



FACULDADE IRECÊ

FACULDADE IRECÊ

CURSO DE BACHARELADO EM  
ENGENHARIA AGRONÔMICA

RODRIGO AQUINO SILVA DOURADO

**CARACTERIZAÇÃO DA SALINIDADE DOS SOLOS DOS  
ESTADOS DA BAHIA E PERNAMBUCO**

IRECÊ  
2022

RODRIGO AQUINO SILVA DOURADO

**CARACTERIZAÇÃO DA SALINIDADE DOS SOLOS DOS  
ESTADOS DA BAHIA E PERNAMBUCO**

Monografia apresentada ao curso de Engenharia Agrônômica da Faculdade Irecê como requisito final à obtenção de Título de Engenheiro Agrônomo sob a orientação do Prof<sup>o</sup>(a) Dr<sup>a</sup>. Cíntia Maria Teixeira Lins

IRECÊ  
2022

RODRIGO AQUINO SILVA DOURADO

**CARACTERIZAÇÃO DA SALINIDADE DOS SOLOS DOS  
ESTADOS DA BAHIA E PERNAMBUCO**

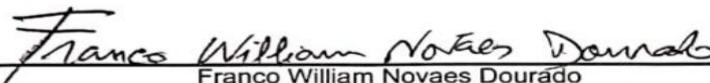
Monografia apresentada ao curso de  
Engenharia Agrônômica da Faculdade  
Irecê como requisito final à obtenção de  
Título de Engenheiro Agrônomo

BANCA EXAMINADORA



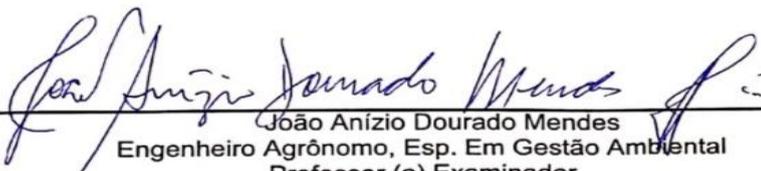
---

Cintia Maria Teixeira Lins  
Engenheira Agrônoma, Doutora em Ciências do Solo  
Professor (a) Orientador (a)  
FAI – Faculdade Irecê



---

Franco William Novaes Dourado  
Engenheiro Agrônomo, Mestre em Fitotecnia  
Professor (a) Examinador  
FAI – Faculdade Irecê



---

João Anízio Dourado Mendes  
Engenheiro Agrônomo, Esp. Em Gestão Ambiental  
Professor (a) Examinador  
FAI – Faculdade Irecê

IRECÊ  
2022

## RESUMO

O alto índice de sais no solo é sem dúvidas um fator limitante ao desenvolvimento e produtividade das plantas, e pode ocorrer tanto por características naturais do ambiente, ou por meio de ações antrópicas. No Brasil, a salinidade nos solos atinge principalmente a região semiárida; acredita-se que aproximadamente 20% dos solos sejam salinos. Assim sendo, delimitou-se como objetivo deste trabalho caracterizar a salinidade dos estados da BA e PE, bem como fazer levantamento de dados de CE, pH e área total salinizada desses estados. O trabalho foi desenvolvido através de pesquisa bibliográfica. A apresentação de resultado com a caracterização da salinidade evidenciando a CE, pH e a área salinizada foi desenvolvida com base em 30 artigos que abordavam estudos desenvolvidos nas regiões da Bahia e Pernambuco. A análise desses artigos permite afirmar que tanto os solos do estado da Bahia como de Pernambuco são caracterizados como solos salinos, apresentando índices de condutividade elétrica maiores que 4 e coeficientes de pH alcalino, com valores inferiores a 8,5; bem como, que a salinização do solo é decorrente de ações antrópicas, principalmente pela expansão da agricultura irrigada.

**Palavras Chave:** Condutividade Elétrica; pH; Sais.

## ABSTRACT

The high rate of soil sea airis is undoubtedly a limiting factor to plant development and productivity, and can occur either by natural characteristics of the environment, or through anthropic actions. In Brazil, soil salinity mainly affects the semiarid region; approximately 20% of the soils are believed to be saline. Thus, the objective of this study was to characterize the salinity of the states of BA and PE, as well as to collect data on EC, pH and total salinized area of these states. The work was developed through bibliographical research, going from general to specific. The presentation of results with the characterization of salinity evidencing the EC, pH and the salinized area was developed based on 30 articles that addressed studies developed in the regions of Bahia and Pernambuco. The results and completion are not to be entered. The analysis of these articles allows us to state that both soils of the state of Bahia and Pernambuco are characterized as saline soils, with electrical conductivity indexes greater than 4 and alkaline pH coefficients, with values lower than 8,5; as well as that the salinizations of the soil is due to human actions, mainly due to the expansion of irrigated agriculture.

**Keywords:** Electrical Conductivity;pH;Salts.

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b>	5
<b>OBJETIVOS</b>	8
OBJETIVO GERAL	8
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b>	9
SALINIDADE PRIMÁRIA	10
SALINIDADE SECUNDÁRIA	10
SALINIDADE NO BRASIL	11
SALINIDADE NO NORDESTE	12
Salinidade no Pernambuco	14
Salinidade na Bahia	14
<b>METODOLOGIA</b>	16
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	28
<b>CONCLUSÃO</b>	40
<b>REFERÊNCIAS</b>	41

## 1. INTRODUÇÃO

Normalmente os solos afetados por sais encontram-se em zonas áridas e semiáridas, onde a evaporação é maior que a precipitação, ou seja, a drenagem deficiente, somada a evaporação excessiva produz o acúmulo de sais solúveis no solo (BARROS, et al, 2004).

A abundância de sais solúveis na zona radicular pode modificar o pH e a composição da solução no solo, assim como interferir na absorção de água e nutrientes essenciais às plantas, gerando desequilíbrio e deficiência hídrica e/ou nutricional. A salinidade pode ainda dispersar as partículas dos solos de textura fina, em períodos posteriores à chuva ou a irrigação, reduzindo assim a capacidade de armazenamento de água no solo (DIAS, MEDEIROS, DOS SANTOS, COSTA, 2019).

Os problemas de salinidade podem estar associados à formação dos solos, em decorrência da degradação das rochas, o qual envolve processos físicos, químicos e biológicos, pela ação de fatores como clima, relevo, organismos vivos e o tempo (PEDROTTI, *et al*, 2015).

Os sais presentes nos solos podem vir de várias fontes, tais como: sal aerotransportado por pulverização oceânica ou depósito de sedimentares; sal cíclico do oceano ou da poluição dissolvida na água da chuva; sal fóssil incorporado nos sedimentos marinhos; e intemperismo da rocha que possibilita que o sal seja liberado a medida em que os minerais se decompõem com o tempo (DIAS, MEDEIROS, DOS SANTOS, COSTA, 2019).

Dentro da mesma perspectiva destacam-se três causas principais para a salinização dos solos: a elevação do nível freático; a adoção de métodos incorretos de irrigação, e o acúmulo de água salgada proveniente dos mares e oceanos. Como consequência disso ocorre a redução de áreas agricultáveis, a morte de vegetais cultivados (principalmente feijão, cebola, batata e outras cultivares mais sensíveis), e ainda a possibilidade de aumento da desertificação (PENA, 2022).

De maneira complementar, afirma-se que a salinização por vias naturais ocorre por meio da intemperização das rochas e pela disposição de sais oriundos dos oceanos em virtude das chuvas e dos ventos. O aumento da concentração de sais no solo pode ocorrer também por atividades antrópicas, que normalmente se associam ao desmatamento, excesso de água por irrigação, uso de adubos químicos e sistemas de drenagem não eficientes. É importante destacar que o uso excessivo de

fertilizantes químicos com alta concentração de sais como o cloreto de potássio e o nitrato de amônia, também influenciam para o processo de salinização (PEDROTTI, *et al*, 2015).

Acrescenta-se ainda que os sais possuem origem da intemperização dos minerais primários presentes nos solos e nas rochas, os quais são transportados pelas águas e se armazenam nos solos. Os sais liberados no processo de intemperização das rochas a depender da geomorfologia da região podem ser carreados para horizontes inferiores através da percolação, ou a lugares distantes por escoamento superficial, o qual é responsável pela deposição e acumulação de sais em rios, mares, açudes e lagoas (DE OLIVEIRA, GOMES FILHO, ENÉAS FILHO, 2010).

No Brasil os solos salinos atingem principalmente a região semiárida do Nordeste e correspondem a aproximadamente 160.000km<sup>2</sup> o que equivale a 2% de todo o território nacional (RIBEIRO, FILHO, JACOMINE, 2016).

A região de Pernambuco tem como característica a pluviometria não ser suficiente para satisfazer as necessidades hídricas das culturas, o que faz com que seja necessário a prática da irrigação para que as cultivares se desenvolvam e ofereçam uma boa produtividade, como consequência da irregularidade das chuvas e a elevada taxa de evaporação somada a prática da irrigação, é comum que os solos pernambucanos sejam salinos (ANDRADE, *et al*, 2012).

Embora, a maioria dos processos de salinização dos solos de Pernambuco ocorram por consequência da irrigação, em alguns casos, há a salinização primária, pela ascensão capilar de águas com sais, que se acumulam na superfície ou em camadas com baixa profundidade, influenciando no desenvolvimento das raízes das plantas, a exemplo desse tipo de salinização pode-se citar o Projeto Irrigado de Ibimirim (SILVA, *et al*, 2014).

Adentrando no contexto da irrigação, um estudo desenvolvido no Perímetro irrigado de Custódia, localizado no município de Custódia Pernambuco, que tem como solo predominante o Neossolo Flúvico, nesse perímetro a irrigação é feita em lotes, onde a área irrigada de 350 ha é subdividida em 55 lotes, aponta que, os lotes 54 e 55 apresentam a maior concentração de sais, apresentando pH de 10,27 e CE de 8,66 dS m<sup>-1</sup>, no entanto, a maioria dos lotes apresenta PST superior a 15%, o que caracteriza salinidade (FREIRE, *et al*, 2014). De acordo com o estudo, apenas dois lotes apresentaram condutividade elétrica elevada, indicando salinidade, porém, já é necessário providências cabíveis a fim de não se alastrar. E embora o estudo não

tenha caracterizado a causa da salinização, por se tratar de um perímetro irrigado, as possíveis causas, são manejo, uso de água com alta concentração de sais, e/ou uso de fertilizantes químicos com elevado teor salino.

Dentro dessa perspectiva, De Oliveira, et al (2002) pontua que 97% da área do Perímetro Irrigado de Custódia encontra-se salinizado; e acrescenta que, em decorrência do referido perímetro apresentar solos afetados por sais, faz-se necessário gerar informações que possam auxiliar na recuperação desses solos. E ressalta ainda que, a água de baixa qualidade é apontada como a principal fonte de sais solúveis, responsáveis pela degradação do solo.

Com relação ao Perímetro Irrigado de Cachoeira II, localizado em Pernambuco, é composto por 37 lotes; um estudo desenvolvido na área aponta que, aproximadamente, 12%, 14%, e 28% dos lotes estão afetados por sais nas profundidades de 0-20, 20-40, 40-60 respectivamente (FERNANDES, *et al*, 2014). Ainda sobre as áreas irrigadas em Pernambuco, o Perímetro Irrigado de Ibimirim, segundo um estudo desenvolvido por Silva, et al (2014) aponta que o solo apresenta alto nível de degradação por consequência da salinidade; constatou-se também um aumento da concentração de sódio na superfície indicando uma ascensão capilar.

No que diz respeito a Bahia, aproximadamente 44% dos solos baianos sofrem por salinização, e os principais contribuintes para esse feito, são: manejo inadequado, irrigação com água de má qualidade em sua maioria salobra, e uso de fertilizantes e adubos químicos com alta concentração de sais (FERREIRA, *et al*, 2005). As águas subterrâneas utilizadas para irrigação no Estado da Bahia costumam ser salobras, e por si só isso já é um fator que tende a salinizar os solos.

Adentrando no contexto dos solos baianos, usando como exemplo o platô da região de Irecê, pontua-se que a região possui vasta extensão de Cambissolos eutróficos originários de rochas calcárias, os quais costumam apresentar baixa concentração de fósforo. Essa natureza é evidenciada pela concentração de carbonato de cálcio encontrados, as quais apresentam como valor mínimo 46 g Kg<sup>-1</sup>, e máximas de 111 g Kg<sup>-1</sup> (PAIVA, 2010).

Tendo em vista a expressiva presença de solos salinos e/ou salinizados nos estados de PE e BA, e a ausência de trabalhos que caracterizassem o problema nesses estados, sobretudo no que diz respeito à natureza do fenômeno e à intensidade é que objetivou-se o desenvolvimento do presente trabalho.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. OBJETIVO GERAL

Caracterizar a salinidade dos solos dos estados da Bahia e Pernambuco.

### 2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estabelecer os descritores a serem utilizados na metodologia;
- Fazer levantamento de dados de Ce, pH, área total salinizada e área salinizada por irrigação nos estados da Bahia e Pernambuco;
- Caracterizar os Estados (Bahia e Pernambuco) avaliados quanto ao status da salinidade.

