

Artigo:

LEVANTAMENTO FITOSSOCIOLÓGICO DE ESPÉCIES VEGETAIS EM SETOR DE ÁREA IRRIGADA NO MUNICÍPIO DE FORQUILHA – CE, DURANTE AS ESTAÇÕES CHUVOSA E SECA DE 2022

Phytosociological survey of plant species in an irrigated area in the municipality of forquilha – ce, during the rainy and dry seasons of 2022.

Estudio fitosociológico de especies vegetales en una zona de regadío del municipio de forquilha – ce, durante las estaciones lluviosa y seca de 2022.

Data de recebimento: 05/05/2026

Data de publicação: 30/07/2026

Débora Nobre Silva¹

Daniel Eugênio Saraiva Filho²

Dimitri Matos Silva³

Joilson Silva Lima⁴

RESUMO

O levantamento fitossociológico é uma ferramenta essencial para compreender a dinâmica da vegetação espontânea em áreas agrícolas irrigadas do semiárido, onde a sazonalidade climática e os atributos edáficos exercem forte influência sobre a composição e estrutura das comunidades vegetais. Este estudo teve como objetivo caracterizar a vegetação espontânea de um setor irrigado no município de Forquilha-CE, comparando os períodos chuvoso e seco de 2022, além de relacionar a ocorrência das espécies aos parâmetros de condutividade elétrica (CE), pH e umidade do solo nas seis subáreas avaliadas. Os resultados evidenciaram maior riqueza florística e maior distribuição espacial das espécies no período chuvoso, associadas à maior disponibilidade hídrica e menores valores de salinidade. Espécies com potencial forrageiro, medicinal e espécies consideradas daninhas ocorreram de forma mais expressiva nesse período, destacando-se *Megathyrsus maximus*, *Desmanthus virgatus*, *Turnera subulata* e *Scoparia dulcis*. No período seco, observou-se redução expressiva da umidade do solo ($\approx 80\%$) e incremento da CE ($\approx 43\%$), resultando em menor riqueza e predominância de espécies tolerantes ao estresse hídrico e à salinidade, como *Ipomoea asarifolia*, *Urochloa fusca* e *Mimosa somnians*. A análise conjunta das seis áreas demonstrou variações espaciais relacionadas ao manejo hídrico e à concentração de sais, influenciando diretamente a distribuição das espécies e sua funcionalidade ecológica. O estudo evidencia o papel da sazonalidade na estrutura da vegetação espontânea irrigada e reforça a importância do monitoramento edáfico como ferramenta para manejo sustentável no semiárido.

Palavras-chave: Fitossociologia. Irrigação. Semiárido.

1 Graduada, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará,
E-mail debora.nobre08@aluno.ifce.edu.br <https://orcid.org/0009-0008-5088-2423>

2 Doutor, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará,
E-mail danieleugenio@ifce.edu.br <https://orcid.org/0000-0001-5232-1138>

3 Mestre, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará,
E-mail dimitri.silva@ifce.edu.br <https://orcid.org/0000-0002-6289-4316>

4 Doutor, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará,
E-mail joilson.lima@ifce.edu.br <https://orcid.org/0000-0001-8312-0005>

ABSTRACT

The phytosociological survey is an essential tool for understanding the dynamics of spontaneous vegetation in irrigated agricultural areas of the semi-arid region, where climatic seasonality and soil attributes exert strong influence on the composition and structure of plant communities. This study aimed to characterize the spontaneous vegetation of an irrigated sector in the municipality of Forquilha–CE, Brazil, comparing the rainy and dry seasons of 2022, and to relate species occurrence to soil electrical conductivity (EC), pH, and soil moisture across the six evaluated subareas. The results showed greater floristic richness and broader spatial distribution of species during the rainy season, associated with higher water availability and lower salinity levels. Species with forage potential, medicinal use, and those classified as agricultural weeds were more expressive in this period, notably *Megathyrsus maximus*, *Desmanthus virgatus*, *Turnera subulata*, and *Scoparia dulcis*. In the dry season, there was a marked reduction in soil moisture ($\approx 80\%$) and an increase in EC ($\approx 43\%$), resulting in lower species richness and predominance of plants tolerant to water deficit and salinity stress, such as *Ipomoea asarifolia*, *Urochloa fusca*, and *Mimosa somnians*. The joint analysis of the six areas revealed spatial variations related to irrigation management and salt concentration, directly influencing species distribution and ecological functionality. The study highlights the role of seasonality in shaping spontaneous vegetation in irrigated systems and reinforces the importance of soil monitoring as a tool for sustainable management in semi-arid environments.

Keywords: Phytosociology. Irrigation. Semiarid.

RESUMEN

Los estudios fitosociológicos son una herramienta esencial para comprender la dinámica de la vegetación espontánea en áreas agrícolas de regadío de la región semiárida, donde la estacionalidad climática y los atributos edáficos ejercen una fuerte influencia en la composición y estructura de las comunidades vegetales. Este estudio tuvo como objetivo caracterizar la vegetación espontánea de un sector de regadío en el municipio de Forquilha–CE, comparando las estaciones lluviosa y seca de 2022, y relacionar la presencia de especies con los parámetros de conductividad eléctrica (CE), pH y humedad del suelo en las seis subáreas evaluadas. Los resultados mostraron una mayor riqueza florística y una mayor distribución espacial de especies en la estación lluviosa, asociada a una mayor disponibilidad de agua y menores valores de salinidad. Las especies con potencial forrajero y medicinal, así como las especies consideradas malezas, se presentaron de forma más expresiva durante este período, destacando *Megathyrsus maximus*, *Desmanthus virgatus*, *Turnera subulata* y *Scoparia dulcis*. Durante la estación seca, se observó una reducción significativa de la humedad del suelo ($\approx 80\%$) y un aumento de la conductividad eléctrica (CE) ($\approx 43\%$), lo que resultó en una menor riqueza de especies y un predominio de especies tolerantes al estrés hídrico y la salinidad, como *Ipomoea asarifolia*, *Urochloa fusca* y *Mimosa somnians*. El análisis combinado de las seis áreas demostró variaciones espaciales relacionadas con el manejo del agua y la concentración de sales, que influyen directamente en la distribución de las especies y su funcionalidad ecológica. El estudio resalta el papel de la estacionalidad en la estructura de la vegetación espontánea irrigada y refuerza la importancia del monitoreo del suelo como herramienta para el manejo sostenible en la región semiárida.

Palabra-Chaves: Fitosociología. Riego. Semiárido.

INTRODUÇÃO

Vários são os perímetros irrigados no Nordeste brasileiro que apresentam problemas de degradação física e química dos solos (Meireles *et al.*, 2003; Aguiar Netto *et al.*, 2007) indicando que, além de quesitos sociais e econômicos, a expansão da agricultura irrigada deve considerar aspectos relacionados à qualidade no manejo da água e do solo (Deng *et al.*, 2006).

Dentre os atributos físicos podem ser destacadas densidade do solo, densidade de partícula, porosidade total, argila dispersa em água, condutividade hidráulica, distribuição e estabilidade de agregados (Jury; Horton, 2004). Alguns atributos químicos também são afetados pela prática de irrigação, dentre os quais se tem o pH, capacidade de troca catiônica e cátions trocáveis (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ e Na^+) e matéria orgânica do solo (Lima *et al.*, 2009; Assis *et al.*, 2010).

Essas áreas irrigadas, por apresentarem normalmente boa fertilidade e umidade, favorecem o surgimento de algumas espécies denominadas plantas daninhas, as quais competem pelos mesmos fatores de crescimento das culturas, acarretando perdas na produção e qualidade de grãos, motivo pelo qual são alvos de controle. Uma vez que as comunidades infestantes podem variar sua composição florística em função do tipo e da intensidade de tratamentos culturais impostos, o reconhecimento das espécies presentes torna-se fundamental, quanto mais se for levado em conta o custo financeiro e ambiental da utilização de produtos químicos. Dessa maneira, é importante investir em métodos que auxiliem no conhecimento dessas comunidades. (Erasmus; Pinheiro; Costa, 2004).

A irrigação transformou a terra e a sociedade como nenhuma outra atividade tinha proporcionado até então. Aquela ação viabilizou uma produção confiável de alimentos e possibilitou que parte das pessoas pudesse trabalhar em atividades diferentes da agricultura (Hoffman *et al.*, 2007).

