados para as fontes subterrâneas foram 0,78 e 0,88, respectivamente. Esses valores asseguram que há uma forte correlação negativa do carbonato com a condutividade elétrica nos poços.

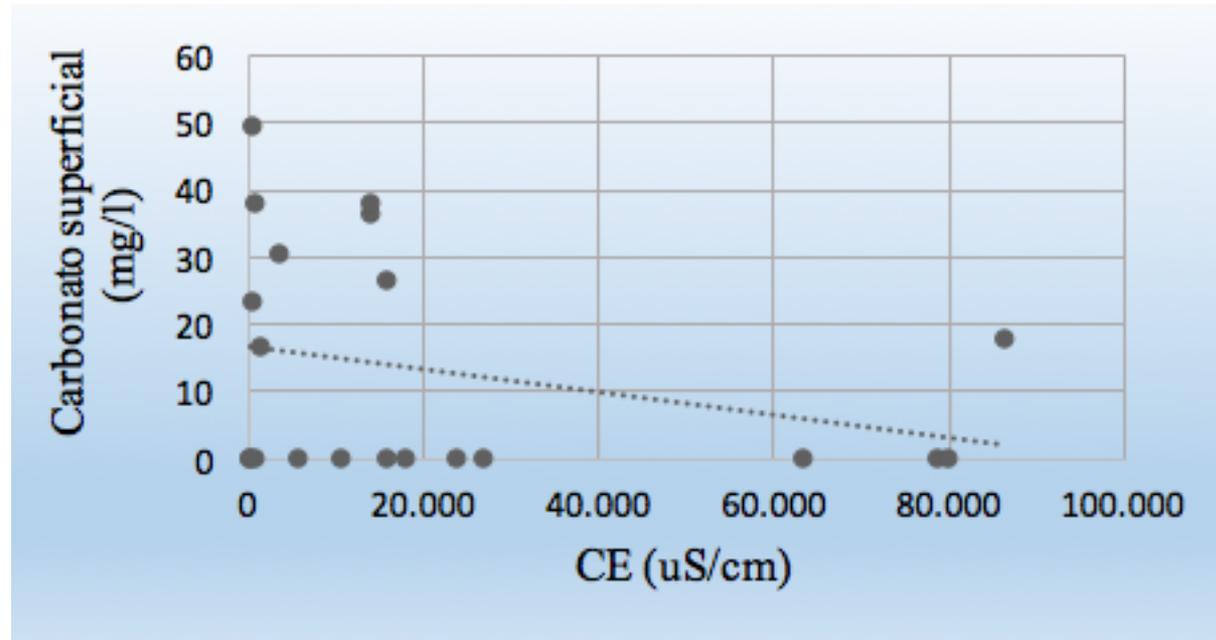


Figura 7a: Correlação carbonato superficial da água x Condutividade elétrica da água
Fonte: Autores

