



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE AGRÁRIAS E EXATAS  
LICENCIATURA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**WANDRA LAURENTINO DA SILVA**

**AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO E SALINIDADE DAS  
COMUNIDADES CAJUEIRO E BOQUEIRÃO, MUNICÍPIO DE CATOLÉ DO  
ROCHA-PB**

**CATOLÉ DO ROCHA/PB  
2014**

**WANDRA LAURENTINO DA SILVA**

**AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO E SALINIDADE DAS  
COMUNIDADES CAJUEIRO E BOQUEIRÃO, MUNICÍPIO DE CATOLÉ DO  
ROCHA-PB**

Monografia apresentada a coordenação do curso de Ciências Agrárias da Universidade Estadual da Paraíba, Campus IV, em cumprimento às exigências para obtenção do título de Licenciado em Ciências Agrárias.

**Orientador:** Prof. Dr. Evandro Franklin de Mesquita

**Catolé do Rocha/PB  
2014**

É expressamente proibida 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 da dissertação.

S586a Silva, Wandra Laurentino da  
Avaliação da fertilidade do solo e salinidade das comunidades  
Cajueiro e Boqueirão, Município de Catolé do Rocha-PB  
[manuscrito] : / Wandra Laurentino da Silva. - 2014.  
38 p. : il.

Digitado.  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências  
Agrárias) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências  
Humanas e Agrárias, 2014.  
"Orientação: Prof. Dr. Evandro Franklin de Mesquita,  
Departamento de Agrárias e Exatas".

1. Atributos físico-químicos.2.Extensão rural.3.  
Sustentabilidade. I. Título.

21. ed. CDD 631.62

WANDRA LAURENTINO DA SILVA

AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO E SALINIDADE DAS  
COMUNIDADES CAJUEIRO E BOQUEIRÃO, MUNICÍPIO DE CATOLÉ DO  
ROCHA-PB

APROVADA EM: 26/02/2014

BANCA EXAMINADORA

Evandro Franklin de Mesquita

Prof. Dr. Evandro Franklin de Mesquita – Orientador  
Universidade Estadual da Paraíba - UEPB  
Departamento de Agrárias e Exatas

Dalila Regina Mota de Melo

Prof. MSc. Dalila Regina Mota de Melo – Examinadora  
Universidade Estadual da Paraíba - UEPB  
Departamento de Agrárias e Exatas

José Geraldo Rodrigues dos Santos

Prof. Dr. José Geraldo Rodrigues dos Santos – Examinador.  
Universidade Estadual da Paraíba - UEPB  
Departamento de Agrárias e Exatas

## DEDICATÓRIA

*A Deus por estar sempre presente em minha vida me protegendo, iluminando e renovando minhas forças para que eu continue minha jornada.*

*Aos meus pais **FRANCISCA NERIAN SILVA LAURENTINO E WILSON LAURENTINO**, pela dedicação, confiança e contribuição para minha formação.*

*A meu noivo **JAEL PINHEIRO DA COSTA**, que sempre esteve comigo me apoiando motivando e ensinado a ser uma pessoa melhor.*

*A minha irmã **UILMA LAURENTINO DA SILVA** e minha (irmã de coração) **JULIARA DOS SANTOS SILVA** pela amizade, carinho solidariedade, apoio e colaboração.*

*Aos meus familiares, em especial a minha avó **MARIA DO SOCORRO DOS SANTOS** e minha tia **FRANCISCA MARIA DA SILVA**, pelo incentivo e ajuda.*

*Dedico.*

## AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

*A DEUS, que todos os dias da minha vida me deu forças para nunca desistir  
Obrigada Senhor,*

*Aos meus PAIS, minhas IRMÃS, a JAEL, que também fizeram parte dessa historia.  
Amo muito vocês obrigado por tudo.*

*A todos os meus familiares que de uma forma ou de outra me ajudaram desde o  
inicio.*

*Ao meu orientador, professor e pesquisador DR. EVANDRO FRANKLIN DE  
MESQUITA, que me mostrou todos os passos da pesquisa científica, além de sua  
competência e especial atenção nas revisões e sugestões, fatores fundamentais para  
a conclusão deste trabalho.*

*Aos professores, DALILA REGINA MOTA DE MELO, e DR. JOSÉ GERALDO  
RODRIGUES DOS SANTOS , por ter aceitado o convite e participar da minha  
banca examinadora.*

*As grandes amigas SAVANA e PALOMA que desde o inicio me acompanharam  
incentivando e me dando conselhos valiosos.*

*Aos amigos JULIEME e CESENILDO, pela amizade e companheirismo em todos  
esses anos de curso vivenciados nas aulas nos projetos de pesquisa e no dia- a dia.*

*“Pode ser que um dia tudo acabe...  
Mas, com a amizade construiremos tudo novamente,  
Cada vez de forma diferente. Sendo único e inesquecível cada momento  
Que juntos viveremos e nos lembraremos para sempre.”*

*(Albert Einstein)*

## **AGRADECIMENTOS**

*A Todos os meus colegas do curso, por momentos únicos vivenciados durante este período, pela ajuda nos projetos de pesquisa, vocês sempre serão lembrados.*

*À **FERNANDA, CESENILDO, JOSÉ FÁBIO, FABIANA, NUBIA, LILIANE, PAULA, MICHAEL, MISSIEMARIO, GEFSSON, MARCELO, MARCOS, FLAVIA, LUANNA, ALBANIZA, JOSÉ ANDRADE (O GALEGO)** pela ajuda prestada no decorrer do projeto.*

*A todo o pessoal da Estação Experimental de Agroecologia, pela amizade e agradável convivência no setor de pesquisa.*

*À Escola Agrotécnica do Cajueiro, CAMPUS IV na pessoa do Vice Diretor **FRANCISCO PINHEIRO DA SILVA.***

*À Universidade Estadual da Paraíba- UEPB, na pessoa do Diretor de Centro do Campus IV **EDVAN NUNES DA SILVA JUNIOR.***

*Aos professores e funcionários da escola Agrotécnica do cajueiro, CAMPUS IV, que contribuíram de uma forma ou de outra para esta conquista.*

*Ao Programa de apoio a Projetos de Extensão – **PROAPEX***

*Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico- CNPq, pelo apoio financeiro disponibilizado para o desenvolvimento da pesquisa e pela concessão de bolsa de Iniciação Científica.*

*Aos professores das disciplinas cursadas a o longo dos períodos por contribuírem, para o enriquecimento profissional e pessoal.*

*Enfim, a todas as pessoas que direta ou indiretamente colaboraram para que este momento fosse possível.*

### **HOMENAGEM ESPECIAL**

***JOSE LIRA JÚNIOR** (In Memoriam)*

## **BIOGRAFIA**

WANDRA LAURENTINO DA SILVA, filha de Francisca Nerian Silva Laurentino e Wilson Laurentino, nasceu em 18 de agosto de 1990 na cidade de Catolé do Rocha- PB. Concluiu o segundo grau no Colégio Técnico Dom Vital, no ano de 2008, na cidade de Catolé do Rocha- PB. Ingressou no curso de Licenciatura em Ciências Agrárias na Universidade Estadual da Paraíba- UEPB no ano de 2011.

## RESUMO

O uso sustentável do solo tem-se constituído em tema de crescente relevância, em face do aumento das atividades antrópicas. Com o objetivo de avaliar a qualidade dos solos das comunidades Cajueiro e Boqueirão em áreas sob diferentes usos, foram amostradas camadas de 0- 20 cm de Neossolo Flúvico em diferentes localidades. As áreas estão próxima a Universidade Estadual da Paraíba, Campus IV, Catolé do Rocha-PB. Foram avaliados os seguintes atributos de qualidade do solo: teores de Cálcio, magnésio, potássio, sódio, soma de base, capacidade de troca de cátions, Matéria orgânica, salinidade e cor do solo. Com base nos dados obtidos, foi calculado um índice da qualidade do solo para cada comunidade. Os resultados evidenciaram que os solos de ambas comunidades estão com boa fertilidade natural com uma superioridade dos solos da comunidade Boqueirão nos atributos físico-químicos. Mediante análise desses atributos, foi possível avaliar o nível de degradação do solo em função do uso do risco de salinização de cada comunidade. Diante, dessas análises, constata-se que os solos da comunidade Cajueiro estão mais salinos e salino-sódicos e sódicos do que os solos da comunidade Boqueirão.

**PALAVRAS CHAVES:** atributos físico-químicos, extensão rural, sustentabilidade.

## ABSTRACT

The sustainable use of soil has become increasingly relevant in the face of increased anthropogenic activities. 20 cm Neossolo in different locations - with the aim of evaluating the quality of soil communities and Cajueiro and Boqueirão in areas under different land uses layers of 0 – 20 cm. The areas are close to State University of Paraíba , Campus IV , Catolé do Rocha- PB . Levels of calcium, magnesium, potassium, sodium , sum of base cation exchange capacity , organic matter , salinity and soil color : the following attributes of soil quality were evaluated . Based on the data obtained , an index of soil quality for each community was calculated . The results showed that the soils of both communities, are with good natural soils with a superiority of the community Boqueirão the physicochemical attributes fertility. By analyzing these attributes it was possible to evaluate the level of soil degradation due to the use of the risk of salinization of each community . Before , these analyzes are contacts that soils of community Cajueiro are more saline and saline -sodic and sodic soils than Boqueirão community.

