

## CARACTERIZAÇÃO DOS USOS DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO PERÍMETRO IRRIGADO DO BAIXO ACARAÚ - CE

Leonaria Luna Silva de Carvalho<sup>1</sup>

Claudivan Feitosa de Lacerda<sup>2</sup>

Fernando Bezerra Lopes<sup>3</sup>

Eunice Maia de Andrade<sup>4</sup>

Clayton Moura de Carvalho<sup>5</sup>

Silvaneide Lôbo da Silva<sup>6</sup>

**RESUMO:** A água é um bem com valor econômico e social e atua como recurso estratégico para o desenvolvimento econômico. Assim, objetivou-se realizar uma pesquisa participativa com os produtores do Perímetro Irrigado do Baixo Acaraú (CE) para caracterizar as fontes de água subterrânea e diagnosticar sua qualidade e usos. A pesquisa foi realizada no ano de 2015, sendo aplicados 34 questionários aos produtores, pela determinação do cálculo amostral, em um total de 37 pontos amostrais (poços, cacimbas e tanques). Estes continham 12 questões, com informações iniciais dos tipos de usos das fontes e também em relação ao funcionamento dos lotes irrigados. Os lotes mostraram aumento da demanda do uso da água subterrânea em decorrência da seca prolongada (2012 a 2016), principalmente nos anos de 2014 e 2015, sendo que mais de 80% das fontes avaliadas foram utilizadas devido à seca. Há carência de informações precisas e de orientação técnica sobre qualidade da água para os produtores. Cerca de 30% dos produtores detectaram problemas causados pela qualidade das fontes de água subterrânea, sendo os principais a salinidade, presença de ferro e variações de pH.

**PALAVRAS-CHAVE:** Área irrigada; Pesquisa participativa; Recursos hídricos.

<sup>1</sup> Mestre em Engenharia Agrícola, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará - UFC, Brasil. E-mail: leonarialuna@hotmail.com

<sup>2</sup> Professor titular do Departamento de Engenharia Agrícola do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará - UFC e Bolsista de Produtividade do CNPq nível D, Brasil.

<sup>3</sup> Professor Adjunto, Classe C, nível 1, do Departamento de Engenharia Agrícola - DENA do Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará - UFC, Brasil.

<sup>4</sup> Doutora em Recursos Naturais Renováveis pela Universidade do Arizona, USA. Professora no Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará - UFC, Brasil.

<sup>5</sup> Professor EBTT do Instituto Federal Baiano, Campus Serrinha, Brasil.

<sup>6</sup> Mestre no Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos, Universidade Federal de Sergipe - UFS, Brasil.

## CHARACTERIZATION OF UNDERGROUND WATER IN THE IRRIGATED PERIMETER OF THE LOWER ACARAÚ, BRAZIL

**ABSTRACT:** Since water has an economic and social value, it is a strategic resource for economic development. A participative research with producers within the irrigated perimeter of the lower Acaraú CE Brazil was undertaken to characterize underground water sources and diagnose its quality and use. The 2015 research occurred through 34 questionnaires handed to producers by sampling calculation, within 37 sampling points (wells, tanks, reservoirs). Questionnaires comprised 12 questions with information on the type of sources and the functioning of irrigated plots. Plots showed an increase in the use of underground water demand due to prolonged draught (2012-2016), especially for the years 2014 and 2015, with more than 80% of sources available employed due to the draught. Precise data and technical guidance are lacking on the water quality for producers. Approximately 30% of producers detected problems caused by the quality of underground water sources, especially salinity, iron and pH variations.

**KEY WORDS:** Irrigated area; Participating research; Water resources.

### INTRODUÇÃO

A água é fundamental para a existência de vida. Entretanto, várias partes do mundo sofrem com uma crise hídrica decorrente, principalmente, da má distribuição espaço-temporal das precipitações, aumento da demanda pelo crescimento populacional e de um gerenciamento limitado. Esses fatores contribuem para o aumento da competitividade entre os diferentes setores que demandam água.

No decorrer dos últimos cinco anos os conflitos pela água no Brasil dobraram e a região Nordeste apresentou uma elevação desses conflitos em 2013. Entre os anos de 2012 e 2014 a disponibilidade hídrica diminuiu, agravando as disputas pelo uso da água (PEREIRA; CUELLAR, 2015). Sendo assim, a escassez relaciona-se cada vez mais a dois fatores: a disponibilidade e a demanda. A crise hídrica se agrava, em parte, devido ao modelo atual de produção e consumo desenfreado da água, que reconhecidamente é um bem patrimonial e um recurso estratégico essencial ao desenvolvimento socioeconômico de todos os países (BRAGA; FERRÃO, 2015).

Em regiões onde há baixa pluviosidade, há também o comprometimento do desenvolvimento e produção das culturas. A irrigação torna-se uma tecnologia

essencial nos dias atuais, onde são observados crescimentos contínuos da demanda por alimentos, devido ao crescimento populacional e a busca incessante por melhor qualidade de vida. Esta atividade vem se tornando expressiva no mercado, acarretando produções e rendimentos mais elevados ao setor (LOPES *et al.*, 2011).

Porém, tem-se observado que o acesso à água é desigual entre os setores produtores agrícolas (grandes e médias empresas do agronegócio, os pequenos produtores da agricultura familiar e os moradores de cidades em regiões mais secas), principalmente entre aquelas que eram abastecidas por açudes menores que secaram (PEREIRA; CUELLAR, 2015).

