

## Reuso de esgoto tratado no cultivo de ipê roxo (*Tabebuia avellanadae*) em solo ácido

Em um cenário de escassez de água e agravante deterioração da sua qualidade, o reuso de esgoto tratado é uma alternativa promissora para a agricultura. Diante disto, esta pesquisa teve como objetivo realizar a caracterização de solo ácido, usado na produção de mudas de Ipê roxo (*Tabebuia avellanadae*), irrigadas com esgoto sanitário tratado. O cultivo foi feito em vasos, distribuídos de forma casualizada, contendo 1 kg de solo. Na irrigação das mudas foram usados dois tipos de águas de irrigação, água de abastecimento público e esgoto sanitário tratado. Os tratamentos adotados consistiram na avaliação de três diferentes capacidades de pote (CP) (30, 50 e 70%) para cada tipo de água de irrigação. O solo usado no cultivo foi caracterizado quanto ao pH, níveis de potássio, cálcio, magnésio, sódio, alumínio, fósforo, amônia, nitrato e carbono orgânico total (COT). A caracterização das mudas foi feita segundo o número de sementes germinadas e de folhas, altura e massa seca da raiz e da parte aérea. Entre as diferentes CP avaliadas não foi observada diferença numérica significativa para os nutrientes presentes no solo antes e após o cultivo. O alumínio foi o elemento que apresentou maiores concentrações no solo. Independentemente do tipo de água de irrigação usada, o pH do solo se manteve ácido durante todo o experimento. O desenvolvimento de mudas foi observado apenas para os tratamentos que utilizaram CP 70%. O tratamento com a água residuária a 70% da capacidade de pote foi o que obteve melhores resultados para a massa seca da raiz e parte aérea. O volume de água empregado se mostrou determinante na produtividade das mudas de Ipê roxo. O uso do esgoto tratado para irrigação das mudas foi considerado satisfatório já que apresentou resultados equivalentes aos obtidos com água de abastecimento.

**Palavras-chave:** Reuso; Esgoto tratado; Irrigação; Ipê roxo; Solo ácido.

## Treated sewage reuse for growing of (*Tabebuia avellanadae*) seedlings in acidic soil

Considering the scenario of scarcity of water and aggravating deterioration of its quality, the reuse of treated sewage is a promising alternative for agriculture. In view of this, this work aimed to characterize acid soil for growing of *Tabebuia avellanadae* seedlings, irrigated with treated sanitary sewage. Pots randomly distributed containing 1 kg of soil were used. For irrigation two sources of waters were used, water from public supply and treated sewage. For each irrigation water, three different levels of soil's saturation (30, 50 and 70%) were evaluated resulting in six treatments. Soil's characterization considered pH, potassium, calcium, magnesium, sodium, aluminum, phosphorus, ammonia, nitrate and total organic carbon. Seedlings were evaluated considering the number of germinated seeds and leaves, height and dry weight for root and shoot. Among the different levels of soil's saturation, no significant numerical difference was observed for the nutrients present in the soil during cultivation. The high concentrations of aluminum in the soil stood out in relation to the other elements evaluated. Soil's pH remained acidic independently of the irrigation source. Only for treatments that used 70% of soil's saturation, seedling development was observed. The treatment with wastewater at 70% of soil's saturation was the one that obtained the higher results for the dry mass of the root and shoot. The volume of water used proved to be decisive in the productivity of the seedlings. The use of the treated sewage for irrigation of the seedlings was considered satisfactory since it presented results equivalent to those obtained with conventional water supply.

**Keywords:** Reuse; Treated sewage; Irrigation; *Tabebuia avellanadae*; Acidic soil.

Topic: Engenharia Sanitária

Received: 06/10/2021

Approved: 27/10/2021

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Joelithon de Lima Costa   
Universidade Federal de Pernambuco, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/3441581819554228>  
<http://orcid.org/0000-0002-0147-238X>  
[joelithon.costa@gmail.com](mailto:joelithon.costa@gmail.com)

Marcos Henrique Gomes Ribeiro   
Universidade Federal de Pernambuco, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/1641771523136443>  
<http://orcid.org/0000-0003-0422-2236>  
[mhgribeiro@gmail.com](mailto:mhgribeiro@gmail.com)

Márcio Kenji Ionekura Júnior   
Universidade Federal de Pernambuco, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/2760183240782352>  
<http://orcid.org/0000-0002-5632-2389>  
[marciokenji1@hotmail.com](mailto:marciokenji1@hotmail.com)

Elizabeth Amaral Pastich Gonçalves   
Universidade Federal de Pernambuco, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/5525954900250999>  
<http://orcid.org/0000-0003-1586-1375>  
[bethpastich@yahoo.com.br](mailto:bethpastich@yahoo.com.br)



DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2021.010.0026

### Referencing this:

COSTA, J. L.; RIBEIRO, M. H. G.; IONEKURA JUNIOR, M. K.; GONÇALVES, E. A. P.. Reuso de esgoto tratado no cultivo de ipê roxo (*Tabebuia avellanadae*) em solo ácido. *Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais*, v.12, n.10, p.314-327, 2021. DOI:

<http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2021.010.0026>

## INTRODUÇÃO

O reuso de água e efluentes é uma prática antiga, porém representa uma ótima opção para suprir as necessidades de água da sociedade. Segundo Carvalho et al. (2014), o reuso de águas residuárias é considerada uma prática sustentável para conservação dos recursos hídricos, além de ser uma forma de prevenção de poluição dos corpos receptores. No caso da agricultura, o reuso de esgoto tratado, pode, além de suprir a necessidade de água para desenvolvimento das plantas, fornece nutrientes essenciais para sua sobrevivência.

De acordo com Mendes (2007), além de carbono e oxigênio, as plantas também necessitam de macronutrientes (fósforo, nitrogênio, potássio, cálcio, magnésio e enxofre) e micronutrientes (ferro, manganês, zinco, cobre, boro, molibdênio e cloro). O fornecimento desses elementos através do reuso de esgotos tratados reduz a necessidade da suplementação nutricional do solo através da utilização de fertilizantes químicos. Visto que as necessidades nutricionais das plantas podem ser atendidas pela reciclagem de nutrientes presentes na água de reuso (BERNARDI, 2003). Além da produção de mudas para consumo humano, a prática do reuso agrícola pode ser utilizada para recuperação de ecossistemas que sofreram com degradação ambiental. Sendo um caminho promissor como destino para águas residuárias que seriam direcionadas para os corpos hídricos superficiais.