**KEY WORDS:** physicochemical attributes, extension, sustainability.

**LISTA DE ILUSTRAÇÃO**

FOTO 1 - Reuniões com os produtores rurais.....	21
FOTO 2 - Entrega das análises de solos.....	22
FOTO 3 – Coleta das análises do solo.....	22
FOTO 4 – Determinação da cor do solo.....	23

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1-	Teores de cálcio no solo das comunidades Cajueiro e Boqueirão (média de 14 análises de solo de cada comunidade).....	24
FIGURA 2-	Teores de Magnésio nos solos das comunidades Cajueiro e Boqueirão.....	25
FIGURA 3-	Teores de potássio nos solos das comunidades Cajueiro e Boqueirão (média de 14 análises de solo de cada comunidade).....	26
FIGURA 4-	Teores de sódio nos solos das comunidades Cajueiro e Boqueirão (média de 14 análises de solo de cada comunidade).....	27
FIGURA 5-	Soma de bases dos solos das comunidades Cajueiro e Boqueirão (média de 14 análises de solo de cada comunidade).....	28
FIGURA 6-	Capacidade de troca de cátions dos solos das comunidades Cajueiro e Boqueirão (média de 14 análises de solo de cada comunidade).....	29
FIGURA 7-	Matéria orgânica dos solos das comunidades Cajueiro e Boqueirão (média de 14 análises de solo de cada comunidade).....	30
FIGURA 8-	Salinidade dos solos das comunidades Boqueirão (A) e Cajueiro (B) (média de 14 análises de solo de cada comunidade).....	31
FIGURA 9-	Classe de salinidades dos solos das comunidades Boqueirão (A) e Cajueiro (B) (RICHARDS, 1954) (Média de 14 amostras de cada comunidade).....	33
FIGURA 10-	A cor do na camada de 0 – 20 cm de solo das comunidades Cajueiro e Boqueirão.....	34

**SUMÁRIO**

1. INTRODUÇÃO .....	12
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	14
2.1 Características físico-químicas do solo.....	14
2.1.1 Capacidade de troca de Cátions.....	14
2.1.2 Soma de bases.....	16
2.1.3 Saturação por bases (V).....	16
2.2 Salinidades de solos corretivos.....	17
3. METODOLOGIA.....	20
3.1 Localização do projeto de extensão.....	20
3.2 Clima e vegetação.....	20
3.3 Solo e relevo.....	20
3.4 Condução do projeto de extensão.....	20
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
5. CONCLUSÕES.....	35
6. REFERÊNCIAS.....	36

## 1. INTRODUÇÃO

A técnica normalmente utilizada para diagnosticar a acidez, alcalinidade e recomendação de adubação de um solo é análise do solo. De acordo com Silva et al. (2007), a análise química de solo é a ferramenta usualmente empregada para determinar quais os adubos, corretivos e quanto aplicá-los.

A primeira etapa no processo de recomendação de adubação é a amostragem do solo, que geralmente é executada por produtores rurais sem nenhum conhecimento na área da ciência do solo, com isso, os resultados obtidos não representam necessariamente a fertilidade natural dos solos locais. Portanto, a amostragem do solo é uma etapa importante e, conseqüentemente deve ser feita seguindo os procedimentos técnicos. Para Prochnow e Rossi (2009), o bom resultado da análise de solo vai depender da coleta adequada da amostra de solo, que deve ser feita com um acompanhamento de um profissional na área de ciências agrárias. No entanto, os produtores locais não utilizam a análise de solo para a recomendação de adubação, utilizando fórmulas prontas, que não observam as reais necessidades das culturas.

Dentro dos procedimentos para determinar a fertilidades do solo a amostragem é, sem dúvida, a mais sensível e sujeita a erros. No processo de amostragem, a amostra que comumente é utilizada para representar a área a ser corrigida e, ou, adubada, é a “amostra composta que é formada pela mistura homogênea de um número predefinido de “unidades amostrais ou amostras simples” de pequeno volume (GUARÇONI et al., 2006). Cada amostragem de solos é formada pelo conjunto de várias amostras simples para formar uma amostra composta representativa da área.

Segundo Rozaneet al. (2011) a amostragem mais adequada é aquela que representa o melhor possível a área a ser avaliada, com um mínimo de unidades amostrais realizadas para atender a este objetivo; assim, a análise estatística auxilia na indicação de um número mínimo de pontos suficientes para reduzir a variação dos resultados a um nível aceitável. Com isso, tem-se uma amostragem representativa da população para que os resultados da análise de terra tenham validação técnica e científica, e que recursos não sejam empregados desnecessariamente e, ou, evitando amostragem não representativa.

O segundo procedimento é a interpretação dos resultados com base nas análises de solos, pois é necessário ler e interpretar o que significa o resultado da análise de solos, para isto, é necessário um profissional que tenha formação que o habilite para essa tarefa, por exemplo, os graduandos envolvidos no projeto que irão adquirir experiência ao longo de

desenvolvimento do mesmo. Está é uma função que o projeto irá contribuir na academia, como também esclarecer aos produtores rurais que um cronograma de adubação correta reduz os custos e aumento a produtividade das culturas.

Para Cantaruttiet al. (2007) a avaliação da fertilidade envolve, em síntese, processos de amostragem, métodos de análise, técnicas de diagnósticos dos resultados e modelos de interpretação e de recomendação de adubação de corretivos e fertilizantes.

A interpretação e a recomendação de adubação de corretivos e fertilizantes se faz por meio de modelos empíricos ou técnicos. Atualmente na área de atuação do projeto, os modelos em uso são predominantemente empíricos, utilizando-se de fórmulas prontas de adubos, sem nenhuma recomendação técnica. Neste sentido, o projeto visa difundir o modelo do uso da análise de solo como técnica de diagnósticos, na identificação da classe de fertilizantes em que o solo se encaixa e na recomendação de adubação com base em tabelas de fertilização sugeridas nos livros de recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes.

A análise do solo é uma ferramenta importante para diagnosticar a fertilidade natural dos solos, porém, há necessidade de se empregá-la corretamente, deste modo, conhecer os fatores que a limitam permite a adoção de programas de calagem e adubação mais adequados, com resultados favoráveis ao aumento da produtividade e, conseqüentemente, do lucro do produtor (ROZANE et al., (2011). No entanto, para Melém Júnior et al. (2008), a interpretação da fertilidade de um solo permite caracterizar sua capacidade em fornecer nutrientes essenciais para o desenvolvimento das plantas, identificar a presença de acidez e elementos tóxicos, como também orientar programas de correção, adubação e escolher espécies ou variedades mais adaptadas ao cultivo.

Os produtores rurais das comunidades Cajueiro e Boqueirão, município de Catolé do Rocha-PB, devido à proximidade com a Universidade Estadual da Paraíba, Campus IV, vem solicitar explicações e esclarecimentos com respeito à perda da fertilidade natural devido ao uso indiscriminado de fertilizantes químicos, como também a não adição de práticas conservacionistas. Com isso, este projeto contribuiu cientificamente e tecnologicamente para responder algumas perguntas, tais como quando adubar, como adubar e quando adubar. Estas respostas só serão esclarecidas com uma recomendação de adubação baseada na análise de solo, que normalmente consiste em estabelecer em que classe de teor se encontra o resultado da análise, o que, por sua vez, informa as quantidades de fertilizantes a serem utilizados.

Diante do exposto, objetivou-se com esse projeto avaliar a fertilidade e a salinidade dos solos cultivados nas comunidades Cajueiro e Boqueirão.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Características Físico-Químicas do Solo

Do ponto de vista físico-químico, deve-se considerar a capacidade de trocas de cátions (CTC), as soma de bases (SB) e saturação por bases (V%).

#### 2.1.1. Capacidade de Troca de Cátions (CTC)

Os colóides<sup>1</sup> do solo apresentam cargas elétricas positivas e/ou negativas, sendo que as diferenças entre essas cargas induzem a adsorção de cátions ou ânions. Os cátions são  $Al^{3+}$ ,  $H^+$ ,  $Ca^{+2}$ ,  $Mg^{+2}$ ,  $K^+$ ,  $NH_4^+$ , etc. (PROCHNOW e ROSSI, 2009).

As argilas minerais, as substâncias húmicas<sup>2</sup> e os óxidos de ferro e alumínio possuem determinada superfície de troca e são os principais colóides responsáveis pela capacidade de troca de cátions (CTC) dos solos sob condições tropicais. Em razão do maior número de cargas negativas do que positivas desses colóides, a adsorção é principalmente de cátions. No entanto, há alguns sítios nestes colóides com cargas positivas que podem atrair ânions principalmente nos óxidos de ferro e alumínio (ROQUIM, 2010).

De modo geral, a maior parte da CTC dos solos esta ocupada por cátions essenciais como  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  e  $K^+$ , podendo-se dizer que esse é um solo boa fertilidade natural para a nutrição das plantas. Por outro lado, se grande parte da CTC está ocupada por cátions potencialmente tóxicos como  $H^+$  e  $Al^{3+}$  este solo será um de baixa fertilidade natural. De acordo com Roquim (2010), um valor baixo de CTC indica que o solo tem pequena capacidade para reter cátion sem forma trocável; nesse caso, não se devem fazer as adubações e as calagens em grandes quantidades de uma só vez, mas sim de forma parcelada para que se evitem maiores perdas por lixiviação.