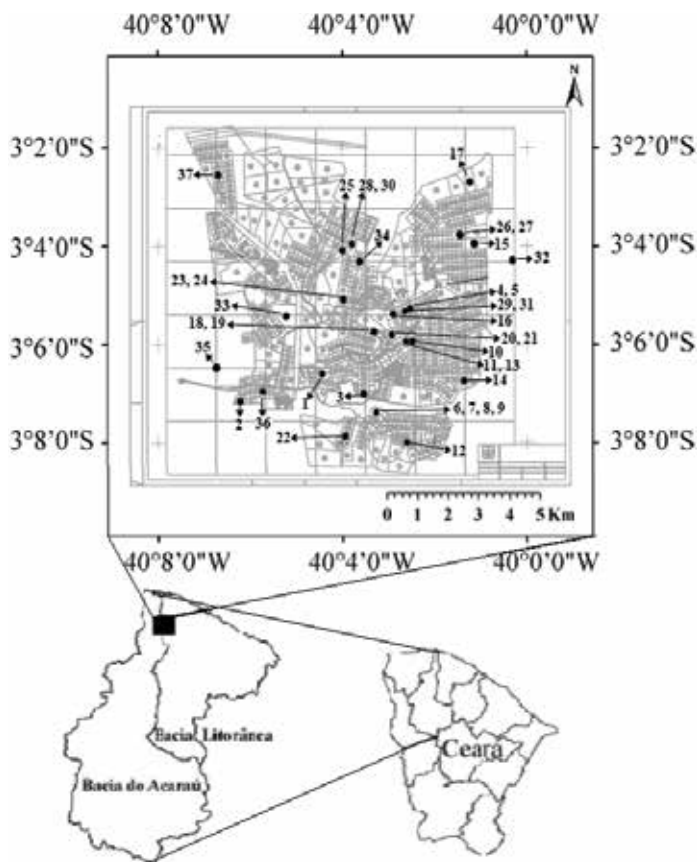
A utilização da água pela sociedade visa atender suas necessidades pessoais, atividades agrícolas e sociais. Porém, quando essa utilização é realizada de forma inadequada, acaba provocando alterações na qualidade da mesma, o que compromete os recursos hídricos e por consequência seus usos para os diversos fins (SOUZA *et al.*, 2014).

Diante disso, o monitoramento dos recursos hídricos e de sua qualidade são uma das principais ações para realização do planejamento e gestão da mesma, o que possibilita o acompanhamento dos seus usos, apresentando os efeitos sobre as características qualitativas das águas, visando à realização de ações para controle ambiental (GUEDES *et al.*, 2012). É necessário que se realize um monitoramento da disponibilidade hídrica e da qualidade, a fim de se conhecer as mudanças ocorridas ao longo do tempo.

Portanto, objetivou-se realizar uma pesquisa participativa com os produtores do Perímetro Irrigado do Baixo Acaraú - CE, a fim de caracterizar os diferentes tipos de fontes de água subterrânea, bem como diagnosticar sua qualidade e usos.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

A área de estudo corresponde ao Perímetro Irrigado do Baixo Acaraú (Figura 1), localizado próximo ao litoral da região Norte no Estado do Ceará, nas proximidades do trecho final da bacia do rio Acaraú, abrangendo os municípios de Acaraú, Bela Cruz e Marco. As coordenadas geográficas que delimitam a área são 3°01'00" à 3°09'00" S e 40°01'00" à 40°09'00" W.



**Figura 1.** Localização do Perímetro Irrigado do Baixo Acaraú  
 Fonte: Lopes, 2008.

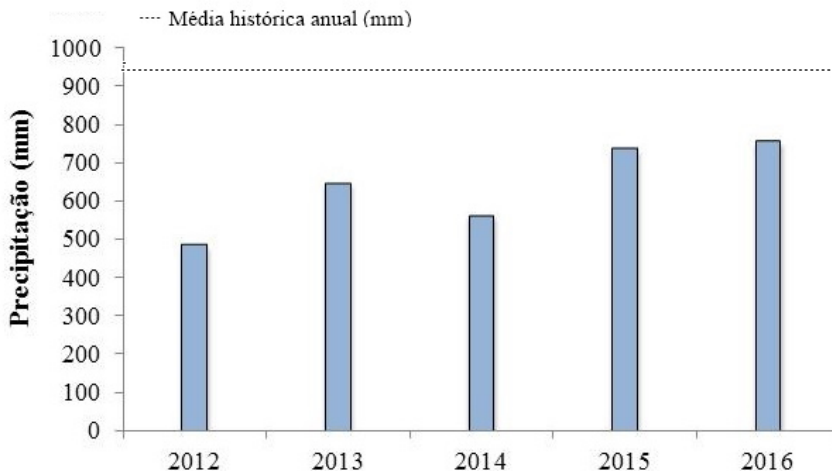
O perímetro abrange uma área irrigável de 12.407 hectares, e 8.816,61 hectares já foram implantados, funcionando com produtores. A fonte de abastecimento do perímetro é o rio Acaraú, estando perenizado pelos açudes Acaraú-mirim, Ayres de Souza, Edson Queiroz, Forquilha e Paulo Sarasate (DNOCS, 2002). A captação se dá no trecho de perenização da barragem Santa Rosa localizado a 1,5 km à jusante da cidade do Marco.

O objetivo da implantação do projeto foi implementar o desenvolvimento da agricultura irrigada, no sentido de proporcionar o crescimento e a diversificação da produção agrícola, bem como otimizar a produtividade da região.

Ainda de acordo com o Dnocs (2002) a implantação visou como usuários os pequenos produtores, professores na área de ciências agrícolas (técnico) e empresários, sendo o método de irrigação utilizado o localizado (gotejamento e microaspersão).

Segundo Köppen (1918), a classificação do clima na área estudada é do tipo Aw', tropical chuvoso, com chuvas de verão-outono, apresentando temperatura média anual de 28,1 °C, mínima de 22,8 °C e máxima de 34,7 °C. A região apresenta precipitação anual média de 960 mm e evaporação potencial de aproximadamente 1600 mm anuais, com umidade relativa média anual de 70%.