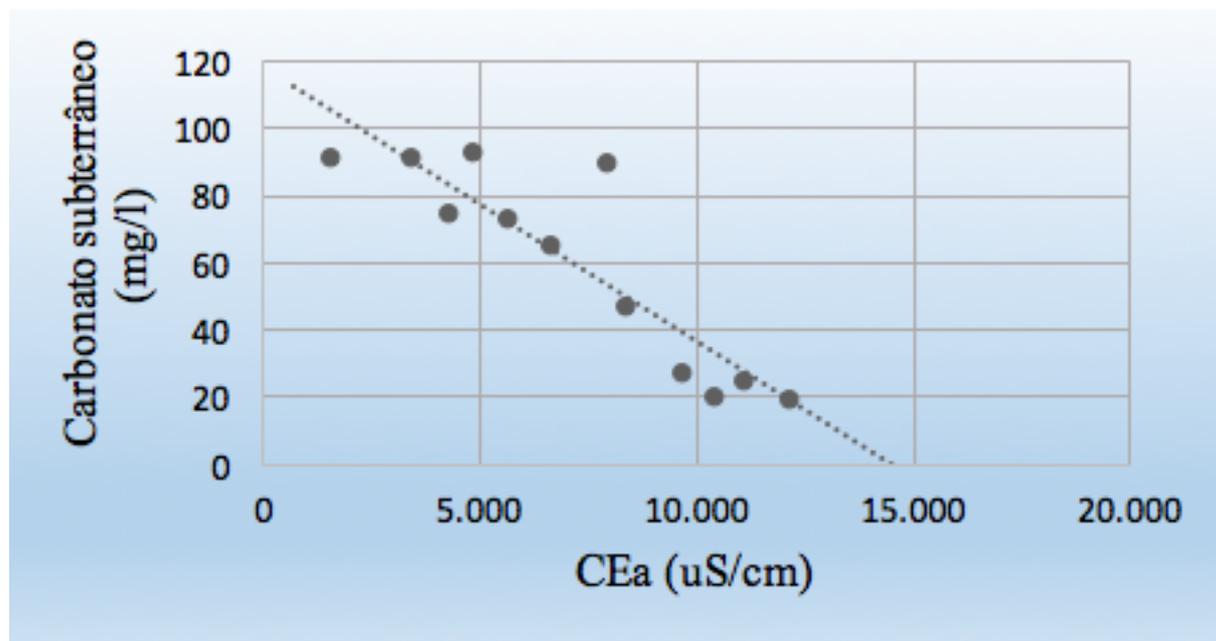


Figura 7b: Correlação Carbonato subterrâneo da água x Condutividade elétrica da água
Fonte: Autores

Os resultados para as fontes superficiais não apresentaram valores precisos para considerar a equação (5a) confiável, devido o valor do coeficiente se próximo de zero.

$$CO3_S = -0,0002 CEa_S + 16,841 \text{ (Equação 5a)}$$

Para as fontes subterrâneas foi possível a obtenção da equação (5b) para determinação do carbonato a partir do valor da condutividade elétrica.

$$\text{CO}_3\text{B} = -0,0081 \text{ CEaB} + 117,73 \text{ (Equação 5b)}$$

Estudos têm mostrado o aumento no pH do solo com os anos de cultivo, devido aos elevados teores de carbonato e bicarbonato na água de irrigação, principalmente as de poço tubular.

3.7 Bicarbonato (HCO_3^-)

Foram avaliadas as concentrações de bicarbonato em relação a condutividade elétrica, utilizando 90% das 20 amostras coletadas de poços tubulares da região e 66,66% das 21 amostras coletadas de fontes superficiais. Para melhor ajuste do coeficiente de determinação (R^2) e conseqüentemente maior precisão na equação do gráfico, foi indispensável a eliminação de algumas amostras.

Os gráficos de bicarbonato das fontes superficiais apresentou resultado semelhante a maioria dos sais, havendo um crescimento proporcional da concentração de bicarbonato à medida que havia o aumento da CEa, figura 8a. No entanto, o gráfico das fontes subterrâneas mostrou resultado semelhante ao carbonato, houve um decréscimo da quantidade de bicarbonato à medida que a CEa aumentou, figura 8b.

O coeficiente de determinação das fontes superficiais foi maior que 0,9, implicando dizer que 90% da variância da concentração de bicarbonato são explicadas pela variação da CEa, apresentando uma forte correlação. Nas fontes subterrâneas o coeficiente de determinação foi de 0,496 considerado muito baixo, pois apenas 49% da variância da concentração de bicarbonato são explicadas pela variação da CEa, o coeficiente de correlação é de 0,7043, ou seja, existe uma correlação negativa, devido ao decréscimo da reta, onde a mesma é considerada uma correlação moderada.