Em solos de regiões tropicais onde predominam minerais de baixa CTC (argila do tipo 1:1 e esquióxidos<sup>3</sup> de Fe, Al e Mn), a CTC desses minerais é geralmente baixa, sendo de fundamental importância o manejo de materiais orgânicos (resíduos de culturas, esterco, composto de lixo, lodo de esgoto, etc.) por contribuir com até mais de 90% da CTC do solo (OLIVEIRA ET AL. 2001). As cargas negativas têm maior importância no aumento da CTC dos solos, são consequências dos grupos funcionais carboxílicos (-COOH), fenólicos (-OH), álcoois (-OH) e metoxílicos (-OCH<sub>3</sub>) que se encontram na periferia dos ácidos orgânicos

presentes no húmus (FASSBENDER, 1975) sendo dependentes do pH do solo (OLIVEIRA, 2000).

---

<sup>1</sup>Coloides: partículas do solo de reduzido tamanho (entre  $10^{-4}$  e  $10^{-7}$  cm). Apresentam cargas superficiais que podem reter nutrientes (íons) de forma trocável.

<sup>2</sup>Substâncias húmicas: substância com caráter coloidal que agregam o solo. São produzidas pela decomposição da palha, em condições aeróbias, por bactérias e fungos. Possuem poder agregante.

<sup>3</sup>Sesquióxidos de Fe e de Al: fazem parte da fração coloidal do solo. São materiais mal cristalizados, porém não amorfos.

### 2.1.2. Soma de Bases (SB)

A soma de bases trocáveis (SB) de um solo, argila ou húmus representa a soma dos teores de cátions permutáveis, exceto  $H^+$  e  $Al^{3+}$  ( $SB = Ca^{+2} Mg^{+2} + K^+ + Na^+$ ) (ROQUIM, 2010; PROCHNOW; ROSSI, 2009). Esse cálculo só pode ser feito se todos os cátions trocáveis estiverem na mesma unidade. Não pode ser feita se o K (eventualmente o Na) estiverem expressos em ppm ou  $mg/dm^3$ . Neste caso, é necessário transformar para as mesmas unidade de Ca e Mg.

### 2.1.3. Saturação por Bases (V)

Denomina-se saturação por bases (V%) a soma das bases trocáveis expressa em porcentagem de capacidade de troca de cátions:

$$V \% = \frac{SB}{CTC} * 100$$

\*na fórmula utiliza-se o valor da “CTC total”

A saturação por bases é um excelente indicativo das condições gerais de fertilidade do solo, sendo utilizada até como complemento na nomenclatura dos solos. Os solos podem ser divididos de acordo com a saturação por bases: solos eutróficos (férteis) =  $V\% \geq 50\%$ ; solos distróficos (pouco férteis) =  $V\% < 50\%$ . Alguns solos distróficos podem ser muito pobres em  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  e  $K^+$  e apresentar teor de alumínio trocável muito elevado, chegando a apresentar saturação em alumínio (m%) superior a 50% e sendo nesse caso classificados como solos álicos (muito pobres): Al trocável  $\geq 3mmolc\ dm^{-3}$  e  $m\% \geq 50\%$  (PROCHNOW, 2009).

A saturação por base baixa significa que há pequenas quantidades de cátions, como  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  e  $K^+$  sendo o íon  $Na^+$  incluído apenas em condições de clima semiárido, saturando as cargas negativas dos coloides e que a maioria delas está sendo neutralizada por  $H^+$  e  $Al^{3+}$ . O solo nesse caso provavelmente será ácido, podendo até conter alumínio em nível tóxico às plantas. Essa situação pode ser comum para grandes áreas tropicais, como ocorre para os solos arenosos e lixiviados do Planalto Central brasileiro.

A maioria das culturas apresenta boa produtividade quando no solo é obtido valor V% entre 50 e 80% e valor de pH entre 6,0 e 6,5.

O manejo inadequado e intensivo dos solos agrícolas pode ocasionar um estado de degradação nas características físico-químicas dos solos que, caso seja reversível, requer

muito mais tempo e recurso para sua recuperação. Assim, faz necessário o monitoramento dos solos cultivados com vista à preservação da sua qualidade para que o mesmo possa ser continuamente produtivo.

Segundo Doran e Parkin (1994), a qualidade do solo (QS) pode ser definida como a capacidade de esse recurso exercer várias funções, dentro dos limites do uso da terra e do ecossistema, para sustentar a produtividade biológica, manter ou melhorar a qualidade ambiental e fornecer as plantas os elementos essenciais de forma equilibrada. Um dos desafios atuais do projeto de extensão é como avaliar a qualidade de um solo local de maneira simples e confiável. Segundo esses autores, ela pode ser medida por meio da quantificação de alguns atributos físicos, químicos e biológicos, que possibilitem o monitoramento de mudanças, a médio e longo prazo, no estado de qualidade desse solo.

## 2.2. Salinidade do Solo e Corretivos

Conforme o tipo de problema que afeta os solos salinizados, eles podem ser classificados em salinos, salino-sódicos e sódicos. Os solos salinos correspondem a solos com elevado teor de sais de Na, K, Ca, Mg que se acumulam no perfil do solo (Ribeiro et al., 2003). Nestes solos a condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes) é maior que  $4 \text{ dS m}^{-1}$  a  $25^\circ\text{C}$ , com uma percentagem de sódio trocável (PST) menor que 15%, geralmente apresentam valores de pH menor que 8,5. Tais solos quase sempre são reconhecidos no campo pela presença de crostas brancas de sal em sua superfície. Em tais solos, o estabelecimento de um sistema de drenagem eficiente permite, através da lavagem, eliminar o excesso de sais na zona radicular das plantas (Richards, 1954). Neste caso o aumento da força iônica da solução do solo pelo excesso de sais diminui a energia livre da água, dificultando sua absorção pelas plantas.

Solos salino-sódicos são aqueles que apresentam elevados teores de sais solúveis associados a elevados teores de sódio trocável. Esses solos apresentam CEes maior que  $4,0 \text{ dS m}^{-1}$  a  $25^\circ\text{C}$ , PST superior a 15% e pH em geral, maior que 8,5. Nestes solos a simples lavagem não é suficiente para sua recuperação. Nesta condição, o excesso de sódio aliado ao seu elevado raio hidratado, promove dispersão de argilas, as quais são iluviadas no perfil do solo, entupindo os poros e promovendo a formação de camadas adensadas ou impermeáveis. Em geral, sua recuperação requer o uso de corretivos para a remoção do sódio trocável, melhorar a estruturação do solo antes de ser procedida a aplicação de uma lâmina de lixiviação (Gupta &Goi, 1992; Santos &Muraoka, 1997).

O solos sódicos são aqueles cuja PST é maior que 15%, com CEes menor que  $4,0\text{dS m}^{-1}$  a  $25^\circ\text{C}$  e valores de pH que variam de 8,5 a 10,0. Neste solo, a fração argila e a matéria orgânica em geral encontram-se dispersa, o que causa um escurecimento característico na superfície do mesmo. A infiltração e a percolação da água nestes solos são extremamente afetadas, causando dificuldade na sua reabilitação/recuperação. Assim como nos solos salino-sódicos, o uso de corretivos químicos antes da aplicação de uma lâmina de lixiviação é fundamental de importância para sua recuperação.

A minimização dos impactos ambientais e sociais ocorridos em áreas degradadas pelo excesso de sais em áreas irrigadas passa necessariamente pela adoção de técnicas de recuperação. O emprego de corretivos químicos como o gesso, o ácido sulfúrico, o enxofre elementar e matéria orgânica, em solos salino-sódicos tem sido largamente difundido na literatura pertinente (PITMAN & LAÛCHILI, 2002; QADIR et al., 2007). Quando empregado corretamente, tais corretivos têm se mostrado eficientes na melhoria das condições químicas e físicas do solo, pela remoção do excesso de sódio trocável e estabelecimento de um pH mais apropriado para o adequado desenvolvimento das plantas e melhoria da estrutura do solo (SUAREZ, 2001).

É relativo que à salinidade e a sodicidade, são condições de solos que ocorrem principalmente nas regiões áridas e semi-áridas da terra. Uma avaliação nessas áreas revela que os solos afetados por sais ocupam uma superfície de 952,2 milhões de hectares, constituindo 7% da área total das terras ou 33% dos solos potencialmente aráveis do mundo (GUPTA & ABROL, 1990).

No Brasil as áreas salinas localizam-se na região Nordeste ou mais especificamente nos perímetros irrigados, encontrados no Polígono das Secas, que perfazem 57% da área total da região semi-árida. São vários os perímetros irrigados no Nordeste: Morada Nova – CE (3611 ha), Lima Campos – CE (353 ha), Moxotó – PE (9147 ha), Curu Paraibana – CE (1941 ha), São Gonçalo – PB (4600 ha), Sumé – PB (147 ha) e Capoeira – PB (320 ha). Na Paraíba a avaliação de 850 ha no perímetro irrigado de São Gonçalo, revela 40% da área afetada por sais (CORDEIRO et al., 1988).

São visíveis os impactos causados pela salinidade e sodicidade, os quais proporcionam alterações químicas e físicas no solo, as quais em última instância se refletem no comportamento das espécies vegetais nos quais são cultivadas (QADIR et al., 2007). A salinidade exerce efeitos complexos sobre as plantas resultando em interações iônicas, osmótica, nutricionais e hormonais (HAZEGAWA et al., 2000; TAIZ & ZEIGER, 2013). O elevado pH, o excesso de sais e de sódio trocável, as propriedades físicas indesejáveis e a

reduzida disponibilidade de nutrientes invariavelmente prejudicam o crescimento normal das culturas nesses solos, embora o efeito ocorra em diferentes intensidades conforme a tolerância das espécies vegetais (CHAVES et al., 2009).