A região do Ceará sofre atualmente com uma seca prolongada (2012 a 2016) em decorrência da redução das precipitações. Pelas médias do posto meteorológico do município do Marco para os anos de 2012 a 2016 (Figura 2) foi observado um déficit em relação à média anual histórica (960 mm), que não ultrapassaram os 741 mm ano<sup>-1</sup>. Apesar da ocorrência de maiores precipitações em alguns anos anteriores a estes, a seca prolongada caracteriza o período por ter ocorrido precipitações abaixo da média em anos sucessivos. Essa seca prolongada foi ainda mais evidente nas áreas mais interioranas (parte alta da bacia) responsáveis pela recarga dos açudes que perenizam o rio Acaraú. O que fez com que nos anos de 2015 e 2016 o abastecimento pelo rio Acaraú (Barragem Santa Rosa) fosse totalmente encerrado, deixando os produtores dependentes do uso de fontes subterrâneas.



**Figura 2.** Precipitações pluviométricas ocorridas no posto meteorológico do município do Marco nos anos de 2012 a 2016.

Fonte: FUNCEME (2017).

Em relação às culturas cultivadas, ao realizar um diagnóstico propositivo dos perímetros e áreas irrigadas com fruticultura e floricultura no Ceará o Instituto FRUTAL (2013) obteve o diagnóstico descrito na Tabela 1 para o perímetro irrigado do baixo Acaraú.

**Tabela 1.** Frutíferas produzidas no DIBAU no ano de 2013

(Continua)

| CULTURAS | Ha    |
|----------|-------|
| Banana   | 585   |
| Coco     | 448   |
| Citros   | 197   |
| Goiaba   | 176   |
| Mamão    | 127   |
| Caju     | 109,8 |
| Graviola | 86,6  |
| Maracujá | 78,4  |
| Acerola  | 55    |

(Conclusão)

| CULTURAS     | Ha              |
|--------------|-----------------|
| Manga        | 53              |
| Abacaxi      | 26,5            |
| Sapoti       | 25,95           |
| <b>Total</b> | <b>1.968,25</b> |

Fonte: Instituto FRUTAL (2013).

A geologia da área é representada por formação Terciária, Grupo Barreiras, sendo esta caracterizada por depósitos de pouca consolidação, geralmente originando solos profundos e bem drenados. O relevo da área que abrange o DIBAU é razoavelmente suave, possuindo uma forte declividade longitudinal (MATIAS FILHO *et al.*, 2001). De um modo geral, os solos são profundos, bem drenados, com textura média, ou média/leve, e bastante permeáveis (ADECE, 2011).

Os pontos de coleta para caracterização da qualidade das águas subterrâneas foram previamente estabelecidos através de mapas do perímetro irrigado (Figura 1), juntamente com visitas de campo, a fim de viabilizar a realização das coletas, foram selecionados 37 pontos de coleta (15 poços, 14 cacimbas e 8 tanques) com abrangência em todo o perímetro. Os poços profundos dão acesso à água subterrânea através da perfuração vertical com pequeno diâmetro e profundidade de até 2000 metros. As cacimbas ou poços rasos têm grandes diâmetros e são escavados manualmente e revestidos com tijolos ou anéis de concreto, possuindo profundidades em torno de 20 metros. Os pontos denominados como tanques são provenientes de escavações realizadas no solo através de retroescavadeiras para obtenção de água das camadas menos profundas do solo.

Os pontos estabelecidos foram enumerados e georreferenciados (Tabela 2) por GPS tipo GARMIN MAP 76CSX, no formato UTM, e convertidos para coordenadas geográficas SIRGAS 2000, sendo que para algumas propriedades houve a existência de mais de um ponto de coleta.

**Tabela 2.** Pontos estabelecidos para coleta das amostras (SIRGAS 2000)

(Continua)

| Pontos | Identificação       | Latitude (Sul) | Longitude (Oeste) | Origem  |
|--------|---------------------|----------------|-------------------|---------|
| C1     | C6/2/2              | -3,1106        | -40,0747          | Cacimba |
| P2     | C4/1/1              | -3,1202        | -40,1024          | Poço    |
| C3     | C54/2               | -3,1167        | -40,0579          | Cacimba |
| P4     | C66/3               | -3,0869        | -40,0436          | Poço    |
| P5     | C66/3               | -3,0899        | -40,0423          | Poço    |
| C6     | T4/2/A2             | -3,1224        | -40,0553          | Cacimba |
| P7     | T4/2/A2             | -3,1223        | -40,0546          | Poço    |
| C8     | T4/2/A2             | -3,1225        | -40,0545          | Cacimba |
| C9     | T4/2/A2             | -3,1227        | -40,0536          | Cacimba |
| T10    | C69/2               | -3,0968        | -40,0431          | Tanque  |
| T11    | C70/2               | -3,0984        | -40,0102          | Tanque  |
| C12    | 156/2               | -3,1329        | -40,0449          | Cacimba |
| C13    | C70/2               | -3,1015        | -40,0448          | Cacimba |
| P14    | 141/2               | -3,1102        | -40,0253          | Poço    |
| P15    | E11/3               | -3,0654        | -40,0219          | Poço    |
| P16    | T11/3               | -3,0894        | -40,0474          | Poço    |
| T17    | E13/3               | -3,0417        | -40,0234          | Tanque  |
| P18    | C35/3               | -3,0955        | -40,05784         | Poço    |
| C19    | C35/3               | -3,0960        | -40,0582          | Cacimba |
| T20    | C63/3               | -3,0992        | -40,0496          | Tanque  |
| P21    | C63/3               | -3,0971        | -40,0506          | Poço    |
| P22    | C19/2               | -3,1324        | -40,0646          | Poço    |
| P23    | C3/3                | -3,0849        | -40,0685          | Poço    |
| T24    | C3/3                | -3,0860        | -40,0654          | Tanque  |
| C25    | T6/4                | -3,0715        | -40,0696          | Cacimba |
| P26    | T13/3/1             | -3,0637        | -40,0225          | Poço    |
| T27    | T13/3/1             | -3,0633        | -40,0226          | Tanque  |
| P28    | C45/4/A2            | -3,0683        | -40,0635          | Poço    |
| P29    | C65/3               | -3,0901        | -40,0443          | Poço    |
| T30    | C45/4/A2            | -3,0686        | -40,0634          | Tanque  |
| T31    | C65/3               | -3,0897        | -40,0444          | Tanque  |
| C32    | Córrego do Fernando | -3,0679        | -40,0069          | Cacimba |