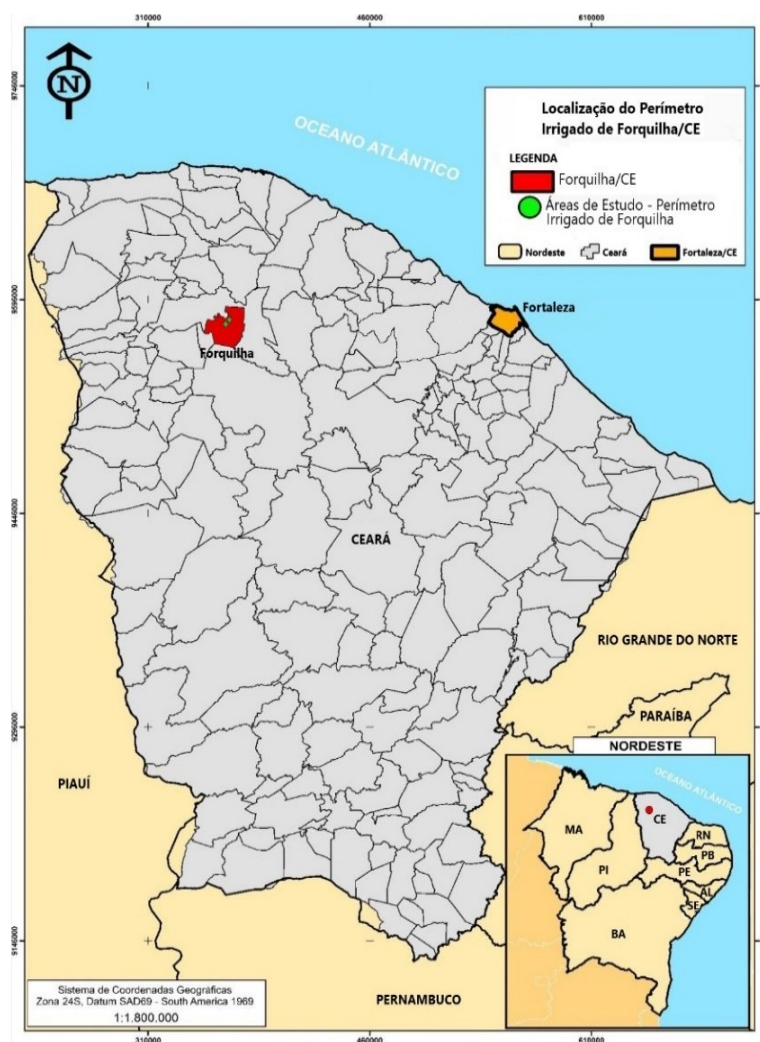
Os estudos fitossociológicos comparam as populações de plantas daninhas num momento definido. Repetições programadas dos estudos fitossociológicos podem indicar tendências de variação da importância de uma ou mais populações, e essas variações podem estar associadas às práticas agrícolas adotadas. A análise estrutural ou levantamento fitossociológico de uma determinada lavoura é muito importante para que se possa ter parâmetros confiáveis acerca da florística das plantas daninhas de um determinado nicho (Oliveira; Freitas, 2008).

Para delinear estratégias de manejo de plantas daninhas em ambientes cultivados torna-se imprescindível a realização de levantamentos no sentido de identificar e quantificar a dinâmica de populações de plantas daninhas na comunidade infestante. Neste caso, a fitossociologia – estudo das comunidades vegetais do ponto de vista florístico e estrutural – compara as populações de plantas daninhas estabelecidas em um certo período (Pitelli, 2000).

ÁREA DE ESTUDO

A pesquisa foi realizada no ano de 2022 no perímetro irrigado de Forquilha, localizado no município de Forquilha-CE, distante aproximadamente 208 km da capital Fortaleza (Figura 1).

Figura 1. Localização do município de Forquilha-CE.

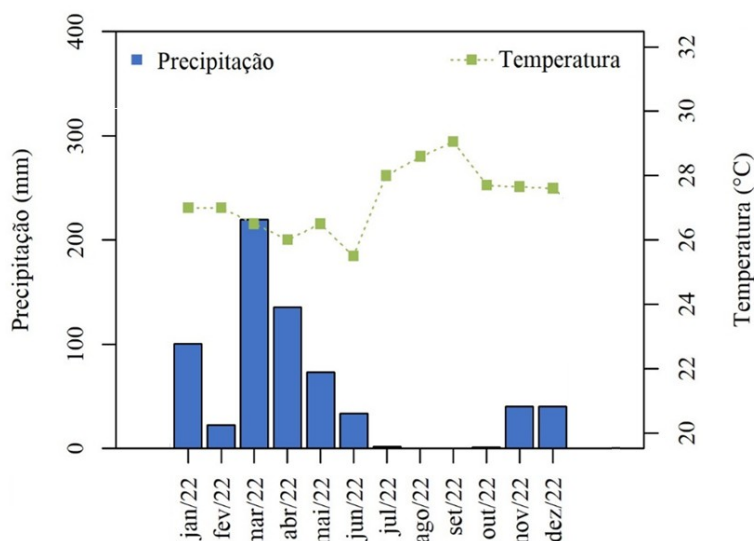


Fonte: (SARAIVA et al. 2025).

As áreas selecionadas estão localizadas no lote – 50 do setor II do perímetro (3°44'59,6" S 40°17'5,3" W). O clima de acordo com a classificação de Köppen é do tipo Bsh-semiárido quente com período chuvoso de janeiro a maio, com precipitação e temperatura média anual de 826 mm e 26 - 28°C, respectivamente (Funceme, 2023; Ipece, 2018).

Os dados de precipitação pluviométrica e temperatura referentes ao período da pesquisa, foram obtidos com a Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME) e Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) (Figura 2).

Figura 2. Precipitação pluviométrica (barras) Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos e temperatura média (linha) em Forquilha-CE, referentes ao período de janeiro a dezembro de 2022.



Fonte: (Funceme, 2023; Inmet, 2023).

Os solos do perímetro são aluviais, apresentando textura que alterna de muito fina a grossa e pouco desenvolvidos. Ficam situados em duas planícies aluviais constituídas pelos Rios Madeira e Sabonete, limitadas por formações cristalinas de gnaiss (Cogerh, 2008; Freire *et al.*, 2009). O suprimento hídrico é fornecido pelo Açude Público de Forquilha, que pode armazenar cerca de 50.132.000 m³ (Cogerh, 2008).

O sistema de irrigação do perímetro é feito por gravidade nos canais de irrigação por superfície e apresenta como principal coletor o rio Madeira, beneficiando uma área aluvial situada a partir de 300 m à jusante da parede do açude (Cogerh, 2008).

A vegetação observada na região é constituída por árvores de pequeno porte, com folhas que caem na estação seca, com caules retorcidos e esbranquiçados, a Caatinga Arbustiva Aberta, que substituiu a Caatinga Arbustiva Densa vegetação primária desse bioma. Tal observação sugere que o desmatamento indiscriminado, bem como, as queimadas para o preparo do solo, a pecuária extensiva e o uso da vegetação nativa para uso como carvão e lenha se destacam como os principais responsáveis pela supressão da vegetação nativa (Fontenele *et al.*, 2020; Nascimento *et al.*, 2020; Moraes *et al.*, 2024; Wanderley; Delgado, 2024).

O local de estudo é um remanescente de Caatinga localizado nas adjacências do rio Madeira, que sofre intervenção antrópica direta, seja pela atividade agrícola durante o período chuvoso ou

pelo pastejo de ovinos e bovinos no período de estiagem. Cabe destacar que durante todo o período de realização dessa pesquisa a área ficou em pousio.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram selecionadas, no lote 50 do setor II do perímetro irrigado, seis áreas de 150 m² cada, inter espaçadas por uma distância de 10 metros uma da outra obedecendo o sentido do dreno coletor, possibilitando avaliar variações espaciais associadas ao manejo hídrico. Com o auxílio de uma trena, cada área foi dividida em seis parcelas permanentes de 5 x 5 m, totalizando uma área experimental de 900 m², dividida em 36 parcelas.

As avaliações foram realizadas no ano de 2022, contemplando dois períodos contrastantes: Estação chuvosa, representando condições de elevada disponibilidade hídrica; Estação seca, caracterizada por restrição hídrica e maior concentração de sais no solo.