### 3. REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1. SALINIDADE

A salinização do solo pode ser entendida como o acúmulo em excesso de sais minerais em forma de íons, tanto na superfície quanto na parte interior do relevo utilizado para o plantio. Por possuir muitos sais minerais e outros compostos, tais como o potássio, o acúmulo excessivo da água associado ao alto índice de evaporação pode causar salinização do solo (PENA, 2022). Os principais sais encontrados em solos salinos são cloretos e sulfatos de  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ , e  $\text{Mg}^{2+}$ . Porém cabe destacar, que a presença desses íons não é fator determinante para determinar se o solo é ou não salino, uma vez que, algumas regiões podem dispor de solos salinos, e possuir baixa concentração desses cloretos e sulfatos (PEDROTTI, et al, 2015).

Grande parte dos solos salinos ocorre principalmente nas regiões áridas e semiáridas; se intensificam em virtude de irrigação com água de má qualidade e drenagem insuficiente. Afirma-se que, os sais solúveis do solo, são em sua maioria em diferentes proporções de cátions de sódio, cálcio, magnésio e ânions sulfato (CORDEIRO, MANSEFÚ, 2001).

Os solos se enquadram como salinos quando “a condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes) é  $\geq 4 \text{ dS m}^{-1}$  e o percentual de  $\text{Na}^+$  trocável (PST) é  $< 15\%$ . Normalmente o pH desses solos é menor que 8,5” (RIBEIRO, FILHO, JACOMINE, 2016, p.12).

De acordo com o “atual Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos, (SiBCS) a salinidade é considerada no caráter sálico (CEes  $\geq 7 \text{ dS m}^{-1}$ , a  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ ) e no caráter salino ( $4 \leq \text{CEes} < 7 \text{ dS m}^{-1}$ , a  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ ), utilizados para separar classes no segundo, terceiro e quarto níveis categóricos” (RIBEIRO, FILHO, JACOMINE, 2016).

A abundância de sais solúveis no solo é fruto de uma combinação de vários fatores: climáticos – baixo índice pluviométrico e alta taxa de evapotranspiração; edáficos – baixa capacidade de lixiviação dos sais e presença de camadas impermeáveis; e do manejo do solo – irrigação com águas salinizadas, excesso de água de irrigação, uso excessivo de agroquímicos, etc. (RIBEIRO, 2010).

No que diz respeito a salinização por irrigação, associa-se diretamente o uso de água com alta concentração salina, elevação dos lençóis freáticos em virtude do

manejo inadequado na irrigação, ou por infiltração nos canais e reservatórios, ausência ou deficiência de drenagem, e acúmulo de água nas partes mais baixas do terreno (GHEYI, *et al*, 1997).

Destaca-se que, sem um manejo adequado de água-solo-salinidade, a irrigação tem contribuído para a elevação da salinização na área semiárida do Nordeste brasileiro, levando a comprometer aproximadamente 25% da área do perímetro irrigado (PEDROTTI, *et al*, 2015).

### 3.2. SALINIDADE PRIMÁRIA

A salinização pode ser decorrente de características ambientais e/ou ações antrópicas. Nas causas naturais, ou primárias, o transporte de sedimentos com sais para locais não salinizados; as ações de ascensão por capilaridade dos solos para a superfície e as altas taxas de evapotranspiração ganham destaque, sobretudo em ambientes semiáridos (CASTRO, DOS SANTOS, 2020).

A salinização por meio da ascensão capilar depende da textura do solo, da condição do clima, da concentração de sais na água do aquífero e do manejo da irrigação. A ascensão contribui para a elevação do lençol freático. A principal causa da elevação do lençol freático é justamente os sistemas de irrigação com deficiência de drenagem (DIAS; MEDEIROS, DOS SANTOS; COSTA, 2019).

Não obstante afirma-se que, as causas primárias de salinização podem ser inundações pelas águas do mar; e o transporte de sais pelo vento – os ventos sopram os sais da maré para os continentes (DIAS; MEDEIROS, DOS SANTOS, COSTA, 2019).

### 3.3. SALINIDADE SECUNDÁRIA

Dentre as ações humanas que contribuem para o processo de salinização ou intensificação deste, o uso de água com alto índice salino; a prática de irrigação sem sistema de drenagem e a aplicação de defensivos agrícolas e fertilizantes com elevados índices salinos se destacam (CASTRO, DOS SANTOS, 2020).

Da mesma forma, apontam-se que a salinização oriunda da ação humana é mais perceptível em ambientes onde há alta evapotranspiração e baixa precipitação pluviométrica no curso do ano, mostra-se de forma mais acentuada em áreas onde

ocorre o manejo inadequado da irrigação e onde o controle da drenagem é feito de forma ineficiente ou não é feito (PEDROTTI, *et al*, 2015).

A elevação do lençol freático; quando o nível freático está próximo ou na superfície do solo, a descarga ocorre por meio da infiltração, aspersão, transpiração e fluxos basais (DIAS, MEDEIROS, DOS SANTOS, COSTA, 2019).

Estima-se que aproximadamente 1 a 5 bilhões de hectares de solos sejam afetados por sais, sendo a sua maioria irrigada e sofrendo com a redução da produção em decorrência do excesso de sais no solo (RIBEIRO *et al*, 2003; SOUSA, 2007). Um dado importante apresentado pela FAO adverte que aproximadamente 50% dos 250 milhões de hectares irrigados no mundo sofrem por salinização (SALASSIER, 2008).

### 3.4. SALINIDADE NO BRASIL

A salinização é um dos fatores de degradação do solo, e nesse sentido, estima-se que aproximadamente 7% de toda superfície terrestre encontra-se salinizada com predomínio na região semiárida do Nordeste brasileiro (PEDROTTI, 2015).

Dentro da mesma perspectiva, Castro, Dos Santos (2020) apontam que, a salinização dos solos é um dos motores da desertificação, a qual é resultado do acúmulo de sais solúveis nas camadas agricultáveis do solo; como resultado disso ocorre a intoxicação das plantas e elevação da pressão osmótica sobre a vegetação nas áreas salinizadas, o que provoca perda de cobertura vegetal e da produtividade agrícola.

Ao considerar somente as precipitações pluviais e a distribuição destas ao longo do ano no Brasil, as regiões se distinguem em: semiáridas – com período de seca igual ou superior a seis meses por ano e precipitações médias anuais menores que 800 mm, 50% dos solos brasileiros se enquadram nesta classificação, principalmente a região Nordeste. Estima-se que 2% da área total do Brasil esteja salinizada (MANZATTO, FREITAS JUNIOR, PERES, 2002).

Estima-se que no Brasil haja uma perda de aproximadamente 1,5 milhões de hectares agricultáveis a cada ano por problemas de salinização. Em se tratando do perímetro irrigado no país, cerca de 20 a 25% dessas áreas possuem problemas de salinização (NETO, *et al*, 2016).

### 3.5. SALINIDADE NO NORDESTE

Dentre os muitos problemas que a agricultura tem enfrentado, destaca-se a nível de Nordeste o processo de salinização dos solos. Aponta-se que 25% dos solos irrigados da região Nordeste estão afetados por sais (CORDEIRO, MANSEFÚ, 2001).

No cenário nacional, a região Nordeste é a que mais sofre com problemas de salinidade em decorrência de 52% dos 155 mil hectares que estão no semiárido (NETO, *et al*, 2016). Como consequência dessa deficiência hídrica, a região Nordeste apresenta produtividade limitada (DUARTE, *et al*, 2012). Há um alto índice de variação nos totais de chuva no Nordeste, no litoral leste os índices são superiores a 1000 mm por ano, enquanto no leste é inferior a 500 mm por ano; assim sendo a média anual de chuvas na região Nordeste é de 800 mm anuais (SUGUINO, BARROS, DE ALBUQUERQUE, COSTA, 2021).

A variabilidade dos níveis de chuva anuais no estado, exige que para garantir a produção adotem-se práticas de irrigação para suprir a demanda das plantas. As tabelas abaixo mostram as áreas de solos afetadas por sais em alguns projetos de irrigação, e as áreas em solos (km<sup>2</sup>) afetados por salinização na região Nordeste, bem como o percentual de área salinizada nesses perímetros.

**Tabela 1:** Áreas de solos afetados por sais em alguns projetos de irrigação no Nordeste do Brasil

Projeto	Área Irrigada (ha)	Área com baixa produtividade p/sais (ha)	Área Abandonada	Área Salinizada	%
Morada Nova – CE	2.880	815	285	1.100	38
Vaza Barris – BA	1.015	120	33	153	15
Ceraima – BA	614	176	116	292	15
Lima Campos – CE	502	41	0	41	8
Engº Arcoverde – PB	321	32	73	104	33
Caldeirão – BA	416	23	29	52	12
Boa Vista – PE	154	41	0	41	27
Sumé – PB	147	74	15	89	61
Cachoeira – BA	142	37	6	43	30
São Gonçalo - PB	1.340	-	-	375	28
<b>Totais</b>	<b>7.532</b>	<b>1.359</b>	<b>557</b>	<b>2.291</b>	<b>30</b>

Fonte: Cordeiro, Mansefú (2001; p.11)

**Tabela 2:** Áreas de solos (em km<sup>2</sup>) afetados por salinização no estado do Nordeste

Solos	Estados							Total
	CE	RN	PB	PE	AL	SE	BA	
Planossolo Nátrico	12.708	3.690	944	5.165	3.370	2.098	30.516	58.491
Planossolo Nátrico Sálco	8.436	4.064	2.769	2.654	393	1.013	5.161	24.490
Planossolo Háptico Sálcos	450	837	-	-	-	-	-	1.287
Planossolo Hidromórfico Sálco	18	-	-	-	-	-	-	18
Outro	1.645	-	-	-	-	-	-	1.645
<b>Totais</b>	<b>23.257</b>	<b>8.951</b>	<b>3.713</b>	<b>7.819</b>	<b>3.763</b>	<b>3.111</b>	<b>35.677</b>	<b>85.931</b>

%	27	10	4,3	9,1	4,4	3,6	41,5	100
---	----	----	-----	-----	-----	-----	------	-----

Fonte: Manzatto, Freitas Junior, Peres (2002)

Da mesma forma Manzatto; Freitas Júnior; Peres (2002), apontam que os estados que mais sofrem com salinização na região Nordeste são: Piauí, com destaque para o perímetro irrigado de Lagoas do Piauí - Luzilândia, Perímetro Irrigado do Caldeirão - Piripiri, e Perímetro Irrigado Fidalgo - Simplício Mendes; Ceará, com evidência para os Projetos Irrigados Morada Nova, Quixabeira, Ico, Curu-recuperação, Várzea do Boi, Forquilha, Ayres de Souza, Jaguaruana e Ema, que juntos somam uma área de 630 ha com problemas de salinização.

Na Paraíba Sumé, Eng. Arcoverde e São Gonçalo representam 573 ha de solos salinos. No Pernambuco enfatiza-se as áreas de Boa Vista, Custódia, Moxotó e Cachoeira II, que correspondem a 371 ha de área salinizada. O estado do Rio Grande do Norte, contempla as áreas Cruzeta, Itans-Sabugi e Pau dos ferros 2, somando uma área salinizada equivalente a 61 ha. Já na Bahia, os projetos Várzea Barris, Jacurici e Brumado, totalizam uma área salinizada de 339 ha; sendo a prática de agricultura irrigada a principal causa de salinização dos solos na região Nordeste (MANZATTO, FREITAS JÚNIOR, PERES, 2002).

Os solos das áreas irrigadas do Nordeste, são em sua maioria aluvional, caracterizados por variabilidades horizontais e verticais, tanto nos aspectos físicos como químicos, apresentam textura média e pesada, são profundos, apresentam boa fertilidade, porém possuem baixa drenagem; além disso os solos costumam apresentar alto teor de sais, condição que se intensifica pela irrigação (CORDEIRO, MANSEFÚ, 2001).

No que diz respeito a água destinada a irrigação, estas costumam ser de reservatórios superficiais, onde se armazena água da chuva; água de poço; e água do rio São Francisco. As águas dos reservatórios costumam ser de boa qualidade variando de  $C_1$  a  $C_2$  e de  $S_1$  a  $S_2$ ; as águas do rio São Francisco são classificadas como  $C_1$  e  $S_1$  (CORDEIRO, MANSEFÚ, 2001).

De modo geral, os íons que apresentam maiores concentrações nas águas superficiais da região semi-árida do nordeste brasileiro são, em ordem, o cloreto ( $Cl^-$ ); o bicarbonato ( $HCO_3^-$ ) e o sódio ( $Na^+$ ) (FONTES, et al, 2007, p. 5). Cabe destacar que, além da escassez de água, às regiões semiáridas como o Nordeste se destacam

por altos valores de salinidade nas águas subterrâneas, que em sua maioria, são utilizadas para a irrigação das cultivares (TERAMOTO, KIANG, 2020).

### **3.5.1. Salinidade no Pernambuco**

O Semiárido pernambucano é uma região onde a pluviometria não é suficiente para satisfazer a demanda atmosférica e da cultura, sendo assim necessário a prática da irrigação, para que as culturas exploradas possam atingir desenvolvimento adequado e produtividade economicamente competitiva. Há assim uma irregularidade na distribuição temporal e espacial das chuvas e pelas elevadas taxas de evaporação (ANDRADE, *et al*, 2012). A média pluviométrica da região é de 700mm anuais, concentradas no final e no início de cada ano (CASTRO, SANTOS, 2020).