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1. Localização do Projeto de Extensão

O projeto foi conduzido nas comunidades Cajueiro e Boqueirão, distando 3 km da sede do município de Catolé do Rocha-PB, que está situado na região semiárida do Nordeste brasileiro, no Noroeste do Estado da Paraíba, localizado pelas coordenadas geográficas: 6°21' de latitude sul e 37°45' de longitude oeste do meridiano de Greenwich, tendo uma altitude de 250 m, em parceria com a Universidade Estadual da Paraíba, Campus IV.

#### 3.2. Clima e Vegetação

De acordo com a classificação de KÖPPEN, o clima do município é do tipo BSW<sub>h</sub>', ou seja, quente e seco do tipo estepe, com temperatura média mensal superior a 18°C, durante todo o ano. Segundo a FIPLAN (1980), a temperatura média anual do município é de 26,9°C, a evapotranspiração média anual é de 1707,0 mm e a precipitação média anual é de 874,4 mm, cuja maior parte é concentrada no trimestre fevereiro/abril.

#### 3.3. Solo e Relevo

Os solos das referidas comunidades são provenientes das rochas do pré-cambriano, com maioria para Neossolos, sendo este de maior expressão na microrregião de Catolé do Rocha. O relevo das comunidades é plano e suavemente ondulado.

#### 3.4. Condução do Projeto de Extensão

Inicialmente, foram realizadas reuniões com os produtores rurais das comunidades a serem assistidas pelo projeto, visto que o envolvimento dos conselhos comunitários, de órgãos públicos e organização não governamentais atuantes nas comunidades tornou-se uma necessidade, tais como: projeto Xique-Xique e Visão Mundial.

No total participaram no projeto 70 alunos, sendo 80% dos discentes participantes foram do componente curricular Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, matriculadas nos

períodos 2012.1 e 2012.2, do curso de Licenciatura Plena em Ciências Agrárias, Campus IV, UEPB. O restante foram alunos voluntários e um bolsista de extensão.

Para este projeto, levou-se em consideração o critério econômico na seleção de 28 propriedades, distribuídas de forma igual nas comunidades estudadas.

Após a seleção dos produtores rurais, foram realizadas as visitas técnicas às propriedades cadastradas, com reconhecimento da área e o nível tecnológico empregado. Em seguida, foram realizadas reuniões (Foto 1) nos dias 20/10/2012; 12/01/2013; 11/04/2013 e 18/05/2013 com os produtores rurais a fim de repassar a metodologia do projeto, histórico da área, entregar das análises de solo (Foto 2) e um palestra sob a real situação química dos solos.

A coleta das amostras de solos (Foto 3) foi feitas durante o período 14 de janeiro a 15 de fevereiro de 2013 à de profundidade de 20 cm, em cada propriedade selecionada, bem como, no momento da coleta foi determinado a cor no estado seco do solo (Foto 4) com tabela Munsell (MunsellSoil Color Chart ) internacional de cores: a tabela Munsell (MunsellSoil Color Chart) (CARTA MUNSELL, 2009) (Foto 4). Posteriormente as amostras foram encaminhadas ao laboratório de irrigação e Salinidade da Universidade Federal de Campina Grande..

Foram avaliados os seguintes atributos de qualidade do solo: teores de Cálcio, magnésio, potássio, sódio, soma de base, capacidade de troca de cátions, Matéria orgânica, salinidade e cor do solo.



**Foto 1.** Reuniões com os produtores rurais



**Fotos 2.** Entregas das análises do solo



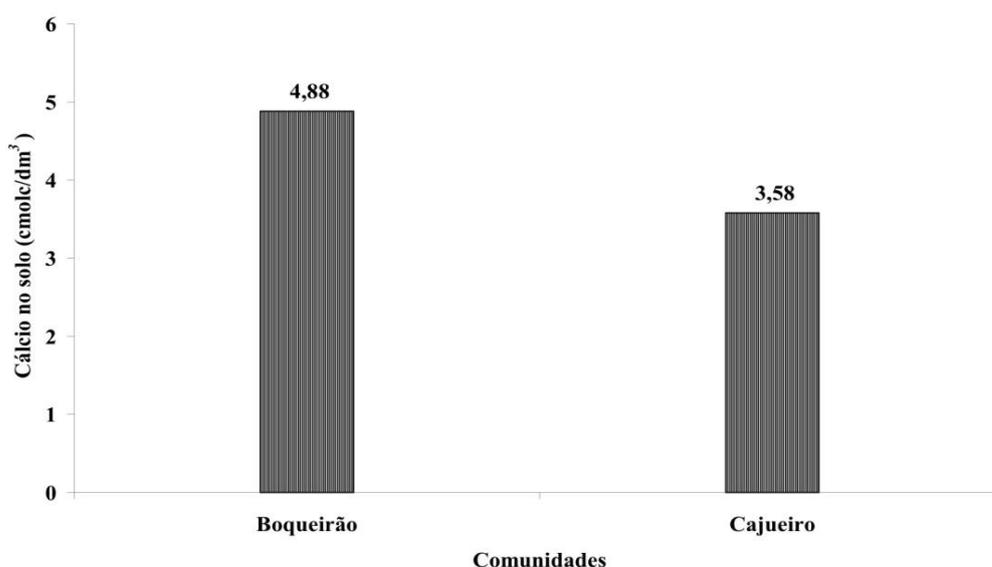
**Foto 3.** Coleta das análises do solo



Foto 4. Determinação da cor solo

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

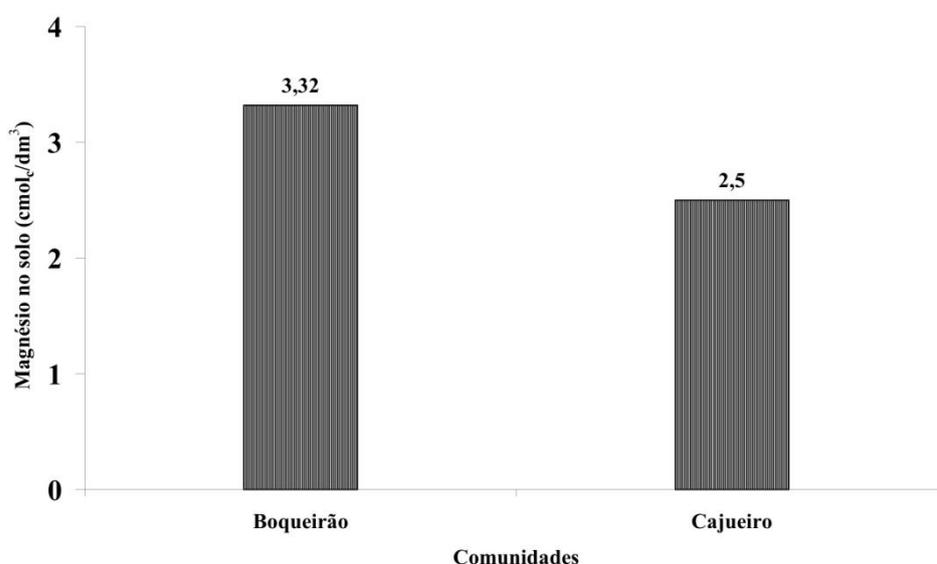
Os valores de cálcio variaram de 3,58  $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$  para 4,88  $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$  (Figura 1), expressando uma superioridade de 1,3  $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$  entre os solos das comunidades Cajueiro e Boqueirão, respectivamente. De acordo Ribeiro et al. (2009), os teores cálcio trocável no solo na faixa de 2,41 – 4,00 e  $> 4,00 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$  é classificado como bom e muito bom, respectivamente. Portanto, os teores de cálcio no solo nas comunidades estão adequados para a maioria das culturas. Nesse caso, já que a deficiência de cálcio é rara em condições de clima semiárido, os limites apresentados são bem superiores aos teores médios de cálcio em solos tropicais altamente intemperizados que contêm na sua maioria óxidos e argilas. O grande desafio dos pesquisadores da ciência do solo é isolar a deficiência do cálcio do problema da acidez, já que solos deficientes em cálcio são, normalmente, muitos ácidos, fato confirmado por Raij (2011).



**Figura 1.** Teores de cálcio nos solos das comunidades Cajueiro e Boqueirão (média de 14 análises de solo de cada comunidade).

Ao verificar a diferença de 2,50 para 3,32  $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$  dos teores de magnésio nos solos das comunidades Cajueiro e Boqueirão, respectivamente, constata-se aumento de 32,8% entre os solos estudados, expressando uma diferença, possivelmente devido ao manejo, haja vista que solos foram formadas sob mesma condições climáticas e/ou pode estar relacionado ao material de origem (Figura 2.).