A incidência ou não de vegetação em uma região é, segundo Silva et al. (1998), condicionada diretamente pela disponibilidade hídrica do local. A água representa cerca de 80 a 90% do peso fresco de plantas herbáceas e cerca de 50% nas plantas lenhosas. Sendo ela importante por atuar em diversos processos fisiológicos das plantas, como a fotossíntese. Além da agricultura para fins de consumo, Santos et al. (2007) relata que a implementação de programas que visam a restauração de ecossistemas florestais degradados requer um elevado volume de água. A agricultura, atualmente, ainda é a atividade que mais consome água, a nível mundial. Dessa forma são necessárias alternativas que visem mitigar ou otimizar essa demanda. Assim, o presente estudo teve por objetivo avaliar a melhoria das condições nutricionais de um solo degradado com a irrigação com esgoto tratado, possibilitando a produção de mudas de ipê roxo (*Tabebuia avellanadae*).

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Área de estudo, coleta e caracterização do solo

O solo utilizado no cultivo foi proveniente de região adjacente à Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) da cidade de Tamandaré-PE (-8,7473566; -35,1114972). Segundo a Jacomine et al. (1973), o solo usado está inserido em região limite para classificação, estando entre areia quartzosa marinha distrófica e latosolo vermelho amarelo distrófico. A coleta foi realizada na camada com profundidade 0 - 20 cm da superfície, em local sem cobertura vegetal, ficando o solo totalmente exposto às intempéries do ambiente. Após a coleta o solo foi seco ao ar, destorroado e foram retiradas as pedras, raízes e demais impurezas. Em seguida, o solo foi preparado e enviado para caracterização da fertilidade.

A caracterização de fertilidade do solo, no início e ao final do período de cultivo, foi realizada pelo Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA). Em relação a concentrações de amônia, nitrato e carbono orgânico total, a caracterização foi realizada segundo Silva (2009), no Laboratório de Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Pernambuco (LEA-UFPE). A partir dos resultados obtidos na caracterização de fertilidade, foi calculado o percentual de sódio trocável (PST) segundo a Equação 1 (RICHARDS, 1954; AYERS et al., 1994).

$$\text{PST} = 100 \times \frac{\text{Na}}{\text{T}} \quad (\text{Equação 1})$$

Onde: Na: concentração de sódio no solo; T: capacidade de troca catiônica (CTC) à pH 7,0

A capacidade de pote (CP) ou saturação do solo foi calculada segundo Souza et al. (2000). A determinação da CP foi realizada com vasos em triplicata contendo 1 kg do solo seco e destorroado. Antes do início da saturação, os vasos foram furados e pesados, registrando peso médio de 0,060 kg. Após a saturação com água, os vasos foram submetidos à drenagem livre por 24 horas. O conteúdo de água retida nos vasos, após cessar a drenagem, correspondeu a capacidade de pote, que representou 100% de saturação. O valor médio obtido foi de 0,280 kg de água/kg de solo.

### Espécie cultivada no experimento

O cultivo foi realizado com Ipê roxo (*Tabebuia avellanedae*). O Ipê roxo é uma planta que pertence à família Bignoniaceae, do tipo arbórea de grande porte, podendo medir de 8 a 30 m de altura e alcançar de 60 a 100 cm de diâmetro do tronco. Essa espécie está presente em todas as regiões do Brasil, com exceção da região Sul (VIEIRA et al., 2016). O nome da espécie deriva de sua aparência, por apresentar cor roxa em suas floradas, sendo largamente utilizada em projetos paisagísticos. Além disso, também apresenta usos dentro da medicina tradicional e no fornecimento de madeira para diversos setores. As sementes de Ipê roxo usadas no estudo foram cedidas pela Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA).

### Caracterização e tipos das águas de irrigação

**Tabela 1:** Caracterização das águas utilizadas para irrigação.

Parâmetro	Unidade	Água de abastecimento	Esgoto tratado
pH	-	6,7	8,2
Temperatura	°C	26,2	25,9
CE	µS/cm	224,1	1388,0
Salinidade	‰	0	0,2
DQO	mg O <sub>2</sub> /L	41,2	161,0
Amônia	mg N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /L	1,33	15,0
Nitrogênio Total	mg N-NTK/L	1,86	39,5
Fósforo	mg P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> /L	0,5	8,9
STD	mg STD/L	153	712
CT	NMP/100 ml	Ausência	41000
CF	NMP/100 ml	Ausência	6000

Onde: CE – Condutividade Elétrica; DQO – Demanda Química de Oxigênio; STD – Sólidos Totais Dissolvidos; CT – Coliformes Totais; CF – Coliformes Fecais;

No experimento, foram usados dois tipos de água de irrigação: água de abastecimento público e esgoto sanitário tratado. A água foi proveniente do sistema de abastecimento público municipal da cidade de Caruaru-PE. O esgoto tratado foi proveniente de lagoa de polimento pertencente a última etapa do

tratamento de esgoto adotado na Estação de Tratamento de Esgoto Rendeiras (ETE-Rendeiras; -8,283667; -35,936625), também localizada na cidade de Caruaru-PE.

A caracterização das águas de irrigação foi realizada segundo a APHA (2012), no Laboratório de Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Pernambuco (LEA-UFPE). A Tabela 1 apresenta os resultados de caracterização obtidos.

### **Delineamento experimental**

Inicialmente, em laboratório (LEA-UFPE), as sementes de Ipê roxo foram submetidas a um pré-tratamento para quebra de dormência, e, assim, favorecer a germinação em solo. Para isso as sementes foram distribuídas homogeneamente, em bandeja de plástico, envoltas em papel toalha. As sementes foram então umedecidas com água durante 48 horas, e, após esse período, selecionadas aquelas com melhores sinais de germinação.

Em seguida, as sementes foram transferidas para os vasos. Nesta etapa, o experimento foi conduzido em estufa, para evitar interferência de fatores externos como chuva ou incidência de insetos. Foram utilizados 18 vasos distribuídos de forma casualizada. Os vasos apresentavam furos ao fundo para favorecer a drenagem da água de irrigação. Em cada vaso, com 1 kg de solo, foram plantadas 4 sementes, aproximadamente 1 cm de profundidade, a partir da superfície do solo.

Os tratamentos foram constituídos por dois diferentes tipos de água de irrigação (água de sistema de abastecimento público e esgoto tratado), e para cada uma, três diferentes capacidades de pote (30, 50 e 70% de saturação do solo). Cada capacidade de pote correspondeu, respectivamente, à 0,084, 0,140 e 0,196 kg, em massa de água. Dessa forma, o experimento foi constituído de seis tratamentos, avaliados em triplicata.