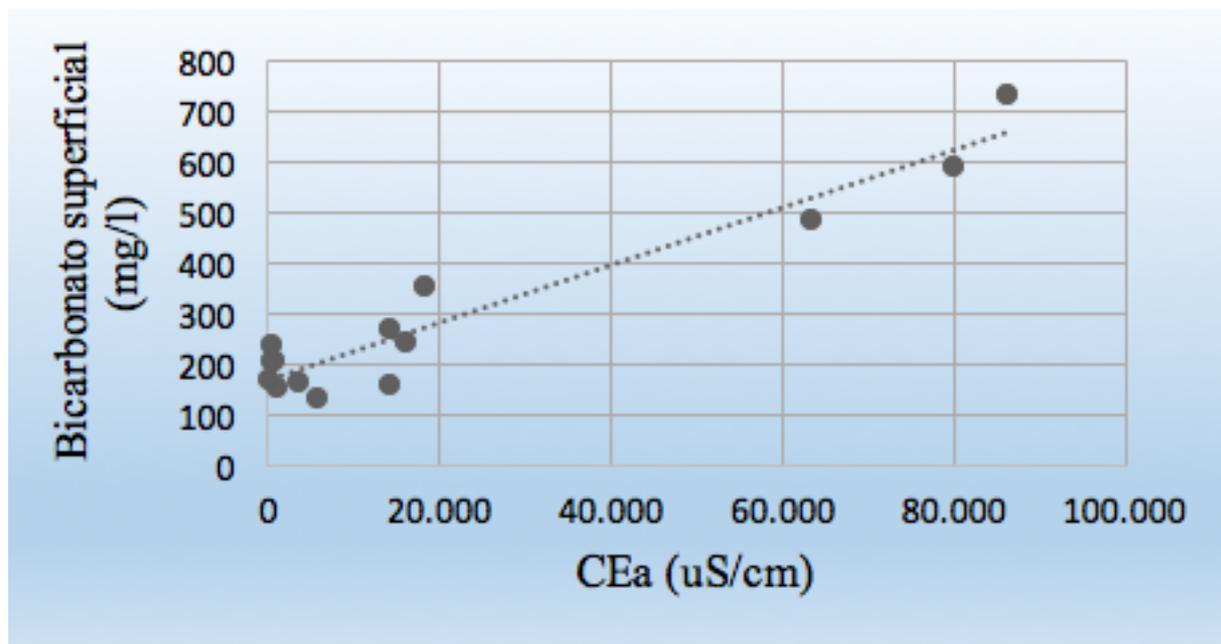


Figura 8a: Correlação bicarbonato superficial da água x Condutividade elétrica da água
Fonte: Autores

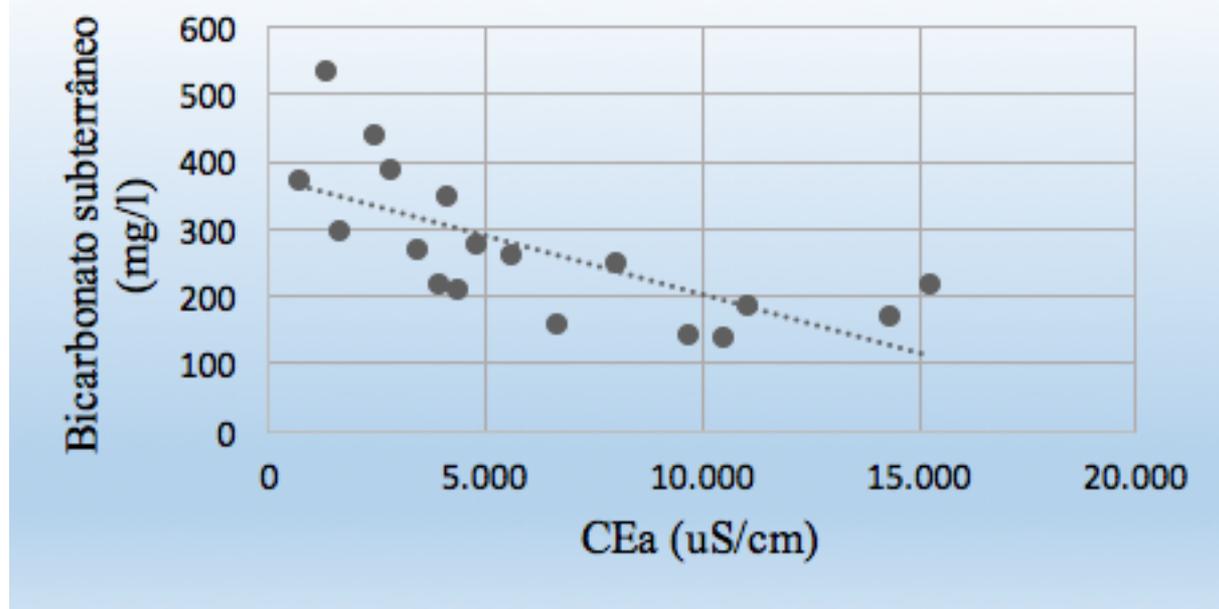


Figura 8b: Correlação bicarbonato subterrâneo x Condutividade elétrica da água
Fonte: Autores