Tomando como referência o projeto de Bebedouro implantado na década de 70 em Petrolina, estima-se que aproximadamente 12,5% da área já apresenta queda na produtividade em consequência do processo de irrigação (BARROS, DOS SANTOS, DA SILVA, 2005). Da mesma forma, Barros, Fontes, Alvarez, Ruiz (2004), apontam que 20% da área total dos perímetros irrigados no estado de Pernambuco sofrem com problemas de salinidade.

O clima da região Pernambucana é Tropical Semiárido, e as chuvas se concentram no verão, normalmente as chuvas tem início em novembro e se estendem até abril, a média pluviométrica anual é de 431,8mm (CASTRO, DOS SANTOS, 2015). Essa inconsistência dos períodos chuvosos, exige a adoção de práticas de irrigação; a prática da irrigação com o uso de água de baixa qualidade tem incrementado o acúmulo de sais no solo; isso ocorre em virtude do manejo inadequado (FREIRE, *et al*, 2014).

### **3.5.2. Salinidade na Bahia**

O plantio por agricultura irrigada tem crescido bastante na Bahia, principalmente na região Oeste do estado. Estima-se um aumento de 70% da área agricultável e intensificação do uso de solos para o cultivo de grãos, fibras, materiais energéticos, culturas perenes, e a agricultura irrigada (FONTANA, *et al*, 2016).

O uso dos solos de forma intensiva, tem efeito sobre as características e atributos químicos, e físicos do solo, com o surgimento de camadas compactadas

limitantes ao desenvolvimento radicular e redução nas taxas de infiltração de água, na aeração e na permeabilidade do solo (FONTANA, *et al*, 2016). A qualidade física do solo se relaciona com a sustentabilidade de sistemas agropecuários (ARCOVERDE, *et al*, 2015).

Um estudo publicado pela Revista Brasileira Ci Solo, que foi desenvolvido por Sávio Arcoverde, Alessandra Salviano, Nelci Olszevisk, Stefeson de Melo, Tony Cunha, Vanderline Gongo e Janielle Pereira, em 2015 na região de Sobradinho, Casa Nova, Remanso e Sento Sé, indicam que nessa região da Bahia, a maioria dos solos são classificados como de qualidade ruim ou regular, há uma predominância de solos com textura superficial arenosa, e com baixa estabilidade de agregados, baixa capacidade de retenção de águas, o que os torna mais susceptíveis à degradação física, diminuindo a sua qualidade. O comprometimento da qualidade do solo é atribuído à aptidão agrícola das terras e ao manejo adotado (ARCOVERDE, *et al*, 2015). O manejo inadequado na agricultura, compromete o solo de forma drástica, e um dos maiores problemas oriundos dessa prática é o acúmulo de sais solúveis no solo.

A região compreendida como Dipolo Juazeiro-Petrolina, “as condições edafoclimáticas favorecem a ocorrência da salinização” (ARAGÃO, SANTOS, QUEIROZ, FRANÇA, 2009, p. 3). Estima-se que aproximadamente 44% dos solos baianos são afetados por salinidade, isso se deve principalmente ao uso de má qualidade e ao manejo inadequado (FERREIRA, *et al*, 2005).

#### 4. METODOLOGIA

O presente trabalho pode ser classificado como pesquisa teórica, uma vez que foi desenvolvido mediante pesquisa bibliográfica, consistindo em um resumo do assunto. Com relação à abordagem, trata-se de uma pesquisa quantitativa de caráter descritivo.

O trabalho consistiu na realização de uma revisão integrativa da literatura, por considerar que o método é eficaz e consegue reunir e sintetizar de forma ampla resultados de estudos sobre um tema específico, tendo por base a coleta de dados a partir da realização de pesquisa bibliográfica.

De acordo com Souza (2010) a revisão integrativa deve ser desenvolvida em algumas etapas, sendo elas:

- Elaboração da pergunta norteadora
- Amostragem na literatura
- Coleta de dados
- Análise crítica dos dados coletados
- Discussão dos resultados

Para atendimento da primeira etapa foi elaborada a seguinte questão norteadora: Qual o status atual da salinidade do solo nos estados de Pernambuco e Bahia? Em atendimento à segunda e terceira etapas, buscaram-se artigos na internet nos meses de março, abril e maio de 2022. As bases eletrônicas de dados escolhidas foram o Google acadêmico e o Scielo (Scientific Electronic Library Online). Como descritores, foram utilizados: Salinidade do solo, Pernambuco e Bahia.

Para selecionar a amostra, os estudos obedeceram aos seguintes critérios de inclusão: artigos que abordassem a salinidade do solo nos estados de Pernambuco e Bahia presentes nas bases de dados selecionadas e publicados no período de 2004 a 2022, no idioma português. Como critérios de exclusão, adotou-se: artigos sem resumos disponíveis, artigos sem textos completos disponíveis na íntegra e gratuitamente, em construção e/ou validação de instrumentos e de revisão de literatura, narrativa, integrativa ou sistemática, bem como teses, monografias e dissertações.

Após leitura de títulos e resumos, restaram 50 artigos. Feita a leitura minuciosa dos artigos restantes, 30 artigos foram utilizados para embasar essa revisão, sendo 15 relativos ao estado de Pernambuco e 15 referentes ao estado da Bahia (Figura 1).

Para a análise e posterior síntese dos artigos, foi elaborado um quadro para a coleta das informações, que contemplou os seguintes aspectos: título do artigo, o ano de publicação, os autores, tipos de sais encontrados, pH, CE, área, tipo de salinidade, a descrição se o perímetro é ou não irrigado, cultura e a fonte de onde foi extraído; Informações essas, que serão a base para a apresentação de resultados dispostos em uma tabela para melhor visualização da análise (Tabelas 3 e 4).

Tabela 3: Estudos desenvolvidos no estado de Pernambuco

Estado de Pernambuco											
Artigo	Título	Ano	Autores	Tipos de Sais	pH	CE (dS m <sup>3</sup> )	Área	Tipo de Salinidade	Salinidade por Irrigação	Cultura	Base de Dados
1	Salinização dos Solos e Práticas Agrícolas na Comunidade Quilombola de Cupira em Santa Maria da Boa Vista, Pernambuco – Nordeste do Brasil	2021	Francelita Coelho Castro; Antônio Marcos dos Santos; Jairton Fraga Araújo	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ; Cl <sup>-</sup> ; CH <sub>4</sub> N <sub>2</sub> O; Ca (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ; C <sub>12</sub> H <sub>15</sub> NO <sub>3</sub>	<8,5	>2	—	Secundária	Perímetro Irrigado	Banana (Musa ssp), Coco, Maracujá (Passiflora edulis Sims), Manga (Mangifera Indica), Acerola (Malpighia puniceifolia), Mamão (Carica papaya), Uva, Cana, Milho (Zea mays), Goiaba, Feijão, Abobora, Pimentinha, Mandioca (Manihot Esculenta Crants), e Limão	USP.br
2	Variabilidade espaço-temporal da condutividade elétrica da água subterrânea na Região Semiárida do Pernambuco	2012	Tafnes S. Andrade; Suzana M G. L. Montenegro; Abelardo A. A. Montenegro e Diogo F. B. Rodrigues	—	—	15,85	—	Secundária – Ascensão Capilar	Perímetro Irrigado	Pimenta (Capsicum ssp); Cenoura (Daucus Carota L.); Beterraba (Beta Vulgaris); Repolho (Brassica Oleracea L.); pimentão (Capsicum annum); e tomate	Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental

										(Lycopersicon Esculentum)	
3	Auto-organização da vegetação de caatinga em áreas salinizadas no município de Petrolina – PE	2018	Santos A. M.; Souza R. F.; Castro F. C.	—	6,74	4,575	1.600m <sup>2</sup>	Primária	—	Manga; Acerola; Goiaba; Banana; uva; e outras frutíferas.	Scientia Pllena
4	Comportamento hídrico e crescimento do Feijão vigna cultivado em solos salinizados	2012	José B. M. Coelho; Maria de F. C. Barros; Egídio Bezerra Neto; Marcus M. Correa	Ca <sup>2+</sup> ; Mg <sup>2+</sup> ; Na <sup>+</sup> ; K <sup>+</sup>	—	9,09	—	Secundária – Geração de Estresse hídrico	Perímetro Irrigado	Feijão vigna	Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental
5	Ponto de Murcha permanece fisiológico e potencial osmótico de feijão caupi cultivado em solos salinizados	2014	José B. M. Coelho; Maria de F. C. Barros; Egídio Bezerra Neto; Edvan R. de Souza	NaCl e CaCl <sub>2</sub> Na <sup>+</sup> Cl <sup>-</sup> e K <sup>+</sup>	—	8,4	—	Secundária	—	Feijão Caupi (Vigna unguiculata L. (Walp))	Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental
6	Recuperação de Solos afetados por sais pela aplicação de gesso de jazida e calcário no nordeste do Brasil	2004	Maria de F. C. Barros; Mauricio P. F. Fontes; Victor H. Alvarez V.; Hugo A. Ruiz	Na <sup>+</sup> ; Ca <sup>2+</sup> ; Mg <sup>2+</sup> ; Cl <sup>-</sup> SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ; CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> ; HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	7,095	9,25	—	—	—	—	Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental
7	Recuperação de solos afetados por sais usando água de qualidade	2005	Maria de F. C. Barros; Paulo M. dos Santos; Airon J. da Silva	Ca <sup>2+</sup> ; Mg <sup>2+</sup> ; Na <sup>+</sup> ; K <sup>+</sup>	10,15	21,37	—	—	Perímetro Irrigado	—	Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e

	inferior										Ambiental
8	Resíduo de Gesso na Recuperação de Solo Salino-sódico proveniente de perímetro irrigado do semiárido brasileiro	2018	Natalia de Souza Cavalcanti; Mario Monteiro Rolim; José Amilton dos Santos Junior; Maria de Fátima Cavalcante Barros; Elvira Maria Regis Pedrosa	Ca <sup>2+</sup> ; Mg <sup>2+</sup> ; Na <sup>+</sup> ; K <sup>+</sup>	6,90	37,85	—	—	Perímetro Irrigado	—	Irriga
9	Salinidade do Solo e Risco de Desertificação na Região Semiárida	2020	Francelita Coelho Castro; Antônio Marcos dos Santos	—	6,16	3,5	—	—	Perímetro Irrigado	Manga; Milho; Mamão; banana e pastagem	Mercator
10	Variabilidade espacial das frações granulométricas em um Neossolo Flúvico do Semiárido	2008	Edvan Rodrigues de Souza; Abelardo Antônio de Assunção Montenegro; Suzana Maria Gico Lima Montenegro; Thais Emanuelle Monteiro dos Santos; Tafnes da Silva Andrade; Elvira Regis Pedrosa	—	—	1,3	1.950 m <sup>2</sup>	—	Perímetro Irrigado	Pimentão; Repolho e Cenoura	Ciência Rural
11	Dispersão de Argilas em solos	2013	Jefferson L. de A. Pires; Hugo A. Ruiz; Raphael B. A.	Ca <sup>2+</sup> ; Mg <sup>2+</sup> ; Na <sup>+</sup> ; K <sup>+</sup>	6,20	1,41	—	Secundária - Irrigação	Perímetro Irrigado	—	Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e

	afetados por sais		Fernandes; Maria B. G. dos S. Freire; Maria de F. C. Barros; Genelício C. Rocha								Ambiental
12	Agrupamento de solos quanto à salinidade no perímetro irrigado de custódia em função do tempo	2014	Maria B. G. S. Freire; Márcio F. A. Miranda; Emanuel E. M. Oliveira; Luís E. da Silva; Luiz G. M. Pessoa; Brivaldo G de Almeida	Ca <sup>2+</sup> ; Mg <sup>2+</sup> ; Na <sup>+</sup> ;	10,27	8,66	—	Primária - Passagem de água no perfil do solo	—	—	Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental
13	Avaliação do potencial de aproveitamento de aluviões para a construção de barragens subterrâneas no semiárido do Pernambuco	2020	Eronildo Luiz da Silva Filho; Tiago Oliveira Caetano; Thaise Suanne Guimarães Ferreira; José Almir Cirilo; Rochele Sheila Vasconcelos; Tatiane Barbosa Veras de Albuquerque	—	—	0,95	197.000 ha	—	Perímetro Irrigado	—	Revista Brasileira de Geografia e Física
14	Susceptibilidade Ambiental a Salinização das Terras em municípios da microrregião de Petrolina – Pernambuco –	2015	Francelita Coelho Castro; Antônio Marcos dos Santos	—	—	—	—	—	—	—	Revista Caminhos da Geografia

	Brasil										
15	Efeito do estresse salino e da composição iônica da água de irrigação sobre variáveis morfofisiológicas do feijão caupi	2017	João Victor Queiroz Leite; Pedro Dantas Fernandes; Wanderson José de Oliveira; Edivan Rodrigues de Souza; Daniella Pereira dos Santos; Celia Silva dos Santos	NaCl; KCl; CaCl <sub>2</sub> ; MgCl <sub>2</sub>	8,71	0,99	—	Secundária - Irrigação	Perímetro Irrigado	Feijão Caupi	Revista Brasileira de Agricultura Irrigada