Os vasos foram irrigados diariamente durante todo o período do experimento, que durou 60 dias (2 meses). A irrigação foi feita por rega manual. A quantidade de água adicionada, via irrigação, calculada segundo diferença gravimétrica entre o peso registrado e o adicional para completar a pesagem final desejada segundo o tratamento adotado. Para as capacidades de pote de 30, 50 e 70%, os vasos, ao final da irrigação, deveria atingir peso total de 1,144, 1,200 e 1,256 kg, respectivamente. A pesagem foi realizada com o auxílio de balança digital.

Ao final do experimento, para os tratamentos onde houve desenvolvimento das mudas, foram avaliados o número de folhas, a altura da planta e as massas secas da raiz e da parte aérea. A altura foi registrada com o auxílio de régua graduada medindo-se a distância vertical entre a superfície do solo até a extremidade da folha mais afastada dele. As massas secas de ambas as partes foram obtidas após secagem do material em estufa e pesagem em balança analítica.

Os resultados obtidos para altura da planta, massa seca da parte aérea e da raiz foram analisados utilizando análise de variância ANOVA, seguida pelo teste de Tukey para determinação de diferenças significativas. Os testes estatísticos foram realizados no software BioEstat 5.3.

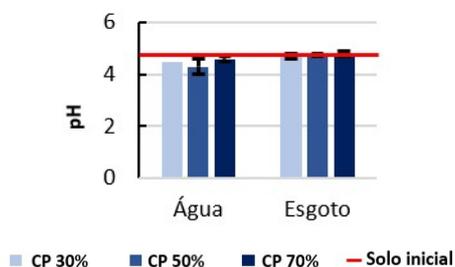
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Avaliação das águas de irrigação

Avaliando-se a caracterização realizada nas águas de irrigação usadas no experimento, o pH apresentou valores considerados ideais, estando dentro da faixa recomendada por Jeong et al. (2016) para reuso agrícola (6,5 – 8,4). Segundo os autores, valores fora dessa faixa podem acarretar desequilíbrios nutricionais no solo. Os valores observados para condutividade elétrica também se apresentaram dentro da faixa recomendada para reuso agrícola ( $< 3000 \mu\text{S}/\text{cm}$ ) (ALMEIDA, 2010). Em relação aos coliformes fecais ou termotolerantes, conforme USEPA (2012), foram observados no esgoto valores acima do recomendado para reuso em culturas não alimentícias ( $< 200 \text{ NMP}/100 \text{ ml}$ ). No entanto, para Bastos et al. (2008), o valor encontrado está de acordo para o recomendado ( $\leq 10000/100 \text{ ml}$ ), desde que haja a utilização de barreiras sanitárias adicionais para proteger a saúde dos trabalhadores.

### Caracterização do solo após o cultivo

A Figura 1 apresenta os valores para o pH do solo, antes e após o ciclo de cultivo adotado no experimento. Os valores não apresentaram diferenças numericamente significativas entre os tratamentos irrigados com água de abastecimento ou esgoto tratado, permanecendo todos no patamar ácido. Embora o pH do esgoto usado na irrigação tenha apresentado valores na faixa de 8 (Tabela 1), ele não foi suficiente para elevar o pH do solo para um patamar básico.

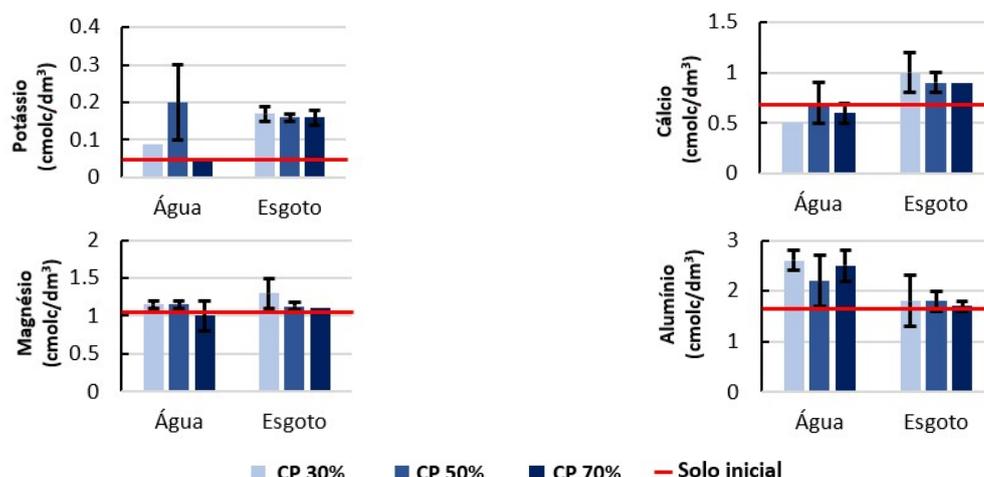


**Figura 1:** pH do solo ao final do ciclo experimental segundo os tratamentos adotados.

Os valores observados para pH, tanto no solo inicial quanto ao final do experimento, para todos os tratamentos, indicaram a presença de alumínio trocável. Valores de pH situados na faixa entre 4 e 5 potencializam a presença de alumínio trocável no solo, que quando solubilizado, tende a provocar danos às raízes das plantas (SOBRAL et al., 2015). Barreto et al. (2012) afirmam que o pH tem importância no condicionamento químico dos solos, pois determina a disponibilidade de vários nutrientes necessários para a fertilidade e para o bom desenvolvimento de culturas. De acordo com os valores observados para o pH, tanto do solo inicial quanto ao final do experimento, para todos os tratamentos, ele pôde ser classificado como fortemente a extremamente ácido (GAMA, 2004).

A Figura 2 apresenta as concentrações para os micronutrientes: potássio, cálcio, magnésio e alumínio, no solo, ao final do ciclo experimental. Não foram obtidas diferenças numéricas expressivas entre os tratamentos adotados e os valores observados para as concentrações de potássio, cálcio e magnésio em

relação aos do solo inicial. As concentrações de alumínio se mantiveram constantes no solo dos tratamentos irrigados com esgoto tratado, porém para os tratamentos irrigados com água de abastecimento foi observado aumento, possivelmente, como é utilizado o sulfato de alumínio como coagulante no tratamento da água, este pode estar indevidamente presente.

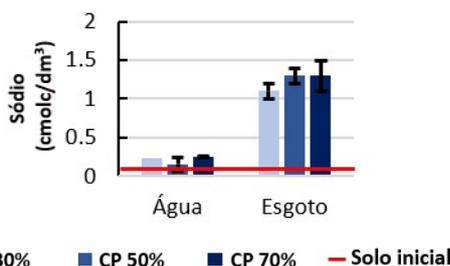


**Figura 2:** Concentrações de micronutrientes: potássio, cálcio, magnésio e alumínio, no solo ao final do ciclo experimental, segundo os tratamentos adotados.

