



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
CAMPUS IV  
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E AGRÁRIAS  
CURSO DE LICENCIATURA PLENA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**CAIO DA SILVA SOUSA**

**MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA SUBTERRÂNEA PARA  
AGRICULTURA IRRIGADA EM CATOLÉ DO ROCHA, PARAÍBA**

**CATOLÉ DO ROCHA/PB  
2019**

**CAIO DA SILVA SOUSA**

**MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA SUBTERRÂNEA PARA  
AGRICULTURA IRRIGADA EM CATOLÉ DO ROCHA, PARAÍBA**

Trabalho de Conclusão de Curso em Licenciatura Plena em Ciências Agrárias da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Licenciado em Ciências Agrárias.

Área de concentração: Relação água-solo-planta-atmosfera.

Orientador: Prof. Dr. Evandro Franklin de Mesquita.

**CATOLÉ DO ROCHA/PB  
2019**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

S725m Sousa, Caio da Silva.

Monitoramento da qualidade da água subterrânea para agricultura irrigada em Catolé do Rocha, Paraíba. [manuscrito] / Caio da Silva Sousa. - 2019.

21 p.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Agrárias) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Humanas e Agrárias, 2019.

"Orientação : Prof. Dr. Evandro Franklin de Mesquita , Coordenação do Curso de Ciências Agrárias - CCHA."

1. Monitoramento sistêmico. 2. Componentes iônicos. 3. Salinidade da água. I. Título

21. ed. CDD 631.7

CAIO DA SILVA SOUSA

MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA SUBTERRÂNEA PARA  
AGRICULTURA IRRIGADA EM CATOLÉ DO ROCHA, PARAÍBA

Artigo apresentado ao Curso em Licenciatura  
Plena em Ciências Agrárias da Universidade  
Estadual da Paraíba, como requisito parcial à  
obtenção do título de Licenciado em Ciências  
Agrárias.

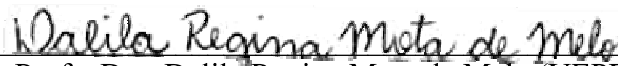
Área de concentração: Relação água-solo-  
planta-atmosfera.

Aprovada em: 11/06/2019.

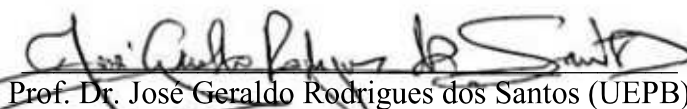
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Evandro Franklin de Mesquita (UEPB)  
Orientador (a)



Profa. Dra. Dalila Regina Mota de Melo (UEPB)  
Membro Examinador (a)



Prof. Dr. José Geraldo Rodrigues dos Santos (UEPB)  
Membro Examinador (a)

A Deus por sempre me dar forças, aos meus pais e minhas irmãs, familiares em geral e amigos, pelo apoio e incentivo nos estudos, DEDICO.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por estar sempre no controle da minha vida, iluminando e guiando meus passos, me dando saúde, força e sabedoria para superar as dificuldades e por nunca me deixar desistir dos meus objetivos.

Aos meus pais Luzimar Soares de Sousa e Carlinda Teodosio da Silva Sousa pelo amor, dedicação, incentivo, compreensão e por todos os ensinamentos dados até hoje que sempre serão de grande importância para o meu crescimento pessoal, bem como também às minhas irmãs Liliane da Silva Soares e Vitória Carolina da Silva Soares pelo apoio, carinho, companheirismo e afeto.

Aos meus amigos e colegas de graduação: Alex, Francisca, José Paulo, Jackson, Jéssica, Elcilene, Carla, Jeferson, Sidney, Marvin, Dhayane, Joicy e Samylle, pelo apoio moral, e por todos os momentos de amizade, alegrias e descontrações compartilhados durante o curso.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Evandro Franklin de Mesquita, pela orientação e ensinamentos transmitidos, e principalmente pelo incentivo, dedicação e paciência durante todo o curso.

Ao Prof. Dr. José Geraldo Rodrigues dos Santos e a Profa. Dra. Dalila Regina Mota de Melo, excelentes profissionais que respeito e admiro, por fazerem parte da banca examinadora e pelas contribuições dadas para a melhoria do trabalho.

A todos os professores do Curso de Licenciatura Plenas em Ciências Agrárias que através de suas disciplinas e ensinamentos contribuíram para meu crescimento pessoal e profissional.

Aos demais amigos que fiz na instituição: todos os funcionários da UEPB no geral, em especial ao meu amigo José Vaderez (Deca) pelas boas conversas e companhia no campo, à Kátia Sonara pelo carinho e a Lucimara, grande amiga que respeito e admiro, por estar sempre à disposição para ajudar nos projetos e principalmente pelos seus ensinamentos.

Enfim, a todos que de alguma maneira contribuíram, direta ou indiretamente, para a execução desse trabalho e para minha formação acadêmica.

**Muito Obrigado!**

“Acredite no poder da palavra “Desistir” tire o D coloque o R que você vai Resistir. Uma pequena mudança às vezes traz esperança e faz a gente seguir.”