**Tabela 4:** Estudos desenvolvidos no estado da Bahia

Estado da Bahia											
Artigo	Título	Ano	Autores	Tipos de Sais	pH	CE (dS m <sup>3</sup> )	Área	Tipo de Salinidade	Salinidade por Irrigação	Cultura	Base de Dados
1	Caracterização Física e Química de um Planossolo localizado no Semiárido Baiano	2013	Jefferson Luan Dias dos Santos; Leandro Gonçalves dos Santos; Vandearley Neves de Souza; Bismark Lopes Bahia; Thiago Ferreira Rodrigues	Ca <sup>2+</sup> ; Mg <sup>2+</sup> ; Na <sup>+</sup> ; K <sup>+</sup>	8,22	1,11	—	Secundária – Adução	—	—	Enciclopédia Biosfera

2	Recuperação de Planossolos Nátricos Salinos em Juazeiro – BA através do cultivo de espécies nativas da caatinga	2012	Oswaldo Campelo de Mello Vasconcelos; Carlos Henrique Lima de Matos; Rafael Jorge do Prado; Fernando Gomes de Souza; Antonia Dianaia Oliveira Lopes	—	—	15	—	—	—	Aroeira; jatobá e Juazeiro	II Congresso Brasileiro de Reflorestamento Ambiental
3	Influência da aplicação do gesso em Argissolo salino no desenvolvimento do Jatobá	2014	Carlos Matos; Kelen Almeida; Romildo Alves; Fernando Luiz Figueirêdo; Admilson Carvalho; Monique Souza	Ca <sup>2+</sup> ; Mg <sup>2+</sup> ; K <sup>+</sup> ; Na <sup>+</sup>	—	15	—	—	—	Jatobá	Acta Iguazu
4	Produtividade e Tolerância do Feijão Caupi ao Estresse Salino	2018	Cristiano Tagliaferre; Diogo Ulisses Gomes Guimarães; Lorena Júlio Gonçalves; Sylvana Naomi Matsumoto; Lucialdo Oliveira D'Arêde	P; K <sup>+</sup> ; Ca <sup>++</sup> ; Mg <sup>++</sup> ; Al <sup>+++</sup> ; H <sup>+</sup> ; Na <sup>+</sup>	5,8	2,4	—	Secundária – Irrigação	Perímetro Irrigado	Feijão Caupi	Irriga
5	Efeito da Salinidade sobre o crescimento da Brachiaria decumbens no	2019	Romeu da Silva Leite; Vanessa Chaves da França; Pedro Alcantara da Silva Abreu;	P; K; Ca; Mg; Al	5,7	—	—	Secundária – Irrigação	Perímetro irrigado	Brachiaria decumbens	Revista de Investigation Multidisciplinar

	semiárido Baiano		Rosângela Leal dos Santos								
6	Caracterização Química do solo de barragens subterrâneas nos municípios de Mirangaba e Senhor do Bonfim - BA	2022	Valdemir Cavalcanti de Matos; Antônio Souza Silva; Marcio Lima Rions	Ca <sup>2+</sup> ; Mg <sup>2+</sup> ; K <sup>+</sup> ; Na <sup>+</sup>	5,0	0,05	_____	Secundária	Perímetro irrigado	_____	Revista Macambira
7	A influência da salinidade na simbiose de microorganismos benéficos: O caso do Feijão Caupi	2022	Verônica de Castro Leal; Mário Carvalho; Naiara Ferreira de Oliveira; Paulo Ivan Fernandes Júnior; Ricardo Argenton Ramos; Clarisse Brígido; Igor Juliano da Silva Souza; Lindete Miria Vieira Martins	P; K; Na; Ca <sup>2+</sup> ; Mg <sup>2+</sup> ; Al <sup>3+</sup> ; H+A	6,6	4,5	_____	Secundária - Irrigação	Perímetro Irrigado	Vegetação	Agropecuária: métodos e técnicas para uma agricultura sustentável
8	Características Produtivas e qualitativas do Estilosantes Campo Grande submetido ao estresse salino	2014	Delfran batista dos Santos; Tadeu vinhas Voltolini; Roberta Machado Santos; Delka Oliveira Azevedo; Rogério Gonçalves Oliveira; Elio Celestino de	P; K; Ca; Mg; Na; Al; H+Al	7,1	4,6	_____	Secundária – Irrigação	Perímetro irrigado	Estilosantes Campo Grande, híbrida	Global Science and Thecnology

			Oliveira Chagas; Florisvaldo Mesquita dos Santos; Daniel Maia Nogueira								
9	Influência do Balanço de sais sobre o crescimento inicial e aspectos fisiológicos de mamoeiro	2015	Delfran batista dos Santos; Eugênio Ferreira Coelho; Welson Lima Simões; José Amilton Santos Júnior; Mauricio Antônio Coelho Filho; Rafael Oliveira Batista	P; K; Ca; Mg; Na; Al; H+Al	5,1	4,6	—	Salinização Secundária - Induzida por irrigação	Perímetro Irrigado	Mamoeiro Carica papaya L. Sunrise Solo	Magistra
10	Comportamento Morfofisiológico da mamoneira BRS Energia Submetida à irrigação com água salina	2013	João B. dos Santos; Delfran B. dos Santos; Carlos A. V. de Azevedo; Alex m. Robequi; Lourival F. Cavalcante; Italo H. L. Cavalcante	P; Ca <sup>2+</sup> ; Mg <sup>2+</sup> ; K <sup>+</sup> ; Na <sup>+</sup> ; Al <sup>+</sup> ; H <sup>+</sup> + Al <sup>3+</sup>	6,4	0,73	124,6m <sup>2</sup>	Salinização Secundária - Induzida por irrigação	Perímetro Irrigado	Manoneira BRS Energia	Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental
11	Efeito da Salinidade da água de irrigação na produção de Alface Crespa	2017	Alismário Leite da Silva; Marilza Neves do Nascimento; Tamara Torres Tanan; Uasley Caldas de Oliveira; janderson do Carmo Lima	P; K; Ca; Mg; Na; Al; H+Al; S	5,7	—	—	Salinização Secundária - Induzida por irrigação	Perímetro Irrigado	Alface Crespa	Centro Científico Conhecer

12	Manejo de água e nutrientes na cultura da melancia sob irrigação por gotejamento	2015	Jony E. Yuri; José Maria Pinto; Nivaldo Duarte Costa; Marcelo Calgaro; Robert Coelho Correia	P; K; Ca; Mg	5,92	—	—	Salinização Secundária – irrigação	Perímetro Irrigado	Melancia Crinsom Sweet	XXV Congresso nacional de irrigação e Drenagem
13	Avaliação do feijoeiro comum em função dos bioestimulantes, NPK e micronutrientes em Vitória da Conquista – BA	2016	Danilo Nogueira dos Anjos; Hellen Thallyta Alves e Mendes; Ramon Correia de Vasconcelos; Patricia Machado Moreira; Anne Caroline Vieira Cangussu; Ednei Souza Pires	P; K; Ca; Mg; Na; Al; H+Al; S	4,4	—	—	Salinização Secundária – Irrigação	Perímetro Irrigado	Feijão	Revista Agrarian
14	Produtividade da cultura da melancia sob diferentes doses de potássio no município de Santa Rita de Cássia – BA	2012	Oziel Pinto Monção; Jadson Jordão Ribeiro; Éder Stolben Moscon; Daiana Nara S. de Oliveira; José Guilherme Nascimento Neto	P; K; Ca; Mg; Na; Al; H+Al	5,8	—	—	Salinização Secundária – Irrigação e Adubação	Perímetro Irrigado	Melancia	Enciclopédia Biosfera – Centro Científico Conhecer
15	Análise Mecânica em solos da zona semiárida do Nordeste. Solos: normais, calcários, calcários com sais	1966	Luiz Bezerra de Oliveira	H <sup>+</sup> ; Ca <sup>++</sup> ; Ma <sup>++</sup> ; Na <sup>+</sup> ; K <sup>+</sup>	7,94	—	—	—	—	—	Pesquisa Agropecuária Brasileira



## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Embora, poucos sejam os estudos desenvolvidos nos estados da Bahia e Pernambuco sobre a salinidade dos solos, é possível afirmar que boa parte das áreas destinadas à agricultura são salinizadas, justamente por questões de manejo e água. Sendo em sua maioria resultados de ações antrópicas, ou seja de uma salinização secundária oriunda da ação humana, seja pelo manejo adotado, irrigação, ou fertilizantes químicos utilizados.

Há uma tendência enorme, de que as águas do poço, ou subterrâneas sejam salobras, e conseqüentemente levam esses sais solúveis ao solo durante o processo de irrigação. Porém, a baixa incidência de períodos chuvosos, exige a adoção da irrigação para o alcance do desenvolvimento das plantas, e produtividade economicamente viável. A apresentação dos resultados evidenciam essa afirmativa, bem como delimita o tipo de salinização mais frequente no estado da Bahia e Pernambuco.

Os dados coletados dos estados da Bahia e Pernambuco serão abordados individualmente. A começar pelos resultados do estado de Pernambuco. A tabela 5 apresenta uma estatística descritiva dos dados encontrados sobre a condutividade elétrica (CE) e pH encontrados nos solos estudados, e ainda, máxima e mínima da condutividade elétrica e pH, bem como média, mediana, variância e coeficiente de variação (CV), tendo como referência os artigos utilizados e dispostos na tabela 3.

**Tabela 5** – Estatística descritiva dos dados de Condutividade Elétrica (CE) e pH do estado de Pernambuco

<b>Medida</b>	<b>CE (dS. m<sup>-1</sup>)</b>	<b>pH</b>
Média	8,9	7,9
Erro	2,8	0,5
Mediana	6,5	7,1
Variância	106,0	2,6

Desvio padrão	10,3	1,6
CV	1,2	0,2
Curtose	4,3	-1,3
Mínimo	1,0	6,2
Máximo	37,9	10,3
Contagem	14,0	9,0

**Fonte:** Do Autor (2022)

Apenas nove dos quinze artigos estudados do estado de Pernambuco forneceram dados sobre o pH do solo; e quatorze apresentaram informações sobre a condutividade elétrica (CE) dos solos. As máximas e mínimas, bem como as médias e medianas foram definidas a partir dessas informações. Em se tratando da CE, conforme exposto na tabela 5 teve a sua mínima em 1,0 e a máxima em 37,9 dS.m<sup>-1</sup>, considerando uma margem de erro de 2,8, os dados apresentados nos estudos permitem delimitar uma média de 8,9 para a condutividade elétrica.

A condutividade elétrica pode ser entendida como uma medida indireta da salinidade do meio e se relaciona aos constituintes iônicos totais na solução, ou seja, com a soma dos cátions ou ânions determinados quimicamente e com sólidos dissolvidos. A CE do solo pode ser determinada por meio de um extrato de uma pasta de solo saturado ou em suspensão mais diluída (AMARAL, 2011).

Com relação ao pH do estado de Pernambuco, o índice mínimo é de 6,2 e o máximo 10,03; considerando uma margem de erro de 0,5 o índice médio do pH é de 7,9. O pH pode ser entendido com o índice que caracteriza o grau de acidez ou alcalinidade de uma solução ou dispersão, no que diz respeito ao solo, o pH ideal varia entre 5,0 e 7,0, e pode ser influenciado pela composição e natureza dos cátions trocáveis, composição e concentração dos sais solúveis (LIMA JÚNIOR, SILVA, 2010).

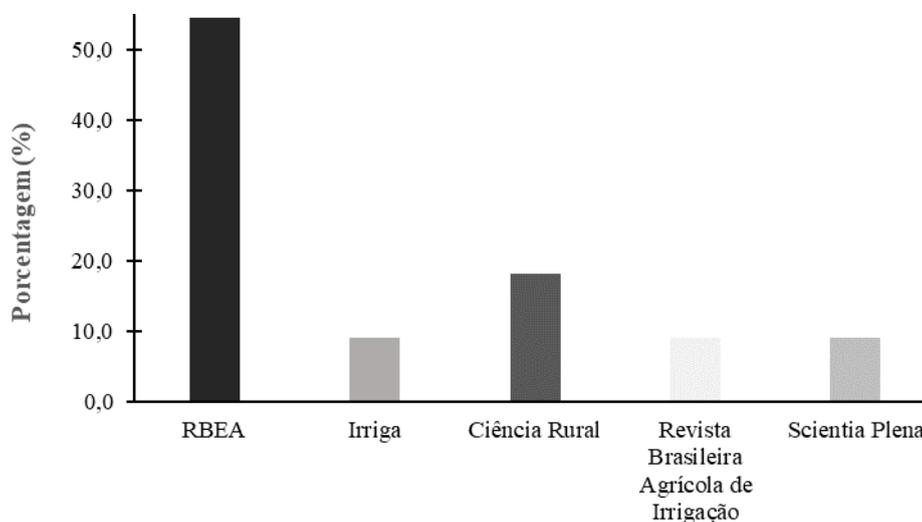
Os dados apresentados nos estudos permitem afirmar que os solos Pernambucanos se enquadram como salinos, haja vista que de acordo com Pereira

(1983) solos salinos são aqueles que possuem Condutividade Elétrica (CE) maior que  $2 \text{ dS m}^{-1}$ , e pH menor que 8,5. Corroborando para essa afirmativa, Silva *et al* (2021) apontam que solos salinos apresentam como características  $\text{CE} > 4 \text{ dS m}^{-1}$   $\text{PST} < 15\%$  e  $7 < \text{pH} < 8,5$ , e afirma que, no período da seca os solos salinos apresentam altos níveis de salinidade com formação de uma crosta esbranquiçada na sua superfície; costumam ser flocculados com permeabilidade igual ou maior que os solos não salinos.