Em cada período, as mesmas subáreas foram avaliadas, permitindo comparações diretas temporais. Em cada subárea foram obtidos dados de: Condutividade elétrica do solo (CE, dS m⁻¹), utilizada como indicador do grau de salinidade; pH do solo, relacionado à disponibilidade de nutrientes e tolerância das espécies; Umidade do solo (%), determinada como indicativo da disponibilidade hídrica para o desenvolvimento vegetal. Esses parâmetros subsidiaram a interpretação da distribuição das espécies e do comportamento fitossociológico observado.

Para a realização do levantamento florístico foi lançado um quadrado de canos de PVC de 1 x 1 m de forma aleatória dentro de cada uma das parcelas, onde foram contabilizados todos os indivíduos herbáceos e arbustivos por espécie e consistiu no registro da presença das espécies vegetais nas subáreas amostradas em cada estação.

As espécies identificadas foram posteriormente agrupadas de acordo com critérios ecológicos e funcionais, com base em literatura científica e observações de campo, sendo classificadas quanto ao: potencial forrageiro; potencial medicinal; caracterização como planta daninha; tolerância à salinidade; ocorrência sazonal (estação chuvosa, estação seca ou ambas as estações).

RESULTADO E DISCUSSÃO

Os atributos edáficos apresentaram variação significativa entre as estações avaliadas. Na estação chuvosa, a condutividade elétrica do solo variou entre 0,30 e 0,41 dS m⁻¹, com pH oscilando de levemente ácido a neutro (6,47 a 6,93) e umidade do solo entre 18 e 22% (Figura 3).

Figura 3. Perfil da vegetação espontânea registrada no Setor II de área irrigada no município de Forquilha, Ceará, durante a estação chuvosa de 2022.

DRENO						
	ÁREA 6	ÁREA 5	ÁREA 4	ÁREA 3	ÁREA 2	ÁREA 1
CE dS/m	0,32	0,30	0,33	0,41	0,33	0,33
pH	6,47	6,60	6,78	6,93	6,83	6,55
Umidade (%)	18	19	21	22	19	19
	<i>Blainvillea acmella</i> <i>Borreria scabiosoides</i> <i>Calotropis procera</i> <i>Centrosema brasilianum</i> <i>Clitoria ternatea</i> <i>Corchorus aestuans</i> <i>Crotalaria spectabilis</i> <i>C. madagascariensis</i> <i>Cynodon dactylon</i> <i>Cyperus haspan</i> <i>Euphorbia hirta</i> <i>Euphorbia hyssopifolia</i> <i>Ipomoea asarifolia</i> <i>Melanthera latifolia</i> <i>Melochia pyramidata</i> <i>Distimake aegyptius</i> <i>Panicum campestre</i> <i>Megathyrus maximus</i> <i>Paspalum foveolatum</i> <i>Ruellia paniculata</i> <i>Scoparia dulcis</i> <i>Sida ciliaris</i> <i>Sidastrum micranthum</i> <i>Tridax procumbens</i> <i>Turnera subulata</i> <i>Urochloa fusca</i> <i>Urochloa plantaginea</i> <i>Wissadula periplocifolia</i>	<i>Allamanda blanchetii</i> <i>Blainvillea acmella</i> <i>Borreria scabiosoides</i> <i>Borreria verticillata</i> <i>Centratherum punctatum</i> <i>Centrosema brasilianum</i> <i>Clitoria ternatea</i> <i>Crochorus aestuans</i> <i>Crotalaria spectabilis</i> <i>Cynodon dactylon</i> <i>Cyperus haspan</i> <i>Desmanthus virgatus</i> <i>Euphorbia hyssopifolia</i> <i>H. angiospermum</i> <i>Ipomoea asarifolia</i> <i>H. angiospermum</i> <i>Ipomoea asarifolia</i> <i>Lagascia mollis</i> <i>Melanthera latifolia</i> <i>Melochia pyramidata</i> <i>Lagascia mollis</i> <i>Melanthera latifolia</i> <i>Melochia pyramidata</i> <i>Mimosa somnians</i> <i>Mimosa caesalpinifolia</i> <i>Mimosa somnians</i> <i>Megathyrus maximus</i> <i>Panicum campestre</i> <i>Paspalum foveolatum</i> <i>Rhynchosia minima</i> <i>Ruellia paniculata</i> <i>Scoparia dulcis</i> <i>Sida ciliaris</i> <i>Sidastrum micranthum</i> <i>Tridax procumbens</i> <i>Turnera subulata</i> <i>Urochloa fusca</i> <i>Urochloa plantaginea</i> <i>Waltheria indica</i> <i>Wissadula periplocifolia</i>	<i>Aeschynomene americana</i> <i>Blainvillea acmella</i> <i>Borreria scabiosoides</i> <i>Centratherum punctatum</i> <i>Centrosema brasilianum</i> <i>Clitoria ternatea</i> <i>Crochorus aestuans</i> <i>Crotalaria spectabilis</i> <i>Cyperus haspan</i> <i>Dactyloctenium aegyptium</i> <i>Euphorbia hyssopifolia</i> <i>H. angiospermum</i> <i>Ipomoea asarifolia</i> <i>Lagascia mollis</i> <i>Melanthera latifolia</i> <i>Melochia pyramidata</i> <i>Distimake aegyptius</i> <i>Mimosa somnians</i> <i>Panicum campestre</i> <i>Megathyrus maximus</i> <i>Panicum trichoides</i> <i>Paspalum foveolatum</i> <i>Rhynchosia minima</i> <i>Ruellia paniculata</i> <i>Scoparia dulcis</i> <i>Sida ciliaris</i> <i>Sidastrum micranthum</i> <i>Tridax procumbens</i> <i>Tridax procumbens</i> <i>Turnera subulata</i> <i>Urochloa fusca</i> <i>Urochloa plantaginea</i> <i>Waltheria indica</i> <i>Wissadula periplocifolia</i>	<i>Blainvillea acmella</i> <i>Borreria scabiosoides</i> <i>Centratherum punctatum</i> <i>Centrosema brasilianum</i> <i>Clitoria ternatea</i> <i>Corchorus aestuans</i> <i>Crotalaria spectabilis</i> <i>Cyperus haspan</i> <i>D. aegyptium</i> <i>Desmanthus virgatus</i> <i>Ipomoea asarifolia</i> <i>Lagascia mollis</i> <i>Melanthera latifolia</i> <i>Melochia pyramidata</i> <i>Distimake aegyptius</i> <i>Mimosa somnians</i> <i>Panicum campestre</i> <i>Megathyrus maximus</i> <i>Panicum trichoides</i> <i>Paspalum foveolatum</i> <i>Ruellia paniculata</i> <i>Scoparia dulcis</i> <i>Sida ciliaris</i> <i>Sidastrum micranthum</i> <i>Spermacoce confusa</i> <i>Tridax procumbens</i> <i>Turnera subulata</i> <i>Urochloa plantaginea</i> <i>Waltheria indica</i> <i>Wissadula periplocifolia</i>	<i>Blainvillea acmella</i> <i>Borreria scabiosoides</i> <i>Centrosema brasilianum</i> <i>Clitoria ternatea</i> <i>Corchorus aestuans</i> <i>Crotalaria spectabilis</i> <i>Cyperus haspan</i> <i>Dactyloctenium aegyptium</i> <i>Desmanthus virgatus</i> <i>Euphorbia hyssopifolia</i> <i>H. angiospermum</i> <i>Ipomoea asarifolia</i> <i>Lagascia mollis</i> <i>Melanthera latifolia</i> <i>Melochia pyramidata</i> <i>Distimake aegyptius</i> <i>Melochia pyramidata</i> <i>Distimake aegyptius</i> <i>Mimosa somnians</i> <i>Megathyrus maximus</i> <i>Rhynchosia minima</i> <i>Scoparia dulcis</i> <i>Sida ciliaris</i> <i>Sidastrum micranthum</i> <i>Spermacoce confusa</i> <i>Tridax procumbens</i> <i>Turnera subulata</i> <i>Urochloa plantaginea</i> <i>Waltheria indica</i> <i>Wissadula periplocifolia</i>	<i>Blainvillea acmella</i> <i>Borreria scabiosoides</i> <i>Centratherum punctatum</i> <i>Centrosema brasilianum</i> <i>Clitoria ternatea</i> <i>Crochorus aestuans</i> <i>Crotalaria spectabilis</i> <i>Cyperus haspan</i> <i>Euphorbia hyssopifolia</i> <i>Ipomoea asarifolia</i> <i>Lagascia mollis</i> <i>Melanthera latifolia</i> <i>Melochia pyramidata</i> <i>Oxalis cytisoides</i> <i>Megathyrus maximus</i> <i>Sida ciliaris</i> <i>Spermacoce confusa</i> <i>Tridax procumbens</i> <i>Turnera subulata</i> <i>Urochloa plantaginea</i> <i>Waltheria indica</i>

Fonte: (SARAIVA et al. 2025).