(Conclusão)

| Pontos | Identificação | Latitude (Sul) | Longitude (Oeste) | Origem  |
|--------|---------------|----------------|-------------------|---------|
| P33    | E2/1/B        | -3,0918        | -40,0876          | Poço    |
| C34    | C17/3         | -3,0715        | -40,0629          | Cacimba |
| C35    | Santa Rosa    | -3,1073        | -40,1232          | Cacimba |
| C36    | C7/A1         | -3,1149        | -40,0963          | Cacimba |
| C37    | C70/1         | -3,0413        | -40,1107          | Cacimba |

Fonte: Elaborado pelos autores.

Os pontos selecionados para amostragem de água têm como usos prioritários a irrigação e o consumo humano, os pontos C32 e C35 que se encontram nas proximidades do Perímetro Irrigado são influenciados de forma indireta pelo manejo de irrigação, os demais pontos estão inseridos nos lotes irrigados e são influenciados diretamente pelo tipo de manejo de irrigação. As águas das cacimbas C32, C34 e C35 são utilizadas exclusivamente para consumo humano; enquanto que as águas dos P2, P4 e P7 são utilizadas tanto para consumo humano, como para irrigação; os demais reservatórios são utilizados exclusivamente para irrigação.

Com o objetivo de caracterizar os lotes irrigados e propriedades do estudo, e realizar um diagnóstico sobre a qualidade e uso das fontes hídricas no perímetro, foram aplicados questionários, contendo 12 questões, em setembro de 2015, com informações básicas iniciais, bem como também tipo de usos das fontes hídricas, sendo que para as fontes utilizadas na irrigação foram aplicadas questões com relação às informações sobre o funcionamento, realizando assim uma pesquisa participativa com os responsáveis pelos lotes das amostras coletadas. O modelo do questionário aplicado encontra-se no Apêndice I.

Para determinação do cálculo amostral de aplicação dos questionários, foi utilizada a técnica probabilística que leva em consideração a população total (N) de 37 amostras (Tabela 2), o erro amostral (d) definido de 5%, um nível de confiança pelo desvio-padrão (Z) de 1,96, que corresponde a 95% de confiança e os percentuais dos elementos das amostras favoráveis (p) e desfavoráveis (q) ao atributo pesquisado de 50% para cada um. Para cálculo do tamanho amostral (n) utilizou-se a fórmula segundo Fonseca e Martins (1996):

$$n = \frac{Z^2 pqN}{d^2(N-1)Z^2 pq} \quad (1)$$

Substituindo na fórmula tem o seguinte valor:

$$n = \frac{1,96^2 0,5.0,5.37}{0,05^2(37-1)19,6^2 0,5.0,5} \rightarrow n = 33,83 \sim 34 \text{ questionários}$$

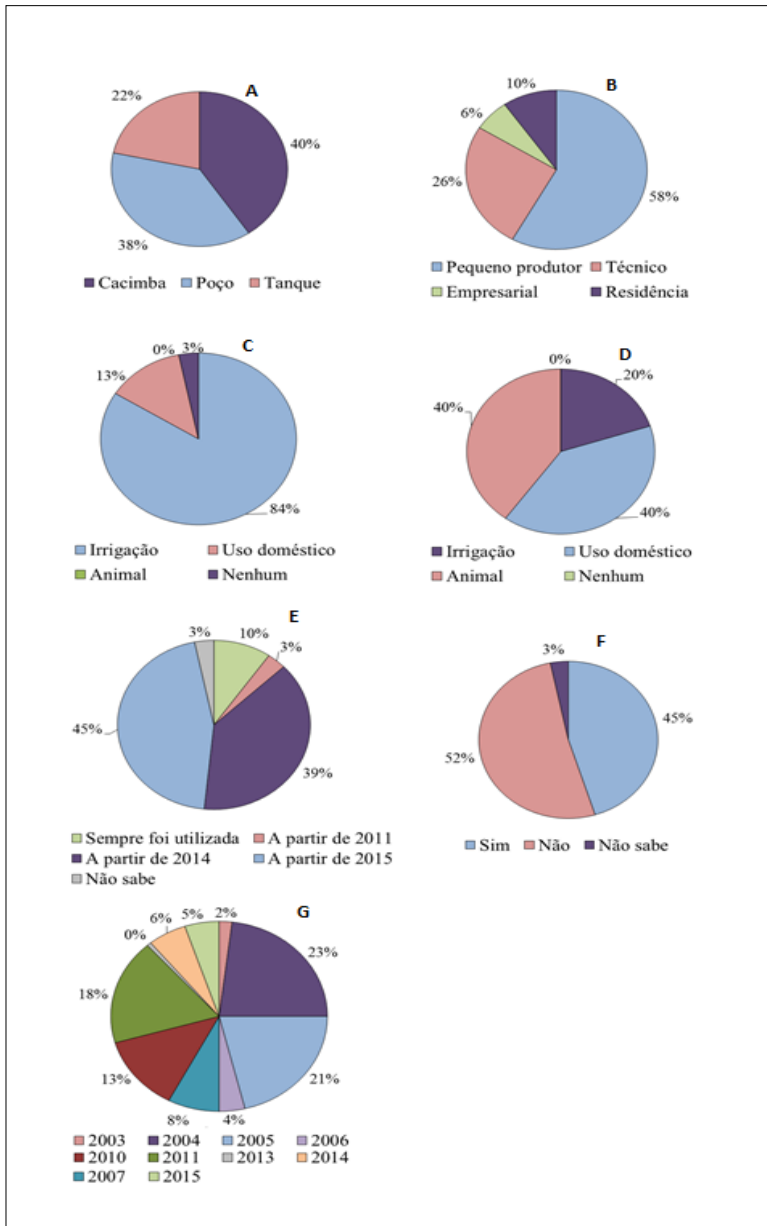
Vale salientar que foi aplicado um questionário para cada amostra e não para cada produtor, já que em algumas propriedades há a existência de mais de um ponto de coleta.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados a seguir referem-se à caracterização das propriedades em que foram coletadas as amostras de água. Observa-se na Figura 3A que a maior parte das águas coletadas nos lotes irrigados estudados é proveniente dos poços, representando 40% do total, seguido das cacimbas (38%).