Destaca-se que o elevado índice de CE pode “restringir a absorção de nutrientes, interferir no desenvolvimento das plantas e reduzir os níveis antieconômicos em função da elevação do potencial osmótico” (SCHOSSLER, 2012, p.3).

Tão importante quanto delimitar os dados que possibilitam a caracterização dos solos quanto a salinidade, é saber as fontes das quais esses dados foram extraídos. Dentro dessa vertente, o gráfico 1 relaciona as revistas que trazem essa abordagem e os seus respectivos percentuais.

**Gráfico 1:** Revistas que abordam o tema salinidade no estado do Pernambuco



Revistas que abordaram o tema salinidade do solo

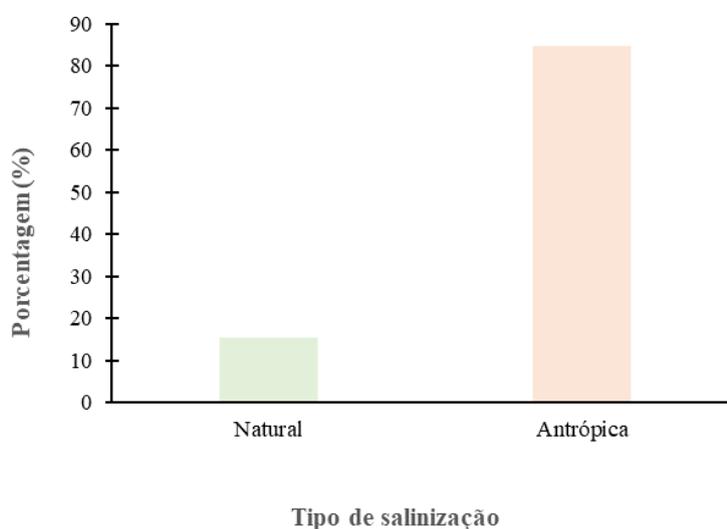
Fonte: Do Autor (2022)

Em observância ao gráfico acima, pode-se afirmar que mais de 50% dos artigos encontrados e utilizados para o desenvolvimento deste trabalho, com abordagem para a salinidade dos solos de Pernambuco, foram publicados pela RBEA - Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental; a segunda revista que mais pontua

sobre o assunto é a Ciência Rural, com uma representatividade de aproximadamente 20%. Variando até a taxa de 10% seguem a Irriga, Scientia Plena e a Revista Brasileira Agrícola de Irrigação.

Entendidos os fatores que caracterizam os solos como salinos ou não, e conhecendo as fontes das quais os dados foram extraídos, é indispensável classificar os tipos de salinização do solo presentes no estado de Pernambuco. Sabendo que a salinização pode ocorrer de forma natural ou por ações antrópicas, ou seja, decorrentes da ação humana, o gráfico dois, apresenta o percentual dos tipos de salinização do estado de Pernambuco.

**Gráfico 2:** Tipos de Salinização do Estado do Pernambuco



**Fonte:** Do Autor (2022)

Considerando o gráfico acima, pode-se afirmar que 90% das áreas estudadas no estado de Pernambuco são salinizadas por ações antrópicas, ou seja, derivadas da ação humana. A salinização pode ocorrer pelo processo natural, quando as condições do ecossistema são propícias, podendo ocorrer pela natureza do material de origem (rochas ricas em sais), pelas elevadas taxas de evapotranspiração potencial e pelo déficit hídrico, pela drenagem deficiente, pelas águas subterrâneas ricas em sais solúveis, sendo essas ações também denominadas de salinização primária (CERQUEIRA, et al, 2021).

A salinização pode ocorrer também de forma secundária, sendo induzida pela ação humana (ações antrópicas), podendo surgir em decorrência do manejo inadequado do solo e da água pelos agricultores, uso de solos já salinizados e/ou

rasos, uso incorreto da água de irrigação ou com alto teor de sais solúveis, elevação do nível da água subterrânea e/ou lençol freático, adição de sais ao solo em quantidades elevadas em virtude do uso em excesso de fertilizantes químicos, ausência ou deficiência de sistema de drenagem e acúmulo de água de irrigação nas partes baixas do terreno (CERQUEIRA, *et al*, 2021).

E a maior parte da salinização secundária ou antrópica ocorre em virtude da irrigação, o estado de Pernambuco observa-se que a um alto índice de áreas irrigadas, o que justifica o elevado número de salinização secundária, uma vez que a irrigação feita com uma água salobra ou de má qualidade, influencia diretamente no processo de salinização. Dentro dessa vertente, pontua-se que 20% da área total dos perímetros irrigados no estado de Pernambuco sofrem com problemas de salinidade (BARROS, FONTES, ALVAREZ, RUIZ, 2004).

É fato que a irrigação age alterando os atributos físicos e químicos do solo, haja vista que, as águas utilizadas na irrigação apresentam um alto teor de sais solúveis. A elevação desses sais influencia na produtividade e desenvolvimento das plantas e altera a estrutura dos solos (LIMA JÚNIOR, DA SILVA, 2010).

De maneira complementar, pesquisas desenvolvidas por Smedema & Shiati (2002) apontam que cerca de três a cinco toneladas de sais por hectare são adicionadas ao solo por meio do processo de irrigação durante um ano (LIMA JÚNIOR, DA SILVA, 2010).

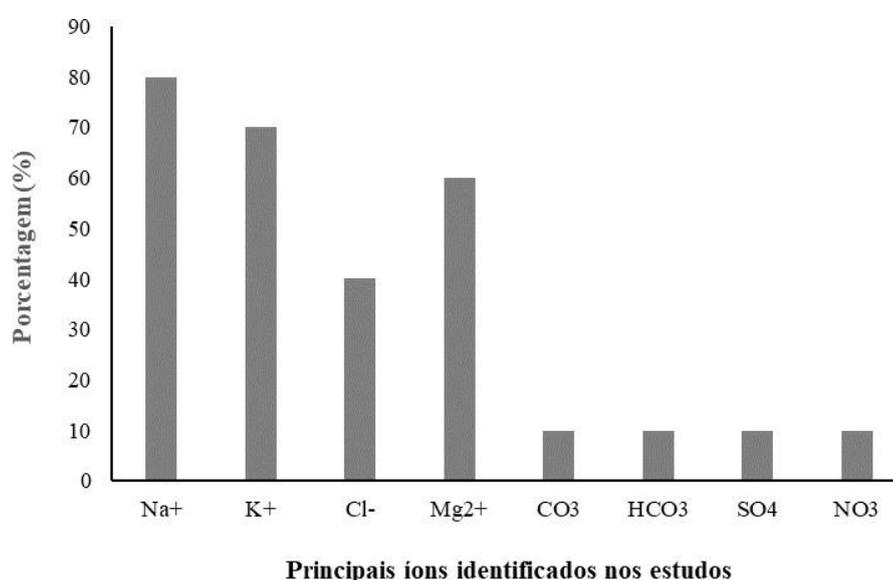
Defende-se que, o uso de água contendo valores elevados de sais; a utilização de águas com elevado teor de sais na prática da irrigação, pode acarretar a longo prazo, o acúmulo de sais no solo. A prática da agricultura irrigada tem adicionado ao solo uma quantidade de água maior que o necessário (CASTRO, DOS SANTOS, ARAÚJO; 2015).

Dias e Blanco (2010) destacam que, a utilização de água de baixa qualidade no processo de irrigação é um dos fatores que mais se destacam no processo de salinização dos solos. Não obstante afirma-se que os problemas de salinização são resultado de solos anteriormente produtivos que se tornaram salinos por consequência da irrigação mal-planejada (BARROS, *et al*, 2005). E ainda, que, por falta de um manejo adequado de água-solo-salinidade, a irrigação tem provocado a salinização de extensas áreas da região semiárida do Nordeste (BARROS, DOS SANTOS, DA SILVA, 2005).

Acrescenta-se ainda que há um avanço da irrigação em regiões de clima semiárido onde está é indispensável para uma agricultura bem sucedida; e este avanço da irrigação com o uso de água de baixa qualidade tem incrementado o acúmulo de sais no solo; isso ocorre em virtude do manejo inadequado (FREIRE, *et al*, 2014).

Definido os tipos de salinização presentes nos solos Pernambucanos, o gráfico 3 aponta os principais sais encontrados nos solos e os seus respectivos percentuais.

**Gráfico 3:** Principais Sais identificados nos estudos do estado de Pernambuco



Fonte: Do Autor (2022)

Em observância ao gráfico apresentado, o íon de maior influência à salinidade dos solos do estado de Pernambuco, é o Na<sup>+</sup> que alcança um índice de 80%; seguido do íon K<sup>+</sup> que tem uma representatividade de 70% e Mg<sup>2+</sup> com um alcance de 60%. o Cl<sup>-</sup> representa um percentual de 40% e os íons CO<sub>3</sub>, HCO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub> e NO<sub>3</sub> variam entre percentuais de 10% a 15%.

Reforçando a caracterização de solo salino para o estado de Pernambuco, afirma-se que solos salinos se caracterizam por apresentarem elevados índices de sais solúveis, os quais se constituem principalmente de sulfatos e bicarbonatos de Na<sup>+</sup> Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>+</sup> (HOLANDA, *et al*, 2011) Da mesma forma Ribeiro *et al* (2009) pontuam que nas regiões semiáridas a uma tendência à concentração de sais, predominantemente os cátions Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, e os ânions Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, e CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>.

A esse respeito, Gonçalves *et al* (2011) argumenta que o excesso de sais solúveis prejudica o comportamento das plantas pela ação direta sobre o potencial osmótico e íons potencialmente tóxicos. Dos Santos *et al* (2013) acrescenta ainda que a alta concentração de sais no solo, prejudica o potencial produtivo dos solos.

De forma complementar informações dispostas pelo Laborsolo (2016) aponta que a presença de sódio ( $\text{Na}^+$ ) pode reduzir a disponibilidade de nutrientes e o potencial de água no solo; gerar encrostamento e compactação do solo; aumentar a resistência da penetração das raízes e gerar toxicidade de íons específicos (inibição competitiva); e sobre as plantas gera estresse hídrico, alteração do metabolismo, redução do crescimento e produtividade.

Não obstante, pontua-se que o excesso de sais de sódio, além de oferecer prejuízos às propriedades físicas e químicas do solo, geram a redução do crescimento das plantas, gerando prejuízos consideráveis à atividade agrícola (CAVALCANTE, *et al*, 2010). Considerando as propriedades químicas afetadas há o aumento da concentração de sais e sódio trocável, gerando uma redução da sua fertilidade e a longo prazo a desertificação. Nas propriedades físicas, o solo sofre uma desestruturação, um aumento da densidade e redução das taxas de infiltração da água no solo por conta da presença de íons sódicos (SCHOSSLER, 2012).

Apresentados os resultados e discussões do estado de Pernambuco, vamos discutir os dados do estado da Bahia. A tabela 6 faz uma apresentação descritiva da Condutividade Elétrica (CE) e pH do estado da Bahia, assim como, a máxima e mínima desses dados e a mediana.

**Tabela 6** – Estatística descritiva dos dados de Condutividade Elétrica (CE) e pH do estado da Bahia

<b>Medida</b>	<b>CE (DS. m-1)</b>	<b>pH</b>
Média	4,1	6,4
Erro	1,7	0,4
Mediana	3,5	6,4
Variância	22,7	1,4

Desvio padrão	4,8	1,2
CV	1,2	0,2
Curtose	4,7	-1,2
Mínimo	0,1	5,0
Máximo	15,0	8,2
Contagem	8,0	9,0

**Fonte:** Do Autor (2022)

Tomando como referência os artigos utilizados para o desenvolvimento dos resultados e discussão, dos quinze trabalhos desenvolvidos, apenas nove fornecem informações sobre a CE e treze artigos informam o pH dos solos. Sabendo que a Condutividade Elétrica é a capacidade de conduzir corrente elétrica, a análise da tabela permite afirmar que o índice médio de CE dos solos baianos estudado é de 4,1 dS m<sup>-1</sup>, considerando uma margem de erro de 1,7 a sua mínima é 0,1 dS m<sup>-1</sup> e a máxima 15,0 dS m<sup>-1</sup>.