Esses valores indicam condições favoráveis ao estabelecimento e desenvolvimento da maioria das espécies herbáceas. Durante a estação chuvosa foi registrada maior riqueza de espécies, distribuídas predominantemente entre as famílias Poaceae, Fabaceae, Euphorbiaceae e Malvaceae. Espécies como *Blainvillea acmella*, *Borreria scabiosoides*, *Crotalaria spectabilis*, *Corchorus aestuans* e *Cyperus haspan*, estando presentes na maioria das subáreas amostradas.

Durante o período chuvoso, as seis subáreas apresentaram incremento generalizado da umidade do solo, refletindo a influência direta da precipitação associada ao manejo da irrigação (Silva *et al.*, 2012). Em ambientes semiáridos, a elevação da umidade promove aumento da atividade biológica, maior disponibilidade de nutrientes e favorece o estabelecimento da vegetação

espontânea (Lopes; Marengo, 2011). Estudos realizados em perímetros irrigados no Nordeste brasileiro demonstram que, mesmo sob regime chuvoso, a distribuição espacial da umidade não ocorre de forma homogênea, sendo influenciada por textura, densidade do solo, microtopografia e manejo hídrico (Lins; Lopes; Montenegro, 2020; Araújo *et al.*, 2018).

A condutividade elétrica (CE), por sua vez, apresentou valores reduzidos, evidenciando o efeito de lixiviação natural promovido pelas chuvas. (Medeiros *et al.*, 2014). Segundo Corrêa *et al.* (2009), a precipitação atua como agente diluidor e redistribuidor de sais, reduzindo temporariamente a concentração salina nas camadas superficiais.

No que se refere ao pH, observou-se relativa estabilidade entre as seis subáreas, comportamento também relatado por Sousa *et al.* (2019) e Medeiros *et al.* (2014), que destacam que o pH em solos irrigados do semiárido tende a apresentar menor sensibilidade à sazonalidade quando comparado à CE, devido ao efeito tamponante dos minerais presentes no solo.

A correlação observada entre maior umidade e menor CE nas subáreas confirma a interação inversa entre essas variáveis, já demonstrada em estudos de variabilidade espacial no semiárido (Lins; Lopes; Montenegro, 2013). Esse cenário edáfico mais favorável no período chuvoso contribui para maior riqueza e frequência de espécies vegetais, especialmente aquelas menos tolerantes ao estresse salino (Araújo *et al.*, 2018).

A estação chuvosa apresentou maior diversidade funcional, com predominância de espécies anuais, de crescimento rápido, muitas delas com uso potencial forrageiro ou medicinal. Esse comportamento está diretamente relacionado à elevada umidade do solo e à menor condutividade elétrica, que favorecem a germinação de espécies menos tolerantes ao estresse salino. A presença de espécies com potencial forrageiro e medicinal, especialmente no período chuvoso, indica que áreas irrigadas podem exercer papel secundário na prestação de serviços ecossistêmicos, desde que haja manejo adequado. Por outro lado, a persistência de plantas daninhas tolerantes à seca e à salinidade impõe desafios ao sistema produtivo, exigindo manejo integrado de plantas daninhas, monitoramento da salinidade do solo, estratégias de irrigação que reduzam o acúmulo de sais (Pitelli, 2000; Freire *et al.*, 2009; Assis *et al.*, 2010).

No período chuvoso, os atributos edáficos analisados mostraram um padrão que favoreceu o estabelecimento e a diversidade da vegetação espontânea na área irrigada estudada. A umidade do solo apresentou valores superiores em relação ao período seco (figura 2), o que está de acordo com o incremento pluviométrico típico dessa estação e com a menor evapotranspiração líquida resultante das chuvas. Em experimentos conduzidos em sistemas agrícolas, verificou-se que a cobertura do

solo e a irrigação influenciam diretamente o conteúdo de água presente nas camadas superficiais, sendo a umidade um dos principais determinantes da germinação e do crescimento de espécies herbáceas espontâneas (Souza et al, 2011).

A condutividade elétrica (CE), que representa a concentração de sais solúveis na solução do solo, tende a apresentar valores mais baixos no período chuvoso devido à lixiviação dos íons salinos pela água de chuva, diminuindo a salinidade superficial do perfil edáfico. Esse fenômeno já foi observado em experimentos com aplicação de água irrigada em diferentes épocas do ano, nos quais a CE foi maior no período seco e menor no período chuvoso, evidenciando o efeito de diluição e deslocamento de sais promovido pela precipitação natural (Silva et al, 2012). A redução da CE no período chuvoso contribui para a ocorrência de espécies menos tolerantes à salinidade, o que explica parte da maior riqueza florística observada durante esse intervalo.

Em relação ao pH do solo, os valores registrados no período chuvoso foram relativamente estáveis e tendem a se situar próximos à neutralidade ou levemente ácidos a neutros, em consonância com estudos em solos irrigados sob regimes distintos de irrigação e fertilização. Em contextos semelhantes, a irrigação e os aportes hídricos naturais atuam como fatores tampão, reduzindo flutuações drásticas no pH e, assim, promovendo melhor disponibilidade de nutrientes essenciais como N, P, Ca e Mg, o que favorece o desenvolvimento vegetal (Corrêa et al, 2009); também observado em estudos de pH e CE sob lâminas de irrigação em fruticultura tropical (Carvalho et al, 2010). Essa estabilidade do pH, associada à maior umidade e menor salinidade, cria condições edáficas mais adequadas para o estabelecimento de uma comunidade vegetal mais diversa durante o período chuvoso.

De forma integrada, os valores mais elevados de umidade, combinados com menores valores de condutividade elétrica e pH estável, proporcionaram um ambiente edáfico que favoreceu o enriquecimento florístico e funcional das espécies espontâneas. Esses atributos não apenas explicam a maior ocorrência de espécies medicinais e forrageiras durante a estação chuvosa, como também reforçam a importância da sazonalidade climática como regulador da composição e estrutura das comunidades vegetais em áreas irrigadas do semiárido cearense (Oliveira; Freitas, 2008; Araújo et al, 2018; Lins; Lopes; Montenegro, 2020).

Nesse contexto, gramíneas forrageiras como *Megathyrsus maximus* e *Dactyloctenium aegyptium* apresentaram maior potencial de desenvolvimento no período chuvoso, uma vez que respondem positivamente ao aumento da umidade e da disponibilidade de nutrientes (Valle et al., 2010). Leguminosas como *Centrosema brasilianum*, *Clitoria ternatea* e *Rhynchosia minima* também

foram favorecidas, visto que apresentam maior eficiência no crescimento vegetativo quando a restrição salina é reduzida. Estudos conduzidos com leguminosas tropicais demonstram que essas espécies apresentam sensibilidade moderada à salinidade, mas expressam maior produtividade sob solos com menor CE e adequada umidade (Sousa et al., 2019).

Espécies medicinais e espontâneas como *Scoparia dulcis*, *Turnera subulata* e *Waltheria indica* apresentaram maior ocorrência no período chuvoso, comportamento associado à melhor condição hídrica e maior disponibilidade de nutrientes no solo. Segundo Lorenzi e Matos (2008), essas espécies apresentam crescimento vigoroso sob solos bem drenados e com adequada umidade.

A presença de espécies consideradas daninhas agrícolas, como *Euphorbia hyssopifolia*, *Lagascea mollis* e *Oxalis cytisoides*, também aumentou no período chuvoso. Trabalhos de fitossociologia em áreas agrícolas do Nordeste indicam que a maioria das plantas daninhas apresenta pico de emergência logo após o início das chuvas, devido à ativação do banco de sementes no solo (Oliveira; Freitas, 2008; Araújo et al., 2014).