Bráulio Bessa

## SUMÁRIO

1	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>08</b>
2	<b>MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>09</b>
3	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>11</b>
4	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>14</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>16</b>



# MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA SUBTERRÂNEA PARA AGRICULTURA IRRIGADA EM CATOLÉ DO ROCHA, PARAÍBA

Caio da Silva Sousa<sup>1</sup>

## RESUMO

Os teores de condutividade elétrica de cátions ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$ ) e ânions ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$  e  $\text{SO}_4^{2-}$ ) da água em um poço amazônico, da Universidade Estadual da Paraíba, cidade de Catolé do Rocha, Estado da Paraíba, Brasil, localizado no semiárido do Alto Sertão Brasileiro foi avaliado mensalmente de janeiro a dezembro de 2017. Apesar do aumento na condutividade elétrica de 0,89 para 1,16  $\text{dS m}^{-1}$  e razão de adsorção de sódio (RAS) de 4,43 a 10,45 ( $\text{mmol L}^{-1}$ )<sup>1/2</sup> não houve alteração na qualidade da água para a agricultura. Com risco médio para solução salina ( $\text{C}_2$ ) e baixo risco de exercer sodicidade no solo ( $\text{S}_1$ ), toxicidade e desequilíbrio nutricional às plantas, a concentração de sais dissolvidos aumentou de 0,57 para 0,74  $\text{g L}^{-1}$  entre os períodos chuvoso e árido. Essa situação expressa um alto aumento de quase 30% no total de sais dissolvidos durante o período avaliado e mostra a necessidade de monitoramento sistemático. A simulação da irrigação com lâmina de 400 mm desta água com 1,16  $\text{dS m}^{-1}$ , em 120 dias, pode adicionar ao solo 2.970  $\text{kg ha}^{-1}$  de sais, dos quais 1.892; 633; 258 e 143  $\text{kg ha}^{-1}$  são das espécies de sódio, cálcio, potássio e magnésio, respectivamente.

**Palavras-chave:** Monitoramento sistêmico. Componentes iônicos. Salinidade da água.

<sup>1</sup>Graduando em Licenciatura Plena em Ciências Agrárias na Universidade Estadual da Paraíba – Campus IV.  
Email: caiosilvafla16@gmail.com

## 1 INTRODUÇÃO

A agricultura pela sua natureza peculiar, quanto à insuficiência e irregularidade das chuvas, elevada temperatura do ar e do solo, baixa umidade relativa, altas taxas de evaporação e evapotranspiração, constitui-se como a atividade que mais utiliza água, no Brasil e no resto do mundo, em comparação às atividades humanas, industriais e a manutenção dos rebanhos (OLIVEIRA et al., 2013; HOLANDA et al., 2016). Além dos aspectos quantitativos, especificamente na agricultura, o mundo também carece de águas com qualidade química que permitam o uso na irrigação sem provocar elevada degradação edáfica e altas perdas da capacidade produtivas das culturas (CAVALCANTE et al., 2012; GANIYU et al., 2018). Adicionalmente a essas inconveniências, o teor de sais das águas de superfície e subterrâneas das áreas semiáridas que, em geral, situa-se acima dos limites tolerados pelas plantas de importância à alimentação humana e dos animais, resulta num sério obstáculo à agricultura irrigada (ANDRADE JÚNIOR et al., 2006; AMMARI et al., 2013; KOFF et al., 2017).

Ao considerar a limitação dos recursos hídricos, em volume e qualidade salina e a exigência crescente de alimentos, o mundo, há quase cinquenta anos, vem despertando para o emprego de águas restritivas quanto aos sais na irrigação das plantas cultivadas de importância econômica (COSTA, 1982; SILVA JÚNIOR et al., 1999; RHOADES et al., 2000; BEN-ASHER et al., 2006; HOLANDA et al., 2016; VIEIRA et al., 2016; MURAD et al., 2018). Entretanto, mesmo admitindo essa necessidade nem todas as águas de concentração salina elevada, como a água do mar ou de concentração equivalente, devem ser utilizadas na irrigação. Essa afirmativa se baseia em Ayers e Westcot (1999), Cavalcante et al. (2012) e Holanda et al. (2016), ao afirmarem que as plantas de importância alimentícia e comercial são, na grande maioria, de baixa ou de tolerância média à salinidade da água, do solo ou de ambos simultaneamente.

O uso de águas salinas na irrigação, independentemente de ser manancial de superfície ou subterrâneo, requer o monitoramento da condutividade elétrica, dos teores de cátions e ânions dissolvidos em uma ou mais época do ano, em uma ou mais fontes da propriedade, município ou microrregião geográfica, estado ou em todas as fontes hídricas de todo um país (MEDEIROS et al., 2003; BARROSO et al., 2011; JANG et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2013; LIRA et al., 2015; CHU et al., 2016; RASSOL et al., 2017; GANIYU et al., 2018).