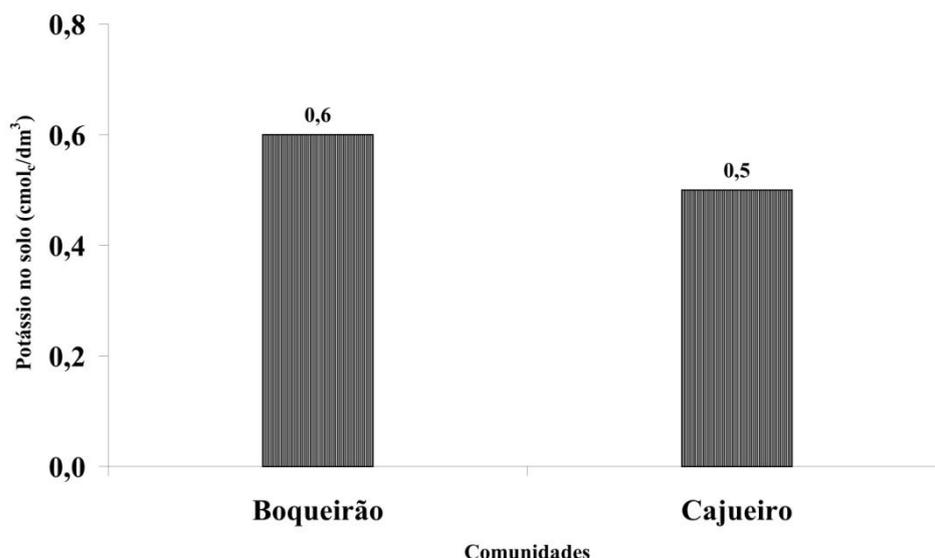
Um assunto que tem ocasionado divergência entre os pesquisadores é a necessidade de estabelecer, no solo, uma determinada relação Ca: Mg adequado para maioria das culturas. Para Raij (2011), a variação da relação de 0,5 até acima de 3,0, desde que nenhum dos dois elementos esteja presentes em teores deficientes, não afetaram as produções das culturas. A relação Ca: Mg foi de 1,46 e 1,43 e proporção de magnésio foi 33,98% e 30,97% da capacidade de permuta de cátions dos solos das comunidades Boqueirão e Cajueiro, respectivamente. De acordo com estes resultados, os teores de magnésio estão adequados para as culturas de modo geral. Para Raij (2011), o excesso de magnésio no solo é indicado quando o  $Mg^{+2}$  trocável representa mais de 40-60% da capacidade de permuta de cátions, ou quando a proporção Ca: Mg é menor que 1.



**Figura 2.** Teores de Magnésio nos solos das comunidades Cajueiro e Boqueirão (média de 14 análises de solo de cada comunidade).

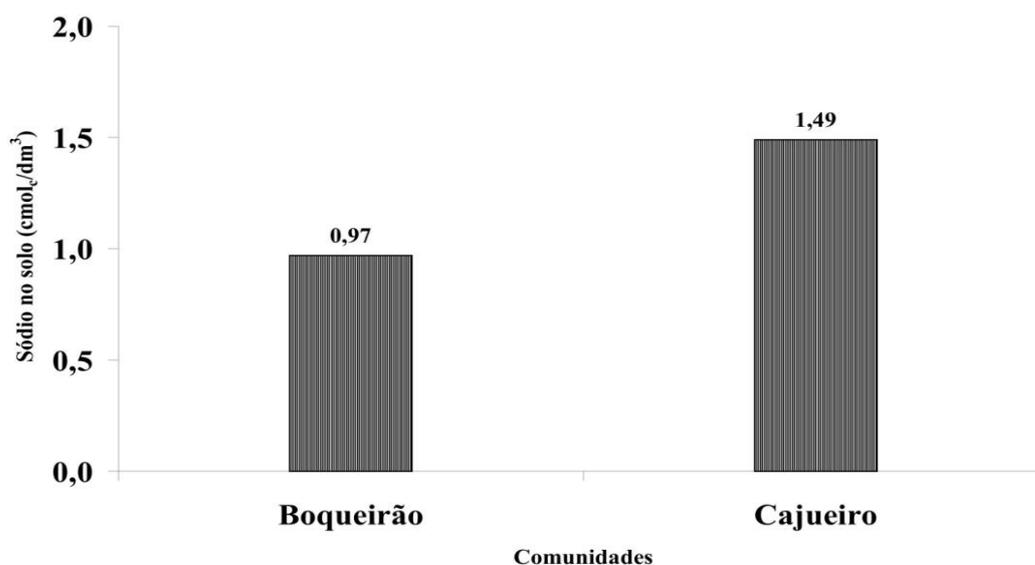
A diferença entre os teores de potássio no solo de  $0,50 \text{ cmol/dm}^3$  para Cajueiro e  $0,60 \text{ cmol/dm}^3$  para Boqueirão, expressa uma superioridade de 20% dos solos formada na comunidade nesta última em comparação aos solos formados na comunidade Cajueiro (Figura 3). Os teores de potássio, em ambos os solos, estão adequados para a maioria das culturas. Para Raij (2011) e Ribeiro et al. (1999), teores de potássio maior do que  $0,3 \text{ cmol/dm}^3$  é classificado como alto e muito alto. Estes altos teores de potássio no solo podem estar relacionados aos fatores de formação do solo, notadamente o clima, pois os solos foram formados em condições de clima semiárido com precipitações médias de 800 mm e

temperaturas superiores a 24<sup>0</sup>C. Segundo Santos et al. (2006), os solos locais são classificados como Neossolos, caracterizados por serem solos poucos intemperizados. Para Curi et al. (2005), a deficiência de potássio ocorre, em geral, em solos bastante intemperizado e lixiviados que predomina a caulinita, gibsitita, goetita e hematita na fração de argila e com pequenas quantidades de frações grosseiras (areia e silte), as reservas de potássio não-trocável tendem a diminuir com o manejo agrícola do solo.



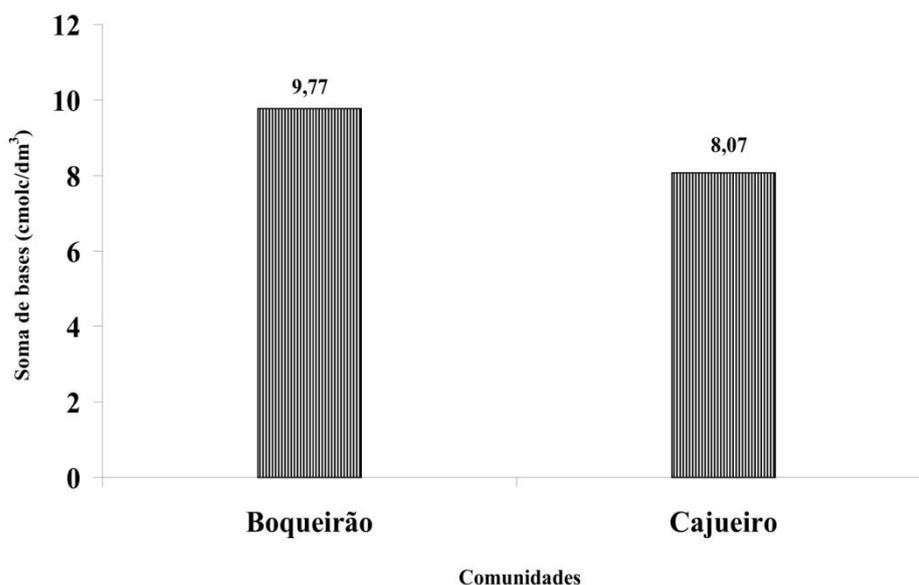
**Figura 3.** Teores de potássio nos solos das comunidades Cajueiro e Boqueirão (média de 14 análises de solo de cada comunidade).

Pelos resultados da Figura 4, observa-se que o teor de sódio no solo na comunidade Cajueiro superou em 53,60%, os teores de sódio dos solos formados na comunidade Boqueirão com valores médios de 1,49 e 0,97 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup> respectivamente. Fato contrário, ocorreu com os teores de cálcio, magnésio, potássio. Estes maiores valores de sódio no solo da comunidade Cajueiro tornaram os solos mais susceptíveis à salinidade, fato confirmado na Figura 8 e 9. De acordo com Taiz&Zeiger (2013), o sódio é considerado um micronutriente, portanto, considerado um elemento essencial a vida das plantas. Ao mesmo tempo, este cátion é bastante presente nos solos formados sob condições de clima semiárido, merecendo uma atenção especial nos solos locais.



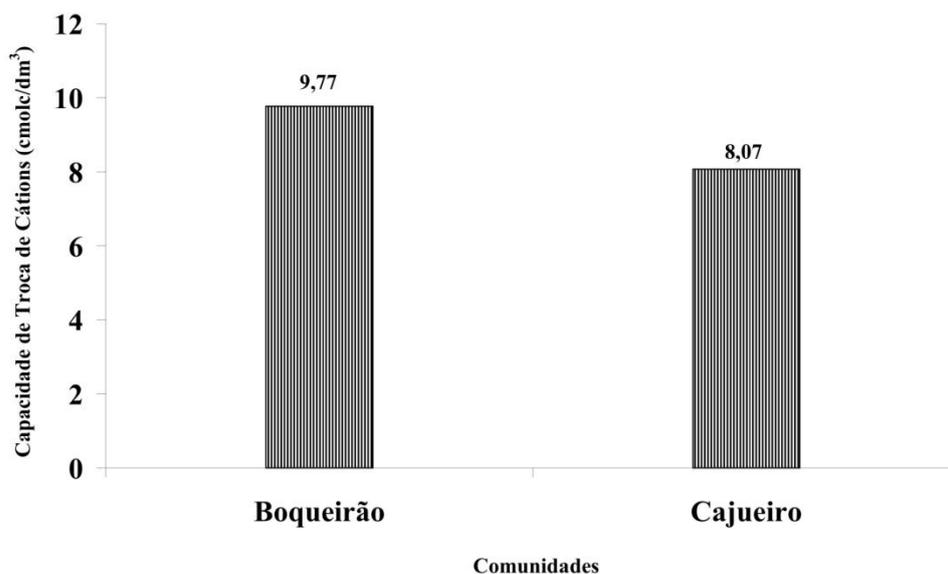
**Figura 4.** Teores de sódio nos solos das comunidades Cajueiro e Boqueirão (média de 14 análises de solo de cada comunidade).