Durante o período seco, a redução significativa da umidade do solo nas seis subáreas intensificou as condições de estresse hídrico, promovendo uma reorganização estrutural da comunidade vegetal (Figura 4).

Figura 4. Perfil da vegetação espontânea registrada no Setor II de área irrigada no município de Forquilha, Ceará, durante a estação seca de 2022.

PERFIL						
	ÁREA 6	ÁREA 5	ÁREA 4	ÁREA 3	ÁREA 2	ÁREA 1
CE dS/cm	0,74	0,59	0,65	0,76	0,62	0,60
pH	6,47	6,18	6,61	6,25	6,73	6,51
Umidade (%)	4	4	4	4	3	2
	<i>Cibotium barbatum</i> <i>Cenchrus ochroleucus</i> <i>Crotalaria retusa/a/b</i> <i>Desmanthus virgatus</i> <i>Hyparrhenia rufa</i> <i>Ipomoea asarifolia</i> <i>Mimosa paraibensis</i> <i>Mimosa tenuiflora</i> <i>Sida acuta</i> <i>Tridax procumbens</i> <i>Turnera scabra/ae</i> <i>Tannia stolonifera</i> <i>Bauhinia pluriyuga</i>	<i>Cibotium barbatum</i> <i>Cenchrus ochroleucus</i> <i>Crotalaria retusa/a/b</i> <i>Desmanthus virgatus</i> <i>Ipomoea asarifolia</i> <i>Mimosa paraibensis</i> <i>Mimosa tenuiflora</i> <i>Sida acuta</i> <i>Tridax procumbens</i> <i>Turnera scabra/ae</i> <i>Gossypium hirsutum</i> <i>Bauhinia pluriyuga</i>	<i>Cibotium barbatum</i> <i>Cenchrus ochroleucus</i> <i>Crotalaria spectabilis</i> <i>Desmanthus virgatus</i> <i>Ipomoea asarifolia</i> <i>Waltheria cinerescens</i> <i>Melochia granatensis</i> <i>Mimosa paraibensis</i> <i>Mimosa tenuiflora</i> <i>Sida acuta</i> <i>Tridax procumbens</i> <i>Turnera scabra/ae</i> <i>Urochloa brizantha</i>	<i>Borreria verticillata</i> <i>Bidens nero/vosa</i> <i>Cenchrus echinatus</i> <i>Crotalaria spectabilis</i> <i>Ipomoea asarifolia</i> <i>Melochia linifolia</i> <i>Melochia grandiflora</i> <i>Mimosa tenuiflora</i> <i>Sida rhombifolia</i> <i>Tridax procumbens</i> <i>Turnera subulata</i> <i>Urochloa panicoides/a</i>	<i>Borreria verticillata</i> <i>Bidens bipinnata</i> <i>Cenchrus echinatus</i> <i>Eracanthus asperulus</i> <i>Hyparrhenia rufa</i> <i>Ipomoea asarifolia</i> <i>Melochia grandiflora</i> <i>Sida cordifolia</i> <i>Spermacoce vernicosa</i> <i>Tridax procumbens</i> <i>Turnera subulata</i> <i>Urochloa panicoides/a</i>	<i>Borreria verticillata</i> <i>Cnidocolus urens/tenuiflorus</i> <i>Clitoria ternatea</i> <i>Crotalaria ochroleuca</i> <i>Laportea physophila</i> <i>Ipomoea asarifolia</i> <i>Melochia grandiflora</i> <i>Mimosa setulosa</i> <i>Sida rhombifolia</i> <i>Sida santarensis/torvi</i> <i>Tridax procumbens</i> <i>Turnera subulata</i> <i>Malvastrum coromandelianum</i> <i>Waltheria caracasana/a</i>

Fonte: (SARAIWA et al. 2025).

A diminuição do teor de água no solo favoreceu o aumento da concentração de sais solúveis, refletido na elevação da condutividade elétrica (CE). Esse comportamento sazonal da salinidade em solos irrigados do Nordeste brasileiro é amplamente descrito por Sá *et al.* (2013), que demonstram que a evaporação intensa durante a estiagem promove ascensão capilar e acúmulo superficial de sais. De maneira complementar, Amorim *et al.* (2002) bem como Lopes e Macedo, (2008) apontam que o aumento da CE no período seco altera a osmoticidade da solução do solo, impondo restrições fisiológicas às plantas menos tolerantes.

O aumento da CE observado nas subáreas durante o período seco pode ter favorecido espécies com maior tolerância osmótica, enquanto reduziu o estabelecimento de espécies menos adaptadas à salinidade. Segundo Santos *et al.* (2016), a salinidade atua como filtro ecológico seletivo em áreas irrigadas, promovendo simplificação estrutural da vegetação espontânea.

Quanto ao pH, mesmo apresentando relativa estabilidade, sua interação com a maior concentração salina pode influenciar a disponibilidade de nutrientes essenciais, como fósforo e cálcio, afetando indiretamente o estabelecimento de espécies mais exigentes nutricionalmente (Novais; Ferreira; Garcia, 2007).

Nesse contexto mais restritivo, observou-se predominância de espécies com reconhecida adaptação a ambientes perturbados e condições edáficas adversas. A ocorrência de *Ipomoea asarifolia* em todas as subáreas indica elevada plasticidade fisiológica, sendo espécie descrita como tolerante a solos arenosos, compactados e com variação hídrica acentuada (Lorenzi, 2008). Espécies da família Malvaceae, como *Sida ciliaris* e *Sidastrum micranthum*, são relatadas como resistentes a déficit hídrico e comuns em solos de baixa fertilidade, apresentando estratégias morfofisiológicas que reduzem perdas por transpiração (Souza; Lorenzi, 2012). A persistência de *Mimosa somnians* nas subáreas sugere tolerância ao estresse ambiental moderado, característica comum em Fabaceae nativas do semiárido, as quais apresentam mecanismos de economia hídrica e sistemas radiculares adaptados (Queiroz, 2009). Entre as gramíneas, a manutenção de *Hyparrhenia rufa* e *Urochloa plantaginea* mesmo sob menor umidade confirma a capacidade dessas espécies de tolerar períodos de estiagem, característica associada a sistemas radiculares profundos e eficiente uso da água (Martins *et al.*, 2012).

Na estação seca, observou-se aumento da condutividade elétrica (0,46 a 0,55 dS m⁻¹) e redução acentuada da umidade do solo (3 a 5%). Essas condições refletem maior concentração de sais na solução do solo e restrição hídrica, atuando como fatores seletivos para a vegetação. No período seco, ocorreu redução expressiva da riqueza florística e da frequência de muitas espécies observadas no período chuvoso. Permaneceram principalmente espécies com maior tolerância ao

déficit hídrico e à salinidade, destacando-se *Urochloa fusca*, *Turnera subulata*, *Desmanthus virgatus* e *Ipomoea asarifolia* (Ashilenje, et al., 2022).

Os resultados indicam que a irrigação, associada à sazonalidade climática, exerce papel fundamental na dinâmica da vegetação espontânea. O predomínio de espécies tolerantes ao estresse hídrico e à salinidade na estação seca reforça a necessidade de estratégias de manejo que minimizem a salinização do solo e favoreçam a sustentabilidade do sistema irrigado (Shi, 2022).

A condutividade elétrica do solo (CE) apresentou, na estação chuvosa, valores médios aproximados de $0,35 \text{ dS m}^{-1}$, enquanto na estação seca a média foi de cerca de $0,50 \text{ dS m}^{-1}$, representando um aumento médio de aproximadamente 43% da estação chuvosa para a estação seca, associado à maior concentração de sais no solo.

O pH do solo manteve-se relativamente estável entre os períodos avaliados, com média aproximada de 6,70 na estação chuvosa e 6,85 na estação seca, indicando um leve aumento de cerca de 2%, o que demonstra baixa sensibilidade dessa variável às variações sazonais.

A umidade do solo apresentou a variação mais expressiva entre as estações. Na estação chuvosa, a umidade média foi estimada em aproximadamente 20%, enquanto na estação seca a média foi de cerca de 4%. Isso corresponde a uma redução absoluta de aproximadamente 16% e uma redução relativa próxima de 80% da umidade do solo do período chuvoso para o período seco. Em termos comparativos, a umidade do solo no período seco correspondeu a cerca de 20% daquela observada na estação chuvosa.