Através desses resultados é possível a obtenção de uma equação confiável para determinação do bicarbonato a partir do valor da condutividade elétrica das fontes superficiais. Equação (6a) determinada pela linha de tendência linear do gráfico:

$$\text{HCO}_3\text{S} = 0,0057 \text{ CEaS} + 167,37 \text{ (Equação 6a)}$$

A equação 6b obtida para determinação do bicarbonato nas fontes subterrâneas é imprecisa, pois o modelo deixa de explicar 50,4% dos dados, mesmo havendo uma correlação moderada.

$$\text{HCO}_3\text{B} = -0,0175 \text{ CEaB} + 377,05 \text{ (Equação 6b)}$$

Resultados semelhantes foram encontrados por Maia et al, 2012 onde o bicarbonato apresentou bom ajuste apenas para água de rio com coeficiente de determinação de 0,6893. Maia (1996) trabalhando com qualidade de água para fertirrigação, observou o melhor ajuste para as águas de rio, provavelmente devido ao fato dessas águas possuírem menores variações nas suas águas comparadas com as outras origens. Santos et al. (1984) trabalhando com águas subterrâneas do cristalino do Rio Grande do Norte, verificou que com o aumento da condutividade elétrica, o sódio, o cálcio e o magnésio crescem paralelamente, enquanto bicarbonatos caem muito rapidamente.

Em água com baixa condutividade elétrica e predomínio de HCO_3 pode acarretar aumento do pH do solo, conseqüentemente diminuindo a disponibilidade dos nutrientes do solo, podendo acentuar a deficiência dos nutrientes, principalmente de micronutrientes (VALDEZ-AGUILAR; REED, 2010).

3.8 Cloreto (Cl^-)

As concentrações dos cloretos em relação a condutividade elétrica apresentou uma forte correlação. Utilizou-se 95% das amostras superficiais coletadas e 100% das amostras subterrâneas para análise dos resultados, ou seja, 97% de todas as amostras se ajustaram a reta de regressão linear.

Os resultados mostram que a concentração de cloreto aumenta linearmente como o aumento da condutividade elétrica em ambos os casos, figura 9a e 9b, concluindo que mais de 90% da variância da concentração de cloreto são explicadas pela variação da CEa, pois o coeficiente de determinação e correlação ultrapassou o valor 90%.

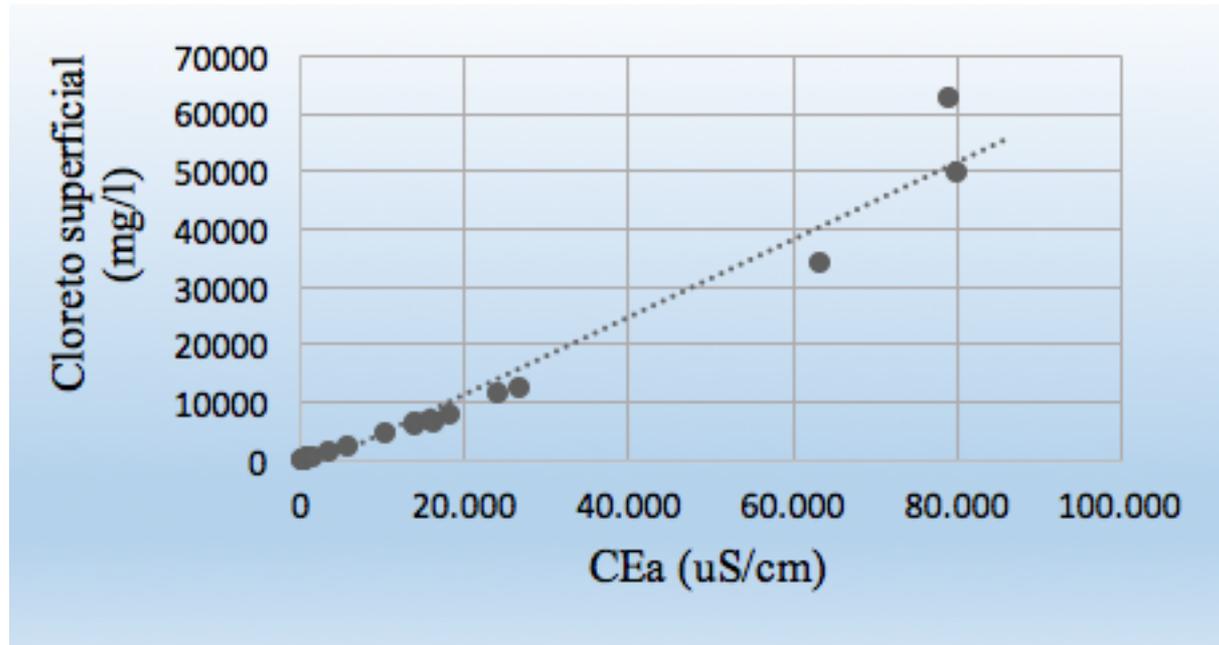


Figura 9a: Gráfico de correlação cloreto superficial x Condutividade elétrica da água
Fonte: Autores