A diferença entre as médias da soma de base (SB) 9,77 para 8,07 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup> expressa uma superioridade de 17,4% da SB dos solos da comunidade Cajueiro em relação à SB dos solos da comunidade Boqueirão (Figura 5). Observa-se uma similaridade da soma das bases Ca, Mg, K e Na entre as comunidades. A interpretação da soma de base de acordo com Ribeiro et al. (1999): muito baixo:  $\leq 0,60$  cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; baixo: 0,61 – 1,80 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup> médio: 1,81 – 3,60 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; bom: 3,61 – 6,00 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup> e alta:  $\geq 6,00$  cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>. Portanto, a SB, de ambas as comunidades, está na faixa muito bom. Estes valores podem estar relacionados ao clima semiárido, geralmente, são solos ricos quimicamente e pobre fisicamente.



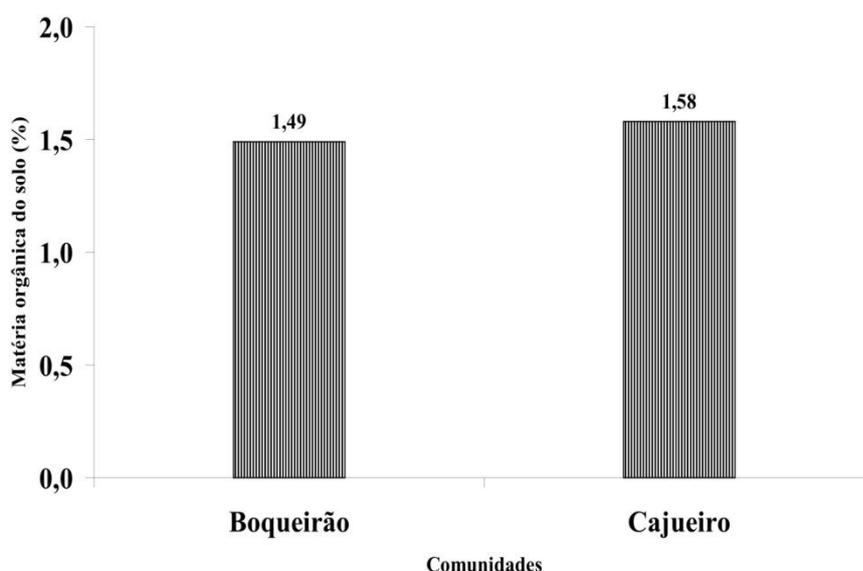
**Figura 5.** Soma de bases dos solos das comunidades Cajueiro e Boqueirão (média de 14 análises de solo de cada comunidade).

Pelos resultados da Figura 6, ao relacionar os valores de  $9,77 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$  e  $8,07 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$  referente capacidade de troca de cátions (CTC) dos solos das comunidades Cajueiro e Boqueirão, respectivamente, percebe-se que a CTC dos solos do Cajueiro promoveu uma diferença de 17,40% em comparação a CTC dos solos de Boqueirão. A interpretação da capacidade de troca de cátions de acordo com Ribeiro et al. (1999): muito baixo:  $\leq 1,60 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$ ; baixa:  $1,61 - 4,30$ ; média:  $4,31 - 8,60$ ; bom:  $8,61 - 15,00$  e muito bom:  $\geq 15,00$ . A capacidade de troca de cátions das comunidades estudadas está na faixa bom. Com isso, devido à importância da CTC para os processos de nutrição das plantas, nota-se que os solos estudadas não têm problemas de fertilidade natural do solo, além da maior parte da CTC está ocupados por cátions essenciais como  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  e  $\text{K}^+$ , pode-se dizer que esse é um solo fértil para a nutrição das plantas. Por outro lado, pequena parte da CTC está ocupada por cátion benéfico  $\text{Na}^+$  potencialmente tóxico as plantas. Percebe-se que os valores da SB e da CTC são iguais, em ambas as comunidades, devido os teores de  $\text{Al}^{+3}$  e  $\text{H}^+$  serem igual a zero.



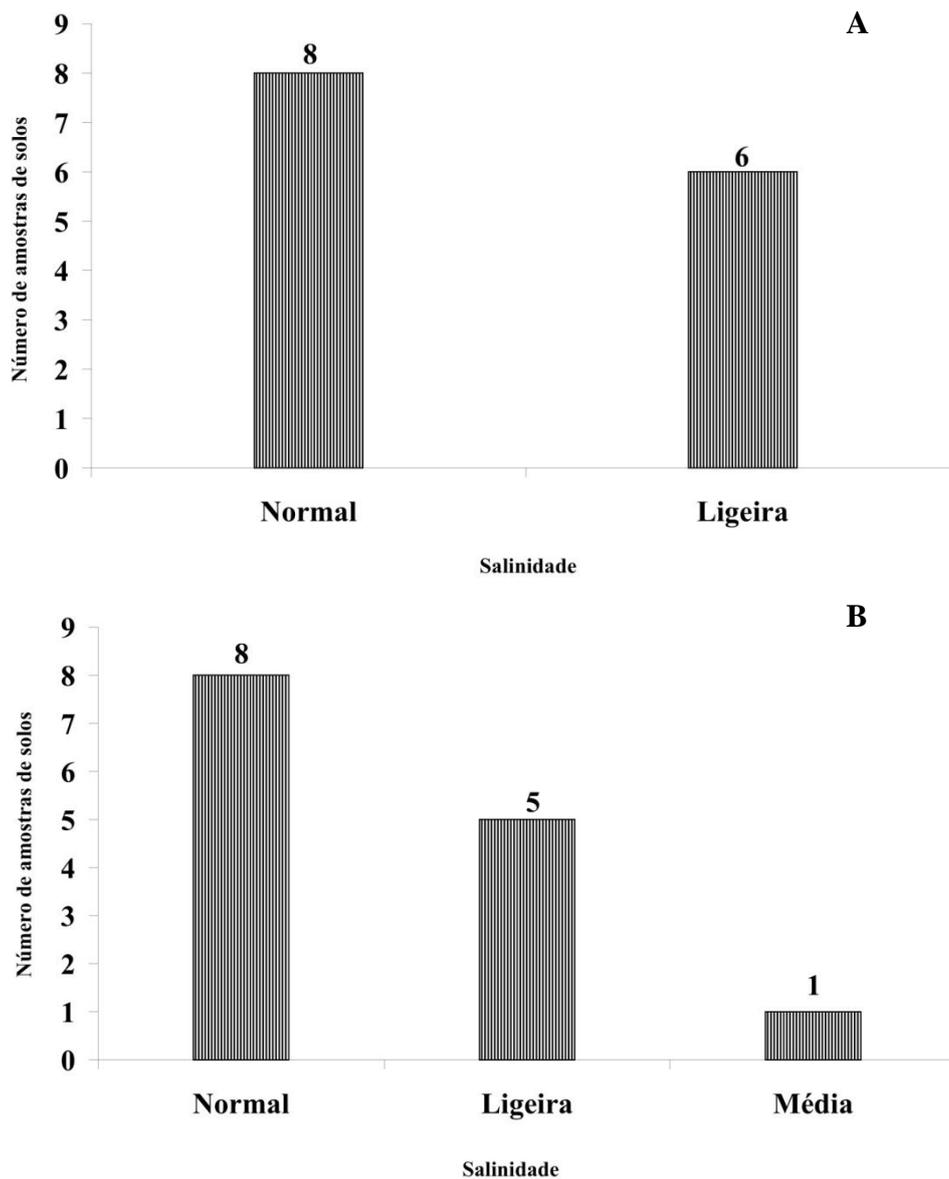
**Figura 6.** Capacidade de troca de cátions dos solos das comunidades Cajueiro e Boqueirão (média de 14 análises de solo de cada comunidade).

O valor médio do teor de matéria orgânica dos solos das comunidades Boqueirão e Cajueiro foram de 1,49 e 1,58%, respectivamente, sendo considerados baixos estão contidos na Figura 7. Para Ribeiro et al. (1999), o teor de matéria orgânica do solo é considerado baixo entre 0,71 – 2,00%. Por analogia, os teores de nitrogênio destes são também baixos, haja vista que não existe rocha com fonte nitrogênio, boa parte do nitrogênio do solo vem do processo de mineralização da matéria orgânica do solo. Com isto, algumas práticas utilizadas rotineiramente pelos produtores devem ser abolidas, como exemplo, uso do fogo. Para BayerMielniczuk (2008), o uso agrícola altera o teor natural da matéria orgânica dos solos, sendo observada, com frequência, redução acentuada quando adotados práticas agrícolas com intenso revolvimento do solo e sistemas de cultura com baixa adição de resíduos vegetais. Fato confirmado nas comunidades que cultiva culturas de subsistência, feijão e milho, além de super pastejo.



**Figura 7.** Matéria orgânica dos solos das comunidades Cajueiro e Boqueirão (média de 14 análises de solo de cada comunidade).

Os valores da salinidade dos solos das comunidades Boqueirão e Cajueiro mostram 35,7% e 42,82% respectivamente, estão com ligeira salinidade (Figura 8). Como foi observado, os solos locais não têm problemas de fertilidade natural, possivelmente, o manejo da irrigação e/ou adubação química está provocando a salinização desses solos, sendo fato preocupante, pois se não forem adotadas medidas agrônômicas, estes solos com uso intensivo vão deixar serem normais para serem solos salinos, além de tornarem-se improdutivos para a maioria das culturas agrícolas. Analisando os resultados das análises dos solos, percebe-se que os sais solúveis encontrados nas análises foram bicarbonatos e cloretos, sendo os mesmos, juntamente com os sulfatos, os principais sais solúveis responsáveis pelo processo de salinização, fato também confirmado por Ribeiro (2010). O mesmo autor adotam dois critérios para o processo de salinização antrópica: a) Deposição de sais à superfície pela água de irrigação; b) Elevação dos sais á superfície por ascensão do lençol freático, em virtude do manejo inadequado da irrigação. Estes dois fatores foram confirmados nas visitas técnicas realizadas, além da elevada evapotranspiração da região que em períodos de estiagem chegam até 13 mm/dia.