A crescente busca por recursos hídricos subterrâneos tem aumentado em função da seca prolongada na bacia do Rio Acaraú, notadamente na parte baixa. Nos anos de 2015 e 2016 o perímetro irrigado sofreu com intensa escassez decorrente das secas nos anos anteriores, em relação à disponibilidade hídrica. Os produtores em busca de aumentar a disponibilidade hídrica para as culturas constantemente optaram por uso da água subterrânea proveniente de poços profundos, que fornecem uma quantidade mais segura de vazão hídrica, quando comparada com as quantidades provenientes de cacimbas e tanques.

No Estado do Ceará, há milhares de poços que fornecem água principalmente para irrigação e consumo humano, e estes são a principal fonte de abastecimento de água em algumas dessas áreas (ALMEIDA; FRISCHKORN, 2015).



**Figura 3.** Características iniciais dos locais de estudo no Perímetro Irrigado do Baixo Acaraú (CE): A) Origem das águas coletadas; B) Tipos de lotes; C) Usos prioritários; D) Usos secundários; E) Início de uso das águas; F) Análises realizadas anteriormente; G) Ano de realização das análises anteriores.

No que se refere aos tipos de lotes (Figura 3B), a maioria dos entrevistados possui propriedades de pequeno produtor (58%), seguido de lote para técnico com 26% e para lote empresarial, 6%; além destes, foram realizadas coletas em residências nas proximidades do perímetro irrigado que representam 10%, para identificação se há alguma influência decorrente da irrigação nesses pontos.

Nas Figuras 3C e 3D encontram-se os usos prioritários e secundários, respectivamente, referentes a cada ponto de coleta das amostras. Nota-se que o uso prioritário predominante é a irrigação com 84%, já que se trata de um Perímetro Irrigado; logo em seguida com 13% são de uso doméstico; nota-se que 3% não estão sendo utilizados, os entrevistados relataram que esse não uso é justamente pelo fato da água aparentar qualidade inferior. Como uso secundário tem uma predominância dos usos animal e doméstico com 40% para ambos. O conhecimento das características qualitativas dos recursos hídricos pode contribuir na tomada de decisões sobre quais usos são adequados para estas (VILLANUEVA *et al.*, 2015).

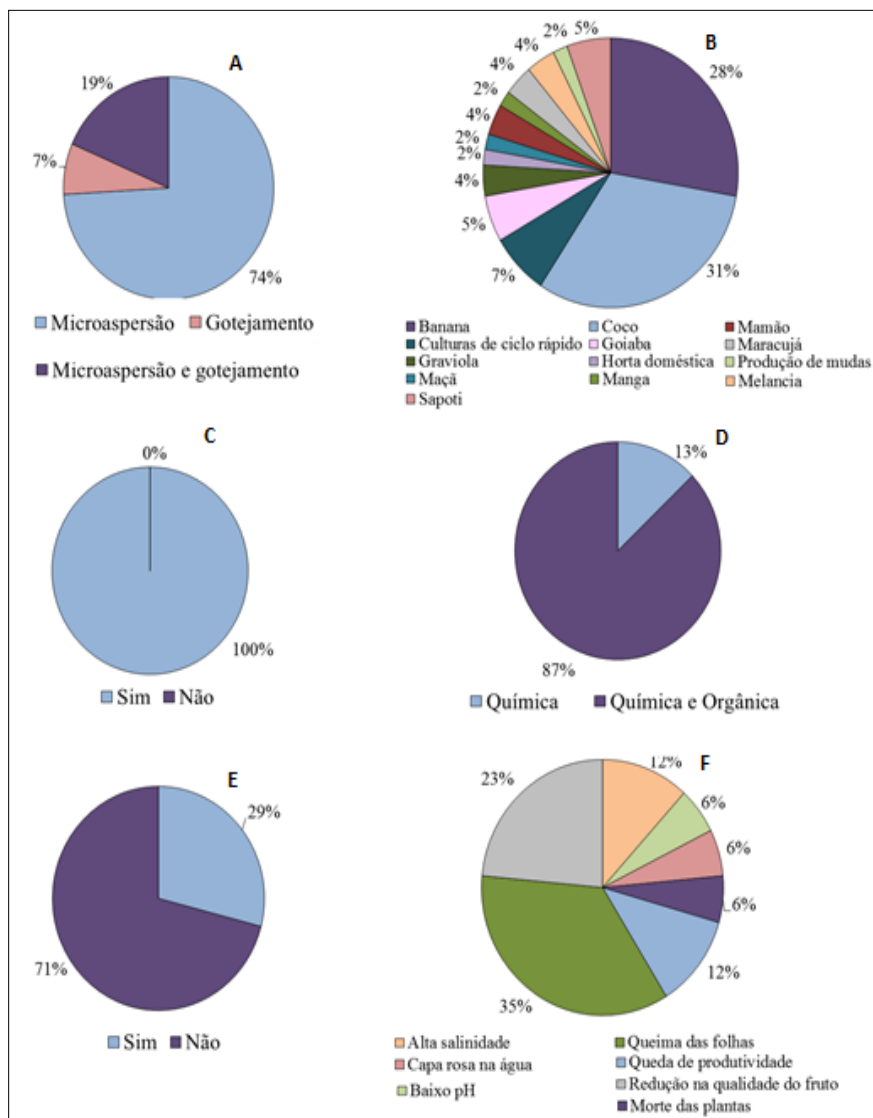
Na Figura 3E, observa-se que o início do uso da maior parte das águas analisadas se deu nos anos de 2014 com 39% e 2015 com 45%, justificando-se pelo fato de que a seca prolongada que afetou a região nos últimos anos (2012 a 2015) fez com que houvesse uma procura maior no uso de águas subterrâneas, principalmente no ano de 2015. Mais de 80% das fontes hídricas foram utilizadas em decorrência da seca prolongada na região. Além do mais, o fornecimento de água foi encerrado devido à baixa quantidade de água fornecida pelo rio Acaraú. Jales *et al.* (2010) relataram que foi verificado um assoreamento do rio Acaraú, este não está sendo devidamente cuidado, principalmente em relação à mata ciliar e à limpeza. O problema também está na diminuição dos rios que o abastecem.