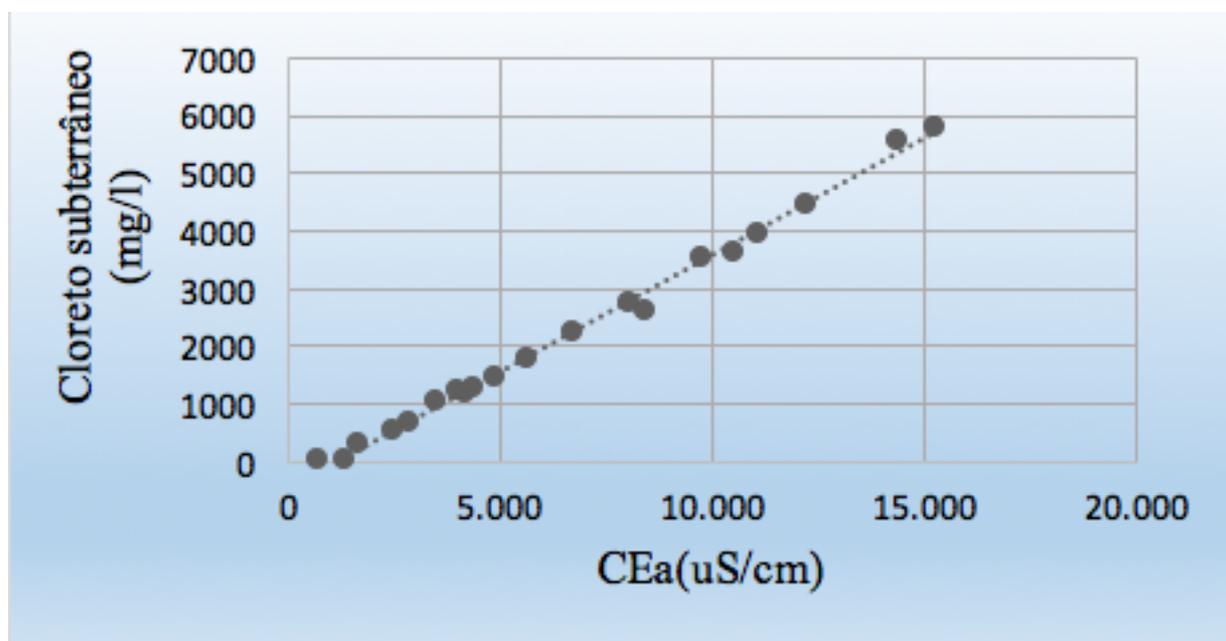


Figura 9b: Gráfico de correlação cloreto subterrânea x Condutividade elétrica da água
Fonte: Elaborado pelos autores

Esses resultados tornam possível determinar de maneira segura uma equação para determinação do cloreto a partir do valor da condutividade elétrica nas fontes. Equações determinadas pela linha de tendência linear do gráfico.

$$Cl_S = 0,6731 CEaS - 2121,8 \text{ (Equação 7a)}$$

$$Cl_B = 0,4029 CEaB - 437,27 \text{ (Equação 7b)}$$

Filho et al., (2004), também encontrou uma forte correlação entre a concentração de cloretos e a condutividade elétrica nas amostras de água de poços e superfícies para o norte do Ceará.

As Tabelas 1 e 2 em anexo, apresentam individualmente as equações para determinação de cada um dos sais a partir do valor da condutividade elétrica da fonte. A Equação foi determinada pela linha de tendência linear dos gráficos, onde se observou o coeficiente de determinação e o coeficiente de correlação de todos os sais de modo a alcançar o melhor ajustamento das amostras à reta de regressão linear.

Nas fontes superficiais destaca-se o Carbonato, pois este foi o único elemento que não apresentou correlação positiva com a condutividade elétrica nas fontes superficiais. Os demais sais apresentaram uma forte correlação com condutividade elétrica como observa-se na tabela 1, onde a maioria dos valores obtidos dos coeficientes foram superiores a 0,9 que permite afirmar que há forte correlação entre estes sais.