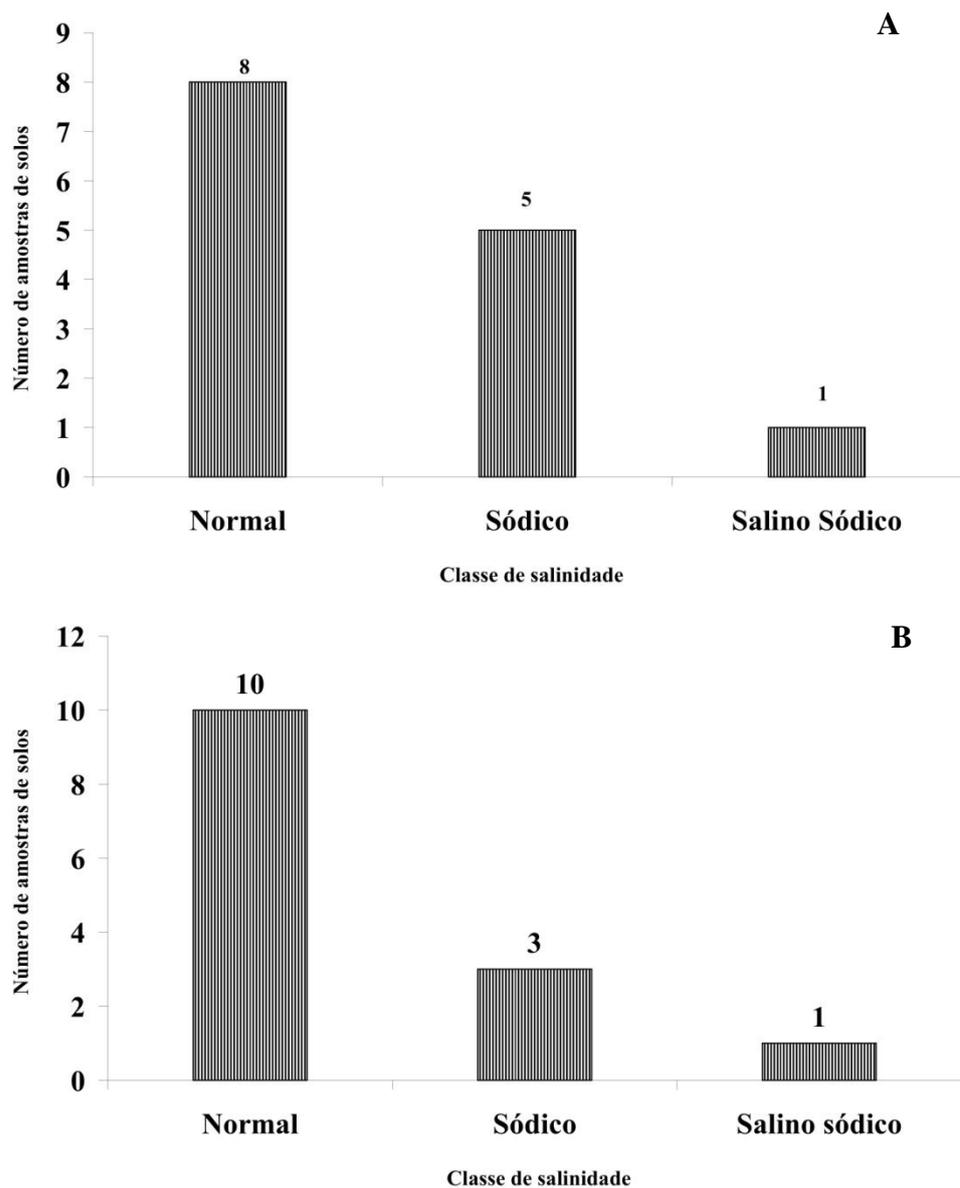


**Figura 8.** Salinidade dos solos das comunidades Boqueirão (A) e Cajueiro (B) (média de 14 análises de solo de cada comunidade).

Os solos foram classificados de acordo com o sistema de classificação de solos afetados por sais do *United States Salinity Laboratory* (RICHARDS, 1954). Nestes sistemas, os solos da comunidade Cajueiro e Boqueirão encontram-se dispostos da seguinte maneira: 57,14 - 71,42% solos normais; 35,71 - 21,42% solos Sódico e 7,14 - 7,14% Salino-sódico, respectivamente (Figura 9). Comparativamente, os solos da comunidade Cajueiro apresentam uma superioridade de 66,72% em comparação aos solos da comunidade Boqueirão na classificação de salino-Sódico. Do ponto de vista agrônomo, os produtores rurais precisam imediatamente adotar práticas de manejo visando à sustentabilidade dos solos cultivados e o sucesso dessas técnicas de recuperação, sendo o manejo dos solos salinos e sódico dependente

do conhecimento de sua gênese e evolução, fato confirmado por Ribeiro et al. (2010). Os mesmos autores afirmam ainda que no Brasil, os solos salinos e sódicos ocorrem no Rio Grande do Sul, no Pantanal Mato-Grossense e predominantemente, na região semiárida do Nordeste brasileiro. Com isso, o projeto esteve inserido na região semiárida do alto sertão paraibano.

Os solos das comunidades Cajueiro e Boqueirão são cultivados sem nenhuma técnica de irrigação, além da utilização do uso de água com risco de salinização, resultando no aumento dos solos salinos e sódicos em virtude da expansão áreas irrigadas e da ausência de drenagem, com grandes prejuízos para a economia regional.

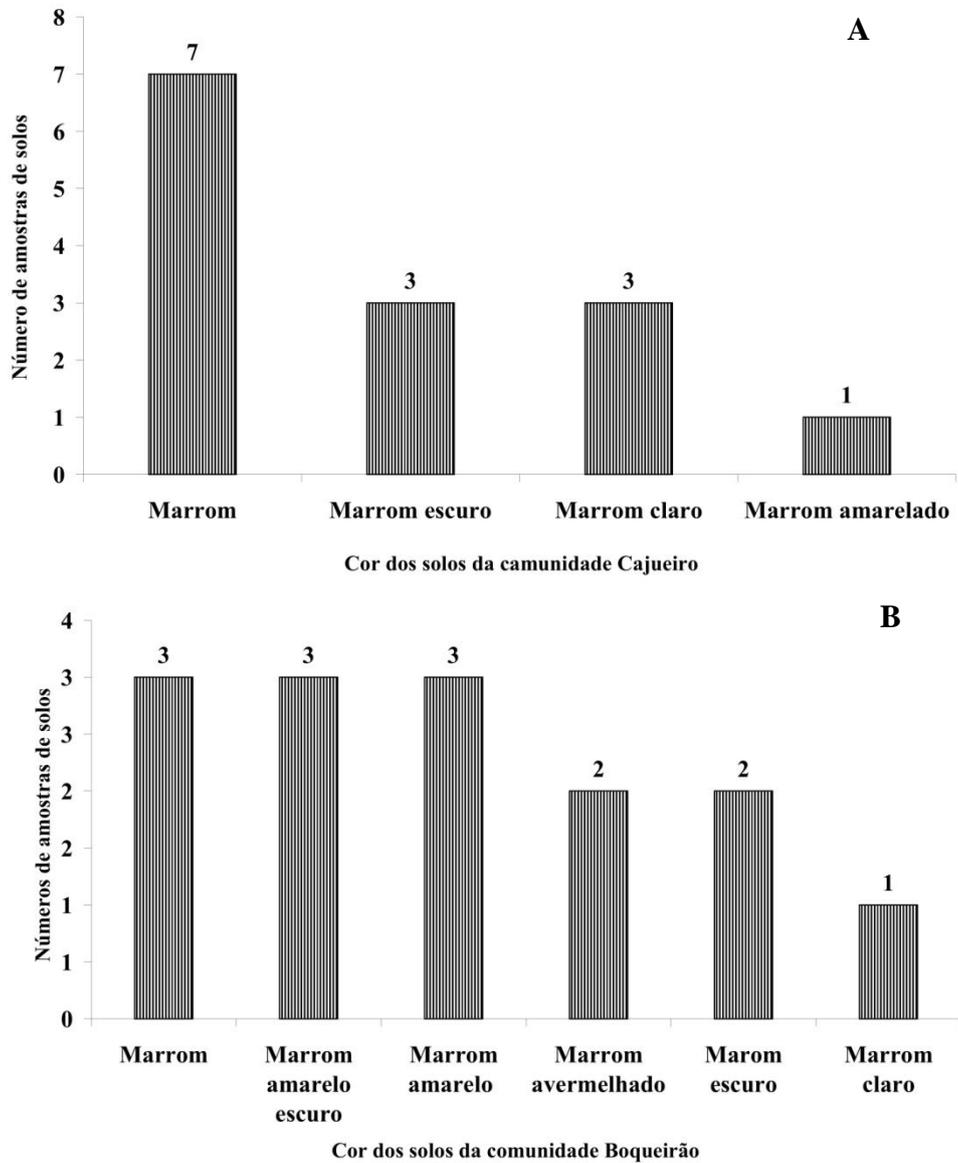


**Figura 9.** Classe de salinidades dos solos das comunidades Boqueirão (A) e Cajueiro (B) (RICHARDS, 1954) (Média de 14 amostras de cada comunidade)

A cor do solo é a propriedade do solo de mais fácil determinação e que mais chama atenção do observador. A camada de 0 - 20 cm solos das comunidades Cajueiro e Boqueirão apresenta a cor predominantemente marrom, variando de claro, escuro, amarelado e avermelhado (Figura 10), devido maior teor de matéria orgânica nesta camada.