A salinidade estuda os efeitos da concentração total de sais ou complexo salino, dissolvidos na água de irrigação -  $C_s$  ( $g L^{-1}$ ); o valor pode ser estimado pelo produto entre a condutividade elétrica da água -  $CEa$  ( $dS m^{-1}$ ) e um fator de multiplicação de 0,64 para águas

com até  $5 \text{ dS m}^{-1}$  ou  $0,80 \text{ dS m}^{-1}$  para as águas de salinidade superior a  $5 \text{ dS m}^{-1}$  (RHOADES et al., 2000). A concentração total de sais também pode ser obtida analiticamente pela quantificação de cálcio, magnésio, potássio e sódio em equivalência com cloreto, bicarbonato, carbonato e sulfato (RICHARDS, 1954). A toxicidade refere-se aos efeitos específicos de alguns íons como sódio, cloreto, magnésio, boro e pela relação entre sódio e o total de cátions dissolvidos na água. A sodicidade é avaliada pela razão de adsorção de sódio - RAS (AYERS e WESTCOT, 1999), pelo valor de carbonato de sódio residual - CSR que é a diferença entre a soma de carbonato mais bicarbonato e de cálcio mais magnésio  $\text{CSR} = (\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-) - (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$  (RICHARDS, 1954; ALMEIDA, 2010; MASKOONI et al., 2017).

Diante do exposto, o trabalho teve como objetivo monitorar mensalmente, durante o ano de 2017, a condutividade elétrica e os teores catiônicos e aniônicos da água de um poço amazonas da área experimental agrícola do Centro de Ciências Humanas e Agrárias da Universidade Estadual da Paraíba, Campus - IV, Catolé do Rocha, Paraíba, Brasil.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi realizado com amostras de água colhidas mensalmente, entre janeiro a dezembro de 2017, de um poço amazonas (Latitude  $6^\circ 21' 11''$  S e Longitude  $37^\circ 43' 21''$  W e 244 m acima do nível do mar), com 4,0 e 11,0 m, respectivamente, de diâmetro e profundidade e vazão média diária anual de  $2,2 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ , localizado em área experimental do Centro de Ciências Humanas e Agrárias da Universidade Estadual da Paraíba, Campus - IV, Catolé do Rocha, Estado da Paraíba, Brasil.

O clima da região é do tipo BSw $h'$ , segundo classificação de Köppen (ALVARES et al., 2013), definido como Semiárido quente. A pluviosidade do município é inferior a 800 mm e são irregularmente distribuídos no período chuvoso, com mais de 65% precipitados de fevereiro a abril; as médias anuais de temperatura e umidade relativa do ar são, respectivamente,  $27^\circ \text{C}$  e abaixo de 50%.

O solo da área, de acordo com os critérios do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SANTOS et al., 2018), foi classificado como NEOSSOLO FLÚVICO Eutrófico. As propriedades físicas e químicas (fertilidade e salinidade) em uma amostra de 0-0,2 m deste solo foram analisadas (SILVA, 2009) com seus valores dados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Atributos físicos e químicos (fertilidade e salinidade) do Sistema Eutrófico onde o Amazonas está bem instalado.

Atributos físicos		Atributos químicos			
		Fertilidade		Salinidade	
Areia (g kg <sup>-1</sup> )	661	pH (in H <sub>2</sub> O)	6,7	pH (no extrato)	7,7
Silte (g kg <sup>-1</sup> )	213	P (mg kg <sup>-1</sup> )	25	CEa (dS m <sup>-1</sup> )	1,30
Argila (g kg <sup>-1</sup> )	126	Ca <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	4,41	Ca <sup>2+</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	3,99
Dp (kg dm <sup>-3</sup> )	1,52	Mg <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	1,31	Mg <sup>2+</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	1,26
Ds (kg dm <sup>-3</sup> )	2,75	Na <sup>+</sup> (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	0,22	Na <sup>+</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	5,84
Porosidade (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )	0,45	K <sup>+</sup> (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	0,76	K <sup>+</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	2,17
		H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup> (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	0,00	Cl <sup>-</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	10,00
		SB (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	6,70	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	0,00
		CTC (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	6,70	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	2,98
		PST (%)	3,28	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	0,20
				RAS (mmol L <sup>-1</sup> ) <sup>1/2</sup>	3,61

Dp - densidade de partículas; Ds - densidade do solo; SB - soma das bases; CTC: Capacidade de troca de cátions; PST - porcentagem de sódio trocável; CEa -condutividade elétrica da água; RAS - taxa de adsorção de sódio.

A condutividade elétrica da água foi determinada por leitura direta em condutividade. O Ca<sup>2+</sup> + Mg<sup>2+</sup> foi analisado por complexometria com o ácido etilenodiamino tetra-acético (AEDT) dissódico, utilizando o Eriocromo-Preto como indicador. Ca<sup>2+</sup> foi determinado por compleximetria na presença de calcione indicador de ácido carbônico. Na<sup>+</sup> e K<sup>+</sup> foram determinados pelo espectrômetro de chama. Para CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> e HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> a titulação foi com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> usando os indicadores, fenolftaleína e laranja de metila. Após a determinação de carbonato e bicarbonato foi adicionado K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> e titulado com AgNO<sub>3</sub> para determinação de Cl<sup>-</sup>. O SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> foi determinado em fotocolorímetro após a adição de HCl e BaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O (RICHARDS, 1954).