Nas águas subterrâneas a menor correlação foi entre o bicarbonato e a condutividade elétrica, seguido do carbonato. Os demais sais apresentaram uma forte correlação com condutividade elétrica como observa-se na tabela 2.

4. Considerações finais

O resultado da análise físico-químicas nas águas superficiais e subterrâneas permitem identificar alguns aspectos quanto aos sais dissolvidos nestas águas.

Os íons cálcio, magnésio, sódio, potássio e cloreto apresentaram forte correlação positiva com a condutividade elétrica nas fontes superficiais e subterrâneas, os coeficientes de determinação e correlação ficaram acima 0,9 em todas as análises, permitindo concluir que mais de 90% da variância da concentração destes íons podem ser explicadas pela variação da CEa, ou seja, houve um perfeito ajustamento das amostras à reta de regressão linear, propiciando o desenvolvimento de equações confiáveis para determinação destes sais a partir do valor de CEa.

A concentração de carbonato e bicarbonato por sua vez, apresentaram comportamento particularizado em relação a CEa Ambos se mostraram inversamente proporcionais à condutividade elétrica nas águas subterrâneas, os valores dos coeficientes asseguram que há uma correlação negativa entre as variáveis nas águas dos poços. No entanto, as fontes superficiais não apresentaram correlação significativa entre o carbonato e a CEa, mas o bicarbonato se ajustou perfeitamente com a reta de regressão apresentando forte correlação positiva com a condutividade elétrica.

O pH não apresentou correlação com a condutividade elétrica.

Os resultados da pesquisa ainda permitem afirmar que as fontes apresentam restrições de uso de leve a alto, para fins de consumo humano, animal e uso na agricultura irrigada devido à alta concentração de determinados sais.

As equações geradas são de grande relevância econômica para atividade agropecuária, já que o produtor e/ou técnico de assistência técnica poderão em posse de um condutivímetro portátil, determinar a condutividade elétrica do água da fonte de água, e obtém uma estimativa do teor de magnésio na fonte, e permitindo enquadrar a água para o destino adequado de dessedentação animal e evitando interferências nos índices zootécnicos e disseminação de enfermidades, com conseqüente prejuízos financeiros.

Recomenda-se então, a realização de um monitoramento constante das fontes desta região, objetivando o reconhecimento da qualidade destas águas para destinação consciente da mesma.

Referências bibliográficas

AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA - AESA. GeoPortal. 2014.

AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA-AESA. Climatologias dos postos monitorados. 2015.

DAKER, A. (1970). A água na agricultura: captação, elevação e melhoramento da água. São Paulo: Livraria Freitas. Bastos. p. 379 , 1970.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Manual de métodos de análise de solos. 2. ed. Rio de Janeiro. p. 212, 1997.

FILHO, O. A. S.; VERÍSSIMO, L. S.; SILVA, C. M. S. V.; SANTIAGO, M. M. F. Medidas hidroquímicas nas águas subterrâneas da região de Irauçuba, norte do Ceará. XIII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. 2004.

MAIA, C. E. Qualidade da água para fertirrigação nas regiões da chapada do Apodi e baixo AçurRN. 122f. Monografia de Especialização – ESAM, Mossoró. 1996.

MAIA, C. E.; Rodrigues, K. K. P.; Lacerda, V. S. Relação entre bicarbonato e cloreto em águas para fins de irrigação. Irriga Botucatu, Edição Especial, p. 206–219, 2012.

ROCHA, T. S. Avaliação da qualidade das águas dos poços tubulares da bacia do rio do peixe equipados com dessalinizadores, com vistas ao aproveitamento econômico dos sais de rejeito. Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo, Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia. 2008.

SANTOS, J. P.; AZEVEDO, S.G.; MISTRETTA, G. Novos aspectos da salinização das águas subterrâneas do cristalino do Rio Grande do Norte. São Paulo, SP: IPT, p. 27, 1984.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM. Estudos Hidrogeológicos de Pequenas Bacias Sedimentares da Região Semi-Árida do Nordeste Brasileiro, p. 06, 2004.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO Brasil – CPRM. Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea Diagnóstico do Município de Juripiranga Estado da Paraíba. 2005.