De acordo com as concentrações obtidas da caracterização do solo, o potássio pôde ser classificado como de nível entre médio e baixo, nível baixo para cálcio e nível médio para magnésio (CRAVO et al., 2010). Apesar da concentração do potássio ter se concentrado em faixa média a baixa, o aumento observado, principalmente para o solo irrigado com esgoto tratado, foi importante para o desenvolvimento das mudas. Segundo Gloaguen et al. (2007), o suprimento de potássio para a agricultura é considerado problemático por ele ser pouco adsorvido e facilmente lixiviado.

De forma contrária aos micronutrientes citados anteriormente, para o alumínio, todas as situações do solo avaliadas foram classificadas como contendo nível alto deste elemento (CRAVO et al., 2010). Em relação ao alumínio, houve aumento da concentração no solo dos tratamentos irrigados com água de abastecimento. Isso provavelmente ocorreu devido ao acúmulo alumínio residual, proveniente dos processos de coagulação comumente usados nas estações de tratamento de água (LEE et al., 2014).

A Figura 3 apresenta as concentrações de sódio no solo ao final do ciclo experimental segundo os tratamentos adotados. As concentrações de sódio, em comparação com o solo inicial, apresentaram aumento no solo dos tratamentos irrigados com água de abastecimento. Para os tratamentos irrigados com esgoto sanitário tratado, o aumento das concentrações foi numericamente significativo.



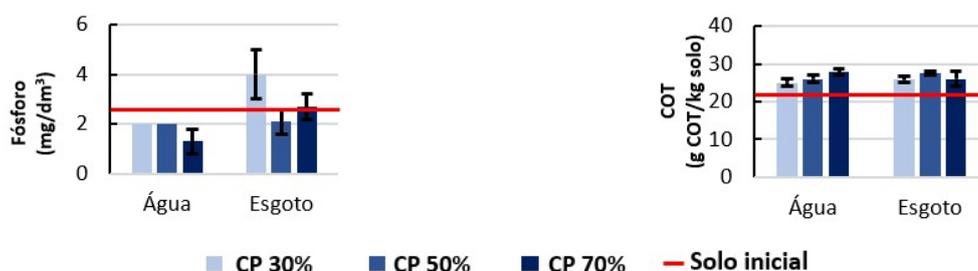
**Figura 3:** Concentrações de sódio no solo ao final do ciclo experimental segundo os tratamentos adotados.

A determinação do potencial de sódio trocável (PST), feita a partir dos resultados das concentrações de sódio no solo, apresentou valores médios de 1,7% para o solo inicial; 3,2% para o solo dos tratamentos irrigados com água de abastecimento e 17% para o solo dos tratamentos irrigados com esgoto sanitário tratado. De forma similar à concentração de sódio, as diferentes capacidades de pote não apresentaram diferenças numéricas expressivas para a PST. No entanto foram observadas diferenças quando considerado o tipo de água de irrigação usada.

Segundo os valores de PST apresentados, o solo inicial foi classificado como não solodizado, segundo Vieira et al. (1983), permanecendo dessa forma ao final do experimento quando irrigado com água de abastecimento. Porém para os tratamentos onde a irrigação do solo foi feita com esgoto tratado, ao final do experimento, ele passou a ser classificado como fortemente solodizado. Segundo Holanda et al. (2016), o excesso de sódio trocável pode acarretar diminuição da absorção da água pelo solo e conseqüentemente pelas plantas. Essa problemática se deve pela interação entre o sódio e/ou outros sais solúveis com o solo, diminuindo sua permeabilidade. Com as baixas concentrações dos outros sais, subte-se uma predominância do sódio nesse processo. Por causa dessa menor penetração da água, o solo pode se tornar mais compacto dificultando o desenvolvimento das raízes das plantas.

A característica compacta do solo foi observada durante o experimento em todos os tratamentos adotados, sendo esse um fator limitante para a germinação das sementes do Ipê. Somando-se a essa característica, Cordeiro (2001) afirmou que águas de irrigação com níveis altos de salinidade não deveriam ser aplicadas em solos com baixa drenagem. Essa alta salinidade citada pelo autor foi observada para o esgoto tratado utilizado na irrigação, sendo um indicativo de condicionamento negativo para a germinação das sementes e desenvolvimento das mudas.

A Figura 4 apresenta as concentrações de fósforo e carbono orgânico total (COT) no solo, ao final do ciclo experimental, segundo os tratamentos adotados. Os valores de fósforo no solo não sofreram alteração ao final do experimento em relação ao início, com exceção para o tratamento CP 30% ESGOTO, que apresentou valor numericamente superior aos demais. Também não foram observadas diferenças numericamente significativas para os valores de carbono orgânico total. A matéria orgânica presente no esgoto tratado não influenciou em maior nível de concentração de carbono total no solo ao final do experimento.



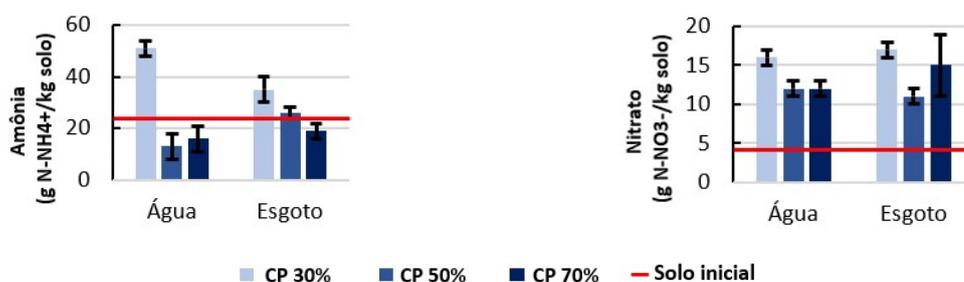
**Figura 4:** Concentrações de fósforo e carbono orgânico total (COT) no solo, ao final do ciclo experimental, segundo os tratamentos adotados.