A média dos dados mensais de condutividade elétrica e concentração de íons foram relacionados entre si por um teste de regressão com a utilização do software estatístico SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2014). Para cada componente iônico foi calculado o mínimo, a média e o máximo (SILVA JÚNIOR et al., 1999). A média da condutividade elétrica média e concentração iônica de cada componente foi utilizada para simular a lâmina inteira de irrigação 400 mm, de acordo com a seguinte equação (RICHARDS, 1954; RHOADES et al., 2000):

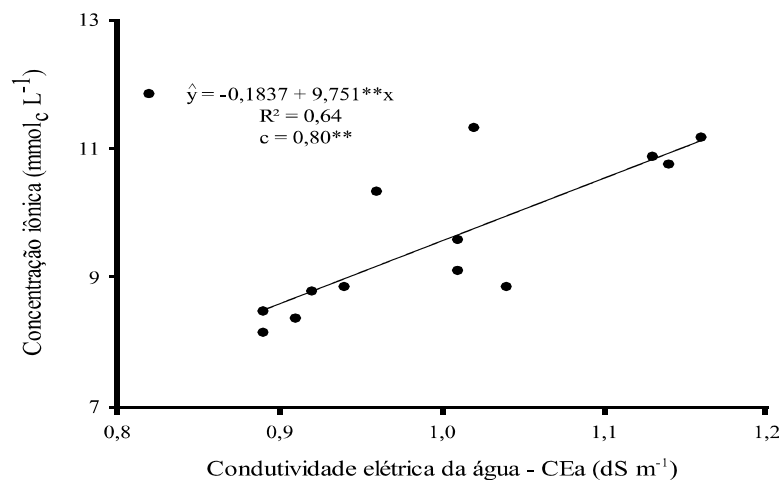
$$Sad = \frac{Ecw * 0,64 * Iwd}{1.000}$$

Em que: Sad = sais totais adicionados pela água (kg ha<sup>-1</sup>); CEa = condutividade elétrica da água (dS m<sup>-1</sup>); Iwd = profundidade da água de irrigação (mm), 1 mm = 10 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> = 10.000 L ha<sup>-1</sup>, assim 400 mm equivale a 4.000.000 L ha<sup>-1</sup>. A quantificação de cada Sais adicionados foi calculada a partir do volume total aplicado e sua respectiva participação na água.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A condutividade elétrica da água no período de janeiro a dezembro/2017 aumentou de 0,89 para 1,16 dS m<sup>-1</sup> resultando em incremento salino de 30,3%; esse valor é considerado alto e já exerce restrição moderada (AYERS & WESTCOT, 1999; MEDEIROS et al., 2003; ALMEIDA, 2010; CAVALCANTE et al., 2012; HOLANDA et al., 2016) à grande maioria das plantas cultivadas de importância econômica. A relação entre a condutividade elétrica e a concentração total de sais dissolvidos na água (Figura 1) foi de 64%.