Quanto à existência de realização de análises anteriores a esta, 45% dos entrevistados afirmaram que já foram realizadas outras análises; dos entrevistados, 52% afirmaram que não foi realizada nenhuma análise; e apenas 3% dizem não saber da existência de análises anteriores a estas (Figura 3F).

Pode-se observar que no que se diz respeito aos anos de realização das análises (Figura 3G), 23% foram realizadas no ano de 2004. Recentemente, no ano de 2015, apenas 5% dos entrevistados afirmam terem sido realizadas análises anteriores a esta. A maior parte dos entrevistados afirma que as análises feitas anteriormente

foram em decorrência de estudos realizados, com o intuito de identificar a qualidade da água nesses pontos; alguns ainda afirmam que as análises foram realizadas de forma particular (6 produtores realizaram esse tipo de análise) a fim de proporcionar um manejo adequado da irrigação.

O sistema de irrigação de maior utilização (Figura 4A) nos lotes irrigados onde existem os pontos de coleta é a microaspersão, com 74%. Como o método para uso no perímetro irrigado é irrigação localizada, o uso desse sistema justifica-se em decorrência do tipo de solo e cultura que é cultivada nas propriedades, pois permite um umedecimento maior da área, se comparando ao gotejamento, o que proporciona melhor desenvolvimento radicular das culturas. De acordo com o Dnocs (2002) para todo o Perímetro Irrigado do Baixo Acaraú os sistemas de irrigação utilizados são 50% por gotejamento e 50% por microaspersão.



**Figura 4.** Caracterização das águas utilizadas para irrigação: A) Sistemas de irrigação presentes; B) Culturas presentes nos lotes irrigados; C) Uso de adubação; D) Tipo de adubação utilizada; E) Problemas causados pelo uso das águas; F) Tipos de problemas causados com o uso das águas.

Observa-se que para as propriedades estudadas, a cultura mais cultivada é o coqueiro, representando 31%, seguindo do cultivo de bananeira com 28% (Figura 4B), sendo estas as duas culturas de maior cultivo no ano de 2013 de acordo

com o Instituto Frutal (2013) descritos na Tabela 1. Porém, devido à ocorrência da escassez hídrica, os entrevistados relataram que os rendimentos das culturas caíram consideravelmente, por isso, vários produtores optaram por cultivar culturas de ciclo rápido, a fim de alcançar uma renda maior, já que a água é um fator limitante para cultivo de culturas demandantes de muita água.

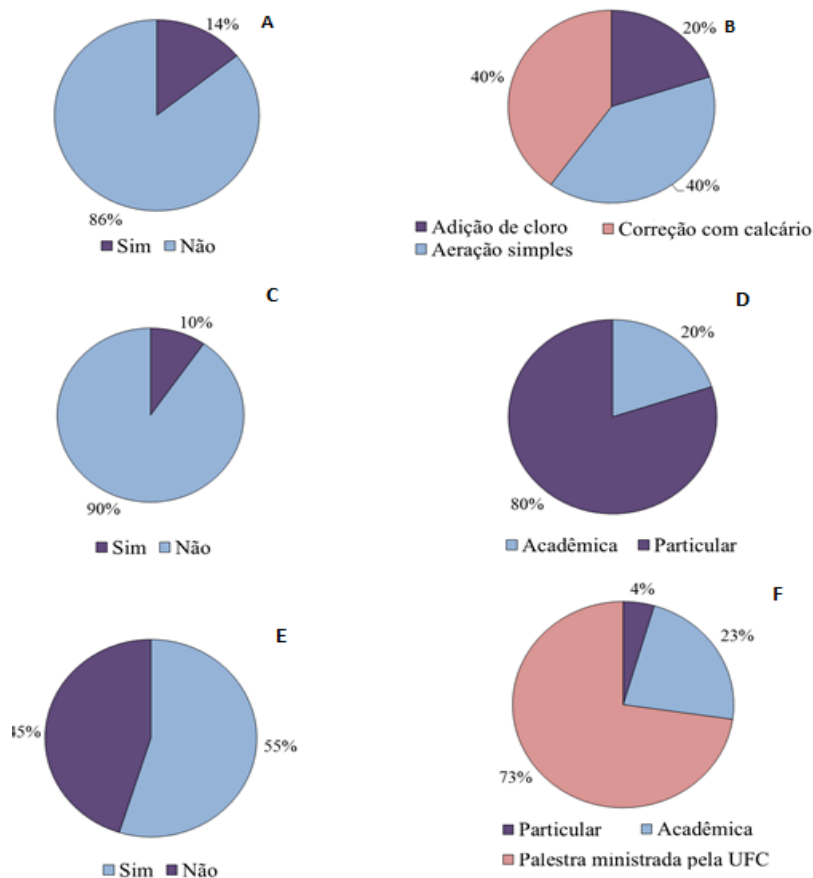
Todas as propriedades analisadas utilizam algum tipo de adubação (Figura 4C) com o objetivo de aumentar a produtividade das culturas irrigadas. A maioria dos proprietários busca a aplicação de adubos químicos e orgânicos (Figura 4D) com 87% dos entrevistados, visando principalmente o aumento de retenção de água no solo, já que o perímetro se encontra em sua maior parte em solos de textura média a média/leve.