A cor é uma medida indireta da presença de determinados compostos, orgânicos ou inorgânicos, resultantes dos processos pedogenéticos e para a classificação (RIBEIRO et al., 2012). A observação e a determinação (com a tabela Munsell) das cores permitem, portanto, começar a descobrir a constituição e o funcionamento do solo. A partir da determinação da cor, são possíveis deduções sobre a fertilidade do solo: a) à presença de alguns constituintes :

textura, matéria orgânica, carbonato de cálcio, sais; b) ao estado do complexo de adsorção, que se pode deduzir do reconhecimento de alguns mecanismos, como as migrações de argila; c) à dinâmica da água (RUELLAN e DOSSO, 2003).



**Figura 10.** A cor do na camada de 0 – 20 cm de solo das comunidades Cajueiro e Boqueirão. M (marrom), M. A. E. (marrom amarelo escuro), M. A. (marrom amarelo), M. Av. (marrom avermelhado) M. E. (marrom escuro) e M. C. (marrom claro).

## 5. CONCLUSÕES

- ✓ O teor de matéria orgânica dos solos das comunidades Cajueiro e Boqueirão estão inferior a 2%.
- ✓ Em geral, os teores de cálcio, magnésio e potássio do solo da comunidade Boqueirão sobressairiam aos solos formados na comunidade Cajueiro.
- ✓ O teor de sódio do solo formados da comunidade Cajueiro foi superior a ao solo da comunidade Boqueirão;
- ✓ O solo da comunidade Cajueiro está mais salinos, salino-sódicos e sódicos do que o solo da comunidade Boqueirão.
- ✓ A cor do solo das comunidades Cajueiro e Boqueirão é predominantemente marrom.
- ✓ 60% dos solos das comunidades Cajueiro e Boqueirão não apresentam restrições para agropecuária.

## 6. REFERÊNCIAS

- BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G. de A.; SILVA, L.S. da; CANELLAS, L.P.; CAMARGO, F.A. de O. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2.ed. Porto Alegre: Metrópole, 2008. p.7-18.
- CANTARUTTI, R. B.; BARROS, N. F.; PRIETO, H. E.; NOVAIS, R. F, Avaliação da fertilidade do solo e recomendação de adubação. In: NOVAIS, R. F. N.; ALVAREZ, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTI, R. B.; NEVES, J. C. L (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: SBCS, p. 375- 470. 2007.
- CHAVES, M. M.; FLEXAS, J.; PINHEIRO, C. Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell. **Annals of Botany**, v. 103, p. 551 - 560, 2009.
- CORDEIRO, G.G.; BARRETO, A.N.; CARVAJAL, A.C.N. Levantamento das condições de salinidade e sodicidade do Projeto de irrigação de São Gonçalo (2a parte). Petrolina: **EMBRAPA-CPATSA**, 1988. 57p. (Documentos 54).
- CURI, N. et al. Mineralogia e formas de potássio em solos brasileiros. IN: YAMADA, T.; ROBERTS, T.L. (eds.). **Potássio na agricultura brasileira**. Piracicaba: Potafos, 2005. p.71-91
- DORAN, J.W. & PARKIN, T.B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J.W. & COEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F & STEWART, B.A., eds. **Defining soil quality for sustainable environment**. Madison, **Soil Science Society of America**, 1994. p.3-21. (SSSA Special Publication, 35)
- FASSBENDER, H.W. **Química de suelos, con énfasis en suelos de América Latina**. Turrialba: Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, 398 p. 1975.
- FIPLAN. **Potencial de irrigação e oportunidades agroindustriais no Estado da Paraíba**. V.1. João Pessoa-PB: 1980. 302p
- GUARÇONI M., A.; ALVAREZ V., V.H.; NOVAIS, R.F.; CANTARUTTI, R.B.; LEITE, H.G. & FREIRE, F.M. **Definição da dimensão do indivíduo solo e determinação do número de amostras simples necessário à sua representação**. Revista Brasileira Ciência Solo, 30:943-954, 2006.
- GUPTA, J.P.; GOI, A.T.R. Effect of gypsum applications on physicochemical characteristics of sodic soil and crop yield of rice (*Oryza sativa*) and wheat (*Triticum aestivum*). **Indian Journal of Agronomy**, 37:812-814, 1992
- GUPTA, R.K. & ABROL, I.P. Salt-affected soils: their reclamation and management for crop production. **Advances in Soil Science**, 11:224-88, 1990
- MELÉM JUNIOR, N. J.; FONSECA, C. B.; BRITO, O. R.; DECAENS, T.; CARNEIRO, M. M.; MATOS, M. F. A.; GUEDES, M. C.; QUEIROZ, J. A. L.; BARROSO, K. O. Análise de

componentes principais para avaliação de resultados analíticos da fertilidade de solos do Amapá. **Revista Semina, Londrina**, v. 29, n.3, p. 499-506, jul./set. 2008

MUNNSELL, soil - color Charts, revisada, 2009

OLIVEIRA, F. C. **Disposição de lodo de esgoto e composto de lixo urbano num Latossolo Vermelho-Amarelo cultivado com cana-de-açúcar**. Piracicaba, 2000. 247p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" Universidade de São Paulo.

OLIVEIRA, F.C.; MATTIAZZO-PREZOTTO, M.E.; MARCIANO, C.R. & MORAES, S.O. Percolação de nitrato em Latossolo Amarelo distrófico afetada pela aplicação de composto de lixo urbano e adubação mineral. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, 25:731-741, 2001.

PITMAN, M.G., LAÜCHLI, A. Global impact of salinity and agricultural ecosystems. In: **Salinity: Environment-Plants-Molecules** (A. Laüchli & U. Lüttge, Eds.), p. 3 - 20. Kluwer Academic, Dordrecht, the Netherlands. 2002.

PROCHNOW, L. I.; ROSSI, F. **Avaliação de solo e recomendação de calagem e adubação**. Viçosa: CPT, 2009, 388p.

QADIR, M.; OSTER, J.D.; SCHUBERT, S.; NOBLE, A.D.; SAHRAWAT, K.L. Phytoremediation of Sodic and Saline-Sodic Soils. **Advances in Agronomy**, 96:197-247, 2007.

RAIJ, B.V. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, p. 420, 2011.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. (Eds). **Comissão de Fertilidade do solo do Estado de Minas Gerais**. Viçosa, 359 p. 1999.

RIBEIRO, M.; CURI, N.; OLIVEIRA, J.B.; KER, J.C. **Caracterização morfológica do solo**. In: KER, J.C.; CURI, N.; SCHAEFER, C.E.G.R.; TORRADO, P.V. (Eds). Viçosa: SBCS, 47-80. 2012

RIBEIRO, M.R. Origem e classificação dos solos afetados por sais. In: GHEYI, H.R.; DIAS, N.S.; LACERDA, C.F. **Manejo da salinidade na Agricultura: Estudos Básicos e Aplicados**. Fortaleza: INCT sal, 11 -19, 2010.

RIBEIRO, M.R.; FREIRE, F.J.; MONTENEGRO, A.A. **Solos halomórficos no Brasil: Ocorrência, gênese, classificação, uso e manejo sustentável**. In: Curi, N.; MARQUES, J. J.; GUILHERME, L.R.G.G.; LIMA, J.M.; LOPES, A. S.; ALVAREZ V.V.H. (ed.). **Tópicos em ciência do solo**. v.3. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 165 -208, 2003.

RICHARDS, L.A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington: US Department of Agriculture, 1954. 160p. USDA Agricultural Handbook, 60

RONQUIM, C.C. **Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais**. Campinas: EMBRAPA, 26 p., 2010. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 8)

ROZANE, D. E.; ROMUALDO, L. M.; CENTURION, J. F.; BARBOSA, J. C. Dimensionamento do número de amostras para avaliação da fertilidade do solo. **Revista Semina**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 111-118, 2011.

RUELLAN, A.; DOSSO, M. **As cores dos solos**: descrições e interpretações. Tradução Alain Ruellan e Selma Simões de Castro. Soldicac, 45 p. 2003.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V.A.; OLIVEIRA, J. B.; COELHO, M. R.; LUMBRETAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

SANTOS, R.V.; MURAOKA, T. Interação salinidade e fertilidade do solo In: GHEYI, H.R.;

QUEIROZ, J.E.; MEDEIROS, J.F. (Ed.) **Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada**. Campina Grande: UFPB, 1997. p.289-317.

SILVA, J.S.O. SILVA FILHO, J.B.; RESENDE, P.L. **Aplicação econômica de adubos**. Viçosa: CPT, 292 p. 2007.

SUAREZ, D.L. Sodic soil reclamation: Modelling and field study. **Australian Journal Soil Research**.39: 1225 - 1246, 2001.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**.5.ed. Porto Alegre: Artmed, 918 p. 2013.

TAIZ, Lincoln; ZEIGER, **Eduardo**. **Fisiologia Vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p. Tradução: Armando Molina Divan Junior.