O aumento da concentração de fósforo observado para o tratamento CP 30% ESGOTO, pode ter ocorrido por problemas de má drenagem nos vasos, associado a baixa mobilidade deste elemento no solo, que resultou no acúmulo do nutriente. Já para os demais tratamentos, além da lixiviação, também pode ter ocorrido a precipitação do fósforo com o alumínio, resultando nas baixas concentrações. Os altos níveis de alumínio, e de seus sais, presentes no solo possivelmente favoreceu a precipitação do fósforo (WANG et al., 2005). O solo, tanto inicialmente como ao final do experimento, foi classificado como de nível baixo para fósforo (FREIRE et al., 2013). Segundo Gatiboni et al. (2007), em solos sem adição de fertilizante fosfatado, como o solo utilizado nesse trabalho, a forma orgânica do fósforo é a principal fonte desse nutriente para o desenvolvimento de plantas. Os autores também indicam que essa forma do fósforo não atende à demanda do consumo pelas plantas por causa da sua menor labilidade. Ou seja, menor capacidade de repor o fósforo da solução do solo.

As baixas concentrações de fósforo também podem estar relacionadas a característica compacta do solo usado para cultivo. Klein et al. (2012), afirmam que esse tipo de solo tende a absorver menos o fósforo por causa da sua resistência mecânica. Essa absorção pode ser entendida tanto pela raiz das plantas quanto pelo solo na adição externa de fósforo. Os autores ainda citam que esse nutriente tende a permanecer onde foi depositado, evidenciado que na parte superior do solo estaria a maior concentração de fósforo fornecida pelo efluente e que talvez estivesse fisicamente indisponível para utilização das sementes por causa da sua localização.

Segundo Pazos et al. (2013) o pH também é determinante na capacidade de retenção do fósforo no mesmo. Isso ocorre pois em solos com pH baixo, como o solo usado no experimento, há a solubilização de óxidos que aumenta a quantidade de cargas positivas que podem reter os ânions do fósforo. Dessa forma, somando as baixas concentrações observadas no solo com a elevada fixação e adsorção do fósforo, ele se torna menos disponível em solução para aproveitamento das plantas.

A Figura 5 apresenta as concentrações de amônio e nitrato no solo, ao final do ciclo experimental, segundo os tratamentos adotados. Para amônia, os valores obtidos não apresentaram alterações numericamente significativas, estando o solo, de todos os tratamentos, próximos da condição inicial do solo, com exceção do tratamento CP 30% ÁGUA. Já para o nitrato foi observado aumento nas concentrações para todos os tratamentos.



**Figura 5:** Concentrações de amônio e nitrato no solo, ao final do ciclo experimental, segundo os tratamentos adotados.

As principais fontes de saída de nitrogênio do solo são a lixiviação de nitrato e nitrito, a desnitrificação, a absorção pelas plantas e os processos erosivos do solo (VICTORIA et al., 1992). No presente experimento os processos evidentes foram a lixiviação das formas oxidadas do nitrogênio e a desnitrificação, além da parcela utilizada na germinação das mudas de Ipê. A aparente estabilidade dos níveis de amônia observados no solo e o aumento das concentrações de nitrato, possivelmente ocorreram devido a conversão da amônia fornecida pela irrigação à nitrato pelo processo de nitrificação (METCALF et al., 2016).

Embora se esperasse que no solo irrigado com esgoto tratado as concentrações de amônia, e principalmente de nitrato, fossem maiores em comparação ao solo irrigado com água de abastecimento, isso não ocorreu. A maior concentração de amônia no solo do tratamento CP 30% ÁGUA pode ter ocorrido devido ao menor volume de água fornecida via irrigação associado as altas temperaturas do local do experimento, que propiciaram maior taxa de evaporação. A soma desses dois fatores desfavorece o desenvolvimento de uma microbiota capaz de realizar processos como a nitrificação e desnitrificação, e assim a conversão de amônia a nitrato.

O nitrogênio, na forma de nitrato, encontrado nos solos é principalmente derivado da decomposição de plantas ou fornecidos pela adubação (HADAS et al., 1999). Isto justifica a baixa concentração de nitrato observada no solo inicial, que era de região descampada e que nunca recebeu suplemento nutricional como a adubagem. Outro fator importante é a presença do nitrato no esgoto. Onde apenas uma parte limitada dele está imediatamente disponível para ser incorporado ao solo (MAGESAN et al., 1998). Dessa forma, o aumento dos teores observado, após os tratamentos, possivelmente resultou da assimilação do nitrato fornecido pela água de irrigação e da conversão da amônia a nitrato pela nitrificação.

A Tabela 2 apresenta a caracterização do solo, antes e após a aplicação dos tratamentos, quanto aos parâmetros: soma das bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC), saturação por bases (V) e saturação por alumínio (m). Da mesma forma como ocorreu para os valores de macro e micronutrientes discutidos anteriormente, o tipo de água de irrigação usada se mostrou determinante nas variações das concentrações encontradas no solo para os tratamentos adotados. Já a variação do nível de saturação do solo, as diferentes capacidades de pote usadas, não apresentaram diferenças numericamente significativas.

Os valores de SB e V apresentaram aumento médio de 2,0 para 3,5 e de 32,3 para 48,2, respectivamente, quando comparados o solo dos vasos irrigados com água de abastecimento e esgoto tratado. Para a CTC não foram observadas alterações numéricas expressivas entre os tipos de água de irrigação. Já os valores de m sofreram diminuição média de 54,0 para 33,7 quando comparados os tratamentos irrigados com água de abastecimento e esgoto tratado, respectivamente. Quando comparados às condições iniciais, o solo dos tratamentos que receberam irrigação com água de abastecimento apresentou valores similares ao inicial para SB e V, com aumento para CTC e m. Já o solo dos tratamentos irrigados com esgoto, apresentou aumento nos valores para SB, CTC e V, com diminuição para as concentrações de m.

Segundo Ribeiro et al. (1999), considerando os valores para SB e CTC, o solo antes e após o experimento, para ambas as águas de irrigação, foi classificado como de nível médio e baixo,

respectivamente. O aumento da concentração de sódio no solo dos tratamentos irrigados com esgoto (Figura 3) possivelmente foi o responsável pelo aumento nos valores de SB no solo dos mesmos tratamentos. Em relação a CTC, observou-se semelhança nos valores obtidos entre os tratamentos que receberam irrigação com água de abastecimento e esgoto tratado. Isso, provavelmente, se deu pelo aumento observado na concentração de alumínio para os tratamentos com água de abastecimento (Figura 2). Dessa forma, comparando os dois tipos de água de irrigação usados, os valores de CTC se assemelharam, sendo a contribuição principal dado pelo sódio, para os tratamentos irrigados com esgoto, e alumínio para aqueles irrigados com água de abastecimento.