SHUQAIR, S. M. S. Tese apresentada como parte dos requisitos para obtenção do Grau de Doutor em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear-Materiais. Estudo da contaminação do solo e água subterrânea por elementos tóxicos originados dos rejeitos das minas de carvão de figueira no estado do Paraná. [IPEN - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares](#). Autarquia associada à universidade de São Paulo. 2002.

SUASSUNA, J. Semi-árido: proposta de convivência com a seca. Fundação Joaquim Nabuco, 2002.

VALDEZ-AGUILAR, L. A; REED, D. W. Growth and nutrition of young bean plants under high alkalinity as affected by mixtures of ammonium, potassium, and sodium. Journal of Plant Nutrition, n.33, p.1472-1488, 2010.

Anexo:

Tabela 1: Equações empíricas, coeficiente de determinação e coeficiente de correlação entre condutividade elétrica (CEa) e os principais sais constituintes das águas superficiais

| Resultados Fontes Superficiais | | | |
|--------------------------------|---------------------------------------|---|-------------------------------|
| Sais | Equação das fontes Superficiais | Coeficiente de Determinação (R ²) | Coeficiente de correlação (R) |
| Cálcio | Ca = 0,034 CE + 9,6828 | 0,9898 | 0,9949 |
| Cloreto | Cl = 0,6731 CE - 2121,8 | 0,9586 | 0,9791 |
| Sódio | Na = 0,2224 CE + 523,53 | 0,9512 | 0,9753 |
| Magnésio | Mg = 0,0639 CE - 134,37 | 0,9194 | 0,9589 |
| Bicarbonato | HCO ₃ = 0,0057 CE + 167,37 | 0,9173 | 0,9578 |
| Potássio | K = 0,0035 CE + 0,3309 | 0,9143 | 0,9562 |

| | | | |
|-------------------------------------|---|--------|--------|
| Carbonato | $\text{CO}_3 = -0,0002 \text{ CE} + 16,841$ | 0,0842 | 0,2902 |
| Fonte: Elaborado pelo autor. | | | |

Tabela 2: Equações empíricas, coeficiente de determinação e coeficiente de correlação entre condutividade elétrica (CEa) e os principais sais constituintes das águas subterrâneas

| Resultados Fontes Subterrâneas | | | |
|-------------------------------------|--|---|-------------------------------|
| Sais | Equação das fontes Subterrâneo | Coeficiente de Determinação (R ²) | Coeficiente de correlação (R) |
| Cloreto | $\text{Cl} = 0,4029 \text{ CE} - 437,27$ | 0,9954 | 0,9977 |
| Sódio | $\text{Na} = 0,1358 \text{ CE} + 31,857$ | 0,9512 | 0,9753 |
| Potássio | $\text{K} = 0,009 \text{ CE} - 12,332$ | 0,9359 | 0,9674 |
| Cálcio | $\text{Ca} = 0,0152 \text{ CE} + 21,063$ | 0,9221 | 0,9603 |
| Magnésio | $\text{Mg} = 0,0381 \text{ CE} - 18,742$ | 0,9164 | 0,9573 |
| Carbonato | $\text{CO}_3 = -0,0081 \text{ CE} + 117,73$ | 0,7896 | 0,8886 |
| Bicarbonato | $\text{HCO}_3 = -0,0175 \text{ CE} + 377,05$ | 0,496 | 0,7043 |
| Fonte: Elaborado pelo autor. | | | |

1. Engenheira Agrícola pela Universidade Federal de Campina Grande-UFCG, Mestranda em Engenharia Agrícola pela UFCG. E-mail: rafaellafelix@hotmail.com
2. Engenheira Agrícola pela Universidade Federal de Campina Grande-UFCG, Mestranda em Engenharia Agrícola pela UFCG. E-mail: debisancruz@yahoo.com.br
3. Engenheira Agrícola, Prof. Dra Da Unidade acadêmica de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande, UFCG. Email: soahd@deag.ufcg.edu.br
4. Eng^o Agrônomo, Prof. Doutor Da Unidade acadêmica de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG. Email: zedantas1955@gmail.com
5. Graduanda em Química Industrial pela Universidade Estadual da Paraíba – UEPB; Email: mayaraujo10@yahoo.com.br

[Índice]

[En caso de encontrar algún error en este website favor enviar email a [webmaster](#)]

©2017. revistaESPACIOS.com • Derechos Reservados