Quando indagados sobre a existência de algum problema com o uso da água, 29% responderam que identificaram problemas e 31% responderam que não foi identificado (Figura 4E). O principal problema observado foi a queima das folhas com 35%, seguido da redução na qualidade dos frutos com 23% (Figura 4F). Os entrevistados associam os problemas ocorridos pela qualidade da água, principalmente à salinidade, presença de ferro e variações no pH.

De acordo com Almeida (2010) a qualidade da água utilizada na irrigação é um dos fatores que podem causar a salinização do solo, que se agrava quando o manejo da irrigação e drenagem é inapropriado. Ucker *et al.* (2013) citam que o ferro em alta concentração na água de irrigação pode ocasionar toxicidade para as plantas e entupimento dos emissores e tubulações. O pH é um indicativo de acidez ou alcalinidade de uma solução, este é um dos atributos mais estudados na determinação da qualidade de água (BELIZÁRIO, 2016). Quando ácido, pode ocasionar corrosão em determinados materiais, como por exemplo superfícies de cimento-amianto (GOMES; CAVALCANTE, 2017).

Em relação a ações desenvolvidas para melhoria da qualidade da água, 86% responderam que não foi desenvolvida nenhuma ação e 14% responderam que sim (Figura 5A). Dos entrevistados que responderam sim, 40% disseram optar por aeração simples para proporcionar a oxidação e precipitação de compostos indesejáveis, 40% responderam que optam por fazer a correção do pH da água com calcário e 20% afirmam realizar a aplicação de cloro para o tratamento de limpeza da água, no caso de consumo para abastecimento (Figura 5B).

Para irrigação a aeração seguida de sedimentação é o método mais seguro para remover o ferro da água (ALVES, 2008). Esse método incorpora grande quantidade de oxigênio, que transforma o óxido ferroso em óxido de ferro, precipitando-o (UCKER *et al.*, 2013). Quanto ao cloro, este é historicamente o método mais utilizado de desinfecção da água, por seu elevado potencial de oxidação. É extremamente eficaz na desinfecção, de fácil manuseio e custo relativamente baixo (LOPES *et al.*, 2013).



**Figura 5.** Ações desenvolvidas para melhoria da qualidade da água e orientação técnica recebida pelos produtores do Perímetro Irrigado do Baixo Acaraú: A) Ações desenvolvidas para melhoria da qualidade da água; B) Tipo de ações desenvolvidas; C) Orientação técnica recebida referente à qualidade da água; D) Tipo de orientações recebidas; E) Orientação técnica recebida referente à água salobra; F) Tipos de orientações.



Quanto a orientações técnicas que os entrevistados receberam referentes à qualidade da água, apenas 10% responderam que tiveram acesso a algum tipo de orientação e 90% responderam que não (Figura 5C). Observa-se na Figura 5D que dos entrevistados que receberam orientações técnicas, 20% afirmam que sua orientação foi decorrente da formação acadêmica (graduação ou pós-graduação na área) e 20% responderam que recorreram a orientações particulares. Assim como esse trabalho, no realizado por Jales *et al.* (2010) em uma pesquisa participativa com produtores do perímetro irrigado do baixo Acaraú, foi observado que os produtores apontaram uma falta de assistência técnica, indicando que no início do projeto havia assistência, sendo mais seguro para eles trabalharem. Porém, no ano da pesquisa, foi apontado que a assistência técnica só existia se fosse paga por eles, não havendo mais o apoio por parte do Governo.

No que diz respeito a orientações técnicas referentes à água salobra, 45% responderam que não obtiveram nenhuma orientação e 55% responderam que já receberam orientação (Figura 5E). Porém percebe-se que 73% somente receberam orientação fornecida por uma palestra ministrada em junho de 2015, pela Universidade Federal do Ceará, e 23% afirmam que os conhecimentos sobre água salobra foram adquiridos pela formação acadêmica (Figura 5F).

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Houve aumento da demanda do uso da água subterrânea em decorrência da seca prolongada (2012 a 2016), principalmente nos anos de 2014 e 2015, sendo que mais de 80% das fontes hídricas avaliadas foram utilizadas devido à seca. Há carência de informações precisas e de orientação técnica sobre qualidade da água para os produtores entrevistados. Cerca de 30% dos produtores detectaram problemas causados pela qualidade das fontes de água subterrânea, sendo os principais a salinidade, presença de ferro e variações de pH.