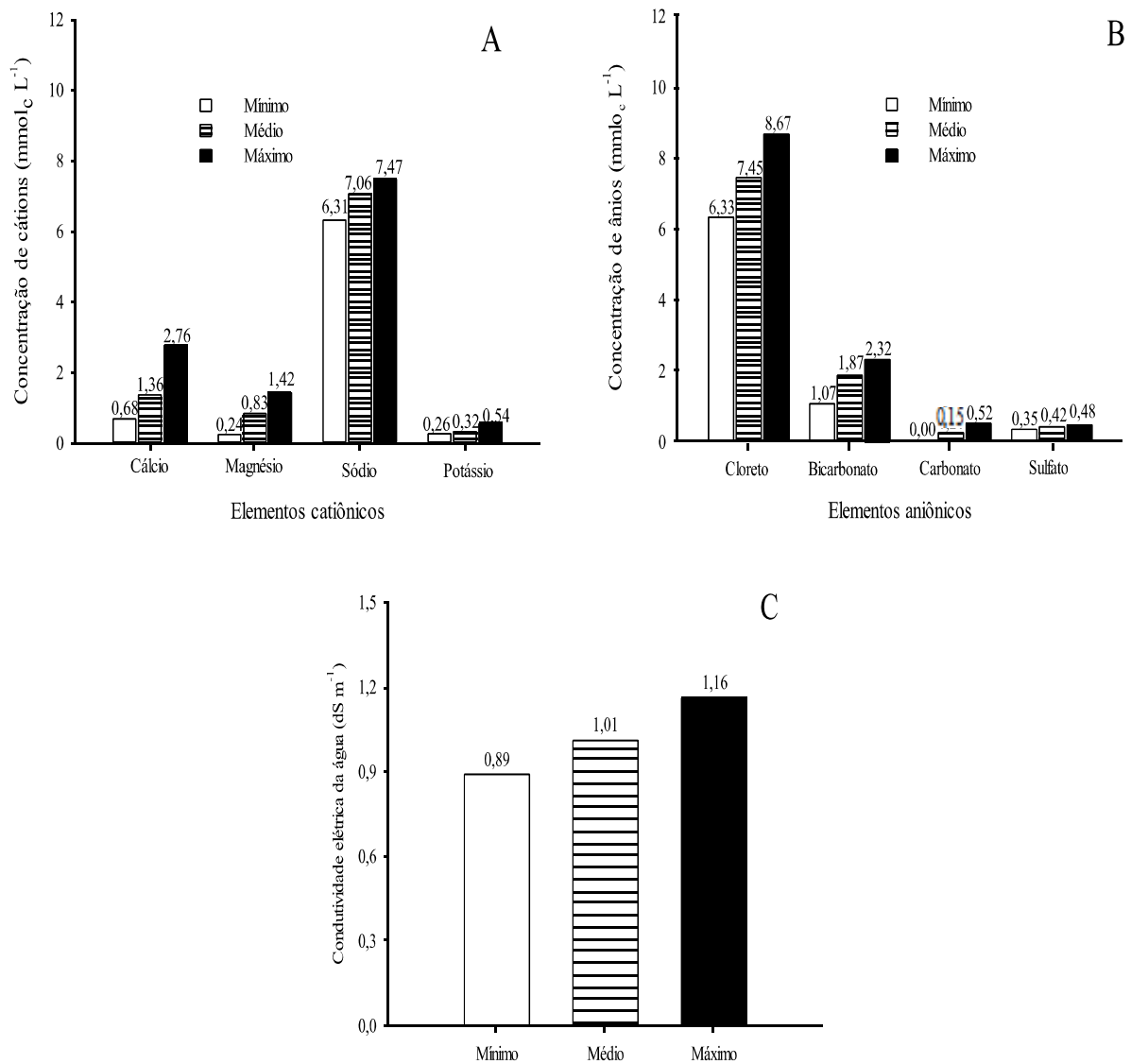
Este nível expressa alta dispersão, mas o fator crescente entre ambos é consistente com Richards (1954) e mostra a dependência entre a condutividade elétrica e o total de sais dissolvidos, com 80% de teor de correlações sais água dissolvida, devido ao aumento da condutividade elétrica. Dessa forma, verifica-se que, embora a condutividade elétrica esteja correlacionada com o teor de sais dissolvidos, ela não representa fielmente a concentração de sais, mas pelo seu valor total solubilizado em água (RICHARDS, 1954; RHOADES et al., 2000; HOLANDA et al., 2016) e no solo é estimado (CAVALCANTE et al., 2012; RIBEIRO et al., 2016).



**Figura 1.** Concentração iônica da água, em função da condutividade elétrica de um poço Amazonas, Campus - IV do CCHA/UEPB, Catolé do Rocha, Paraíba, Brasil. R<sup>2</sup> = Coeficiente de determinação; c = Coeficiente de correlação de Pearson (p<0,05).

A Figura 2 expressa de forma média os valores mínimos, médios e máximos de cátions, ânions e da condutividade elétrica durante todo o ano de 2017. Pela respectiva figura, a ordem dos teores médios catiônicos foi sódio>cálcio>magnésio>potássio (Figura 2A), dos ânions cloreto>bicarbonatos>carbonato>sulfato (Figura 2B) e a amplitude da condutividade

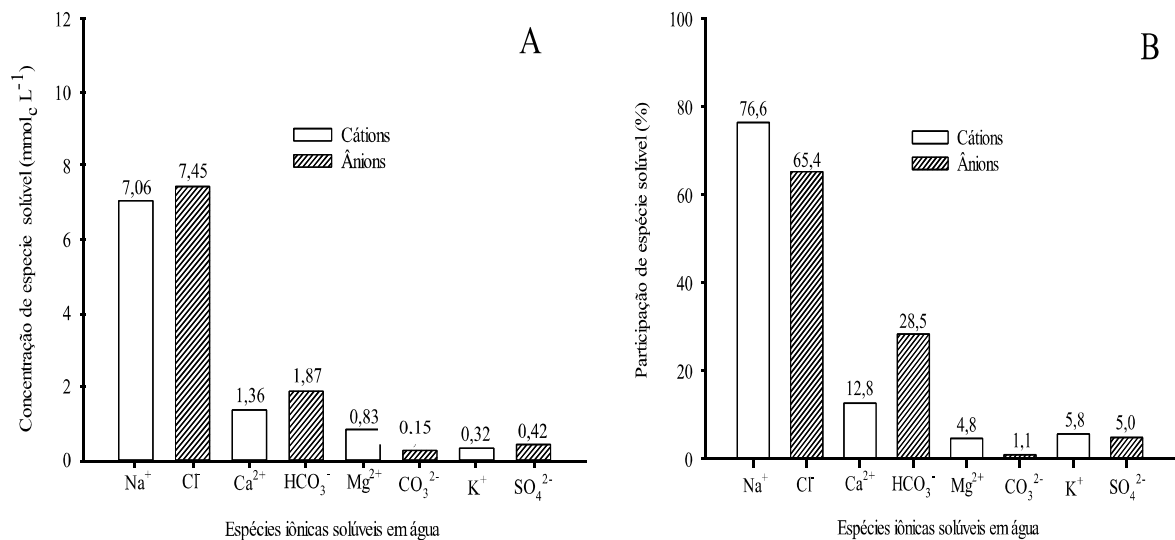
elétrica foi de 0,89 para 1,16  $\text{dS m}^{-1}$ , com média de 1,01  $\text{dS m}^{-1}$  (Figura 2C). Esses valores oscilam com a natureza mineralógica, com a intensidade da transformação do material de origem e com a solubilidade dos componentes primários dos solos, principalmente os concentrados em sódio, cálcio e magnésio (RIBEIRO et al., 2016).