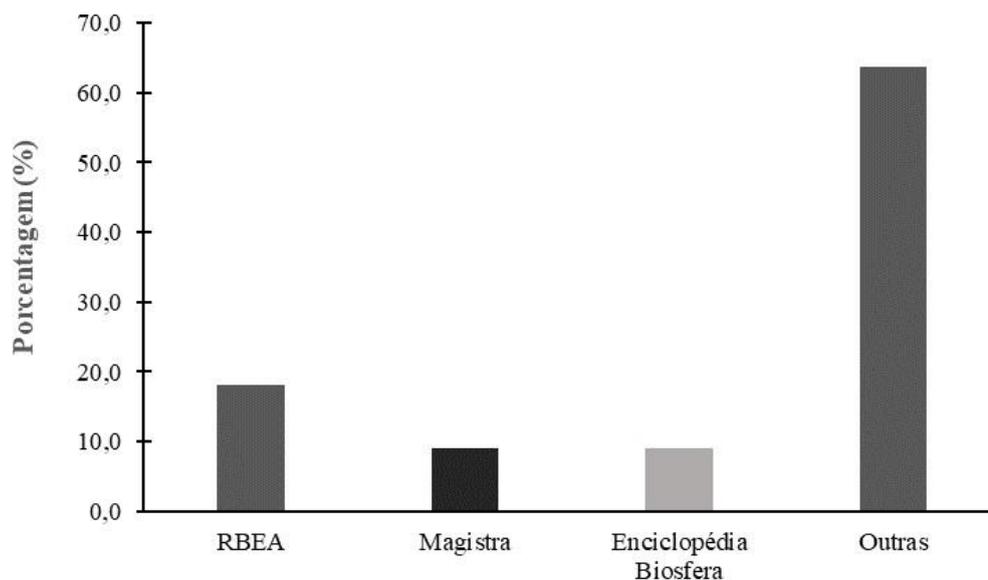
Já o pH diz respeito a escala de medição de acidez e alcalinidade do solo, considerando um pH salino quando tem valor igual ou inferior a 8,5. Os estudos apresentados apontam que a média do pH dos solos baianos é de 6,4 considerando uma margem de erro de 0,4 a sua mínima é de 5,0 e a máxima de 8,2. Sendo assim considerado solos salinos, uma vez que os níveis de pH e CE são característicos de solos salinos.

Contribuindo para essa afirmação Leal *et al* (2022) aponta que os solos salinos são aqueles que apresentam condutividade elétrica (CE) igual ou maior que 4 dS m<sup>-1</sup>, e acrescenta que esse nível de CE pode reduzir a produção agrícola, além de afetar a interação dos microorganismos benéficos com a planta.

A salinidade do solo pode afetar a germinação e a estrutura das plantas em virtude da redução do potencial osmótico, o que diminui a disponibilidade de água e acentua a toxicidade de certos íons nas plantas, reduzindo o desenvolvimento vegetativo e a produtividade e, nos casos mais elevados, levando à morte absoluta das plantas (KLAFKER, 2008)

Pontuado os principais dados que permitem identificar a salinidade dos solos, é importante citar as revistas das quais os estudos que serviram de base foram extraídos, ou seja, as revistas que apresentam uma discussão sobre a salinidade do solo no estado da Bahia; essa informação é apresentada no gráfico 4.

**Gráfico 4:** Revistas que abordam o tema salinidade no estado da Bahia

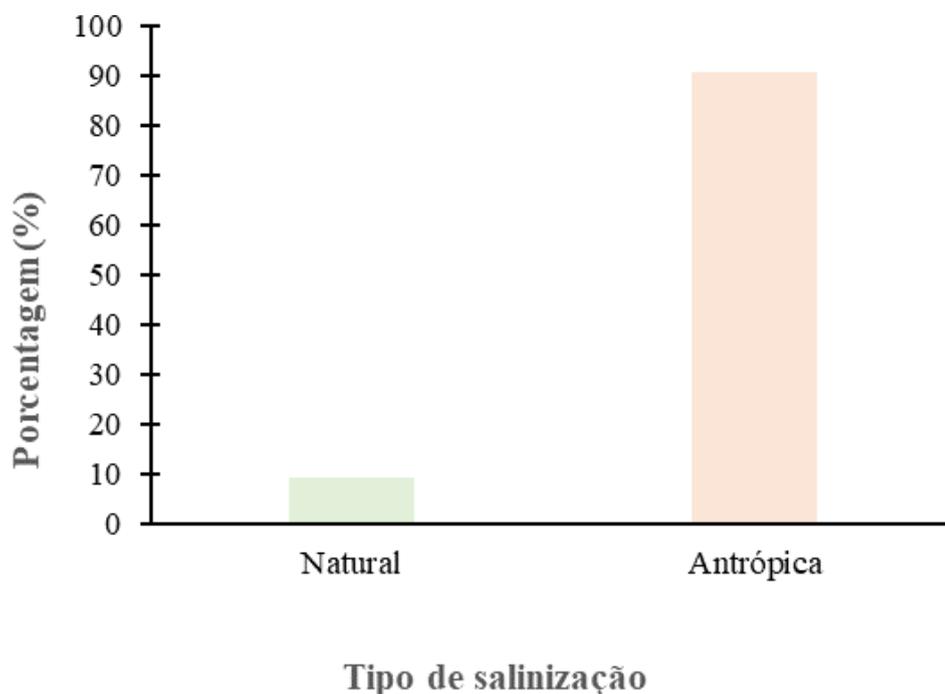


Revistas que abordaram o tema salinidade do solo

Fonte: Do Autor (2022)

A análise do gráfico permite afirmar que aproximadamente vinte por cento dos artigos utilizados foram publicados pela Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 10% da Magistra, 10% da Enciclopédia Biosfera e 60% de outras fontes encontradas no Google Acadêmico.

Agora que já foi apresentado as características de pH e Condutividade Elétrica dos solos baianos e as fontes utilizadas para essa caracterização, faz-se necessário determinar o tipo de salinização mais frequente no estado da Bahia, informação essa apresentada no gráfico 5.

**Gráfico 5:** Tipos de Salinização do Estado da Bahia

Fonte: Do Autor (2022)

Indiscutivelmente a maior parte da salinização dos solos baianos ocorre por ações antrópicas, ou seja, com influência das ações humanas, o gráfico aponta que, apenas 10% dos solos estudados no estado da Bahia são salinizadas de maneira natural; a maioria esmagadora (90%) é secundária.

Um dos vilões desse índice é justamente a irrigação, que quando feita de maneira incorreta ou quando se faz uso de um manejo inadequado, oferece prejuízos ao solo em médio e longo prazo. O aumento das áreas irrigadas na Bahia se deve principalmente à inconstância de períodos chuvosos. Afirmativa reforçada por Dos Santos *et al* (2013), ao expor que, nas regiões semiáridas, as condições climáticas contribuem para a deficiência hídrica, o que produz um impacto negativo na produção agrícola. E acrescenta, dessa forma, que a criação de perímetros irrigados é uma alternativa para essas regiões, uma vez que proporciona o aumento da produtividade das terras; no entanto a maior parte dos perímetros irrigados sofre com problemas de salinidade.

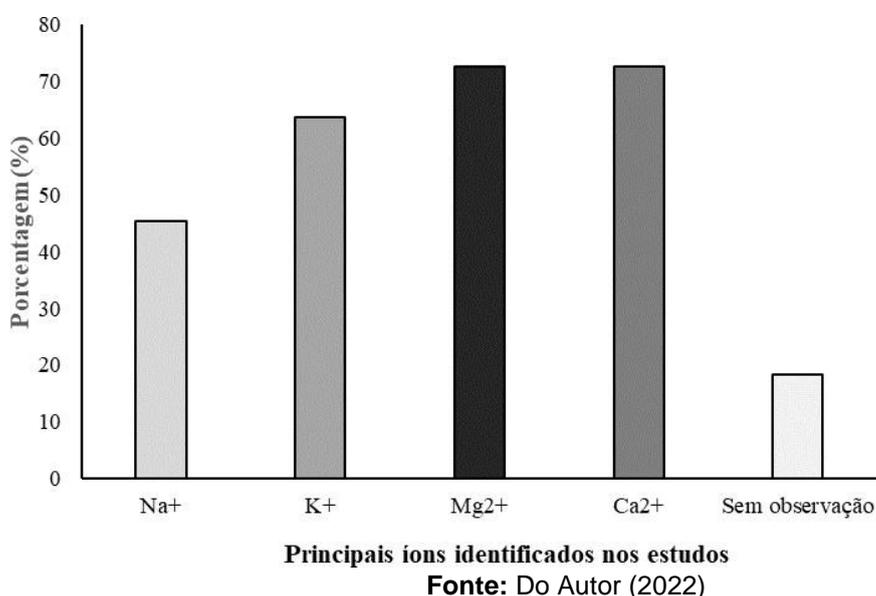
Dentro dessa perspectiva, uma análise dos impactos da agricultura irrigada nas propriedades físicas e químicas do solo, desenvolvidas no estado da Bahia, indicam que as propriedades físicas mais afetadas são porosidade, densidade do solo, condutividade hidráulica, taxa de infiltração e capacidade de retenção de água; nas

propriedades químicas se destacam alteração na matéria orgânica, magnésio, sódio, fósforo, condutividade elétrica e percentual de sódio trocável (PAIVA; 2010).

De maneira complementar Almeida *et al* (2006) pontuam que o processo de irrigação interferem diretamente no solo, por consequência do uso indiscriminado de máquinas e insumos agrícolas, sendo os principais prejuízos, o aumento da densidade do solo e a redução da porosidade e da agregação deste, além da diminuição do pH, do teor de potássio, da CTC e da matéria orgânica.

Fato é, que os prejuízos não estão restritos apenas ao solo, envolvem também o crescimento radicular da planta, comprometendo o seu desenvolvimento e produtividade, conforme já fora citado anteriormente. Além de delimitar a maneira pela qual a salinização ocorre, é importante identificar quais são presentes nos solos, nesse sentido o gráfico seis apresenta essa informação indicando os percentuais de cada um dos sais encontrados nos solos do estado da Bahia onde os estudos foram desenvolvidos.

**Gráfico 6:** Principais Sais identificados nos estudos do estado da Bahia



Considerando a análise dos dados apresentados no gráfico os sais solúveis que mais se destacam nos solos baianos são o Mg<sup>2+</sup> e o Ca<sup>2+</sup> com uma representatividade de 70%; seguidos do K<sup>+</sup> com aproximadamente 60% e o Na<sup>+</sup> com aproximadamente 45%.

Traçando um comparativo dos dados apresentados do estado da Bahia e Pernambuco, percebe-se que os solos baianos apresentam pH mais alcalino.

Enquanto a média do pH do estado de Pernambuco atinge 7,9, no estado da Bahia a média do índice de pH é de 6,4. Com relação à condutividade elétrica, os solos pernambucanos apresentam taxas mais elevadas, a média da CE no estado de Pernambuco é de 8,9 dS m<sup>-1</sup>, enquanto na Bahia a média da CE do solo é de 4,1 dS m<sup>-1</sup>.

No que diz respeito a maneira pela qual ocorreu a salinização do solo, não há muita distinção entre os estados, ambos os solos foram salinizados por vias secundárias (ações antrópicas), considerando os estudos desenvolvidos nos artigos utilizados, o estado da Bahia têm 90% da área salinizada por ações antrópicas, e o Pernambuco aproximadamente 85%.

Acredita-se que conforme citado, a maior vilã da salinização dos solos nessas regiões, é a irrigação. A busca por garantir a produção e a rentabilidade das agriculturas, partindo das irregularidades pluviométricas de ambos os estados faz com que as áreas agricultáveis por irrigação ganhem expansão. Prova disso é que na Bahia, por exemplo, de acordo com o IBGE o território destinado à agricultura cresceu em 18 anos o equivalente a 87,4%, alcançando uma área de 31.490 km<sup>2</sup> (G1, 2021). Em Pernambuco a área agricultável alcançou em 2020 um total de 796 mil hectares, maior expansão territorial alcançada nos últimos três anos (PORTAL FOLHA DE PERNAMBUCO, 2021).

## CONCLUSÃO

Diante das informações expostas, pode-se afirmar que o crescimento da área agricultável no Brasil, e principalmente na região Nordeste, onde predomina o clima semiárido, desencadeou um aumento da área salinizada. A salinização pode ocorrer por vias naturais, considerada salinização primária, ou por ações antrópicas, oriundas do agir humano, classificadas como secundárias.

Na região Nordeste, o processo de salinização ocorre em sua maioria por consequência das ações humanas, onde a devastação da vegetação natural, o processo de irrigação, o manejo adotado, e o uso de adubos, fertilizantes químicos e defensivos agrícolas com alta concentração de sais solúveis ganham destaque para esse feito.