## REFERÊNCIAS

ADECE - Agência de desenvolvimento do estado do Ceará. **Perímetros públicos do estado do Ceará**. 2011.

ALMEIDA, O. A. de. **Qualidade da água de irrigação**. Cruz das Almas: EMBRAPA, 2010.

ALMEIDA, J. R. F. de; FRISCHKORN, H. Salinization mechanisms of a small alluvial aquifer in the semiarid region of northeast Brazil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 19, n. 7, p. 643-649, jul. 2015.

ALVES, D. N. B. **Remoção de ferro em água de irrigação através de filtração em areia e zeólita**. 2008. 116 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Água e Solo) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

BELIZÁRIO, T. L.; SOARES, M. A.; ASSUNÇÃO, W. L. Qualidade da água para irrigação no projeto Dom José Mauro, Uberlândia - MG. **Revista Getec**, v. 3, n. 5, p. 53-73, 2014.

BRAGA, L. M. M.; FERRÃO, A. M. de A. A gestão dos recursos hídricos na França e no Brasil como foco nas bacias hidrográficas e seus sistemas territoriais. **Labor & Engenharia**, v. 9, n. 4, p. 19-33, out./dez. 2015.

DNOCS. **Perímetros irrigados**. 2002. Disponível em: [http://www.dnocs.gov.br/~dnocs/doc/canais/perimetros\\_irrigados/ce/baixo\\_acarau.html](http://www.dnocs.gov.br/~dnocs/doc/canais/perimetros_irrigados/ce/baixo_acarau.html). Acesso em: 12 set. 2017.

FONSECA, J. S.; MARTINS, G. A. **Curso de estatística**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 1996.

FUNCEME. **Calendário de chuvas no estado do Ceará**. Disponível em: <http://www.funceme.br/app/calendario/produto/regioes/media/annual>. Acesso em: 02 set. 2017.

GOMES, M. da C. R.; CAVALCANTE, I. N. Aplicação da análise estatística multivariada no estudo da qualidade da água subterrânea. **Águas subterrâneas**, v. 31, n. 1, p. 134-149, jan. 2017.

GUEDES, H. A. S.; SILVA, D. D. da; ELESBON, A. A. A.; RIBEIRO, C. B. M.; MATOS,

A. T. de; SOARES, J. H. P. Aplicação da análise estatística multivariada no estudo da qualidade da água do Rio Pomba, MG. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 5, p. 558-563, mai. 2012.

INSTITUTO FRUTAL. INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO DA FRUTICULTURA E AGROINDÚSTRIA. **Diagnóstico propositivo dos perímetros e áreas irrigadas com fruticultura e floricultura no Ceará**. Fortaleza. 2013.

JALES, J. V.; PORTELA, S. V. da S.; MERA, R. D. M.; ALENCAR JÚNIOR, J. S. de; MAYORGA, M. I. de O. Análise da sustentabilidade do perímetro irrigado baixo Acaraú, no estado do Ceará. In: 48º CONGRESSO SOBER - SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 2010, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande, 2010. p. 1-19.

KÖPPEN, N. W. **Climatologia**: com um estudio de los climas de la Tierra. México: Fondo de Cultura Econômica, 1918.

LOPES, F. B. Índice de sustentabilidade do Perímetro Irrigado do Baixo Acaraú, Ceará. 2008. 116f. Mestrado (Agronomia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

LOPES, F. B.; SOUZA, F. de; ANDRADE, E. M. de; MEIRELES, A. C. M.; CAITANO, R. F. Determinação do padrão do manejo da irrigação praticada no perímetro irrigado do Baixo Acaraú, Ceará, via análise multivariada. **Irriga**, Botucatu, v. 16, n. 3, p. 301-316, jul./set. 2011.

LOPES, W. R. R.; OLIVEIRA, R. M. S.; SERRA, J. C. V. Avaliação comparativa entre métodos de desinfecção empregando cloro e ozônio de águas destinadas ao abastecimento de pequenas comunidades. **Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 9, n. 11, p. 463-472, 2013.

MATIAS FILHO, J.; COSTA, R. N. T.; MENEZES, J. A. L.; LOIOLA, M. L.; MEIRELES, M.; PEREIRA, A. L. S. **Estudos e Pesquisas para avaliação de riscos potenciais de drenagem e/ou salinidade na área prioritária do projeto de irrigação Baixo Acaraú**. Fortaleza: UFC, 2001, 27p. (Relatório Técnico).

PEREIRA, G. R.; CUELLAR, M. D. Z. Conflitos pela água em tempos de seca no Baixo Jaguaribe, Estado do Ceará. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 29, n. 84, p. 115-137, mai./ago. 2015.

SOUZA, J. R. de; MORAES, M. E. B. de; SONODA, S. L.; SANTOS, H. C. R. G. A importância da qualidade da água e os seus múltiplos usos: caso rio Almada, sul da Bahia, Brasil. **Revista Eletrônica do Prodema**, Fortaleza, v. 8, n. 1, p. 26-45, abr. 2014.

UCKER, F. E.; LIMA, P. B. S. de O.; CAMARGO, M. F.; PENA, D. S.; CARDOSO, C. F.; PÊGO, A. W. E. Elementos interferentes na qualidade da água para irrigação. **Revista Eletrônica em Gestão**, v. 10, n. 10, p. 2102-2111, jan./abr. 2013.

VILLANUEVA, T. C. B.; LEAL, L. R. B.; ZUCCHI, M. do R.; AZEVEDO, E. G.; VILLANUEVA, P. R. Diagnóstico da qualidade das águas subterrâneas e elaboração do mapa de uso e ocupação dos solos na região de Irecê - BA. **Águas Subterrâneas**, v. 29, n. 1, p. 30-41, nov. 2015.

*Recebido em: 19/05/2018*

*Aceito em: 07/03/2019*