**Figura 2.** Valores mínimos, médios e máximos das concentrações de cátions (A), de ânions (B) e da condutividade elétrica da água em poço Amazonas, do município de Catolé do Rocha, Paraíba, Brasil.

Dentre os cátions, a predominância é de sódio e dos ânions o cloreto, com concentrações em geral semelhantes, mas com supremacia do cloreto em relação ao sódio (Figura 3A), razão pela qual a maioria das investigações científicas refere-se às duas espécies como expressa a literatura sobre salinidade. Essa superioridade, em comparação aos demais

componentes de cada espécie não é apenas pela ação agressiva do  $\text{Na}^+$  no depauperamento dos atributos físicos dos solos, como na perda de estrutura e redução do espaço poroso ao crescimento radicular, mas também pela intensidade dos efeitos danosos de natureza nutricional e de toxicidade às plantas (RICHARDS, 1954; AYRES & WESTCOT, 1999; ALMEIDA, 2010).



**Figura 3.** Valores de concentração (A) e participação percentual (B) de espécies iônicas, solúveis em água de um poço Amazonas de Catolé do Rocha, Paraíba, Brasil.

Apesar da maior concentração de cloreto em  $\text{cmol}_c \text{L}^{-1}$  comparada ao sódio, a percentagem dos sais de sódio supera às de cloreto (Figura 3B) obedecendo à ordem  $\text{Na}^+ > \text{Ca}^{2+} > \text{K}^+ > \text{Mg}^{2+}$  e cloreto  $\text{Cl}^- > \text{HCO}_3^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{CO}_3^{2-}$ . Essas ordens diferem das obtidas para as concentrações (Figura 2A e 2B) devido serem calculadas com base na concentração em  $\text{mg L}^{-1}$  e variam conforme o peso equivalente de cada espécie (CAVALCANTE et al., 2012). Essa situação assemelha-se às sequências apresentadas por Costa (1982), Silva Júnior et al. (1999), Medeiros et al. (2003), Andrade Júnior et al. (2006), Leal et al. (2009), Barroso et al. (2011), Oliveira et al. (2013) e Holanda et al. (2016), respectivamente, para as águas do cristalino do Nordeste brasileiro, nos Estados da Paraíba, Piauí, Rio Grande do Norte e Ceará, todos inseridos na região semiárida do Brasil.

A situação reportada assemelha-se às sequências registradas por Jang et al. (2012) em Taiwan, Hassanli e Ebrahimian (2016) e Maskooni et al. (2017) no Iran, Rassol et al. (2016) no Paquistão, Koffi et al. (2017), em Ghana, Gill & Terry (2016) na Austrália e, dentre muitos outros, Ganiyu et al. (2018) na Nigéria. Os resultados evidenciam também que em termos hídricos, quanto à composição e teor de sais, a situação atual do mundo semiárido, mesmo

considerando as diferenças de materiais de origem dos solos, é muito parecida entre as terras do Ocidente e do Oriente.

Águas com condutividade elétrica de até  $1,16 \text{ dS m}^{-1}$ , mesmo exercendo restrição moderada às plantas e ao solo, caso o mundo possuísse manancial suficiente para irrigação, de modo a suprir as exigências mundiais da alimentação humana e dos rebanhos, sugeriria menos o emprego de águas mais salinas na agricultura. Essa afirmação parece coerente, visto que a irrigação de um solo com 400 mm dessa água, ( $1,16 \text{ dS m}^{-1}$ ), durante 120 dias da estiagem, no município de Catolé do Rocha, no Estado da Paraíba, Brasil, com as concentrações de  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$ , respectivamente de 2,59; 1,29, 6,75 e 0,54  $\text{mmol}_c \text{ L}^{-1}$ , adicionaria ao solo um total de  $2.970 \text{ kg ha}^{-1}$  de sais, dos quais 1.892; 633; 258 e  $187 \text{ kg ha}^{-1}$  são sais de sódio, cálcio, potássio e magnésio, respectivamente.

#### **4 CONCLUSÕES**

A condutividade elétrica da água do poço Amazonas, durante o ano de 2017, aumentou de 0,89 para  $1,16 \text{ dS m}^{-1}$ . O total de sais adicionado ao solo com uma irrigação de 400 mm foi de  $2.970 \text{ kg ha}^{-1}$ , dos quais 63,7; 21,3; 8,7 e 6,3% corresponderam aos sais de sódio, cálcio, potássio e magnésio.