O crescimento das áreas agricultáveis para suprir a demanda alimentícia do país, nas regiões de clima semiárido como é o caso da região Nordeste, com destaque para os estados da Bahia e Pernambuco, em razão da inconsistência pluviométrica, ou seja, por períodos chuvosos, observa-se uma potencialização da salinização em virtude do processo de irrigação. Embora a agricultura esteja em expansão, é preciso cautela, pois a salinização compromete o solo de maneira devastadora, o que reflete na planta, diminuindo o seu desenvolvimento e produtividade.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A.J.G.; MIZUKI, T.; PAIVA, A.Q. SOUZA, L.S. *Impactos da irrigação intensiva nas propriedades de um solo na região de Irecê, Bahia*. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 16., Aracaju, 2006. Resumos expandidos. Aracaju: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. 1 CD-ROM.
- AMARAL, F. C. S. do. (ed.). *Sistema brasileiro de classificação de terras para irrigação: enfoque na região semiárida*; Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos: Codevasf, 2011.
- ANDRADE, T. S.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; MONTENEGRO, A. A. A.; RODRIGUES, D. F. B. *Variabilidade espaço-temporal da condutividade elétrica da água subterrânea na região semiárida de Pernambuco*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. v. 16, n. 5, Campina Grande, PB, 2012.
- ARAGÃO, C. A.; SANTOS, J. S.; QUEIROZ, S. O. P.; FRANÇA, B. *Avaliação de Cultivares de Melão sob Condições de Estresse Salino*. Revista Caatinga. v. 22, Mossoró, 2009. disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/2371/237117600027.pdf>. Acesso em: 14 de maio de 2022.
- ARCOVERDE, S. N. S.; SALVIANO, A. M.; OLSZEWSKI, N.; DE MELO, S. B.; CUNHA, T. J. F.; GIONGO, V. PEREIRA, J. DE S. *Qualidade Física de solos em uso Agrícola na Região Semiárida do Estado da Bahia*. Revista Brasileira de Ciência do Solo. 2015. disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/G8zfjS68cDbYKmTKH7DrPHf/?lang=pt>. Acesso em: 14 de maio de 2022.
- BARROS, M. DE F. C.; DOS SANTOS, P. M.; DA SILVA, A. J. *Recuperação de solos afetados por sais usando água de qualidade inferior*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. v. 9, Campina Grande, PB, 2005.
- BARROS, M. DE F. C.; FONTES, M. P. F.; ALVAREZ, V. H. A. V.; RUIZ, H. A. *Recuperação de solos afetados por sais pela aplicação de gesso de jazida e calcário no nordeste do Brasil*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental; v. 8; n. 1; Campina Grande; PB; 2004.
- BARROS, M. de F. C.; FONTES, M. P. F.; ALVAREZ, V. H.; RUIZ, H. A. *Aplicação de gesso e calcário na recuperação de solos salino-sódicos do Estado de Pernambuco*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.9, p.320-326, 2005.
- CASTRO, F. C.; DOS SANTOS, A. M.; ARAÚJO, J. F. *Salinização dos solos e práticas agrícolas na comunidade quilombola de Cupira em Santa Maria da Boa Vista, Pernambuco – Nordeste do Brasil*. Revista do departamento de geografia. v. 41, 2021.

CASTRO, F. C.; DOS SANTOS, A. M. *Salinidade do solo e risco de desertificação na região semiárida*. Scielo. 2020. disponível em: <https://www.scielo.br/j/mercator/a/rpNjRffgtMLP3LYtLn7kNbh/?lang=p>. Acesso em: 05 de maio de 2022.

CASTRO, F. C.; DOS SANTOS, A. M. *Salinidade do solo e risco de desertificação na região semiárida*. MERCATOR. v.19, Fortaleza. 2020.

CASTRO, F. C.; DOS SANTOS, A. M. *Susceptibilidade ambiental a salinização das terras em municípios da microrregião de Petrolina – Pernambuco – Brasil*. Revista Caminhos da Geografia. v.16, n.56, Uberlândia. 2015.

CAVALCANTE, L. F. et al. *Fontes e níveis da salinidade da água na formação de mudas de mamoeiro cv. Sunrise solo*. Semina: Ciências Agrárias, v.31, p.1281-1290, 2010.

CAVALCANTI, N. DE S.; ROLIM, M. M. SANTOS JÚNIOR J. A.; BARROS, M. DE F. C.; PEDROSA, E. M. R. *Resíduo de gesso na recuperação de solo salino-sódico proveniente de perímetro irrigado do semiárido brasileiro*. Irriga. v.23, n.3, Botucatu, SP, 2018.

CERQUEIRA, P. R. S.; SALVIANO, A. M.; TAURA, T. A.; OLSZEWSKI, N.; GIONGO, V.; DA CUNHA, T. J. F.; FERNANDEZ, E.; *Estratégias metodológicas para o monitoramento e espacialização da salinidade e da sodicidade dos solos em projetos de irrigação; capítulo 1; In: Agricultura Irrigada em Ambientes Salinos*. CODEVASF. 2021. disponível em: <https://www.codevasf.gov.br/aceso-a-informacao/institucional/biblioteca-geral-rocha/publicacoes/outras-publicacoes/agricultura-irrigada-em-ambientes-salinos.pdf>; Acesso em 29 de maio de 2022.

COELHO, J. B. M.; BARROS, M. DE F. C.; NETO, E. B.; DE SOUZA, E. R. *Ponto de Murcha permanente fisiológico e potencial osmótico de feijão caupi cultivado em solos salinizados*. Revista Brasileira de engenharia Agrícola e Ambiental. v.18, n.7, Campina Grande, PB, 2014.

COELHO, J. B. M.; BARROS, M. DE F.; NETO, E. B.; CORREA, M. M. *Comportamento hídrico e crescimento do feijão vigna cultivado em solos salinizados*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. v.17. n. 4. Campina Grande. 2013.

CORDEIRO, G. G.; MANSEFÚ, A. R. *Degradação de terras por salinidade no Nordeste do Brasil e medição instrumental da salinidade*. Embrapa, Petrolina- PE, 2001. disponível em: <file:///C:/Users/Liliane/Downloads/SDC175.pdf>. Acesso em: 05 de maio de 2022.

CRUZ, V. A. G. *Metodologia da Pesquisa Científica*. Pearson Prentice Hall. São Paulo, 2010.

DA SILVA, A. L.; DO NASCIMENTO, M. N.; TANAN, T. T.; DE OLIVEIRA, U. C.; LIMA, J. DO C. *Efeito da Salinidade da água de irrigação na produção de alface*

*crespa*. Enciclopédia Biosfera. Centro Científico Conhecer. v. 14, n.26, Goiânia, 2017.

DE LIMA JÚNIOR, J. A.; DA SILVA, A. L. P. *Estudo do Processo de Salinização para indicar medidas de prevenção de solos salinos*. Centro Científico Conhecer, 2010, disponível em:

<https://www.conhecer.org.br/enciclop/2010c/estudo%20do%20processo.pdf>. Acesso em: 15 de maio de 2022.

DE MATOS, V. C.; SILVA, A. S.; RIOS, M. L. *Caracterização Química do solo de barragens subterrâneas nos Municípios de Mirangaba e Senhor do Bonfim Ba*. Revista Macambira, v. 6, n. 1, 2022.

DE OLIVEIRA, A. B.; GOMES FILHO, E.; ENÉAS FILHO, J. *O problema da salinidade na agricultura e as adaptações das plantas ao estresse salino*.

Enciclopédia Biosfera: Centro Científico Conhecer, V.6, n. 11, Goiânia, 2010.

Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2010c/O%20problema.pdf>. Acesso em: 30 de maio de 2022.

DE OLIVEIRA, L. B.; RIBEIRO, M. R.; FERREIRA, M, DA G. DE V.; DE LIMA, J. F. W. F.; MARQUES, F. A. *Inferências Pedológicas aplicadas ao perímetro irrigado de Custódia, PE*. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 37, n.10, Brasília, 2002.

DE SOUZA, E. R.; MONTENEGRO, A. A. DE A.; MONTENEGRO, S.S. M. G. L.; DOS SANTOS, T. E. M.; ANDRADE, T. DA S.; PEDROSA, E. R. *Variabilidade espacial das frações granulométricas e da salinidade em um Neossolo Flúvico do semi-árido*. Ciências Rurais, v. 38, n.2, Santa Maria, 2008.

DIAS N.S.; BLANCO F.F. *Efeitos dos sais no solo das plantas*. Fortaleza: INCTSal. 2010. Manejo da Salinidade na Agricultura: Estudos Básicos e Aplicados, p.129-142.

DIAS, N. DA S.; MEDEIROS, I. J. N.; DE SANTOS, M. M.; DOS COSTA, E. M. DA S. *Fontes e processos de salinização nos solos*. CONIMAS: I Congresso Internacional de Meio Ambiente e Sociedade, 2019. Disponível em:

[https://editorarealize.com.br/editora/anais/conimas-e-conidis/2019/TRABALHO\\_EV133\\_MD4\\_SA38\\_ID1643\\_05102019231709.pdf](https://editorarealize.com.br/editora/anais/conimas-e-conidis/2019/TRABALHO_EV133_MD4_SA38_ID1643_05102019231709.pdf). Acesso em: 12 de maio de 2022.

DOS ANJOS, D. N.; MENDES, H. T. A.; DE VASCONCELOS, R. C.; CANGUSSU, A. C. PIRES, E. S. *A avaliação do feijoeiro comum em função dos bioestimulantes, NPK e micronutrientes em Vitória da Conquista – BA*. Revista Agrarian, 2016.

DOS SANTOS, D. B.; COELHO, E. F.; SIMÕES, W. L.; SANTOS JÚNIOR, J. A.; FILHO, M. A. C.; BATISTA, R. O. *Influência do balanço de sais sobre o crescimento inicial e aspectos fisiológicos de mamoeiro*. Magistra, V. 27, Cruz das Almas, 2015.

DOS SANTOS, D. B.; VOLTOLINI, T. V.; SANTOS, R. M.; AZEVEDO, D. O.; OLIVEIRA, R. G.; CHAGAS, E. C. DE O.; DOS SANTOS, F. M.; NOGUEIRA, D. M. *Características produtivas e qualitativas do estilizantes campo grande submetido ao estresse salino*. Global Science and Technology, v. 7, nº 2, Rio Verde, 2014.

DOS SANTOS, J. B.; DOS SANTOS, D. B.; DE AZEVEDO, C. A. V.; REBEQUI, A. M.; CAVALCANTE, L. F.; CAVALCANTE, I. H. L. *Comportamento morfofisiológico da mamoneira BRS energia submetida à irrigação com água salina*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 17, n. 2, 2013.

DOS SANTOS, J. L. D.; DOS SANTOS, L. G.; DE SOUZA, V. N.; BAHIA, B. L.; RODRIGUES, T. F. *Caracterização física e química de um planossolo localizado no semiárido baiano*. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer, v. 9, n. 16, Goiânia, 2013.

DOS SANTOS, M. A.; FREIRE, M. B. G. DOS S.; DE ALMEIDA, B. G.; LINS, C. M.T.; DA SILVA, E. M. *Dinâmica de íons em solo salino-sódico sob fitorremediação com Atriplex nummularia e aplicação de gesso*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 17, nº 4, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/c36TngDLtbJB6vSRHzpHFgC/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 20 de maio de 2022.

DUARTE, J. M. L.; LIMA, A. D.; NASCIMENTO, R. S.; VIANA, T. V. A.; SARAIVA, K. R.; AZEVEDO, B. M. *Eficiência do uso da água na produção de óleo do girassol (Helianthus annuus L.), sob suspensão hídrica*. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, v. 6, n. 3, p. 166-175, 2012. doi: 10.7127/RBAI.V6N300081.

FERNANDES, J. G.; FREIRE, M. B. G. DOS S.; GALVINCIO, J. D.; DOS SANTOS, P. R. CUNHA; J. C. *Características físicas e químicas dos solos do perímetro irrigado Cachoeira II em função do tempo*. Pesquisa Agropecuária Pernambucana, V. 19, n. 1, Recife - Pe, 2014.

FERREIRA, P. A.; DE MOURA, R. F.; DOS SANTOS, D. B.; FONTES, P. C. R.; DE MELO, R. F. *Efeitos da lixiviação e salinidade da água sobre um solo salinizado cultivado com beterraba*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 10, n. 3, Campina Grande, PB, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/4fm3yNQpG6z7D9MmKk5B8Hf/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 14 de maio de 2022.

FILHO, E. L. DA S.; CAETANO, T. O.; FERREIRA, T. S. G.; CIRILO, J. A.; VASCONCELOS, R. S.; DE ALBUQUERQUE, T. B. V. *Avaliação do Potencial de Aproveitamento de Aluviões para a Construção de Barragens Subterrâneas no Semiárido Pernambucano*. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 13, n.05, 2020.

FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G.; BALIEIRO, F. DE C.; DE MOURA, T. P. A.; DE MENEZES, A. R.; SANTANA, C. I. *Características de atributos de Latossolos sob diferentes usos na região Oeste da Bahia*. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 51, Brasília, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/pXZCxTcZ6YT86qZvL7Hcsmy/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 14 de maio de 2022;

FONTES, A. S.; MEDEIROS, Y. D. P.; DE OLIVEIRA, J. I. R.; ZUCCHU, M DO R.; CIDREIRA, M. A. DOS S.; DE ALMEIDA, R. B. *Análise espaço-temporal da evolução da salinidade na bacia experimental e representativa da UFBA no período de junho*

de 2006 a abril de 2007. XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2007. disponível em: [https://files.abrhidro.org.br/Eventos/Trabalhos/151/cd8cf0393b09d3;a5187de87d66af2d69\\_82820abc64ca6e3e5b489a7fcf1a7c45.pdf](https://files.abrhidro.org.br/Eventos/Trabalhos/151/cd8cf0393b09d3;a5187de87d66af2d69_82820abc64ca6e3e5b489a7fcf1a7c45.pdf). Acesso em: 12 de maio de 2022;

FREIRE, M. B. G. S.; MIRANDA, M. F. A.; OLIVEIRA, E. E. M.; DA SILVA, L. E.; PESSOA; L. G. M.; DE ALMEIDA, B. G. *Agrupamento de solos quanto à salinidade no Perímetro irrigado de Custódia em função do tempo*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 18, Campina Grande, PB, 2014.