Os resultados evidenciam que a sazonalidade climática exerce forte influência sobre a dinâmica da vegetação espontânea em áreas irrigadas do semiárido. A elevada redução da umidade do solo entre os períodos atua como principal fator seletivo, condicionando tanto a riqueza florística quanto a funcionalidade ecológica das espécies presentes (Silvertown; Dodd; Gillman, 2011). O aumento da salinidade na estação seca reforça a seleção de espécies tolerantes, com implicações diretas para o manejo da vegetação e da irrigação.

A tabela 1 apresenta a síntese da classificação funcional das espécies vegetais registradas no levantamento fitossociológico, nela são indicados os nomes científicos e populares das espécies, bem como seus potenciais de uso, incluindo caráter forrageiro, medicinal ou comportamento como planta daninha, conforme descrito na literatura científica. A organização dessas informações permite compreender a composição funcional da vegetação espontânea nos períodos avaliados e serve de base para a discussão dos efeitos da sazonalidade climática e do manejo da irrigação sobre a estrutura da comunidade vegetal.

Tabela 1. Relação das espécies vegetais registradas na área irrigada no município de Forquilha–CE, com seus respectivos nomes científicos, nomes populares, potenciais de uso e as referências científicas que embasam essas classificações.

NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	POTENCIAL	REFERÊNCIA
<i>Clitoria ternatea</i> L.	Cunhã / ervilha-borboleta	Forrageiro de alta qualidade, tolerante à seca	Abreu <i>et al.</i> 2014
<i>Centrosema brasilianum</i> (L.) Benth.	Centrosema / babuia	Forrageiro leguminoso adaptado à seca	Silva <i>et al.</i> 2019
<i>Desmanthus virgatus</i> (L.) Willd.	Desmanthus	Forrageiro adaptado ao semiárido	Silva <i>et al.</i> 2019
<i>Urochloa plantaginea</i> (Link) Hitchc.	Capim-Urochloa	Forrageiro rústico	Santos, 2014
<i>Urochloa fusca</i>	Capim-Urochloa	Forrageiro adaptado a déficit hídrico	Santos, 2014
<i>Hyparrhenia rufa</i> (Nees) Stapf	Capim-gordura	Forrageiro rústico	Araújo <i>et al.</i> , 2014
<i>Tridax procumbens</i> L.	Trixá / botão-de-ouro	Medicinal e daninha com propriedades farmacológicas	Ramos <i>et al.</i> , 2022
<i>Turnera subulata</i> Sm.	Turnera	Medicinal tradicional (anti-inflamatório)	Ramos <i>et al.</i> , 2022
<i>Euphorbia hyssopifolia</i> L.	Leiteira	Medicinal tradicional	Ramos <i>et al.</i> , 2022
<i>Waltheria indica</i> L.	Mariola	Medicinal tradicional (anti-inflamatório)	Strada <i>et al.</i> , 2017
<i>Sida ciliaris</i> L.	Sida	Daninha rústica (Malvaceae)	Lorenzi, 2008
<i>Sidastrum micranthum</i> (Nees)	Sida armadeira	Daninha rústica	Ferreira <i>et al.</i> , 2017
<i>Wissadula periplocifolia</i> (L.)	Daninha (Malvaceae)	Daninha adaptada a solos perturbados	Ferreira <i>et al.</i> , 2017
<i>Borreria scabiosoides</i> (L.)	Borreria	Daninha comum	Costa <i>et al.</i> , 2015
<i>Borreria verticillata</i> (L.)	Daninha comum	Daninha adaptada	Medeiros <i>et al.</i> , 2018
<i>Ipomoea asarifolia</i> (Desr.)	Cordão-de-frade	Daninha tolerante à seca e salinidade	Medeiros <i>et al.</i> , 2018
<i>Melochia pyramidata</i>	Relógio	Daninha comum	Costa <i>et al.</i> , 2015

Fonte: Organizado pelo autor

A literatura técnica, especialmente trabalhos sobre pastagens no semiárido brasileiro, reconhece o gênero *Urochloa* como uma alternativa forrageira valiosa em condições de baixa disponibilidade hídrica e calor intenso, justamente os fatores que caracterizam a estação seca de áreas irrigadas no semiárido. (Santos; Neiva, 2022). Espécies do gênero *Urochloa* (incluindo *U. brizantha*, *U. humidicola* e outros relacionados ao *Urochloa/Brachiaria*) são amplamente reconhecidas como gramíneas forrageiras para pastagens no semiárido e trópicos. Estudos apontam seu uso tradicional como alternativa para pastagem e produção de biomassa animal, além de adaptação ao clima quente e períodos de seca típica do semiárido brasileiro (Júnior *et al*, 2018). Sob manejo agrícola sem controle, gramíneas forrageiras espontâneas desse gênero podem comportar-se como plantas oportunistas em ambientes perturbados, competindo por recursos com espécies cultivadas (Lima *et al*, 2014).

Estudos indicam tolerância destas gramíneas a déficit hídrico e adaptação morfológica ao semiárido, embora não haja medida direta de salinidade em campo. Sua persistência no período seco sugere adaptação funcional à condição de baixa água e possível tolerância ao estresse salino moderado (Júnior *et al*, 2018).

Euphorbia hirta é considerada planta espontânea ou ruderal e pode crescer em solos perturbados, na literatura é identificada por seu potencial medicinal sendo reconhecida mundialmente por seu amplo uso na medicina tradicional: tratamento de doenças respiratórias, gastrointestinais, inflamatórias e parasitárias. Ela contém compostos bioativos como flavonoides, triterpenos, fenólicos e outros, com evidências de ação antibacteriana, anti-inflamatória, antidiarreica e antioxidante em estudos farmacológicos (Kumar; Malhotra; Kumar, 2010; Rajeh *et al*, 2010).

Estudos fitoquímicos e etnobotânicos documentam que *Sida rhombifolia* contém alcaloides, flavonoides, terpenos e outros compostos bioativos com potencial medicinal: anti-inflamatório, antioxidante, analgésico, antidiarreico, antiparasitário e atividade citotóxica em modelos experimentais (Chaves, *et al*, 2017). Relatos científicos também observam uso tradicional em diversas culturas para tratar inflamações, problemas digestivos e doenças sistêmicas. Sidaceae (incluindo *Sida rhombifolia*) são frequentemente relatadas como plantas daninhas espontâneas em sistemas agrícolas perturbados e solos degradados, competindo com culturas por recursos (Ferrer *et al*, 2025).

Espécies como *Cyperus rotundus* e *Cenchrus echinatus* possuem forte comportamento daninho comprovado em estudos agronômicos e dominam em ambientes com estresse hídrico e solos perturbados, justificando sua persistência na estação seca do levantamento. Essa persistência

funcional é uma evidência ecológica de que plantas espontâneas ruderais sobrevivem em condições extremas, influenciando a estrutura da comunidade vegetal e exigindo estratégias de manejo. (Azania *et al*, 2004).

De acordo com os resultados, no período seco há predomínio de forrageiras rústicas (*Urochloa*, *Desmanthus*), daninhas tolerantes à seca (*Sida*, *Ipomoea*, *Borreria*), devido à forte seleção ambiental por déficit hídrico e aumento da CE. No período chuvoso a maior diversidade funcional é de espécies medicinais, leguminosas anuais, gramíneas de crescimento rápido e menor efeito seletivo da salinidade. Já em ambas as estações: espécies de alta plasticidade ecológica, como *Turnera subulata*, *Tridax procumbens*, *Urochloa plantaginea*, *Ipomoea asarifolia*.

Na estação seca, houve predominância de espécies acessórias e acidentais, indicando elevada seletividade ambiental e maior heterogeneidade espacial da vegetação. No período seco, observou-se forte filtro ambiental, com predominância de espécies: perenes, com sistemas radiculares profundos ou estruturas de reserva, fisiologicamente adaptadas ao déficit hídrico e ao aumento da CE. Esse aumento da condutividade elétrica no período seco promoveu a seleção de espécies tolerantes, como *Cyperus rotundus* e *Cenchrus echinatus*, amplamente descritas como plantas daninhas agressivas em áreas irrigadas do semiárido de acordo com a literatura. Essas espécies mantêm atividade metabólica mesmo sob estresse osmótico, assegurando sua permanência na comunidade vegetal. Espécies sensíveis à salinidade, como *Amaranthus sp.* e *Portulaca oleracea*, ficaram restritas ao período chuvoso, evidenciando sua dependência de condições edáficas mais favoráveis.