Os valores da amplitude da condutividade elétrica e a adição de sais ao solo por uma lâmina de irrigação que não é elevada justificam o monitoramento da qualidade das águas de irrigação nas terras semiáridas.



## UNDERGROUND WATER QUALITY MONITORING FOR IRRIGATED AGRICULTURE IN CATOLÉ DO ROCHA, PARAÍBA STATE

Caio da Silva Sousa<sup>1</sup>

### ABSTRACT

The electrical conductivity and of cations ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$  and  $\text{K}^+$ ) and anions ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$  and  $\text{SO}_4^{2-}$ ) contents of the water an Amazon well, from State University of Paraíba, Catolé do Rocha city, Paraíba State, Brazil, located in the semi-arid region of the Brazilian High Sertão were evaluated monthly from January to December of year 2017. Despite the increase in electrical conductivity from 0.89 to 1.16  $\text{dS m}^{-1}$  and sodium adsorption ratio (SAR) from 4.43 to 10.45 ( $\text{mmol L}^{-1}$ )<sup>1/2</sup> did not change the water quality to agriculture. With mean risk to saline (C2) and low risk to exercise sodicity at soil (S1), toxicity and nutritional imbalance to plants, the concentration of dissolved salts increased from 0.57 to 0.74  $\text{g L}^{-1}$  between rainy and arid periods. This situation expresses a high increase of almost 30% in the total dissolved salts during the evaluated period and shows the need for systematic monitoring. Simulating the irrigation with a 400 mm blade of this water with 1.16  $\text{dS m}^{-1}$ , in 120 days, can add to soil 2,970  $\text{kg ha}^{-1}$  of salts, of which 1,892; 633; 258 and 143  $\text{kg ha}^{-1}$  are of the sodium, calcium, potassium and magnesium species, respectively.

**Key words:** Systemic monitoring. Ionic components. Salinity of water.

---

<sup>1</sup>Graduating in full degree in Agricultural Science at the State University of Paraíba – Campus IV.

Email: caiosilvafla16@gmail.com

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, O. A. **Qualidade da água de irrigação**. 1 ed. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2010. 234p.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C, GONÇALVES, J. L.M.; SPAROVEK, G Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, p. 711-728, 2013.

AMMARI, T. G.; TAHHAN, R.; ABUBAKER, S.; AL-ZU'BI, Y.; TAHBOUB, A.; TA'ANY, R.; ABU-ROMMAN, S.; AL-MANASEER, N.; STIETIYA, M. H. Soil Salinity Changes in the Jordan Valley Potentially Threaten Sustainable Irrigated Agriculture. **Pedosphere**, v. 23, n. 3, p. 376–384, 2013.

ANDRADE JÚNIOR, A. S.; ÊNIO F. DE F. E SILVA, E. F. F.; BASTOS, E. A.; MELO, F. B.; CLARICE M. LEAL, C. U. M. Uso e qualidade da água subterrânea para irrigação no Semi-Árido piauiense. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, n. 4, p. 873-880, 2006.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. N. **A qualidade da água na agricultura**. 2. Ed. Campina Grande: UFPB. 1999. 153p. (Estudos FAO, Irrigação e drenagem, 29, revisado).

BARROSO, A. F.; GOMES, E.; G.; LIMA, A. E. O.; PALÁCIO, H. A. Q.; LIMA, C. A. Avaliação da qualidade da água para irrigação na região Centro Sul no Estado do Ceará. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 6, p. 588–593, 2011.

BEN-ASHER, J.; TSUYUKI, I.; SAGIH, M. Irrigation of grapevines with saline water I. Leaf area index, stomatal conductance, transpiration and photosynthesis. **Agricultural water management**, v. 83, p. 13 - 21, 2006.

CAVALCANTE, L. F.; OLIVEIRA, F. A.; GHEYI, R. R; CAVALCANTE, I. H. L.; SANTOS, P. D. **Água para agricultura: irrigação com água de boa qualidade e água salina**. In CAVALCANTE, L. F. O maracujazeiro e a salinidade da água. João Pessoa: Sal da Terra. Cap. 1, p. 17-65, 2012.

COSTA, R. G. **Caracterização da qualidade de água de irrigação na microrregião homogênea de Catolé do Rocha (MRH -89)**. Campina Grande, 1982. 89p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba.

CHU, L.L.; KANG, Y.H.; WAN, S.Q. Effect of different water application intensity and irrigation amount treatments of microirrigation on soil-leaching coastal saline soils of North China. **Journal of Integrative Agriculture**, v. 15, n. 9, p. 2123–2131, 2016.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

GANIYU, S. A.; BADMUS, B. S.; OLURIN, O. T.; OJEKUNLE, Z. O. Evaluation of seasonal variation of water quality using multivariate statistical analysis and irrigation parameter indices in Ajakanga area, Ibadan, Nigeria. **Applied Water Science**, v. 8, p. 8-35, 2018.

GILL, B.C.; TERRY, A.D. ‘Keeping salt on the farm’— Evaluation of an on-farm salinity management system in the Shepparton irrigation region of South-East Australia. **Agricultural Water Management**, v. 164, n. 1, p. 291-303, 2016.