**Tabela 2:** Caracterização dos solos antes e após o experimento.

Condição	Parâmetro			
	SB cmolc/dm <sup>3</sup>	CTC	V %	m
Solo Inicial	1,9	5,3 ± 0,1	35 ± 1	47,5 ± 0,5
CP 30% Água	1,95 ± 0,05	7,1 ± 0,2	28	56 ± 2
CP 50% Água	2,1 ± 0,1	6,7 ± 0,3	31 ± 2	50 ± 7
CP 70% Água	1,9 ± 0,3	6,8 ± 0,3	28 ± 3	56 ± 4
CP 30% Efluente	3,5 ± 0,5	7,2 ± 0,1	49 ± 8	34 ± 10
CP 50% Efluente	3,5 ± 0,1	7,5 ± 0,3	46,7 ± 0,5	34 ± 2
CP 70% Efluente	3,5 ± 0,2	7,1 ± 0,2	49 ± 3	33 ± 2

Onde: SB – Soma das bases; CTC – Capacidade de Troca Catiônica;

V – Saturação por Bases; m – Saturação por Alumínio;

Com relação à saturação por bases (V), segundo Ribeiro et al. (1999), o solo inicial e o dos tratamentos irrigados com água de abastecimento, foram classificados como de nível baixo, enquanto o solo dos tratamentos irrigados com o esgoto tratado foi definido como de nível médio. Segundo classificação qualitativa, Ronquim (2010), define um solo com  $V < 50\%$  como distrófico ou pouco fértil e  $V \geq 50$  como eutrófico ou fértil. Dessa forma, o solo classificado anteriormente como de nível baixo, pôde ser definido como distrófico, já o solo dos tratamentos irrigados com esgoto tratado se encontrou próximo ao limite entre as duas classificações. Solos distróficos são pobres em  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  e  $K^+$  (Figura 2), com a pequenas quantidades desses cátions presentes saturando as cargas negativas dos colóides do solo, onde a maioria está sendo neutralizada por  $Al^{3+}$  e  $H^+$ . Isso faz com que o solo provavelmente apresente característica ácida (Figura 1), com concentração notável de alumínio trocável, a um nível considerado tóxico para plantas (RONQUIM, 2010). Os resultados obtidos para caracterização do solo neste experimento, quanto aos elementos anteriormente citados, evidenciaram a real característica distrófica do solo estudado.

Os valores obtidos para a saturação por alumínio (m), evidenciaram ainda mais a característica ácida do solo estudado, já que indicam a parte de CTC ocupada por alumínio trocável. O íon alumínio é muito presente e característico em solos com pH ácido, havendo uma diminuição da sua presença com o aumento do pH (LOPES et al., 2004). Para a classificação de Muzilli (1978), considerando os valores de m, o solo na condição inicial e após a irrigação com água de abastecimento pôde ser considerado de nível muito alto e altamente prejudicial para a fertilidade do solo. O solo dos tratamentos irrigados com esgoto foi classificado em um nível mais baixo, porém ainda alto e prejudicial.

O aumento da saturação por alumínio no solo dos vasos irrigados com água de abastecimento acompanhou o aumento da concentração de alumínio no solo, indicando que sua presença se tornou mais predominante em relação aos demais componentes avaliados na CTC. No solo dos vasos irrigados com esgoto tratado, a diminuição da saturação do alumínio possivelmente foi resultado do aumento da concentração de sódio observado (Figura 3). Sendo esse o elemento predominante na CTC para esses tratamentos, já que o teor de alumínio nessa situação se manteve similar às condições iniciais do solo.

### Germinação das sementes e desenvolvimento das mudas de Ipê roxo

Apenas os tratamentos que receberam irrigação equivalente a 70% da capacidade de pote se mostraram satisfatórios para a produção de mudas de Ipê roxo. Com os primeiros sinais de germinação e desenvolvimento das mudas sob o substrato observados uma semana após o início do experimento, para ambas as águas de irrigação usadas. A Tabela 3 apresenta os resultados de caracterização física das mudas para os tratamentos a 70% da capacidade de pote.

**Tabela 3:** Parâmetros de produtividade das mudas de ipê roxo.

Água de irrigação	Sementes germinadas	Número de folhas	Altura (cm)	Massa seca da parte aérea (g)	Massa seca da raiz (g)
Água CP 70%	3,3 ± 0,6	7,2 ± 0,9	6 ± 1 a	0,14 ± 0,03 a	0,026 ± 0,006 a
Esgoto CP 70%	2,7 ± 0,6	8,0 ± 2,0	8 ± 1 b	0,23 ± 0,06 b	0,035 ± 0,007 b

O número de sementes germinadas por pote e o número de folhas por planta foram similares para os tratamentos que receberam irrigação com água de abastecimento e esgoto tratado. As mudas irrigadas com esgoto sanitário tratado apresentaram maiores resultados para altura da planta, massa seca da parte aérea e da raiz. Pelo teste estatístico empregado, observou-se uma diferença significativa entre os tratamentos para esses três parâmetros.

Os resultados insatisfatórios para a germinação e desenvolvimento das mudas alcançados pelos tratamentos irrigados com 30% e 50% da capacidade de pote, possivelmente ocorreu devido à má tensão matricial do solo. Essa condição dificulta a absorção de nutrientes pela planta, prejudicando o seu desenvolvimento. A tensão matricial, ou tensão da água, indica a facilidade das plantas em absorver a água e, conseqüentemente, nutrientes do solo. Ela é influenciada não apenas pela quantidade de água presente no meio, mas também pela sua distribuição pelos interstícios, pela granulometria e pela quantidade de matéria orgânica presente no solo (MAROUELLI, 2008).

Independente da água de irrigação utilizada, a condição inicial do solo, de acordo com a caracterização observada, não era favorável para o desenvolvimento das mudas. O pH ácido, a baixa concentração de potássio, cálcio e magnésio, a alta concentração de alumínio e demais desbalanços nutricionais, tornaram a produção das mudas ineficaz. O excesso de alumínio, em solos direcionados a germinação de plantas, tem potencial danoso para a cultura, reduzindo o crescimento das raízes e deixando-as fracas, quebradiças e superficiais. O impasse no desenvolvimento das raízes prejudica as plantas na assimilação de demais nutrientes, afetando a fotossíntese e o crescimento da sua parte aérea (ECHART et al.,

2001). Já o excesso de nitrogênio no solo, principalmente na forma de amônia, observado em alguns tratamentos, pode resultar em danos fisiológicos nas plantas, como o atraso na germinação e crescimento, favorecendo a ocorrência de doenças (CAMPOS, 2008; SILVA, 2015).