CONCLUSÃO

O levantamento fitossociológico realizado no setor irrigado de Forquilha–CE confirmou que a sazonalidade climática é o principal fator estruturador da vegetação espontânea na área estudada. O período chuvoso apresentou maior riqueza e diversidade de espécies, associadas à elevada umidade do solo e menores níveis de salinidade, favorecendo a presença de espécies com múltiplos potenciais ecológicos e produtivos.

A redução aproximada de 80% da umidade do solo do período chuvoso para o período seco, aliada ao aumento da condutividade elétrica, promoveu forte seleção ambiental, resultando na permanência de espécies mais tolerantes ao estresse hídrico e salino. Esse processo evidenciou a

substituição parcial da flora entre os períodos e a simplificação estrutural da comunidade no período seco.

As seis subáreas analisadas demonstraram que pequenas variações espaciais nos atributos edáficos são capazes de alterar significativamente a composição vegetal, revelando correlação direta entre CE elevada e maior presença de espécies tolerantes à salinidade, bem como associação entre maior umidade e incremento da riqueza florística.

Do ponto de vista funcional, a vegetação espontânea apresentou espécies com relevante potencial forrageiro e medicinal, além de espécies classificadas como daninhas agrícolas, demonstrando que essas comunidades não representam apenas competição ao cultivo, mas também reservatórios de biodiversidade e recursos biológicos.

Conclui-se que o monitoramento integrado da vegetação e dos atributos do solo é fundamental para o manejo sustentável de áreas irrigadas no semiárido, permitindo reduzir processos de salinização, otimizar o uso da água e orientar estratégias de controle da vegetação espontânea baseadas em critérios ecológicos.

REFERÊNCIAS

- ABREU, M. L. C. *et al.* *Clitoria ternatea* L. como uma potencial leguminosa forrageira de alta qualidade. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 27, n. 2, p. 169, 2014. DOI: <https://doi.org/10.5713/ajas.2013.13343>
- AGUIAR NETTO, A. O. *et al.* Características químicas e salino-sodicidade dos solos do perímetro irrigado Califórnia, SE, Brasil. **Ciência Rural**, v.37, p.1640-1645, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782007000600021>
- AGOSTINETTO, D. *et al.* Alterações na fotossíntese e estresse oxidativo em plantas de trigo submetidas à aplicação de herbicidas. **Planta Daninha**, v. 34, n. 1, p. 01-09, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582016340100001>
- AMORIM, J. R. A. *et al.* Efeito da salinidade e modo de aplicação da água de irrigação no crescimento e produção de alho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.2, p.167-176, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2002000200008>
- ARAÚJO, A. M. S. *et al.* Caracterização morfológica e germinação de sementes de *Macroptilium martii* Benth. (Fabaceae). **Revista Caatinga**, v. 27, n. 3, p. 124-131, 2014.
- ARAÚJO, D. C. *et al.* Spatial variability of soil attributes in an experimental basin in the semi-arid region of Pernambuco, Brazil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, n. 1, p. 38-44, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v22n1p38-44>

- ASHILENJE, D. S. *et al.* Crop species mechanisms and ecosystem services for sustainable forage cropping systems in salt-affected arid regions. **Frontiers in Plant Science**, v. 13, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.899926>.
- ASSIS, C. P. *et al.* Organic matter and phosphorus fractions in irrigated agroecosystems in a semi-arid region of Northeastern Brazil. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v.138, n. 1-2, p.74-82, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2010.04.002>
- AZANIA, A. A. P. M. *et al.* Emergência e desenvolvimento de guanxuma (*Sida rhombifolia*), capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) e cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) influenciados por subprodutos da destilação do álcool. **Planta Daninha**, v, 22, n. 3, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582004000300001>.
- CARVALHO, G. C. *et al.* PH e condutividade elétrica do solo sob lâminas de irrigação e doses de adubação nitrogenada em bananeira. In: JORNADA CIENTÍFICA EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA, 4., 2010, Cruz das Almas. Anais [...]. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2010. Disponível em: Embrapa - publicação completa. Acesso em: 22 fev 2026.
- COGERH. Companhia de Gestão de Recursos Hídricos. Inventário ambiental do açude Forquilha: fatores condicionantes da qualidade das águas. Fortaleza. 2008.
- COSTA, G. M. D. *et al.* Variações locais na riqueza florística em duas ecorregiões de caatinga. **Rodriguésia**, v. 66, n. 3, p. 685-709, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/2175-7860201566303>.
- CORRÊA, R. M. *et al.* Atributos químicos de solos sob diferentes usos em perímetro irrigado no semiárido de Pernambuco. **Revista brasileira de ciências do solo**, v. 33, n. 2, p. 305-314, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832009000200008>.
- CHAVES, O. S. *et al.* Alkaloids and Phenolic Compounds from *Sida rhombifolia* L. (Malvaceae) and Vasorelaxant Activity of Two Indoquinoline Alkaloids. **Molecules**, v. 22, n. 1, p. 94, 2017. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules22010094>.
- DENG, X. *et al.* Improving agricultural water use efficiency in arid and semiarid areas of China. **Agricultural Water Management**, v.80, p.23-40, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2005.07.021>.
- ERASMO, E. A. L.; PINHEIRO, L. L. A.; COSTA, N. V. Levantamento fitossociológico das comunidades de plantas infestantes em áreas de produção de arroz irrigado cultivado sob diferentes sistemas de manejo. **Planta daninha**, v. 22, n. 2, p. 195-201, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582004000200004>
- FERREIRA, S. D. *et al.* Controle de espécies de Commelina apenas com dessecantes e em misturas. **Planta Daninha**, v. 35, e017165664, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582017350100074>.
- FERRER, E. J. *et al.* *Sida* L.: Ethnobotany, Pharmacology, and Phytochemistry: A Review. **Plants**. 2025, v. 14, n. 19, p. 3115, 2025. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants14193115>

MEDEIROS, F. S. *et al.* Florística, fitossociologia e modelagem da distribuição diâétrica em um fragmento de Caatinga em São Mamede-PB. **Revista caatinga**, v. 14, n. 2, p. 85-95, 2018. DOI: <https://doi.org/10.30969/acsa.v14i2.900>.

FONTENELE, K. P. *et al.* Vegetação no ambiente semiárido: uso, potencialidades e limitações da mata ciliar. In: GONÇALVES, L. A. A., LOPES, F. C. R., SOBRINHO, J. F. (Orgs.). Pesquisa e extensão no ambiente semiárido: meio ambiente, v. 3, p. 204-212., 2020.

FREIRE, E. A. *et al.* Análises dos riscos de salinidade do solo do perímetro irrigado de Forquilha, Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, v. 24, n. 2, p. 62 – 66, ISSN 0101-756X. 2009.

FUNCEME. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. (2023). Chuva Média Mensal por Município. Disponível em: <http://www.funceme.br/appcalendario/mensal/municipios/media/2023>. Acesso: 15 jan. 2026.

HOFFMAN, G. J., *et al.* Design and operation of farm irrigation systems (pp. 863p-863p). St. Joseph, MI: **American Society of Agricultural and Biological Engineers**, 2007. ISBN 9781892769640. DOI: <https://doi.org/10.13031/2013.23705>.

IPECE Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. (2018). Perfil Básico Municipal de Forquilha-2017. Disponível em: https://www.ipece.ce.gov.br/wpcontent/uploads/sites/45/2018/09/Forquilha_2017.pdf. Acesso: 13 jan. 2026.

JURY, W.A.; HORTON, R. Soil physics. 6. ed. New York: John Wiley & Sons, 2004. 370p. ISBN 978-0-471-05965-3.

JÚNIOR, E. H. S. *et al.* Características agronômicas de capim-corrente (*Urochloa mosambicensis*) adubado com esterco suíno e submetido a duas alturas de corte. **Revista Ciência Agrícola**, v. 16, n. 1, p. 1-9, 2018. DOI: <https://doi.org/10.18378/rvads.v11i4.4081>.