HASSANLI, M.; EBRAHIMIAN, H. Cyclic use of saline and non-saline water to increase water use efficiency and soil sustainability on drip irrigated maize in a semi-arid region. **Spanish Journal of Agricultural Research**, v. 14, p. 1204 - 1218, 2016.

HOLANDA, J. S.; AMORIM, J. R. A.; FERREIRA NETO, M.; HOLANDA, A. C.; SÁ, F. V. S. Qualidade da água para irrigação. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; FEITOSA, C. F.; GOMES FILHO, E. **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. 2. ed. Fortaleza: INCTSal. Cap. 4, p. 35-50, 2016.

JANG, C. S.; CHEN, S. K.; KUO, Y. M. Establishing an irrigation management plan of sustainable groundwater based on spatial variability of water quality and quantity. **Journal of Hydrology**, v. 414/415, p. 201-210, 2012.

KOFFI, K. V.; OBUOBIE, E.; BANNING, A.; WOHNLICH, S. Hydrochemical characteristics of groundwater and surface water for domestic and irrigation purposes in Veacatchment, Northern, Ghana. **Environmental Earth Science**, p. 76-85, 2017.

LEAL, C. M.; ANDRADE JÚNIOR, A. S.; SOUSA, W. F.; SILVA, E. F. F.; BASTOS, E. A. Qualidade da água subterrânea para fins de irrigação na microrregião de Teresina, Piauí. **Irriga**, v. 14, n. 3, p. 276-288, 2009.

LIRA, R.M.; SANTOS, A.N.; SILVA, J.S.; BARNABÉ, J.M.C.; BARROS, M.S.; SOARES, H.R. A utilização de águas de qualidade inferior na agricultura irrigada. **Revista GEAMA**, v. 1, n. 3, p. 341-362, 2015.

MASKOONI, E. K.; KOMPANIZARE, M.; AFZALI, S. F. Chemical assessment of dam water irrigation effects on groundwater qualities in Bigherd plain, Fars Province, Iran. **Environmental Earth Science**, v. 76, p. 238 - 251, 2017.

MEDEIROS, J. F.; RODRIGO, R. A.; LISBOA, R. A.; OLIVEIRA, O.; SILVA JÚNIOR, M. J.; ALVES, L. P. Caracterização das águas subterrâneas usadas para irrigação na área produtora de melão da Chapada do Apodi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, n. 3, p. 469-472, 2003.

MURAD, K.F.I.; HOSSAIN, A.; FAKIR, O.A.; BISWAS, S.K.; SARKER, K.K.; RANNU, R.P.; TIMSINA, J. Conjunctive use of saline and fresh water increases the productivity of maize in saline coastal region of Bangladesh. **Agricultural Water Management**, v. 204, n. 2, p. 262–270, 2018.

OLIVEIRA, H. A.; BEZERRA, H. N.; ARAÚJO, J. M. S.; TAVARES, L. A. F. Qualidade de águas de poços dos assentamentos da chapada do Apodi - RN para o uso na agricultura. **Holos**, v. 1, p. 6472, 2013.

RASSOL, A.; XIAO, T.; FAROOQI, A.; SHAFEEQUE, M.; LIU, Y.; KAMRAN, M. Q.; KATSOYIANNIS, I. A.; EQANI, S. A. M. A, S. Quality of tube well water intended for irrigation and human consumption with special emphasis on arsenic contamination at the area of Punjab, Pakistan. **Environmental Geochemical Health**, v. 39, p. 847-863, 2017.

RHOADES, J.D.; KANDIAH, A.; MASHALI, Q.M. **The use of saline waters for crop production**. Rome: FAO, 2000. 133p. (Irrigation and Drainage Paper, 48).

RIBEIRO, M. R.; RIBEIRO FILHO, M. R.; JACOMINE, P. K. T. Origem e classificação dos solos afetados por sais. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; FEITOSA, C. F.; GOMES FILHO, E. **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. 2. ed. Fortaleza: INCTSal. Cap. 2, p. 9-16, 2016.

RICHARDS, L. A. **Diagnostico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos**. México: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América, (Manual de Agricultura, 60). 1954. 174p.

SANTOS, H.G.; JACONINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C.; OLIVEIRA, V.A.; LUMBRERAS, J.F. COELHO, M.R.; ALMEIDA, J.A.; ARAÚJO FILHO, J.C.; OLIVEIRA, J.B.; CUNHA, T.J.F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: DF: Embrapa Solos, 5ª. ed., 2018. 356p.

SILVA JÚNIOR, L. G. A., GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F. Composição química de águas do cristalino do Nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 3, n. 1, p. 11-17, 1999.

SILVA, F.C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa Informações Tecnologia, 2 ed. 2009, 627 p.

VIEIRA, I. G. S.; NOBRE, R. G.; DIAS, A. S.; PINHEIRO, F. W.A. Cultivation of cherry tomato under irrigation with saline water and nitrogen fertilization. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, n. 1, p. 55–61, 2016.