Pereira et al. (2020), em experimento com lodo anaeróbio de estação de tratamento de esgoto para produção de Ipê roxo, não obtiveram resultados satisfatórios para o cultivo com lodo. Segundo os autores, a caleação do lodo a 30%, prejudicou o crescimento das mudas, mesmo não afetando as concentrações de nutrientes presentes no solo. Vieira et al. (2020), obtiveram maiores valores para altura das plantas de Ipê, quando a concentração de saturação por bases no solo (V) foi de 60%. No presente estudo os resultados de saturação por base no solo, Tabela 2, mostraram que o solo irrigado com esgoto a 70% da CP foi o que apresentou resultados de V mais próximos do recomendado por Vieira et al. (2020), sendo o tratamento que também obteve maiores resultados para as características avaliadas, Tabela 3.

Plantas são submetidas a ambientes com condições de estresse hídrico ou nutricional, apresentam alterações morfológicas como a redução da massa seca das folhas, ou seja, da parte aérea (WAHIND, 2004). Isto evidencio que os tratamentos irrigados com esgoto sanitário tratado, poderiam ter apresentado melhores resultados caso as condições nutricionais do solo original tivessem sido melhoradas, como pela correção do pH por caleação.

## CONCLUSÃO

Não foi observada mudança no pH do solo ao longo do experimento. O solo permaneceu com pH ácido, mesmo após a irrigação com ambas as águas de irrigação. Isso, possivelmente, dificultou o cultivo e crescimento das mudas de Ipê roxo, pois constitui fator determinante na interação dos íons com o solo e absorção deles pela planta.

Os tratamentos irrigados com 70% da capacidade de pote, para ambos os tipos de águas de irrigação, foram os únicos com germinação e desenvolvimento satisfatório de mudas de Ipê roxo. Isto, evidenciou, que o volume de água utilizado para irrigação foi determinante para o desenvolvimento das plantas.

O tratamento com 70% da capacidade de pote e irrigado com esgoto sanitário tratado, apresentou melhores resultados para altura da planta e massa seca da raiz e parte aérea. Apesar disso, a melhora das condições do solo, como através de caleação, poderia potencializar os resultados obtidos.

## REFERÊNCIAS

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

APHA; AWWA; WEF. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 22 ed. Washington: American Public Health Association, 2012.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W.. **Water quality for agriculture**. 3 ed. Roma: FAO, 1994.

BARRETO, H. B. S.; AMARAL JÚNIOR, V. P.; MAIA, P. D. E.; SILVA NETO, S. J.. Variabilidade espacial do pH e condutividade elétrica em solo cultivado com arroz irrigado

no Rio Grande do Norte. **Revista Verde**, Mossoró, v.7, n.1, p.182-188, 2012.

BASTOS, R. K. X.; KIPERSTOK, A.; CHERNICHARO, C. A. L.; FLORENCIO, L.; MONTEGGIA, L. O.; SPERLING, M. V.; AISSE, M. M.; BEVILACQUA, P. D.; PIVELLI, R. P.. Subsídios à Regulação do Reúso da Água no Brasil – Utilização de Esgotos Sanitários Tratados para Fins Agrícolas, Urbanos e Piscicultura. **Revista DAE**, v.1, p.50-62, 2008. DOI: <http://doi.org/10.4322/dae.2014.016>

BERNARDI, C. C.. **Reuso de água para irrigação**. Monografia (MBA em Gestão Sustentável da Agricultura Irrigada) –

Instituto Superior de Administração e Economia, Brasília, 2003.

CAMPOS, V. B.; OLIVEIRA, A. P.; CAVALCANTE, L. F.; PRAZERES, S. S.. Rendimento do pimentão submetido ao nitrogênio aplicado via água de irrigação em ambiente protegido. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.8, n.2, p.72-79, 2008.

CARVALHO, N. L.; HENTZ, P.; SILVA, J. M.; BARCELLOS, A. L.. Reutilização de águas residuárias. **Revista Monografias Ambientais**, v.14, n.2, p.3164-3171, 2014. DOI: <http://doi.org/10.5902/2236130812585>

CORDEIRO, G. G.. **Qualidade de água para fins de irrigação: Conceitos básicos e práticos**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2001.

CRAVO, M. S.; VIÉGAS, I. J. M.; BRASIL, E. C.. **Recomendações de adubação e calagem para o estado do Pará**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2010.

ECHART, C. L.; CAVALLI-MOLINA, S.. Fitotoxicidade do alumínio: efeitos, mecanismo de tolerância e seu controle genético. **Revista Ciência Rural**, v.31, n.3, p.531-541, 2001. DOI: <http://doi.org/10.1590/S0103-84782001000300030>

FREIRE, L. R.; BALIEIRO, F.; ZONTA, E.; ANJOS, L. H. C.; PEREIRA, M. G.; LIMA, E.; GUERRA, J. G. M.; FERREIRA, M. B. C.; LEAL, M. A. A.; CAMPOS, D. V. B.; POLIDORO, J. C.. **Manual de calagem e adubação do estado do Rio de Janeiro**. Brasília: Embrapa; Seropédica: Universidade Rural, 2013.

GAMA, J. R. N.. **Solos: manejo e interpretação**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2004.

GATIBONI, L. C.; KAMINSKI, J.; RHEINHEIMER, D. S.; FLORES, J. P. C.. Biodisponibilidade de forma de fósforo acumulada em solo sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.691-699, 2007. DOI: <http://doi.org/10.1590/S0100-06832007000400010>

GLOAGUEN, T. V.; FORTI, M. C.; LUCAS, Y.; MONTES, C. R.; GONÇALVES, R. A. B.; HERPIN, U.; MELFI, A. J.. Soil solution chemistry of a Brazilian Oxisol irrigated with treated sewage effluent. **Agricultural Water Management**, v.88, p.119-131, 2007. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.agwat.2006.10.018>

HADAS, A.; SAGIV, B.; HARUVY, N.. Agricultural practices, soil fertility management modes and resultant nitrogen leaching rates under semi-arid conditions. **Agricultural Water Management**, v.42, p.81-95, 1999. DOI: [http://doi.org/10.1016/S0378-3774\(99\)00026-8](http://doi.org/10.1016/S0378-3774(99)00026-8)

HOLANDA, J. S.; AMORIM, J. R. A.; FERREIRA NETO, M.; HOLANDA, A. C.; SÁ, F. V. S.. Qualidade da Água. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F.. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos aplicados**. Fortaleza: INCTSal, 2016. p.35-50.

JACOMINE, P. K.; CAVALCANTI, A. C.; BURGOS, N.; PESSOA, S. C.; SILVEIRA, C. O.. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado de Pernambuco**. Embrapa Solos-Séries anteriores (INFOTECA-E). 1973.