KUMAR, S.; MALHOTRA, R.; KUMAR, D. *Euphorbia hirta*: Its chemistry, traditional and medicinal uses, and pharmacological activities. **Pharmacogn**, v. 4, n. 7, p. 58-61, 2010. DOI: <https://doi.org/10.4103/0973-7847.65327>.

LIMA, M. E. *et al.* Desempenho da alface em cultivo orgânico com e sem cobertura morta e diferentes lâminas d'água. **Ciência e Agrotecnologia**, v.33, p.1503-1510, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542009000600007>

LIMA, S. F. *et al.* Fitossociologia de plantas daninhas em convivência com plantas de cobertura. **Revista Caatinga**, v. 27, n. 2, p. 37-47, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-90882014000200010>.

LINS, F. A. C.; LOPES, L.; MONTENEGRO, A. A. D. A. Variabilidade espacial da umidade e condutividade elétrica do solo em vale aluvial utilizando técnicas geofísicas. **Revista de Geociências do Nordeste**, v. 6, n. 1, p. 56–63, 2020. DOI: <https://doi.org/10.21680/2447-3359.2020v6n1ID18484>.

LOPES, N. F.; MARENCO, R. A. Fisiologia vegetal: Fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral. 3ed. Editora UFV, Viçosa. 486p, 2011.

- LOPES, J. C.; MACEDO, C. M. P. Germinação de sementes de sob influência do teor de substrato e estresse salino. *Revista Brasileira de Sementes*, v.30, n.3, p.79-85, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-31222008000300011>
- LORENZI, H. Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas. 4a. Edição, Nova Odessa, SP, Instituto Plantarum 640 p. 2008. ISBN 9788586714276.
- LORENZI, H. M.; MATOS, F. J. A. Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas. Nova Odessa: São Paulo: Instituto Plantarum, 544p, 2008. ISBN 9788586714283.
- MARTINS, S. C. S. G. *et al.* Rendimento, composição e análise sensorial do queijo minas frescal fabricado com leite de vacas mestiças alimentadas com diferentes volumosos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 4, p. 993-1003, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982012000400023>
- MEIRELES, A. C. M. *et al.* Avaliação do impacto da fertirrigação em cambissolos na Chapada do Apodi, Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, v.34, n. 2, p. 207-212, 2003.
- MEDEIROS, J. F. D. *et al.* Uso de águas salinas como alternativa na irrigação e produção de forragem no semiárido nordestino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, p. 66-72, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v18nsupps66-s72>.
- MORAES, J. B.; WANDERLEY, H. S.; DELGADO, R. C. Áreas suscetíveis a desertificação no Nordeste do Brasil e projeção para cenário de mudanças climáticas. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.17, n. 06, p. 4003-4014, 2024. DOI: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v17.6.p4003-4014>
- NASCIMENTO, A. N. P.; SOUSA, M. A.; LIMA, E. C. Uso e ocupação do solo no baixo curso da microbacia hidrográfica do riacho madeira, Forquilha-CE. In: GONÇALVES, L. A. A.; LOPES, F. C. R., SOBRINHO, J. F. (Orgs.) Pesquisa e extensão no ambiente semiárido: meio ambiente, v. 3, p. 194-203, 2020.
- NOVAIS, D. B.; FERREIRA, J. S.; GARCIA, P. A. B. B. Fertilidade do solo como indicador do efeito de borda em fragmento florestal, Vitória da Conquista, Bahia. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 11, n. 4, p. 185-189, 2016. DOI: <https://doi.org/10.18378/rvads.v11i4.4081>.
- OLIVEIRA, A. R.; FREITAS, S. P. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas em áreas de produção de cana-de-açúcar. **Planta daninha**, v. 26, n. 1, p. 33-46, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582008000100004>
- PITELLI, R.A. Estudos fitossociológicos em comunidades infestantes de agrossistemas. **Jornal Conserb**, v.1, n. 2, p.1-7, 2000.
- QUEIROZ, L. P. Leguminosas da caatinga. Feira de Santana: Universidade Estadual de Feira de Santana; Royal Botanic Gardens, Kew; Associação Plantas do Nordeste, 443 p, 2009. ISBN 9788573951745.

- RAJEH M. A. *et al.* Assessment of *Euphorbia hirta* L. leaf, flower, stem and root extracts for their antibacterial and antifungal activity and brine shrimp lethality. **Molecules**. 2010. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules15096008>.
- RAMOS, M.T.A.D. *et al.* Caracterização farmacobotânica de *Tridax Procumbens* L. (Asteraceae). **Diversitas Journal**, v. 7, n. 4, p. 2022. DOI: <https://doi.org/10.48017/dj.v7i4.2396>.
- SANTOS, P. M. *et al.* Cenários agrícolas futuros para pastagens no Brasil. São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2014. (Documentos, 114). Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1136396/cenarios-agricolas-futuros-para-pastagens-no-brasil>. Acesso em: 22 jan 2026.
- SANTOS, J. C. Desafios do uso de crotalárias em alimentação animal. Rio Verde, GO: Instituto Federal Goiano, 2022. Trabalho de conclusão de curso (Especialização em Sistemas Integrados de Produção Agropecuária). Disponível em: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/3588>. Acesso em: 22 jan 2026.
- SANTOS, M. V. F.; NEIVA, J. N. M. (ed.). Culturas forrageiras no Brasil: uso e perspectivas. Visconde do Rio Branco: Suprema Gráfica, 494 p. 2022.
- SANTOS, R. V. *et al.* Interação salinidade-fertilidade do solo. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F.; GOMES FILHO, E. (org.). Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados. 2. ed. Fortaleza: INCTSal, cap. 18, p. 277–293, 2016. ISBN 978-85-420-0948-4. Acesso em: 22 jan 2026.
- SÁ, F. V. D. S. *et al.* Produção de mudas de mamoeiro irrigadas com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, p. 1047-1054, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662013001000004>.
- SARAIVA FILHO, D. E. *et al.* Comunidade halofítica herbáceo-arbustiva em perímetro irrigado no Município de Forquilha, Ceará, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 18, n. 5, p. 3579–3608, 2025. DOI: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v18.05.p3579-3608>.
- SHI, H. Y. To reduce soil salinity: the role of irrigation and water management in global arid regions across development phases. 2022. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2204.02029> DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2204.02029>
- SILVA, J. B. G. *et al.* Avaliação da condutividade elétrica e pH da solução do solo em uma área fertirrigada com água residuária de bovinocultura de leite. **Irriga**, v. 1, n. 01, p. 250-263, 2012. DOI: <https://doi.org/10.15809/irriga.2012v1n01p250>.
- SILVA, F. F. D. *et al.* Caracterização de rizóbios e fungos micorrízicos arbusculares em áreas impactadas pela extração de cascalho no Brasil. **Revista Caatinga**, v. 32, n. 4, p. 995-1004, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21252019v32n416rc>.
- SILVERTOWN, J.; DODD, M. E.; GILLMAN, M. The importance of water stress in plant ecology. **Journal of Ecology**, v. 99, n. 6, p. 1360–1371, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2011.01830.x>.

SOUSA, E. F. D. Atributos físicos e químicos do solo de diferentes sistemas de manejo no semiárido paraibano. 2019. 42f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2019. Disponível em: Repositório Institucional UFCG. Acesso em: 22 jan 2026.

SOUZA, A. P. *et al.* Umidade do solo e vegetação espontânea em diferentes coberturas mortas submetidas a lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 6, n. 1, p. 127-139, 2011. DOI: <https://doi.org/10.5039/agraria.v6i1a668>.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. Botânica Sistemática: Guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas do Brasil, baseado em APG III. Instituto Plantarum de estudos da flora LTDA. 3ª ed. p.768, 2012. ISBN 9788586714399.

STRADA, C. L. *et al.* Isovitexina como marcador e composto bioativo na atividade antinociceptiva dos extratos farmacêuticos brutos brasileiros de *Echinodorus scaber* e *E. grandiflorus*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 27, n.5, p. 619-626, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bjp.2017.05.011>.

VALLE, C. B. *et al.* Gênero *Brachiaria*. In: FONSECA, D. M.; MARTUSCELLO, J. A. (ed.). Plantas forrageiras. Viçosa, MG: Editora UFV, cap. 2, p. 30–77, 2010.