G1; *Bahia tem maior crescimento absoluto da área agrícola no Nordeste e fica em 6º no país entre 2000 e 2018*. 2021. Disponível em: <https://g1.globo.com/ba/bahia/noticia/2021/03/17/ba-tem-maior-crescimento-absoluto-da-area-agricola-no-nordeste-e-fica-em-6no-pais-entre-2000-e-2018.ghtml>. Acesso em: 30 de maio de 2022;

GONÇALVES, I. V. C.; FREIRE, M. B. G. dos S.; SANTOS, M. A. dos; SOUZA, E. R. de; FREIRE, F. J. *Alterações químicas de um Neossolo Flúvico irrigado com águas salinas*. Revista Ciência Agrônômica, v.42, p.589-596, 2011.

GHEYI, H. R.; QUEIROZ, J. E.; MEDEIROS, J. F. *Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada*. Campina Grande, UFPB/SBEA, 1977.

KLAFKER, A. V. *Desempenho de sementes nuas e revestidas de azevém anual (Lolium multiflorum Lam.) em condições de estresse salino*. 2008. 191 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

LABORSOLO; *Solo Compacto e baixa produtividade? Verifique a presença de sódio (Na) no Solo!*, 2016. Disponível em: <https://laborsolo.com.br/analise-quimica-de-solo/solo-compactado-e-baixa-produtividade-verifique-a-presenca-de-sodio-na-no-solo#:~:text=Efeitos%20sobre%20o%20solo%3A&text=Diminui%20o%20potencial%20da%20gua, resist%20a%20penetra%20de%20ra%20zes>. Acesso em: 29 de maio de 2022.

LEAL, V. DE C.; CARVALHO, M.; OLIVEIRA, N. F.; FERNANDES JÚNIOR, P. I.; RAMOS, R. A.; BRÍGIDO C.; SOUZA, I. J. DA S.; MARTINS, L. M. V. *A influência da salinidade na simbiose de microorganismos benéficos: o caso do feijão caupi*; dói, 2022.

LEITE, J. V. Q.; FERNANDES, P. D.; DE OLIVEIRA, W. J.; DE SOUZA, E. R.; DOS SANTOS, D. P.; DOS SANTOS, C. S. *Efeito do estresse salino e da composição iônica da água de irrigação sobre variáveis morfofisiológicas do feijão caupi*. Revista brasileira de Agricultura irrigada, v.11, nº 6, Fortaleza, CE, 2017.

LEITE, R. DA S.; DA FRANÇA, V. C.; ABREU, P. A. DA S.; DOS SANTOS, R. L. *Efeito da salinidade sobre o crescimento de Brachiaria decumbens no semiárido baiano*. Revista de investigation multidisciplinar, 2019.

LIMA JÚNIOR, J.; SILVA, A.L. *Estudos do processo para indicar medidas de prevenção de solos salinos*. Enciclopédia Biosfera, Goiânia, v. 6, n. 11, 2010.

MANZATTO, C. V.; FREITAS JÚNIOR, E. DE; PERES, J. R. R. *Uso agrícola dos solos brasileiros*. Embrapa, Rio de Janeiro, RJ, 2002. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/146673/1/Cap9-Tatiana.pdf>. Acesso em: 07 de maio de 2022;

MARTINS, J. C.; GONÇALVES, M. DA C.; RAMOS, T. B. *A salinidade dos solos: extensão, prevenção e recuperação*. Dossier Técnico. Vida Rural, 2017. Disponível em: <https://www.vidarural.pt/wp-content/uploads/sites/5/2017/07/aqui..pdf>. Acesso em: 15 de maio de 2022.

MATOS, C.; ALMEIDA, K. ALVES, R.; CARVALHO, F.; SOUSA, M. *Influência da aplicação de gesso em Argissolo Salino no desenvolvimento do jatobá*. Acta Iguazú, v. 3, n. 4, Cascavel, 2014.

NETO, J. R. DE A.; GOMES, F. E. F.; PALÁCIO, H. A. DE Q.; SILVA, E. B. DA; BRASIL, P. P. *Similaridade dos solos quanto a salinidade no Vale Perenizado do Rio Trussu, Ceará*. Irriga. Botucatu, SP, 2016. Disponível em: <file:///C:/Users/Liliane/Downloads/2090-Texto%20do%20artigo-9651-1-10-20170316.pdf>. Acesso em: 07 de maio de 2022.

OLIVEIRA, L. B. *Análise Mecânica em solos da zona Semi-árida do Nordeste, Solos: Normais, Calcários, Calcários com sais solúveis e salinos*. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 1966.

PAIVA, A. DE Q. *Solos carbonáticos-fosfáticos do platô de Irecê, BA: Gênese, mineralogia e geoquímica*. Viçosa, Minas Gerais, 2010.

PEDROTTI, A.; CHAGAS, R. M.; RAMOS, V. C.; PRATA, A. P. DO N.; LUCAS, A. A. T.; DOS SANTOS, P. B. *Causas e Consequências do Processo de Salinização dos Solos*. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental; Santa Maria. V. 19, 2015. Disponível em: <file:///C:/Users/Liliane/Downloads/revistas,+16544-77552-1-ED.pdf>. Acesso em: 06 de maio de 2022;

PENA, R. A. *Salinização do Solo*. Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/salinizacao-solo.htm>. Acesso em: 05 de maio de 2022;

PEREIRA, J. R. *Solos Salinos e Sódicos*. EMBRAPA Semiárido, 1983. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/193947/1/digitalizar0027.pdf>. Acesso em: 14 de maio de 2022.

PORTAL FOLHA DE PERNAMBUCO. *Pernambuco bate recorde em valor de produção agrícola puxado por cana-de-açúcar*, 2021. Disponível em: <https://www.folhape.com.br/economia/pernambuco-bate-recorde-em-valor-de-producao-agricola-puxado-por/198693/>. Acesso em 30 de maio de 2022.

RIBEIRO, J. S.; LIMA, A. B.; CUNHA, P. C.; WILLADINO, L.; CÂMARA, T. R. O. Estresse abiótico em Regiões Semiáridas: Respostas Metabólicas das Plantas. In: MOURA, A. N.; ARAUJO, E. L.; ALBUQUERQUE, U. P. (orgs.) *Biodiversidade, potencial econômico e processos ecofisiológicos em ecossistemas nordestinos*, Recife: Comunigraf, 2007.

RIBEIRO, M. R. Origem e Classificação dos Solos Afetados por Sais. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. (Eds.). *Manejo da Salinidade na Agricultura: Estudos Básicos e Aplicados*. Fortaleza, INCTSal. p.11-19, 2010.

RIBEIRO, M. R.; et al. Química dos solos salinos e sódicos. In: MELO, V. F.; ALLEONI, L. R. F. (ed.). *Química e mineralogia do solo. Parte II – Aplicações*; Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. p. 449-484, 2009.

RIBEIRO, M. R.; FILHO, M. R. R.; JACOMINE, P. K. T. *Origem e classificação dos solos afetados por sais*. Manejo da Salinidade na Agricultura: Estudos Básicos e aplicados, Fortaleza, CE, 2016. Disponível em: <https://ppgea.ufc.br/wp-content/uploads/2018/04/manejo-da-salinidade-na-agricultura.pdf>. Acesso em: 06 de maio de 2022.

SÁ, F. V. DA S.; BRITO, E. B.; SILVA, L. DE A.; MOREIRA, R. C. L.; DE PAIVA, E. P.; SOUTO, L. S. *Correção de solo salino-sódico com condicionadores e doses de fósforo para cultivo do sorgo sacarino*. Revista Brasileira de Agricultura irrigada, v.12, nº 5, Fortaleza, CE, 2018.

SALASSIER, B. *Impacto Ambiental da Irrigação no Brasil*. Unesp, 2008. Disponível em: [https://www2.feis.unesp.br/irrigacao/imagens/winotec\\_2008/winotec2008\\_palestras/Impacto\\_ambiental\\_da\\_irrigacao\\_no\\_Brasil\\_Salassier\\_Bernardo\\_winotec2008.pdf](https://www2.feis.unesp.br/irrigacao/imagens/winotec_2008/winotec2008_palestras/Impacto_ambiental_da_irrigacao_no_Brasil_Salassier_Bernardo_winotec2008.pdf). Acesso em: 06 de maio de 2022.

SANTOS, A. M.; SOUZA, R. F.; CASTRO, F. C. *Auto-organização da vegetação de caatinga em áreas salinizadas no município de Petrolina – PE*. Scientia Plena, v.14, n.8, 2018.

SANTOS, R. V. dos; CAVALCANTE, L. F.; VITAL, A. de. F. M. Interações salinidade-fertilidade do solo. In: Gheyi, H. R.; Dias, N. S.; Lacerda, C. F. (ed.) *Manejo da salinidade na agricultura*. Fortaleza: INCT Sal, 2010. 472p.

SCHOSSLER T. R.; MACHADO, D. M.; ZUFFO, A. M.; DE ANDRADE, F. R.; PIAUILINO, A. C. **Salinidade: Efeitos na fisiologia e na nutrição mineral de plantas**. Enciclopédia Biosfera: Centro Científico Conhecer, V.8, n. 15, Goiânia, 2012.

SILVA, J. D. G.; SOUZA, A. M. DE O.; OLIVEIRA, E. E. M.; PESSOA, L. M. G.; FREIRE, M. B. G. S. *Distribuição de Sais em Área degradada do perímetro irrigado do Moxotó, Ibimirim - Pernambuco*. II Inovagri International Meting, Fortaleza, 2014. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/M-B-Freire/publication/269045959\\_Distribuicao\\_de\\_Sais\\_em\\_Area\\_Degradada\\_do\\_Perimetro\\_Irrigado\\_do\\_Moxoto\\_Ibimirim\\_-](https://www.researchgate.net/profile/M-B-Freire/publication/269045959_Distribuicao_de_Sais_em_Area_Degradada_do_Perimetro_Irrigado_do_Moxoto_Ibimirim_-)

[\\_Pernambuco/links/5748570608aef66a78b1faa3/Distribuicao-de-Sais-em-Area-Degradada-do-Perimetro-Irrigado-do-Moxoto-Ibimirim-Pernambuco.pdf](#). Acesso em: 30 de maio de 2022.

SILVA, P. C. C.; COVA, A. M. W.; DA SILVA, M. G.; DE LIMA, G. S.; DE LACERDA, C. F.; GHEYI, H. R. Recuperação de Solos afetados por sais. Capítulo 3. In: *Agricultura Irrigada em Ambientes Salinos*. CODEVASF, 2021. Disponível em: <https://www.codevasf.gov.br/acesso-a-informacao/institucional/biblioteca-geraldo-rocha/publicacoes/outras-publicacoes/agricultura-irrigada-em-ambientes-salinos.pdf>. Acesso em: 29 de maio de 2022.

SUGUINO, H. H.; BARROS, J. C. B.; DE ALBUQUERQUE, J. A.; COSTA, R. N. T. Drenagem nos projetos públicos de irrigação no semiárido brasileiro. capítulo 2. In: *Agricultura Irrigada em Ambientes Salinos*. CODEVASF, 2021. Disponível em: <https://www.codevasf.gov.br/acesso-a-informacao/institucional/biblioteca-geraldo-rocha/publicacoes/outras-publicacoes/agricultura-irrigada-em-ambientes-salinos.pdf>. Acesso em: 29 de maio de 2022.

TAGLIAFERRE, C.; GUIMARÃES, D. U. G.; GONÇALVES, L. J.; AMORIM, C. H. F.; MATSUMOTO, S. N.; D'ARÊDE, L. O. *Produtividade e Tolerância do Feijão Caupi ao estresse salino*. Irriga, v. 23, n.1, Botucatu, 2018.

TERAMOTO, E. H.; KIANG, C. H. *Avaliação de processos de salinização de águas subterrâneas na porção leste da Bacia do Rio Cachoeira, Bahia*. Revista do Instituto Geológico. São Paulo, 2020. Disponível em: <https://revistaig.emnuvens.com.br/rig/article/view/680/696>. Acesso em: 12 de maio de 2022.

VASCONCELOS, O. C. DE M.; DE MATOS, C. H. L.; DO PRADO, R. J.; DE SOUZA, F. G.; LOPES, A. D. O. *Recuperação de Planossolos Nátricos salinos em Juazeiro-BA através do cultivo de espécies nativas da caatinga*. II Congresso Brasileiro de reflorestamento Ambiental. Guarapari, ES, 2012.

YURI, J. E.; PINTO, J. M.; COSTA, N. D.; CALGARO, M.; CORREIA, R. C. *Manejo de água e nutrientes na cultura da melancia sob irrigação por gotejamento*. XXV Congresso nacional de irrigação e Drenagem, 2015.