JEONG, H.; KIM, H.; JANG, T.. Irrigation water quality

standards for indirect wastewater reuse in agriculture: a contribution toward sustainable wastewater reuse in South Korea. **Water**, v.8, p.169-186, 2016. DOI: <http://doi.org/10.3390/w8040169>

KLEIN, C.; AGNE, S. A. A.. Fósforo: de nutriente à poluente. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v.8, n.8, p.1713-1721, 2012.

LEE, C. S.; ROBINSON, J.; CHONG, M. F.. A review on application of flocculants in wastewater treatment. **Process Safety and Environmental Protection**, v.92, p.489-508, 2014. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.psep.2014.04.010>

LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G.. **Interpretação da análise do solo: conceitos e aplicações**. Boletim Técnico n.2. São Paulo: Associação Nacional para Difusão de Adubos – ANDA, 2004.

MAGESAN, G. N.; MCLAY, C. D. A.; LAL, V. V.. Nitrate leaching from a free-draining volcanic soil irrigated with municipal sewage effluent in New Zealand. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v.70, p.181-187, 1998. DOI: [http://doi.org/10.1016/S0167-8809\(98\)00150-9](http://doi.org/10.1016/S0167-8809(98)00150-9)

MARQUELLI, W. A.. **Tensiômetros para o controle de irrigação em hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, Circular Técnica 57, 2008

MENDES, A. M. S.. **Introdução a fertilidade do solo**. Embrapa Semiárido, 2007.

METCALF; EDDY. **Tratamento de efluentes e recuperação de recursos**. 5 ed. Porto Alegre: AMGH, 2016.

MUZILLI, O.. **Análise de solos: Interpretação e recomendação de calagem e adubação para o estado do Paraná**. Londrina: Fundação Instituto Agrônomo do Paraná, 1978.

PEREIRA, G. P. A.; RIBEIRO, M. H. G.; ALBUQUERQUE JÚNIOR, E. C.; SILVA, V. P.; GONÇALVES, E. A. P.. Utilização de lodo anaeróbio de estação de tratamento de esgoto na produção de mudas de ipê roxo (*Tabebuia avellanedae*). **Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales. Investigación, Desarrollo y Práctica**, v.13, n.1, p.188-201, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.22201/iingen.0718378xe.2020.13.1.64736>

PAZOS, M. T. F.; GARRIDO-RODRIGUEZ, B.; NÓVOA-MUÑOZ, J. C.; ARIAS-ESTÉVEZ, M.; FERNÁNDEZ-SANJURJO, M. J.; NÚÑEZ-DELGADO, A.; ÁLVAREZ, E.. Cr (IV) adsorption and desorption on soils and biosorbents. **Water, Air and Soil Pollution**, v.224, p.1366, 2013. DOI: <http://doi.org/10.1007/s11270-012-1366-3>

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. V. H.. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999.

RICHARDS, L. A.. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington: US Department of Agriculture, 1954.

RONQUIM, C. C.. **Conceito de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais**. Campinas: Embrapa

Monitoramento por Satélite, 2010.

SANTOS, J. S.; ARAÚJO, B. A.; LIMA, V. L. A.; DANTAS NETO, J.. Plantas nativas do bioma caatinga produzidas com esgoto doméstico tratado. *Revista Científica da UFPA*, v.6, n.1, 2007.

SILVA, F. C.. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009.

SILVA, L. B.; FREITAS, H. M. B.. **Os vegetais e a água**. Projeto QUALIBIO. Salvador: Universidade Federal da Bahia, 1998.

SILVA, M. L. S.; TREVIZAM, A. R.. Interações iônicas e seus efeitos na nutrição das plantas. *Informações Agrônomicas*, n.149, p.10-16, 2015.

SOBRAL, L. F.; BARRETO, M. D. V.; SILVA, A. J.; ANJOS, J. L.. **Guia prático para interpretação de resultados de análises de solos**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, Documentos (INFOTECA-E), 2015.

SOUZA, C. C.; OLIVEIRA, F. A.; SILVA, I. F.; AMORIM NETO, M. S.. Avaliação de métodos de determinação de água disponível e manejo da irrigação em terra roxa sob cultivo de algodoeiro herbáceo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.4, n.3, p.338-342, 2000. DOI: <http://doi.org/10.1590/S1415-43662000000300006>

VICTORIA, R. L.; PICCOLO, M. C.; VARGAS, A. A. T.. O ciclo do nitrogênio. In: CARDOSO, E. J. B. N.; TSAI, S. M.; NEVES, M. C. P.. **Microbiologia do Solo**. Campinas: Sociedade Brasileira de

Ciência do Solo, 1992.

VIEIRA, C. R.; ARAÚJO, M. M. V.; FERREIRA, M. A. A.. Saturação por bases no crescimento inicial de mudas de *Tabebuia impetiginosa*. *Revista de Estudos Ambientais*, v.22, n.1, p.6-14, 2020.

VIEIRA, R. F.; CAMILLO, J.; CORADIN, L.. **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: Região Centro-Oeste**. Brasília: MMA, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2016.

VIEIRA, L. S.; VIEIRA, M. N. F.. **Manual de morfologia e classificação dos solos**. 2 ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1983.

USEPA. United States. Environmental Protection Agency. Office of Wastewater Management. Municipal Support Division, National Risk Management Research Laboratory (US). Technology Transfer, and Support Division. **Guidelines for water reuse**. US Environmental Protection Agency, 2012.

WAHIND, A.. Analysis of toxic and osmotic effects of sodium chloride on leaf growth and economic yield of sugarcane. *Botanical Bulletin of Academia Sinica*, v.45, n.2, p.133-141, 2004.

WANG, Y.; HAN, T.; XU, Z.; BAO, G.; ZHU, T.. Optimization of phosphorus removal from secondary effluent using simplex method in Tianjin, China. *Journal of Hazardous Materials*, v.121, p.183-186, 2005. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2005.02.006>

A CBPC – Companhia Brasileira de Produção Científica (CNPJ: 11.221.422/0001-03) detém os direitos materiais desta publicação. Os direitos referem-se à publicação do trabalho em qualquer parte do mundo, incluindo os direitos às renovações, expansões e disseminações da contribuição, bem como outros direitos subsidiários. Todos os trabalhos publicados eletronicamente poderão posteriormente ser publicados em coletâneas impressas sob coordenação da **Sustenere Publishing**, da Companhia Brasileira de Produção Científica e seus parceiros autorizados. Os (as) autores (as) preservam os direitos autorais, mas não têm permissão para a publicação da contribuição em outro meio, impresso ou digital, em português ou em tradução.